การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมโปรตีนจากไข่และถั่วเหลือง

โดย

นางสาวภัคชัญญา ศิริวรรณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25615809034035KUZ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมโปรตีนจากไข่และถั่วเหลือง

โดย

นางสาวภัคชัญญา ศิริวรรณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25615809034035KUZ

DEVELOPMENT OF SNACK PRODUCT FROM RICEBERRY RICE FLOUR ENRICHED WITH PROTEIN FROM EGG AND SOY

BY

MISS PUKCHUNYA SIRIWAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE (FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY)

DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

THAMMASAT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2018

COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSIT

Ref. code: 25615809034035KUZ

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิทยานิพนธ์

ของ

นางสาวภัคชัญญา ศิริวรรณ

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมโปรตีนจากไข่และถั่วเหลือง

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)

เมื่อ วันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2561

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา สมพงษ์)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก _____
(ดร.สุธีรา วัฒนกุล)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโภช พจนพิมล)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสิฏฐ์ ธรรมวิถี)

คณบดี _____
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชคตระการ)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมโปรตีนจากไข่และถั่วเหลือง
ชื่อผู้เขียน	นางสาวภัคชัญญา ศิริวรรณ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	อาจารย์ ดร.สุธีรา วัฒนกุล
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน โดยเริ่มจากการวิเคราะห์คุณลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค (จำนวน 200 คน) โดยใช้แบบจำลองคาโน (Kano's model) พบว่า คุณลักษณะที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ความต้องการของผู้บริโภคขั้นดึงดูดใจเป็นคุณลักษณะที่จะทำให้ผู้บริโภคมีความพึงพอใจมากขึ้นและเป็นคุณลักษณะที่ผู้บริโภคไม่ได้คาดหวังไว้ล่วงหน้า (Attractive: A) ประกอบด้วย มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบ ขนาดความกว้าง 4.5 เซนติเมตร มีรสหวาน (คาราเมล) และน้ำหนักสุทธิ 50 กรัมในราคา 20 บาท และ กลุ่มที่ 2 ความต้องการของผู้บริโภคขั้นพื้นฐานที่ผู้บริโภคคาดหวังไว้ล่วงหน้าว่าจะต้องพบในผลิตภัณฑ์ (Must-be: M) คือ ความกรอบ ซึ่งผลที่ได้จะนำไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวต่อไป เริ่มจากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว มีปัจจัยทั้งหมด 6 ปัจจัย ได้แก่ แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เพสท์ นมถั่วเหลือง กากถั่วเหลือง ไข่ไก่สด ไข่ขาวผง และเมือกเมล็ดแมงลัก วางแผนการทดลองแบบ Plackett and Burman พบว่า เมื่อปริมาณไข่ขาวผงและกากถั่วเหลืองเพิ่มมากขึ้น ส่งมีผลให้ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ต่อมาศึกษาสัดส่วนของส่วนผสมที่มีผลต่อการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว โดยศึกษาปัจจัยหลัก 3 ปัจจัย ได้แก่ กากถั่วเหลือง ไข่ขาวผง และไข่ไก่สด วางแผนการทดลองแบบ Mixture Design พบว่า กากถั่วเหลืองมีผลต่อค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว และการเติมไข่ขาวผงเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น จากนั้นศึกษาสูตรคาราเมลที่เหมาะสมสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน โดยแปรปริมาณน้ำตาลทราย 3 ระดับ คือ 100 กรัม 150 กรัม และ 250 กรัม พบว่า ปริมาณของน้ำตาลทรายที่เหมาะสมที่สุดคือ เติมปริมาณ 100 กรัมในคาราเมล และต่อมาศึกษาระดับการเติมมอลโทเดกซ์ทรินเจลลงในคาราเมลเคลือบผลิตภัณฑ์ขนม

Ref. code: 25615809034035KUZ

ขบเคี้ยวเสริมโปรตีนพบว่า การเติมมอลโทเดกซ์ทรินเจลช่วยทำให้คาราเมลที่เคลือบมีความมันเงาเพิ่มมากขึ้น และผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนมีแนวโน้มในคะแนนความชอบเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมลที่พัฒนาได้บรรจุภัณฑ์ชนิดถุงอลูมิเนียมฟอยด์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ และประเมินคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส ทุกๆ 1 สัปดาห์ พบว่า ค่าความแข็งเป็นค่าคุณภาพที่บ่งบอกถึงการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมล โดยผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมล สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ได้นาน 5 สัปดาห์ และจากการศึกษาการยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมลพบว่า ผู้บริโภคร้อยละ 90 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ และผู้บริโภคร้อยละ 88 มีแนวโน้มที่จะตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ โดยมีความชอบโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.14)

คำสำคัญ: ขนมขบเคี้ยว, ข้าวไรซ์เบอร์รี่, กากถั่วเหลือง, ไข่ขาวผง, คาราเมล

Ref. code: 25615809034035KUZ

Thesis Title	DEVELOPMENT OF SNACK PRODUCT FROM RICEBERRY RICE FLOUR ENRICHED WITH PROTEIN FROM EGG AND SOY
	Miss Pukchunya Siriwan
Degree	Master of Science (Food Science and Technology)
Department/Faculty/University	Food Science and Technology Faculty of Science and Technology Thammasat University
Thesis Advisor	Suteera Vatthanakul, Ph.D.
Academic Year	2018

ABSTRACT

This research aimed to develop snack product enriched with protein coated. The study was carried out by determining the optimal characteristic of snack product that was acceptable to consumers by using Kano model (N = 200 consumers). The result showed that key drivers have been identified into 2 groups. Group 1 was attractive attributes that are the product requirements which the fulfilling these requirements can lead to more than proportional satisfaction and the attributes in group 1 were smoothness, width 4.5 cm., sweetness and weight about 50 g. (price 20 bath). Group 2 was must-be attributes that correspond to the basic requirements of a product. If these requirements are not fulfilled, the consumer will be extremely dissatisfied and the attributes in group 2 was crispiness. Then studied on factors (soy milk, riceberry rice paste, egg, gum from basil seeds, egg white powder and dryied soy bean meal) which affecting to protein content of snack product by usinf Plackett and Burman Design. The result showed that egg white powder and dryied soy bean meal increased, the protein content of snack product tented to increase. After that studied on proportion which affected on texture qualities of snack product. Three main factors were studied: dried soy bean meal, egg and egg white powder by using Mixture Design. The result showed that dried soy bean meal had affect on hardness of snack product whereas increasing the amount of egg white powder tended to increase in overalliking score. The

Ref. code: 25615809034035KUZ

development of snack product coated with caramel were varied with three levels of sucrose (100 g, 150 g and 250 g). The result showed that 100 g of sucrose was an optimal level for the formulation of caramel. Moreover, the overalliking score and shining appearance tended to increase with increased in the amount of maltrodextrin gel. The shelf-life of snack product were studied with accelerated shelf-life testing (ALST) at 35, 45, 55 and 65 $^{\circ}$C for 8 weeks. The result showed that the hardness quality was the most significantly affected on the snack product and the developed snack product can be stored at 35 $^{\circ}$C for 5 weeks. From the consumer acceptance test and purchase intention test showed that the percentage of consumer acceptance and purchase intention were 90% and 88%, respectively; in addition, the overalling score of snack product was rated as “like moderately” (7.14).

Keywords: snack product, riceberry rice, dried soy bean meal, egg white powder, caramel

Ref. code: 25615809034035KUZ

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาและการชี้แนะจากคณาจารย์ และบุคลากรจากสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารทุกท่าน และขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.สุธีรา วัฒนกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่คอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจสำคัญในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา สมพงษ์ ประธานกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโภช พจนพิมล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสิฏฐ์ ธรรมวิถี กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดระยะเวลาการศึกษา

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ภายใต้ “ทุนวิจัยทั่วไป” ตามสัญญาเลขที่ ทน2/2562

ขอขอบคุณบริษัท บริษัท ไทโย คากาคุ จำกัด ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์มอลโทเดกซ์ทรินในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณสำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชั้นสูง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบคุณคุณชัญญานุช ชอบธรรม ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำเกี่ยวกับรูปแบบในการทำวิทยานิพนธ์ เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความเหมาะสม ถูกต้อง และครบถ้วนความสมบูรณ์

ขอขอบคุณคุณขวัญรักษ์ จันทร์ส่องศรี และคุณจรวยพร สมทรัพย์ ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์ทางเคมีและจุลินทรีย์ในอาหาร รวมทั้ง คุณศิริภัทชรินทร มหาวีรวัฒน์ คุณพัชรี คำประเวช และคุณอรัชพร ดีประเสริฐ ที่คอยช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวที่เป็นกำลังใจสำคัญ ที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนตลอดระยะเวลาการเรียนและการทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ภัคชัญญา ศิริวรรณ

Ref. code: 25615809034035KUZ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญรูป	(14)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	2
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ขนมขบเคี้ยว	3
2.2 ถั่วเหลือง	5
2.3 ข้าวไรซ์เบอร์รี่	7
2.4 ไข่	9
2.5 การทำแห้งแบบโฟมแมท	10
2.6 เมล็ดแมงลัก	11
2.7 คาราเมล	12
2.8 มอลโทเดกซ์ทริน	13
2.9 อายุการเก็บรักษา	14
2.10 แบบจำลองคาโน	18

Ref. code: 25615809034035KUZ

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 23

3.1 วัตถุดิบ 23
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ 23
3.2.1 อุปกรณ์สำหรับทำขนมขบเคี้ยว 23
3.2.2 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ 24
3.3 วิธีการเตรียมวัตถุดิบ 25
3.3.1 การเตรียมนมถั่วเหลืองและกากถั่วเหลือง 25
3.3.2 การเตรียมข้าวไรซ์เบอร์รี่เพสท์ 25
3.3.3 การเตรียมไข่ขาวผงด้วยการอบแห้งแบบโฟมแมท 25
3.3.4 การเตรียมกัมจากเมล็ดแมงลัก 25
3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย 26
3.4.1 ศึกษาการวิเคราะห์คุณลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค 26
3.4.2 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน 30
3.4.3 ศึกษาอิทธิพลของไข่ขาวผง ไข่ไก่สด และ กากถั่วเหลืองที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริโปรตีน 32
3.4.4 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของคาราเมลสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว 35
3.4.5 ศึกษาการเติมมอลโทเดกซ์ทรินเจลลงในคาราเมลสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ 37
3.4.6 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมล 39
3.4.7 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมล 40

Ref. code: 25615809034035KUZ

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	41
4.1 ศึกษาการวิเคราะห์คุณลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนมขบ เคี้ยวที่มีต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค	41
4.2 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน	53
4.3 ศึกษาอิทธิพลของไข่ขาวผง ไข่ไก่สด และ กากถั่วเหลืองที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน	57
4.4 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของคาราเมลสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว	65
4.5 ศึกษาการเติมมอลโทเดกซ์ทรินลงในคาราเมลสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว	69
4.6 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว	72
4.7 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล	83
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	91
5.1 บทสรุป	91
5.2 ข้อเสนอแนะ	93
รายการอ้างอิง	94
ภาคผนวก	101
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณภาพ	102
ภาคผนวก ข แบบทดสอบ และแบบสอบถาม	105
ภาคผนวก ค ข้อมูลยืนยันการทดสอบ	122

Ref. code: 25615809034035KUZ

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ง ค่าคุณภาพกับระยะเวลาในการเก็บรักษาที่สภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส 123

ภาคผนวก จ ความสัมพันธ์ของค่าคุณภาพกับระเวลาในการเก็บรักษาที่สภาวะเร่งตามหลักจลนพลศาสตร์ (kinetic model) 129

ประวัติผู้เขียน 132

Ref. code: 25615809034035KUZ

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ส่วนประกอบของนมถั่วเหลืองและนมวัวต่อน้ำหนัก 100 กรัม 6

2.2 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ 8

2.3 ส่วนประกอบทางเคมีของไข่ไก่ 9

2.4 สมการของอันดับปฏิกิริยาต่างๆ ตามหลักจลนศาสตร์ 16

2.5 คำถามแบบด้านบวกและด้านลบของ Kano model 20

2.6 ความถี่ของ Kano model และค่าสัมประสิทธิ์ความพึงพอใจและความไม่พึงพอใจ 20

3.1 ตัวอย่างของแบบสอบถามในแบบจำลองของคาโนที่ใช้ในการเก็บข้อมูลความต้องการ ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว 27

3.2 การประเมินผลของคาโนที่ได้จากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว 28

3.3 ตัวอย่างผลของค่าความถี่ของแต่ละคุณลักษณะ 29

3.4 ตัวอย่างผลการคำนวณค่า Satisfaction, Dissatisfaction และการจำแนก 29

3.5 ระดับของปัจจัยที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน 31

3.6 แผนการทดลองแบบ Plackett and Burman design (N=12) ที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว 31

3.7 อัตราส่วนของไข่ไก่สด ไข่ขาวผง และกากถั่วเหลืองที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว 33

3.8 ปริมาณส่วนผสมของสูตรคาราเมลที่แตกต่างกันสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว 35

3.9 ส่วนผสมของสูตรคาราเมลที่ไม่เติมและเติมมอลโทเดกซ์ทรินเจลสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน 38

4.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคที่เข้าร่วมทำแบบทดสอบความพึงพอใจเกี่ยวกับขนมขบเคี้ยว 42

4.2 ข้อมูลด้านพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเข้าร่วมทำแบบทดสอบความพึงพอใจเกี่ยวกับขนมขบเคี้ยว 44

4.3 ค่าความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อการจำแนกกลุ่มโดยใช้แบบจำลองคาโนของคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏทั่วไป 46

Ref. code: 25615809034035KUZ

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.4 ค่าความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อการจำแนกกลุ่มโดยใช้แบบจำลองคาโนของคุณลักษณะด้านสี	47
4.5 ค่าความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อการจำแนกกลุ่มโดยใช้แบบจำลองคาโนของคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส	47
4.6 ค่าความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อการจำแนกกลุ่มโดยใช้แบบจำลองคาโนของคุณลักษณะด้านกลิ่น	48
4.7 ค่าความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อการจำแนกกลุ่มโดยใช้แบบจำลองคาโนของคุณลักษณะด้านกลิ่นรส	49
4.8 ค่าความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อการจำแนกกลุ่มโดยใช้แบบจำลองคาโนของคุณลักษณะด้านรสชาติ	49
4.9 ค่าความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อการจำแนกกลุ่มโดยใช้แบบจำลองคาโนของคุณลักษณะด้านบรรจุภัณฑ์	50
4.10 ค่าความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อการจำแนกกลุ่มโดยใช้แบบจำลองคาโนของคุณลักษณะด้านขนาดบรรจุ และราคา	51
4.11 จำนวนของสิ่งทดลองที่ได้จาก Plackett and Burman Design	53
4.12 ผลของปัจจัยที่มีต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ทำการศึกษา	55
4.13 ผลของปัจจัยที่มีต่อค่าปริมาณน้ำอิสระ (aw) ค่าความแข็ง และปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว	56
4.14 สิ่งทดลองในการศึกษาอิทธิพลของไข่ขาวผง ไข่สดทั้งฟอง และกากถั่วเหลืองที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูง โดยใช้ Mixture design	58
4.15 ผลของปัจจัยที่มีต่อค่าปริมาณน้ำอิสระ (aw) ปริมาณโปรตีน และค่าความแข็งของการศึกษาอิทธิพลของไข่สดทั้งฟอง ไข่ขาวผง และกากถั่วเหลืองที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว	59
4.16 คะแนนทางด้านประสาทสัมผัสจากการประเมินความชอบของผู้ทดสอบทีมีต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ศึกษาอิทธิพลของไข่สดทั้งฟอง ไข่ขาวผง และกากถั่วเหลือง	60
4.17 ทิศทางของลักษณะทางด้านความกรอบของขนมขบเคี้ยวจากการทดสอบความพอดี	64
4.18 ทิศทางของลักษณะทางด้านความแข็งของขนมขบเคี้ยวจากการทดสอบความพอดี	64

Ref. code: 25615809034035KUZ

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.19 ทิศทางของลักษณะทางด้านรสหวานของขนมขบเคี้ยวจากการทดสอบความพอดี	65
4.20 สูตรของคาราเมลสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว	66
4.21 ผลของการแปรปริมาณของน้ำตาลทราย 3 ระดับ ที่มีผลต่อค่าสีของคาราเมลเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว	67
4.22 คะแนนของการแปรปริมาณของน้ำตาลทราย 3 ระดับ ที่มีผลต่อ aw และค่าความแข็ง	67
4.23 ทิศทางของลักษณะทางด้านรสหวานของขนมขบเคี้ยวจากการทดสอบความพอดี	68
4.24 ทิศทางของลักษณะทางด้านความมันเงาของขนมขบเคี้ยวจากการทดสอบความพอดี	69
4.25 ค่าสีที่มีต่อการไม่เติมและเติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมลเพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว	70
4.26 ค่า a_w และค่าความแข็งที่มีต่อการไม่เติมและเติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมลเพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว	70
4.27 คะแนนทางด้านประสาทสัมผัสจากการประเมินความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อการไม่เติมและเติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมลเพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว	71
4.28 ทิศทางของลักษณะทางด้านความมันเงาที่เติมและไม่เติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมลเพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากการทดสอบความพอด	72
4.29 ปริมาณจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส	77
4.30 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล	85
4.31 ข้อมูลด้านพฤติกรรมจากการยอมรับ	86
4.32 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสโดยเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล	87
4.33 การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมลของผู้บริโภคก่อนและหลังได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์	88

Ref. code: 25615809034035KUZ

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.34 การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมลของผู้บริโภคก่อนและหลังได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ 90

4.35 ความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อราคาของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล 90

Ref. code: 25615809034035KUZ

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แบบจำลองของคาโน	19
2.2 ตัวอย่างคำถามคาโน โมเดล	19
3.1 กรรมวิธีการผลิตขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน	30
3.2 แผนภาพของ Mixture design สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน	33
3.3 การเตรียมคาราเมลและวิธีการเคลือบลงบนขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน	36
4.1 แผนภาพคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคโดยใช้แบบจำลองคาโน	52
4.2 แผนภาพ Biplot ที่ได้จากการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนและการจัดกลุ่มที่ได้จากแผนภาพความชอบในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว	57
4.3 พื้นที่ตอบสนองของคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ	61
4.4 พื้นที่ตอบสนองของคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านความกรอบ	61
4.5 พื้นที่ตอบสนองของคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านความแข็ง	62
4.6 พื้นที่ตอบสนองของคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านรสหวาน	62
4.7 พื้นที่ตอบสนองของคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านความชอบโดยรวม	63
4.8 ค่า L* ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง	73
4.9 ค่า a* ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง	74
4.10 ค่า b* ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง	74
4.11 ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง	75
4.12 ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง	76
4.13 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง	78
4.14 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง	79

Ref. code: 25615809034035KUZ

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
4.15 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง	80
4.16 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง	80
4.17 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง	81
4.18 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง	82
4.19 Arrhenius's model ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมล	83
4.20 ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล (a) และบรรจุภัณฑ์ (b)	89

Ref. code: 25615809034035KUZ

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

ปัจจุบันทางเลือกในการบริโภคอาหารมีความหลากหลายมากขึ้น ประกอบกับวิถีการใช้ชีวิตของมนุษย์ที่เร่งรีบและต้องการความสะดวกสบาย ทำให้ขนมขบเคี้ยวซึ่งถือเป็นอาหารสำเร็จรูป จึงได้รับความนิยมในการบริโภคในทุกเพศทุกวัย โดยเฉพาะกลุ่มวัยรุ่น เนื่องจากสินค้าขนมขบเคี้ยวมีรูปแบบ รสชาติที่หลากหลาย พกพา สะดวก อีกทั้งยังมีการโฆษณา และส่งเสริมการขาย เป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้บริโภคเลือกซื้อมารับประทานได้เป็นอย่างมาก (นิภาธร, 2557)

ขนมขบเคี้ยวส่วนใหญ่ประกอบด้วย แป้งขัดสีที่ฟอกจนขาว น้ำตาล น้ำมัน และผงชูรส ซึ่งมีกากใยอาหารน้อย เมื่อบริโภคเข้าไปจะทำให้อิ่มง่าย บริโภคอาหารมื้อหลักได้น้อยลง หากบริโภคขนมขบเคี้ยวเป็นเวลานาน ส่วนประกอบต่างๆ โดยเฉพาะแป้งและน้ำตาลจะเปลี่ยนเป็นไขมันและสะสมอยู่ตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย ทำให้มีน้ำหนักเกินมาตรฐาน ซึ่งทำให้เกิดโรคอ้วนและอาจทำให้เกิดโรคอื่นๆ ตามมา เช่น เบาหวาน โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง หรืออาจเป็นโรคขาดสารอาหาร เนื่องจากการรับประทานอาหารไม่ครบ 5 หมู่ (ปิยะฉัตร, 2550)

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีสีม่วงเข้ม รูปร่างเมล็ดเรียวยาว คุณสมบัติเด่นทางด้านโภชนาการ ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แกมมาโอไรซานอล วิตามินอี แทนนิน สังกะสี และโฟเลตสูง มีดัชนีน้ำตาลต่ำ-ปานกลาง สารอาหารสำคัญที่อยู่ในข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ ประกอบด้วยโอเมก้า 3 กรดไขมันจำเป็นมีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างและการทำงานของสมอง ตับ และระบบประสาท ลดระดับโคเลสเตอรอล (รัชนิกร, 2554)
ไข่ขาวผง เป็นโปรตีนที่สกัดจากไข่ขาวและเป็นโปรตีนคุณภาพสูง มีกลิ่นคาวของไข่ เหมาะสำหรับผู้ที่ได้รับโปรตีนไม่เพียงพอ เนื่องจากไข่ขาวผงมีปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 85 ไม่มีไขมันและคาร์โบไฮเดรต ซึ่งต่างจากไข่ขาวธรรมดา โดยไข่ไก่ 1 ฟองใหญ่จะมีปริมาณไข่ขาวประมาณ 32 กรัม แต่มีโปรตีนบริสุทธิ์เพียง 4 กรัม โดยประมาณร้อยละ 90 ของไข่ขาวเป็นน้ำ (นิรนาม, 2557)

ถั่วเหลือง มีปริมาณโปรตีนประมาณร้อยละ 40 ไขมันประมาณร้อยละ 20 ซึ่งถือเป็นแหล่งของโปรตีนที่สำคัญจากพืช นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยเกลือแร่และวิตามินต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และโปแตสเซียม ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกาย อีกทั้งยังมีการนำถั่วเหลืองมาแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรมต่างๆ รวมถึงมีงานวิจัยมากมายที่นำกากถั่วเหลืองมาเติมในผลิตภัณฑ์ประเภทขนมอบเพื่อศึกษาคุณภาพของโปรตีนและเนื้อสัมผัสอีกด้วย

Ref. code: 25615809034035KUZ

คาราเมล (caramel) ใช้เป็นสารให้สีและกลิ่นแก่ผลิตภัณฑ์อาหารอย่างกว้างขวางจัดเป็นวัตถุปรุงแต่งอาหาร ประมาณร้อยละ 90 ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และแต่ละปีทั่วโลกมีการบริโภคคาราเมลมากกว่า 200,000 ตัน การผลิตคาราเมลนั้นมีหลายวิธีและมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไปซึ่งเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่หลากหลาย (เสาวลักษณ์ และวรนุช, 2550)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาขนมขบเคี้ยวจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมโปรตีนจากไข่และถั่วเหลือง โดยเลือกวัตถุดิบที่มีอยู่ในประเทศไทย และมีราคาถูกมาศึกษาในงานวิจัยนี้ อีกทั้งเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนนี้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพหรือผู้ที่ชอบออกกำลังกายอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ ถั่วเหลือง และไข่ โดยมีวัตถุประสงค์การดำเนินงานวิจัยแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. เพื่อศึกษาการวิเคราะห์คุณลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมโปรตีนจากไข่และถั่วเหลือง
3. เพื่อศึกษาอิทธิพลของไข่ขาวผง ไข่สดทั้งฟอง และกากถั่วเหลืองที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมโปรตีนจากไข่และถั่วเหลือง
4. เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมของคาราเมลสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน
5. เพื่อศึกษาการเติมมอลโทเดกซ์ทรินลงในคาราเมลสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน
6. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมล
7. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมโปรตีนจากไข่และถั่วเหลือง

Ref. code: 25615809034035KUZ

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ขนมขบเคี้ยว

ขนมขบเคี้ยว หมายถึง อาหารที่ผู้บริโภคไม่ได้รับประทานเป็นอาหารมื้อหลัก เช่น อาหารมื้อเช้า มื้อกลางวัน หรือมื้อเย็น หรือที่เรียกว่า อาหารว่าง (จุฬาลักษณ์, 2550) ขนมขบเคี้ยว มีส่วนผสมจากแป้งชนิดต่างๆ (แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี แป้งมัน และแป้งข้าวโพด) เกลือ ไขมัน ผงชูรส สารแต่งกลิ่นรส สี และกลิ่นรส ประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวแบ่งตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ ได้แก่ ขนมขึ้นรูป มันฝรั่งทอดกรอบ เนื้อปลา ปลาหมึก ถั่ว สาหร่าย ข้าวเกรียบกุ้งและข้าวโพดอบกรอบ เป็นต้น ขนม-ขบเคี้ยว แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

1. ขนมประเภทพองกรอบ มีหลากหลายรูปแบบ ทั้งแบบชิ้นรูปร่างต่างๆ แบบแผ่น แบบแท่ง รสหวาน รสเค็ม แม้กระทั้งแบบสอดไส้ บางชนิดอาจต้องนำไปทอดในน้ำมัน รวมทั้งข้าวเกรียบและมันฝรั่งทอดก็เป็นที่นิยมมาก

2. ขนมประเภทปลาเส้นและถั่วชนิดต่างๆ เป็นขนมขบเคี้ยวที่ยังคงรูปลักษณ์ของวัตถุดิบตั้งต้นอยู่มากโดยเฉพาะพวกถั่ว ซึ่งอาจจะนำมาทอดหรือคั่ว อบ ผสมเกลือและเครื่องปรุงรส หรือนำมาเคลือบ

3. เยลลี่พร้อมบริโภค มีทั้งชนิดบรรจุถ้วยขนาดพอคำและถ้วยใหญ่ ที่ต้องตักกิน ส่วนประกอบของเยลลี่จะเป็นพวกส่วนผสมที่สกัดมาจากพืชหรือสาหร่าย ส่วนผสมเหล่านี้มีคุณสมบัติในการเกิดเป็นวุ้น หรือเจลเมื่อผสมน้ำ และบางชนิดมีใส่น้ำตาลด้วย

4. ลูกอมทั้งแบบอมและแบบเคี้ยว ชนิดที่เป็นลูกอมแบบเม็ดแข็งหรือแบบหนืดที่เคี้ยวได้ ส่วนประกอบหลักของลูกอมคือ น้ำตาล มีอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 (นิภาธร, 2557)

สำหรับขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพ จัดเป็นขนมทางเลือกใหม่ที่ลดน้ำตาล ไขมัน และโซเดียมลงต่ำกว่าเกณฑ์อาหารอ้างอิงร้อยละ 25 ซึ่งเป็นไปตามหลักเกณฑ์การรับรองอาหารลดน้ำตาล ไขมัน และโซเดียม เป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งมีปริมาณน้ำตาล ไขมัน และโซเดียมต่ำกว่าขนมขบเคี้ยวทั่วไป มีองค์ประกอบโปรตีนในปริมาณที่พอเหมาะ และแคลเซียมร้อยละ 15 ของปริมาณที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน โดยเพิ่มวัตถุดิบจากธรรมชาติ ได้แก่ ธัญพืช ถั่ว ที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพลงในผลิตภัณฑ์

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 (2541) ข้อกำหนดเงื่อนไขในการแสดงข้อความที่เกี่ยวกับ “เพื่อสุขภาพ” หรือข้อความในลักษณะเดียวกัน โดยอาหารนั้นจะต้องเข้าข่ายเงื่อนไขการแสดงข้อความของสารอาหารต่างๆ เช่น โปรตีน และใยอาหาร ถ้ามีข้อกล่าวอ้างว่า มีอยู่สูงหรืออุดม สารอาหารนั้นต้องอยู่ในปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 20 ของ Thai Recommended Daily Intakes (Thai RDI) ขึ้นไป หรือถ้าอาหารนั้นเป็นแหล่งของหรือมี จะต้องมีสารอาหารนั้นอยู่ในปริมาณร้อยละ 10 - 19 ของ Thai

Ref. code: 25615809034035KUZ

RDI ส่วนถ้าอาหารนั้นมีการเสริม เพิ่ม หรือมากกว่า โดยเมื่อเทียบกับอาหารอ้างอิงแล้วอาหารนี้มีสาร-อาหารที่จะกล่าวอ้างอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับที่มีอยู่ในอาหารอ้างอิง โดยปริมาณความแตกต่างนั้นจะต้องไม่น้อยกว่าปริมาณร้อยละ 10 ของ Thai RDI

ปิยะฉัตร (2550) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการบริโภคขนมขบเคี้ยวของเด็กวัยเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 - 6 ในเขตสายไหม กรุงเทพมหานคร จำนวน 120 คน โดยกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 89.2 ชอบบริโภคขนมขบเคี้ยวในเวลากลางวัน ร้อยละ 87.5 ชอบบริโภคขนมขบเคี้ยวในระหว่างดูโทรทัศน์ และร้อยละ 88.3 นิยมบริโภคขนมขบเคี้ยวในช่วงเวลาหลังอาหารมื้อหลัก เมื่อพิจารณาสถานที่ซื้อขนมขบเคี้ยวของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าร้อยละ 70 ซื้อจากโรงอาหารของโรงเรียนและร้านสะดวกซื้อ โดยขนมขบเคี้ยวประเภทมันฝรั่งเป็นขนมขบเคี้ยวที่กลุ่มตัวอย่างนิยม บริโภคทุกวันมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 27.4 ส่วนขนมขบเคี้ยวประเภทถั่วเป็นขนมขบเคี้ยวที่กลุ่มตัวอย่างไม่นิยมบริโภคมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 29.2

จุฑารัตน์ และปฏิวิทย์ (2555) ศึกษาผลของการทดแทนแป้งข้าวเหนียวด้วยแป้งกล้วยพรีเจลาติไนซ์ต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ คุณสมบัติทางกายภาพ และทางประสาทสัมผัสของขนมขบเคี้ยวแบบแผ่น โดยทดแทนแป้งข้าวเหนียวด้วยแป้งกล้วยพรีเจลาติไนซ์ออกเป็น 7 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 (w/w) พบว่า เมื่อระดับการทดแทนปริมาณแป้งกล้วยพรีเจลติไนซ์เพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้นด้วย ในทำนองเดียวกันค่าความเข้มสีและค่าความแข็งมีค่าเพิ่มขึ้นแต่อัตราการพองตัวลดลง เมื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วย 7-hedonic scale พบว่า การทดแทนแป้งกล้วยพรีเจลาติไนซ์ที่ระดับไม่เกินร้อยละ 20 ได้รับคะแนนความชอบด้านสี ลักษณะปรากฏ ความกรอบ รสชาติ และความชอบรวมสูงสุด แต่อย่างไรก็ตามคะแนนความชอบด้านกลิ่นเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการเติมแป้งกล้วยพรีเจลาติไนซ์เพิ่มขึ้น

ชมพู่ และคณะ (2555) ได้ทำการพัฒนาข้าวเกรียบธัญพืช โดยธัญพืชที่ใช้คือ งา การเพิ่มธัญพืชจะช่วยให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น และเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ อีกทั้งผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ-งายังสามารถเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่สนใจในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพ

สุกัญญา และคณะ (2556) พัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพจากแป้งลูกเดือย โดยสูตรขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพจากแป้งลูกเดือยที่เหมาะสมมีส่วนประกอบหลัก คือ แป้งลูกเดือยร้อยละ 70 แป้งสาลี ร้อยละ 21 และซูริมิร้อยละ 9 ส่วนที่เหลือเป็นส่วนประกอบอื่นๆ ได้แก่ มอลโทเดกซ์ทริน เลซิติน เนยขาว เกลือ และน้ำ ทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เป็นแท่ง และนำไปทอดที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 150 วินาที

นิภาธร (2557) ศึกษาพฤติกรรมการบริโภคขนมขบเคี้ยวของนิสิตสาขาสุขศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน จำนวน 106 คน พบว่า นิสิตกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา มีความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับขนมขบเคี้ยวอยู่ในระดับพอใช้คิดเป็นร้อยละ 60.37 รองลงมาคือ มีความรู้อยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 30.18 มีทัศนคติต่อการบริโภคขนมขบเคี้ยวอยู่ใน

Ref. code: 25615809034035KUZ

ระดับดี คิดเป็นร้อยละ 72.64 และมีการปฏิบัติที่ดีต่อการบริโภคขนมขบเคี้ยวอยู่ในระดับพอใช้ คิดเป็นร้อยละ 72.64

นันธินีย์ และคณะ (2560) กล่าวว่าปัจจัยที่จะเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการบริโภคขนมขบเคี้ยวของเด็กก่อนวัยเรียน ได้แก่ ปัจจัยระดับบุคคล (ความชื่นชอบขนมขบเคี้ยว จำนวนเงินที่เด็กได้รับในแต่ละวัน และการขาดความรู้ความเข้าใจในการเลือกซื้อและการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อสุขภาพ) ปัจจัยด้านครอบครัว (ระดับการศึกษาของผู้ปกครองมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอาชีพและรายได้) และปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะสื่อโฆษณา พบว่า เด็กที่อายุต่ำกว่า 8 ปี โดยเฉพาะเด็กก่อนวัยเรียน ยังมีข้อจำกัดในการแยกแยะเนื้อหา ความจริงจากสื่อโฆษณา การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับขนมขบเคี้ยวจากสื่อโฆษณาจึงส่งผลให้เด็กหันมาบริโภคตามสื่อโฆษณานั้น

2.2 ถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองมีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Glycine max* (L.) Merrill อยู่ในวงศ์ Leguminosae วงศ์ย่อย Papilionoideae เผ่า Phaseoleae สกุล Glycine Willd. สกุลย่อย Soja (Moench) จัดเป็นธัญพืชที่ให้คุณค่าทางโภชนาการและมีประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งปัจจุบันอาหารและเครื่องดื่มที่ใช้ถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบสามารถเลือกซื้อเลือกหาได้ง่าย เป็นแหล่งโปรตีนที่เหมาะกับทุกคนในครอบครัว ผู้ที่กำลังเจริญเติบโต ผู้ที่รักษาสุขภาพ ผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล ป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือดอุดตัน

ถั่วเหลืองมีปริมาณของโปรตีนร้อยละ 38 - 40 ไขมันร้อยละ 18 - 24 (Penalvo และคณะ, 2004) คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 30 เถ้าร้อยละ 4.29 - 5.34 ความชื้นร้อยละ 7.55 - 8.73 ใยอาหารร้อยละ 5.91 - 7.89 (Padgette, 1996) โดยสัดส่วนไขมันในถั่วเหลืองเป็นลิปิดร้อยละ 90 ฟอสโฟลิปิดร้อยละ 7 และไกลโคลิปิด ร้อยละ 3 และร้อยละ 80 ของกรดไขมันเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพ (Penalvo และคณะ, 2004) อีกทั้งยังมีองค์ประกอบอื่นๆ ได้แก่ ไอโซฟลาโวน (isoflavone) เกลือแร่ (เหล็ก แคลเซียม สังกะสี) วิตามิน อัลฟาโทโคฟีรอล (Saidu, 2005)

ถั่วเหลืองนิยมนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารมากมาย ได้แก่ เต้าเจี้ยว เต้าหู้ ซีอิ๊ว นมถั่วเหลือง แป้งถั่วเหลือง ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูง หรือใช้ในทางอุตสาหกรรมการสกัดน้ำมันได้เป็นน้ำมันถั่วเหลือง (ภัคธีมา, 2552)

นมถั่วเหลือง หรือน้ำเต้าหู้เป็นเครื่องดื่มที่ได้จากการสกัดโปรตีนจากถั่วเหลือง มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นแหล่งของโปรตีนจากถั่วเหลือง และมีราคาถูก สามารถเป็นเครื่องดื่มเสริมอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภค (Reddy และ Mital, 1992) โดยปกตินมถั่วเหลืองจะมีปริมาณโปรตีน ประมาณร้อยละ 1.5 - 3.0 โดยมีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นใกล้เคียงกับนมวัวยกเว้นเมทไทโอนีน (methionine) ที่มีอยู่น้อย และยังได้รับความนิยมใกล้เคียงกับนมวัวอีกด้วย เนื่องจากไม่มีแลคโตส โคเลสเตอรอล และมี

Ref. code: 25615809034035KUZ

สตาร์ชอยู่น้อย (Iwuoha และ Umunnakwe, 1997) โดยได้มีการเปรียบเทียบระหว่างนมถั่วเหลืองและนมวัว ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบของนมถั่วเหลืองและนมวัวต่อน้ำหนัก 100 กรัม

ส่วนประกอบ	นมถั่วเหลือง	นมวัว
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	44	59
น้ำ (กรัม)	90.8	88.6
โปรตีน (กรัม)	3.6	2.9
ไขมัน (กรัม)	2.0	3.3
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	2.9	4.5
เถ้า (กรัม)	0.5	0.7
กรดไขมันอิ่มตัว (ร้อยละ)	40 - 48	60 - 70
กรดไขมันไม่อิ่มตัว (ร้อยละ)	52 - 60	30 - 40
โคเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	0	9.24 - 9.9

ที่มา: Liu (1997)

จากการรวบรวมกรรมวิธีการผลิตของนมถั่วเหลืองพบว่า มีกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกันไปจึงส่งผลให้นมถั่วเหลืองที่ได้มีคุณค่าสารอาหารที่แตกต่างกัน สำหรับขั้นตอนในการผลิตของนมถั่วเหลืองด้วยวิธีการใช้น้ำสกัด (water extract process) เป็นวิธีที่นิยมใช้กัน มีขั้นตอนการผลิตได้ดังนี้ (สุรีย์, 2552)

1. การเตรียมเมล็ดถั่วเหลืองสำหรับการผลิตนมถั่วเหลืองอาจใช้ทั้งเมล็ด หรือเมล็ดที่เอาเปลือกออก การเอาเปลือกออกควรทำก่อนแช่น้ำ หากใช้ถั่วเหลืองที่เอาเปลือกออกจะทำให้ได้นมถั่วเหลืองที่มีสีขาว มีกลิ่นถั่วน้อย และไม่มีรสขม และยังเป็นการลดจุลินทรีย์ที่มีอยู่ จึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้

2. การแช่ถั่วเหลือง ก่อนนำถั่วเหลืองแห้งไปแช่น้ำควรล้างน้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง ปริมาณน้ำที่ใช้ไม่ควรต่ำกว่า 3 เท่าของน้ำหนักถั่วเหลืองแห้ง ถั่วเหลืองจะพองขึ้น 1 - 1.2 เท่า ระยะเวลาการแช่น้ำเพื่อให้ถั่วเหลืองนิ่ม คือ 1 - 20 ชั่วโมงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำที่แช่ด้วย

3. การบดถั่วเหลือง อาจทำโดยใช้โม่หินหรือเครื่องบด โดยจะต้องบดให้ละเอียด และอัตราส่วนของถั่วเหลืองต่อน้ำที่ใช้ในระหว่างการบดอาจเป็นอัตราส่วน 1 ต่อ 10

4. การกรองเอากากถั่วเหลืองออก เป็นการทำเพื่อแยกส่วนประกอบต่างๆ ที่สกัดได้ของน้ำนมถั่วเหลืองที่ละลายน้ำได้ออกจากส่วนที่ไม่ละลายน้ำ

Ref. code: 25615809034035KUZ

5. การให้ความร้อนนมถั่วเหลือง ช่วยเพิ่มอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ช่วยทำลายสารบางชนิดในถั่วเหลือง และยับยั้งเอนไซม์ลิพอกซีจีเนส (lipoxygenase) ที่ทำให้เกิดกลิ่นถั่วเหลือง การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ทำให้สามารถทำลายทริปซินอินฮิบิเตอร์ (trypsin inhibitor) ซึ่งเป็นสารต้านคุณค่าทางโภชนาการได้

สุรีย์ (2552) ศึกษาอัตราส่วนถั่วเหลืองแห้งต่อน้ำ 3 อัตราส่วน คือ 1 : 4, 1 : 5 และ 1 : 6 เพื่อใช้ในการสกัดน้ำนมถั่วเหลืองพบว่า อัตราส่วน 1 : 4 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองผสมน้ำแครอท เนื่องจากด้านกายภาพพบว่า มีค่าความข้นหนืดและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในระดับสูงและด้านองค์ประกอบทางเคมีพบว่า มีปริมาณโปรตีนและไขมันสูง และเมื่อถูกเจือจางด้วยน้ำแครอทที่นำมาผสมจะยังคงมีปริมาณโปรตีนและไขมันไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 198 (2543) ข้อ 5 (3) และ (4) ที่กำหนดว่าน้ำนมถั่วเหลืองในภาชนะปิดสนิทต้องมีโปรตีน และไขมันจากถั่วเหลืองไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 และ 1 ของน้ำหนัก ตามลำดับ และพิจารณาจากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่ามีค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงกว่าทุกอัตราส่วน จึงคัดเลือกน้ำนมถั่วเหลืองที่ใช้ถั่วเหลืองแห้งต่อน้ำที่ใช้ขั้นตอนการสกัดน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วน 1 : 4 โดยน้ำหนักแห้งของถั่วเหลือง ในการผลิตเครื่องดื่มน้ำนมถั่วเหลืองผสมน้ำแครอท

Murad และคณะ (2013) ศึกษาอัตราส่วนของนมถั่วเหลืองและไข่ที่มีต่อปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดของเต้าหู้ไข่ โดยเตรียมนมถั่วเหลืองและไข่ที่อัตราส่วน 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1 และ 4 : 1 และ *Glucono delta lactone* (GDL) ร้อยละ 0.4 พบว่า การเพิ่มขึ้นของปริมาณนมถั่วเหลืองจะทำให้ค่าปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดนั้นเพิ่มขึ้น

พีรยุทธ และคณะ (2559) ศึกษาปริมาณส่วนของกากถั่วเหลืองที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ โดยศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่เสริมกากถั่วเหลือง และศึกษาองค์ประกอบทางเคมี โดยการเสริมกากถั่วเหลืองในอัตราส่วน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 ร้อยละ 20 และร้อยละ 30 โดยน้ำหนักแป้งสาลี จากนั้นทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่เสริมกากถั่วเหลือง ร้อยละ 30 ได้รับคะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ($p \leq 0.05$) เมื่อนำผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่สูตรพื้นฐานและผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่เสริมกากถั่วเหลืองร้อยละ 30 ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีพบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่เสริมกากถั่วเหลืองมีคุณค่าทางโภชนาการและมีใยอาหารเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน

2.3 ข้าวไรซ์เบอร์รี่

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ได้จากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ลักษณะเป็นข้าวเจ้า สีม่วงเข้ม รูปร่างเมล็ดเรียวยาว คุณสมบัติเด่นทางด้านโภชนาการ คือ มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แกมมาโอไรซานอล และวิตามินอี สารอาหารสำคัญที่อยู่ในข้าวกล้อง

Ref. code: 25615809034035KUZ

ไรซ์เบอรี่ ประกอบด้วยโอเมก้า 3 ในปริมาณ 25.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม กรดไขมันจำเป็นมีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างและการทำงานของสมอง ตับและระบบประสาท ลดระดับคอเลสเตอรอล สังกะสีช่วยสังเคราะห์โปรตีน สร้างคอลลาเจน รักษาสิว ป้องกันผมร่วง กระตุ้นรากผม เหล็กเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง และเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้ออกซิเจนในร่างกาย และสมอง (กัณต์ฐิตา และคณะ, 2559) นอกจากนี้มีองค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ ดังตารางที่ 2.2

นรินทร์ภพ และคณะ (2556) ศึกษาอิทธิพลของการเติมแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในไอศกรีมไขมันต่ำ โดยแปรปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ 3 ระดับ คือร้อยละ 3, 5 และ 7 (w/w) ร่วมกับการแปรปริมาณกะทิ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 50, 36.7 และ 23.488 (w/w) พบว่า เมื่อปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความหนืดปรากฏของส่วนผสมเพิ่มขึ้น ในขณะที่ไอศกรีมที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 5 มีคะแนนของสีม่วง กลิ่นรสข้าว และความแน่นเนื้อในระดับพอดี (just-about-right) รวมทั้งได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุด เมื่อวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระของไอศกรีมที่พัฒนาได้โดยวิธี Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) และ Ferric reducing antioxidant power (FRAP) พบว่ามีค่าสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดและประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 0.66 mg GAE/g, 8.67 และ 1.15 μmol TE/g ตามลำดับ

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ
เถ้า	1.35 ± 0.00
ไขมัน	2.59 ± 0.01
เส้นใย	3.65 ± 1.77
โปรตีน	7.71 ± 0.09
ความชื้น	11.99 ± 0.63
คาร์โบไฮเดรต	72.71 ± 0.02

ที่มา: กัณต์ฐิตา และคณะ (2559)

กัณต์ฐิตา และคณะ (2559) ปรับปรุงเนื้อสัมผัสคุกกี้ให้ดียิ่งขึ้นในด้านของการเกาะตัวของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่และเพื่อให้ผู้ป่วยโรคแพ้กลูเตน หรือคนที่รักในสุขภาพมีทางเลือกในการบริโภคมากขึ้น โดยแปรปริมาณของ Carboxymethylcellulose (CMC) ต่อคาราจีแนนในอัตราส่วน 0 : 0, 0 : 1, 0 : 2, 1 : 0, 1 : 1, 1 : 2, 2 : 0, 2 : 1 และ 2 : 2 รวมกับการเปรียบเทียบกับคุกกี้สูตรควบคุมคือ คุกกี้แป้งข้าวไรซเบอร์รี่และคุกกี้แป้งข้าวสาลี พบว่า การใช้สารคาราจีแนนทำให้อัตราการแผ่ตัวของคุกกี้ข้าวไรซ์เบอร์รี่

Ref. code: 25615809034035KUZ

ลดลง แต่เมื่อใช้สาร CMC ร่วมกับคาราจีแนนในอัตราส่วน 2 ต่อ 1 ส่งผลให้อัตราการแผ่ตัวและความแข็งของเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวไรซ์เบอร์รี่คล้ายกับคุกกี้จากแป้งสาลีมากที่สุด

2.4 ไข่

ไข่เป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมบริโภคได้แก่ ไข่ไก่ ไข่เป็ด ไข่ห่าน และไข่นกกระทา เป็นต้น โดยนำมาบริโภคสดหรือทำเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น ไข่เค็ม ไข่เยี่ยวม้า ไข่ผง และไข่แช่เยือกแข็ง เป็นต้น นอกจากนั้นยังนำไปทำขนมและผลิตภัณฑ์ต่างๆ อีกมาก

ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของไข่ ได้แก่ น้ำ โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ซึ่งมีปริมาณและสัดส่วนแตกต่างกันในไข่ขาวและไข่แดง โปรตีนและไขมันส่วนใหญ่จะอยู่ในไข่แดง ในไข่ขาวจะมีไขมันอยู่น้อยมาก น้ำส่วนใหญ่จะอยู่ในไข่ขาว ส่วนคาร์โบไฮเดรตจะมีอยู่น้อยทั้งในไข่ขาวและไข่แดง ตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ส่วนประกอบทางเคมีของไข่ไก่

ไข่	ร้อยละของน้ำหนัก	น้ำ (ร้อยละ)	คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)
ไข่ทั้งฟอง	100	65.5	0.25	11.8	11	11.7
ไข่แดง	31	48	1.1	17.5	32.5	2.0
ไข่ขาว	58	87.6	6.5	11	0.2	0.8
เปลือกไข่	11	2.6	0.07	3.2	0.03	95.1

ที่มา: อบเชย และขนิษฐา (2544)

ไข่ขาวเป็นส่วนประกอบภายในไข่ มีอยู่ประมาณร้อยละ 58 ของน้ำหนักไข่ทั้งฟอง ไข่ขาวเป็นส่วนของเหลวข้นหนืดล้อมรอบไข่แดง มีลักษณะที่เป็นเมือกของไข่ขาวข้นที่เกิดจากคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ ส่วนประกอบหลักของไข่ขาว คือ น้ำมีร้อยละ 87 - 89 และมีโปรตีนซึ่งเป็นโปรตีนคุณภาพดี มีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบทุกชนิด รวมทั้งแร่ธาตุ เช่น ซีลีเนียม และไรโบฟลาวิน และมีไขมันต่ำมากเมื่อเทียบกับไข่แดง (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2554) มีการนำไข่ขาวไปทำให้เป็นผง โดยส่วนมากใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ พาสต้า หรือผลิตภัณฑ์ที่มีการแปรรูปจากเนื้อสัตว์ เพื่อเป็นแหล่งของโปรตีนในผลิตภัณฑ์ อีกทั้งไข่ขาวผงยังสามารถทำหน้าที่ในการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสได้ด้วย โดยลักษณะที่ได้คือมีความหนืดมากขึ้น และมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีขาวขึ้นและมีความเลื่อมมันที่มากขึ้น (จันทร์จิรา และนิสานารถ, 2552)

Ref. code: 25615809034035KUZ

ปานทิพย์ และปรัศนีย์ (2557) ปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการขนมบุหงาปูดะด้วยไข่ขาวผง โดยศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการใช้ไข่ขาวผงเสริมในขนมบุหงาปูดะ 3 ระดับ คือร้อยละ 4, 6 และ 8 ของน้ำหนักมะพร้าว พบว่า ที่ระดับร้อยละ 8 ของน้ำหนักมะพร้าว ผลิตภัณฑ์ขนมบุหงาปูดะที่ได้จะมีคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.86, 7.84, 7.79, 7.72, 7.76 และ7.93 ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของขนมบุหงาปูดะ 100 กรัม มีพลังงาน 356 กิโลแคลอรี่ ความชื้นร้อยละ 20 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 62.9 โปรตีนร้อยละ 8.91 ไขมันร้อยละ 7.92 และเส้นใยร้อยละ 3.77

2.5 การทำแห้งแบบโฟมแมท

การทำแห้งแบบโฟมแมท (Foam – mat drying) เป็นกระบวนการทำแห้งที่ต้องทำให้อาหารเหลวที่ต้องการทำให้แห้ง มีลักษณะเป็นโฟมที่คงตัวในระหว่างการทำแห้ง กระบวนการทำให้เกิดโฟมทำได้โดยนำอาหารเหลวมาทำให้เข้มข้น อาจจะเติมสารช่วยให้เกิดฟอง (foaming agent) ลงไปแล้วตีหรืออัดอากาศ หรือก๊าซเฉื่อยลงไป จนเกิดลักษณะเป็นฟองโปร่ง จากนั้นจึงนำฟองที่ได้มาเกลี่ยให้เป็นแผ่น แล้วอบแห้งโดยใช้อากาศร้อนด้วยเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์แบบต่อเนื่อง เมื่อแห้งอาหาร จะมีลักษณะโปร่ง และเปราะเป็นแผ่นบางเล็ก (flake) ได้โครงสร้างของชิ้นอาหารเล็กๆ นี้มีรูพรุนเล็กๆ อยู่ทั่วไป ทำให้นำมาคืนรูปได้ง่าย (กิตติพงษ์, 2536)

ข้อดีของการทำให้อาหารเป็นโฟม คือ เพิ่มอัตราการทำแห้งของอาหาร เพราะโครงสร้างของโฟมซึ่งมีรูพรุน ทำให้พื้นที่ผิวเพิ่มขึ้นมาก ซึ่งส่งผลให้น้ำระเหยได้ง่ายและเร็วขึ้น อาหารสัมผัสกับความร้อนในระยะเวลาสั้น ช่วยลดการสูญเสียคุณภาพอาหารโดยเฉพาะกลิ่นรสของอาหาร อาหารที่เป็นของเหลวหรืออาหารกึ่งแข็งกึ่งเหลวที่จะทำแห้งด้วยกระบวนการทำแห้งแบบโฟมแมท ควรมีความเข้มข้นและความหนืดเหมาะสมที่จะเตรียมให้เป็นโฟมที่มีฟองละเอียดและมีความคงตัวในระหว่างการทำแห้ง ดังนั้นในการเตรียมอาหารที่ต้องการทำแห้งด้วยวิธีการนี้อาจมีการเติมสารเพิ่มความหนืด เช่น สารในกลุ่มไฮโดรคลอลอยด์พวกเมทิลเซลลูโลส หรืออาจมีการเติมสารที่ช่วยลดแรงตึงผิวเพื่อทำให้เกิดฟิลม์บางๆ ได้ดี เช่น โปรตีนถั่วเหลือง ไข่ขาว หรืออิมัลซิฟายเออร์พวกโมโนกลีเซอไรด์ (ยุพร, 2555)

ยุพร และวันทนีย์ (2557) ศึกษาการนำไข่ขาวเค็มดิบ ซึ่งเป็นของเหลือจากการนำไข่แดงเค็มดิบไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร มาแปรรูปเป็นไข่ขาวเค็มผง เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบในอาหาร โดยนำไข่ขาวเค็มดิบที่ได้จากการดองไข่เป็ดเป็นเวลา 12 วัน ไปตีปั่นเป็นเวลา 1, 3 และ 5 นาที พบว่า การตีปั่นเป็นเวลา 3 และ 5 นาที ทำให้กำลังการขึ้นฟูและความคงตัวของโฟมไข่ขาวเค็มดิบดีกว่าการตีปั่นเป็นเวลา 1 นาที ผลของการใช้ไฮโดรคลอลอยด์ต่อประสิทธิภาพการขึ้นฟูของโฟมไข่ขาวเค็มดิบ พบว่า การเติมคาราจีแนนร้อยละ 0.4 ก่อนการตีปั่นจะทำให้กำลังการขึ้นฟูของโฟมไข่ขาวเค็มดิบมีค่าสูงขึ้น เป็นผลทำให้

Ref. code: 25615809034035KUZ

การระเหยของน้ำในระหว่างการทำแห้งแบบโฟมแมทดีขึ้น และเมื่อนำไข่ขาวเค็มดิบที่เติมคาราจีแนนร้อยละ 0.4 ไปตีปั่นเป็นเวลา 3 นาทีก่อนนำไปทำแห้งด้วยวิธีทำแห้งแบบถาด ทำให้ได้ลักษณะเป็นผงละเอียด

2.6 เมล็ดแมงลัก

เป็นพืชที่ขึ้นในเขตร้อน และปลูกทั่วไปในประเทศไทย ใบของแมงลักใช้ในการปรุงอาหารเพื่อเพิ่มกลิ่นรส ส่วนเมล็ดแมงลักสามารถพองตัวในน้ำได้ถึง 45 เท่า นิยมใส่ในขนมหวาน โดยปกติเมล็ดแมงลักที่พองน้ำแล้วสามารถใช้เป็นอาหารสำหรับคนป่วยเป็นโรคเบาหวานหรือผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นยาระบายชนิด Bulk forming laxatives ในคนไข้หลังผ่าตัดหรือในคนสูงอายุ นอกจากนี้แล้วยังมีการใช้ ผงเมือกหรือมิวซิเลจเมล็ดแมงลักทดแทนเมล็ดไซเลียม (Psyllium seed) เพื่อผลิตเป็นยาระบายสำเร็จรูป ปัจจุบันได้มีการศึกษาวิจัยการเตรียมผงเมือกจากเมล็ดแมงลักด้วยวิธีทำแห้งแบบเยือกแข็ง (freeze drying)

Razavi และคณะ (2009) ศึกษาสภาวะการสกัดที่เหมาะและสมบัติรีโอโลจีของกัมจากเมล็ดแมงลัก พบว่า สภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือ อุณหภูมิ 68.71 องศาเซลเซียส pH 8.09 และอัตราส่วนของน้ำต่อเมล็ดเท่ากับ 65.98:1 โดยร้อยละผลผลิตเฉลี่ย 20.19 ± 0.48 ความหนืด 578.71 ± 4.19 มิลลิปาสคาลต่อวินาที และปริมาณโปรตีนร้อยละ 2.21 ± 0.11

Hosseini-Parvar และคณะ (2011) ศึกษาความหนืดของกัมจากเมล็ดแมงลัก พบว่าความหนืดของกัมจากเมล็ดแมงลักก่อนและหลังการให้ความร้อน หรือเมื่อนำไปแช่เยือกแข็งและนำมาทำการละลายนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ของความหนืดเลย จึงทำให้กัมจากเมล็ดแมงลักมีสมบัติเป็นสารให้ความคงตัวในอาหารบางชนิด เช่น ผลิตภัณฑ์นม ไอศกรีม น้ำสลัด

กมลทิพย์ และ มาลี (2546) ผลิตบะหมี่สุกแห้งโดยใช้ผงเมือกแมงลักเป็นสารเพิ่มความเหนียว โดยใช้แป้งสาลี 100 กรัม ปริมาณผงเมือกแมงลัก 1.5 กรัม โซเดียมคาร์บอเนต 1.0 กรัม เกลือ 1.5 กรัม น้ำ 60 มิลลิลิตร นวดให้เป็นก้อนโดที่เรียบเนียน ตัดเป็นเส้นขนาด 2.0 มิลลิเมตร นึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 20 นาที อบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที เส้นที่ผ่านการอบแห้งจะมีสีเหลือง ความชื้นร้อยละ 8.70 และเส้นบะหมี่ภายหลังการคืนรูปโดยใช้น้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 4.23 นาที เมื่อเพิ่มปริมาณผงเมือกแมงลักขึ้นในสูตรบะหมี่สุกแห้ง เส้นบะหมี่ภายหลังการคืนรูปมีร้อยละของการดูดน้ำเพิ่มขึ้น เวลาที่ใช้ในการคืนรูปลดลง มีความเหนียวเพิ่มขึ้น

ปิยนุสร์ และเนตรนภา (2550) ศึกษาการใช้ผงเมือกจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มไก่ โดยแปรปริมาณของผงเมือก ร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 (w/w) ตามลำดับ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณของผงเมือกจากเมล็ดแมงลักมากขึ้น มีผลทำให้ความหนืดของน้ำจิ้มไก่เพิ่มมากขึ้น

Ref. code: 25615809034035KUZ

ศุกฤชชญา และกรรณิการ์ (2558) ศึกษาผลของการเสริมใยอาหารด้วยวุ้นเมล็ดแมงลักต่อปริมาณใยอาหาร สารประกอบฟีนอลิค และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยผลิตภัณฑ์เยลลี่เม่าเครื่องดื่มเสริมใยอาหารจากวุ้นเมล็ดแมงลักที่พัฒนาได้มีส่วนผสมของน้ำเม่าดำ และเติมวุ้นเมล็ดแมงลักร้อยละ 40 ซึ่งให้เครื่องดื่มเยลลีเม่าที่มีลักษณะของเหลวกึ่งแข็งข้นเป็นเจลอ่อนที่ดีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ด้วยคะแนนการยอมรับรวม 8.11 อยู่ในระดับชอบมาก อีกทั้งให้ใยอาหารสูงถึงร้อยละ 4.73 เพิ่มขึ้น คิดเป็น 8.92 เท่าของน้ำเม่าดำที่ไม่เติมวุ้นเมล็ดแมงลัก ให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ 2,2–diphenyl–1–picrylhydrazyl (DPPH) และฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน FRAP และ ORAC สูงถึง 83.28 mg ascorbic acid/l, 812.59 μM $FeSO_4$/l และ 5,137 μmol TE/100 g ตามลำดับ

2.7 คาราเมล

คาราเมล (Caramel) ผลิตได้จากการให้ความร้อนกับคาร์โบไฮเดรต (น้ำตาลซูโครส น้ำตาลกลูโคส ฯลฯ) โดยใช้กรด-ด่าง หรือเกลือเป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยาคาราเมลจัดเป็นสีธรรมชาติ มีลักษณะเป็นของแข็งหรือของเหลวที่มีสีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ ให้กลิ่นของน้ำตาลไหม้ และมีรสขม ละลายได้ในน้ำ (เสาวลักษณ์, 2550)

คาราเมลจัดเป็นวัตถุเจือปนอาหาร (Food additive) ที่มีความปลอดภัยสูงเพราะวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต คือ สารประกอบคาร์โบไฮเดรตประเภทต่างๆ แต่มีคาราเมลบางชนิดอาจมีสารที่เป็นอันตรายซึ่งมาจากการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่แตกต่างกันในการผลิต และความซับซ้อนของวัตถุดิบธรรมชาติ โดยระหว่างการผลิต คาราเมลมีปฏิกิริยาเกิดขึ้นมากมาย การใช้สีคาราเมลมีมานานกว่า 100 ปี แต่เมื่อไม่นานมานี้ได้มีการกำหนดว่าเป็นสีที่เจือปนอาหาร เพื่อกำหนดลักษณะของคาราเมลที่มีความจำเพาะต่อผลิตภัณฑ์ และเพื่อการพัฒนาการผลิตคาราเมล จึงจำเป็นต้องควบคุมคุณภาพของคาราเมล โดยควบคุมได้จากความเข้มของสี ค่าพีเอช (pH) และความหนืด เป็นต้น (พิศมัย, 2547)

ธงชัย และคณะ (2535) ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารขนมขบเคี้ยวกลิ่นรสเนยเคลือบคาราเมลที่ผลิตจากแป้งถั่วลิสงไขมันต่ำผสมแป้งมันสำปะหลังดัดแปรชนิดพรีเจลาติไนซ์ และเมื่อประเมินทางประสาทสัมผัสด้าน ลักษณะปรากฏ สี ความกรอบ รสหวาน กลิ่นรสเนย รสชาติรวม และความชอบรวม พบว่า มีคะแนนความชอบเฉลี่ยแต่ละด้าน เท่ากับ 5.7, 5.8, 7.1, 6.8, 6.9 และ 7.0 ตามลำดับ แสดงว่าผลิตภัณฑ์นี้มีความชอบอยู่ในระดับปานกลาง และพบว่า นักเรียนชายจะให้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนหญิง โดยนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะให้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุด เมื่อพิจารณาระดับการยอมรับ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 95 จะยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับปานกลางถึงมากที่สุด

Ref. code: 25615809034035KUZ

2.8 มอลโทเดกซ์ทริน

มอลโทเดกซ์ทริน (Maltrodextrin) คือ สายพอลิเมอร์ของแซกคาร์ไรด์ ที่ได้จากการไฮโดรไลซ์แป้ง ประกอบด้วย D – Glucose เชื่อมต่อกันด้วยพันธะอัลฟา 1,4 และมีค่าสมมูลย์เดกซ์โทรส (Dextrose Equivalent: DE) ต่ำกว่า 20 โดยทั่วไปที่นิยมผลิตนั้นจะมีค่าสมมูลย์เดกซ์โทรสเป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ในน้ำเชื่อมโดยคำนวณจากเดกซ์โทรสของปริมาณน้ำหนักแห้ง ซึ่งมอลโทเดกซ์ทรินจัดเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกับกลูโคสไซรัป เมื่อพิจารณาสมบัติบางประการของมอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่าสมมูลย์เดกซ์โทรสแตกต่างกันจะพบสมบัติที่แตกต่างกันไป ดังนี้

1. ความหนืด (Viscosity) มอลโทเดกซ์ทรินจะแสดงลักษณะความหนืดเป็นแบบ Newtonian กล่าวคือ เมื่อสารละลายได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นจะมีผลให้ความหนืดมีค่าลดลง โดยระดับสมมูลเดกซ์โทรสนั้น เมื่อสารละลายมอลโทเดกซ์ทรินที่สมมูลเดกซ์โทรสต่ำจะมีค่าความหนืดสูง และความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน มีผลต่อความหนืดเช่นกัน

2. ความสามารถในการละลาย (Solubility) มอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่าสมมูลเดกซ์โทรสสูงละลายน้ำได้ดีกว่าชนิดที่มีค่าสมมูลเดกโทรสต่ำ

3. การควบคุมการเกิดผลึก (Crystallization Control) มอลโทเดกซ์ทรินมีคุณสมบัติควบคุมการตกผลึกของน้ำตาลในอาหารได้โดยการขัดขวางไม่ให้มีน้ำตาลที่มีปริมาณมากเกิดจุดอิ่มตัวเกิดการรวมตัวกันเกิดเป็นโครงสร้างผลึกแข็งแรง

4. การเกิดแผ่นฟิล์ม (Film-Forming Properties) มอลโทเดกซ์ทรินสามารถเกิดเป็นแผ่นฟิล์มที่มีลักษณะมันวาว และมีสมบัติสามารถป้องกันการผ่านเข้าออกของออกซิเจนได้ จึงเป็นที่นิยมนำมาใช้ในการกักเก็บกลิ่นรสของสารที่ให้กลิ่นรส เพราะช่วยลดการสูญเสียของสารให้กลิ่นรส เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยพบว่ามอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่าสมมูลเดกซ์โทรสสูงจะเกิดเป็นแผ่นฟิล์มดีกว่ามอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่าสมมูลเดกซ์โทรสต่ำ

มอลโทเดกซ์ทรินนิยมเติมลงในผลิตภัณฑ์อาหาร ในการช่วยป้องกันการเกิดผลึกน้ำตาล รักษาความชุ่มชื้น และยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมหวาน อีกทั้งมอลโทเดกซ์ทรินยังเป็นสารตัวกลางพากลิ่นรส (Flavor carrier) ที่ดี จึงนิยมใช้เป็นสารเชื่อม และสารเคลือบ โดยใช้เป็นตัวกลางให้กับสารให้ความหวาน และสารให้กลิ่นรส ในผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ และเครื่องดื่ม

หนูเดือน และคณะ (2556) ศึกษากระบวนการผลิตผงสีจากมะนาวโห่ที่มีมอลโทเดกซ์-ทรินต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 ,13 และ 16 โดยน้ำหนัก พบว่า ขนมปุยฝ้ายที่เติมผงสีมะนาวโห่ที่มีมอลโทเดกซ์ทรินร้อยละ 10 มีค่าความสว่างต่ำสุด และการเติมมอลโทเดกซ์ทรินที่ร้อยละ 16 มีค่าสีแดงและค่าสีเหลืองสูงสุด ($p < 0.05$) มีปริมาณน้ำอิสระ อยู่ในช่วง 0.92 - 0.93 ($p > 0.05$) ส่วนการเติมมอลโท-เดกซ์ทรินร้อยละ 13 นั้นจะมีค่าความแข็งและค่าพลังงานในการเคี้ยวสูงสุด ($p < 0.05$) นอกจากนี้การเติมมอลโทเดกซ์ทรินในผงสีมะนาวโห่ร้อยละ 16 พบว่า ขนมปุยฝ้ายมีค่าความยืดหยุ่นและค่าความเกาะติดกันสูงสุด ($p < 0.05$) และผลจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบชิมให้

Ref. code: 25615809034035KUZ

คะแนนการยอมรับรวมอยู่ในช่วงชอบถึงชอบมาก สามารถเติมผงสีมะนาวโห่ที่มีมอลโทเดกซ์ทรินร้อยละ 10 ถึง 16 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ($p > 0.05$)

พรรัตน์ และคณะ (2560) ศึกษาผลของมอลโทเดกซ์ทรินต่อลักษณะคุณภาพบราวนี่ลดไขมัน โดยการใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจล (มอลโทเดกซ์ทรินต่อน้ำ คือ 1:1) ทดแทนไขมันในบราวนี่ไขมันเนยเต็มส่วนที่ร้อยละ 25, 50 และ 75 พบว่า การใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลทดแทนไขมันร้อยละที่สูงขึ้นมีผลต่อคุณภาพเนื้อสัมผัสบราวนี่ลดไขมัน คือ มีค่าแรงยึดเกาะเพิ่มขึ้น แต่ค่าความแน่นและค่าการคืนตัวลดลง เมื่อเทียบกับบราวนี่ไขมันเนยเต็ม การวัดค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับลักษณะปรากฏของบราวนี่ลดไขมันที่มีสีน้ำตาลเข้มลดลง สำหรับค่าวอเตอร์-แอคติวิตีใกล้เคียงกัน คือ 0.72 - 0.75 ผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัสพบว่า คะแนนความชอบรวม คะแนนด้านรสชาติและกลิ่นมีค่าลดลง ยกเว้นความชอบด้านเนื้อสัมผัส และความชอบสีมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับบราวนี่ไขมันเนยเต็มส่วน ปริมาณที่เหมาะสมของมอลโทเดกซ์ทรินเจลที่ใช้ทดแทนไขมันเนยในบราวนี่ คือ ไม่ควรมากกว่าร้อยละ 50

2.9 อายุการเก็บรักษาของอาหาร

อายุการเก็บรักษา หมายถึง ช่วงระยะเวลาของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ตั้งแต่เริ่มผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ จนกระทั่งผลิตภัณฑ์นั้นอยู่ในสภาพที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาอาหาร สามารถแบ่งแยกได้ดังนี้ (คงวุฒิ, 2549)

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ การเปลี่ยนแปลงส่วนนี้มักมีสาเหตุมาจากความผิดพลาดในการจัดการกับอาหาร ในขั้นตอนของการเก็บเกี่ยว กระบวนการผลิต และการขนส่ง ตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่ การแตกหักของของผลิตภัณฑ์ หรือการจับตัวกันเป็นก้อนของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนแปลงนี้สามารถเกิดได้ทั้งขั้นตอนการผลิต และการเก็บรักษา โดยปฏิกิริยาเคมีส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบภายในของอาหารที่มีปัจจัยแวดล้อมภายนอกมาเป็นส่วนช่วยในการเกิดปฏิกิริยา ทั้งนี้ปฏิกิริยาเคมีที่สำคัญในอาหาร ได้แก่ ปฏิกิริยาจากเอนไซม์ (Enzymatic reaction) ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation reaction) โดยตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในอาหาร (Browning reaction) การสูญเสียกลิ่นของอาหารที่มีสารหอมระเหย เป็นต้น

3. การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงลักษณะนี้ต้องอาศัยปัจจัยที่เพียงพอประกอบด้วย จึงจะสามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ เช่น ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล หรือเกลือ (Osmotic concentration) ค่าพีเอช (pH) ของผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิที่ทำการเก็บรักษา เป็นต้น ลักษณะตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงจากจุลินทรีย์ ได้แก่ การบูดเน่า หรือการเกิด เชื้อราของผลิตภัณฑ์อาหาร เป็นต้น

Ref. code: 25615809034035KUZ

2.9.1 การประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร

การประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารโดยทั่วไป สามารถประเมินโดย 4 วิธี ดังนี้ การใช้ข้อมูลที่มีอยู่แล้วมาประเมิน (Literature values) การหา Distribution turnover time การใช้สภาวะที่ไม่ปกติ (Abuse test) และการทดสอบที่สภาวะเร่ง (Accelerated shelf life testing: ASLT) โดยการประเมินอายุการเก็บรักษาโดยการทดสอบที่สภาวะเร่ง เป็นวิธีที่นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคยทำการประเมินมาก่อน โดยเฉพาะกับผลิตภัณฑ์ที่สามารถเก็บรักษาได้นาน

สำหรับหลักการของการทดสอบที่สภาวะเร่งจะมุ่งไปที่การวัดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ทั้งการสลาย (Degradation) และการสร้าง (Formation) ทั้งทางกายภาพ เคมี ชีวภาพ และการประเมินทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์อาหาร ภายใต้ภาวะปัจจัยของผลิตภัณฑ์ และปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ของระยะเวลาหนึ่งๆ โดยอาศัยหลักการทางจลนศาสตร์ (Kinetic approach) เพื่อคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สนใจ จากนั้นจึงนำไปประเมิน และพยากรณ์หาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารต่อไป

ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารในบรรจุภัณฑ์นั้นย่อมมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น โดยเป็นผลมาจากปฏิกิริยาทางเคมีเป็นหลัก ซึ่งเกิดจากสิ่งเร้าภายใน และภายนอก ภายใต้ระยะเวลาหนึ่งๆ ดังสมการ

$$\pm \frac{dA}{dt} = f\{C_x, E_x\} \qquad (2.1)$$

โดย A คือ ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงที่ทำการวัด

t คือ ระยะเวลา

\- คือ การเปลี่ยนแปลงในลักษณะการสลาย

\+ คือ การเปลี่ยนแปลงในลักษณะการสร้าง

C_X คือ ปัจจัยภายในของผลิตภัณฑ์

เช่น ปริมาณ ตัวเร่งปฏิกิริยา ค่าความเป็นกรด - ด่าง ความชื้น

E_X คือ ปัจจัยภายนอกของผลิตภัณฑ์

เช่น อุณหภูมิ แสง ความชื้นสัมพัทธ์ ออกซิเจน

โดยอัตรา และกลไกที่เกิดขึ้นของปฏิกิริยาเคมี ในทางจลนศาสตร์จะระบุอยู่ในรูปอันดับของปฏิกิริยา (Reaction order) ซึ่งจะทำให้ทราบถึงอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ สามารถแสดงเป็นสมการของอันดับปฏิกิริยาต่างๆ ได้ (ดังตารางที่ 2.4)

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตารางที่ 2.4 สมการของอันดับปฏิกิริยาต่างๆ ตามหลักจลนศาสตร์

อันดับของปฏิกิริยา	สมการสำหรับปฏิกิริยาการสร้าง (Formation: A)	สมการสำหรับปฏิกิริยาการสลาย (Degradation: B)
0	$A_0 - A_t = kt$	$B_t - B_0 = kt$
1	$\ln(A_0/A_t) = kt$	$\ln(B_t/B_0) = kt$
2	$(1/A_t^{n-1}) - (1/A_0^{n-1}) = (n - 1)kt$	$(1/B_0^{n-1}) - (1/B_t^{n-1}) = (n - 1)kt$

ที่มา: คงวุฒิ (2549)

เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านอุณหภูมิที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าที่อัตรา (k) ของปฏิกิริยาที่อันดับนั้นๆ สามารถอธิบายได้ด้วยความสัมพันธ์จากสมการของ Arrhenius ดังสมการ (2.2)

$$k = k_0 \exp[-E_A/RT] \quad (2.2)$$

โดย k คือ ค่าคงที่อัตรา

k_0 คือ ค่าของ Pre – exponential factor

E_A คือ ค่าพลังงานกระตุ้น

R คือ ค่าคงที่ของก๊าซในอุดมคติ มีค่าเท่ากับ 8.314 จูล.เคลวิน$^{-1}$.โมล$^{-1}$

T คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์ (หน่วยเป็น เคลวิน)

นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับค่าคงที่อัตรา (k) สามารถคำนวณหาออกมาได้ในรูปของค่า Q_{10} หมายถึง อัตราส่วนของค่าคงที่อัตรา ณ อุณหภูมิที่มีความแตกต่างกัน 10 องศาเซลเซียส โดยสามารถแสดงเป็นสมการได้ดังนี้ (2.3)

$$Q_{10} = \frac{\text{ค่าคงที่อัตราที่อุณหภูมิ } (T+10)^{\circ}C}{\text{ค่าคงที่อัตราที่อุณหภูมิ } T^{\circ}C} \quad (2.3)$$

จารุวรรณ และคณะ (2550) ศึกษาการแปรรูปกล้วยอบแผ่นเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา โดยศึกษาผลของอุณหภูมิอบแห้งที่มีต่อสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้น การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบที่ระเหยง่าย และคุณภาพของกล้วยแผ่นทางด้านการหดตัว สีและเนื้อสัมผัส โดยใช้กล้วยหอมทองระยะสุก 5 หั่นตามขวางหนา 3 มิลลิเมตร ทำการอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 70, 80, 90 และ 100 องศาเซลเซียส จากการทดลองพบว่า เมื่อใช้อุณหภูมิการอบแห้งสูง และมีความชื้นสูง จะให้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นประสิทธิผลสูง มีการหดตัวน้อย กรอบมากและความแข็งน้อยลง

Ref. code: 25615809034035KUZ

นิธิยา และคณะ (2555) ศึกษาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิดได้แก่ ถุง LDPE nylon/LLDPE และ laminated aluminum foil เป็นเวลา 24 สัปดาห์ สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทุกๆ 2 สัปดาห์ นำมาวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้ง พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาใน บรรจุภัณฑ์ LDPE มีอัตราการเพิ่มขึ้นของความชื้นรวดเร็วกว่าบรรจุภัณฑ์ nylon/LLDPE และ laminated aluminum foil ตามลำดับ ส่วนอัตราการซึมผ่านของไอน้ำผ่านบรรจุภัณฑ์ laminated aluminum foil มีค่าต่ำที่สุด จึงทำให้ความชื้นซึมผ่านเข้าไปสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ได้น้อย ดังนั้น ผลิตภัณฑ์จึงมีอัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นที่ต่ำ โดยผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ LDPE มีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 4 สัปดาห์ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ nylon/LLDPE มีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 8 สัปดาห์ และผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated aluminum foil มีอายุการเก็บรักษาได้นานมากกว่า 24 สัปดาห์ เนื่องจากในช่วงเวลา 24 สัปดาห์ ที่ทำการเก็บรักษาความชื้นของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งมีค่าไม่เกินตามที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดไว้คือ ไม่เกินร้อยละ 12 ส่วนการเปลี่ยนแปลงความแข็ง (hardness) ของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งระหว่างการเก็บรักษา พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ฉะนั้นการวัดค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ในแต่ละครั้ง หัววัดอาจวัดค่าได้ค่าในจุดที่มีส่วนผสมที่แตกต่างกันออกไป จึงทำให้ค่าที่วัดได้มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่อนข้างสูง ซึ่งทำให้การวิเคราะห์ค่าทางสถิติไม่แตกต่างกันเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น

เกศรินทร์ และคณะ (2557) ศึกษาการใช้ปริมาณกากมะพร้าวที่เหมาะสมในการผลิตขนมทองม้วน พบว่า การเติมปริมาณกากมะพร้าวที่ระดับร้อยละ 3 เหมาะสมสำหรับการผลิตขนมทองม้วน และเมื่อนำมาศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมกากมะพร้าวทางด้านกายภาพและเคมี โดยนำขนมทองม้วนมาบรรจุในถุงฟอยด์แล้วใส่กล่องกระดาษเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 สัปดาห์ จากการตรวจคุณภาพทุกสัปดาห์ ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมกากมะพร้าวยังคงปลอดภัยต่อผู้บริโภค

นิพัฒน์ และคณะ (2561) ศึกษาผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อการเกิดรีโทรเกรเดชันและสมบัติทางกายภาพ (สีและลักษณะเนื้อสัมผัส) และเคมี (ปริมาณแอมิโลส แอมิโลเพคติน และแป้งรีซิสแตนท์) ที่เปลี่ยนแปลงไปในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าวและถั่วเหลือง โดยเริ่มต้นศึกษาผลของสภาวะการเก็บ 2 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิ (-18, 4, 28 และ 50 องศาเซลเซียส) และระยะเวลาในการเก็บรักษา (0 - 6 เดือน) พบว่า อุณหภูมิในการเก็บรักษาส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านอุณหภูมิ ค่าสี a* และค่าความแข็งกระด้างส่วนระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L* และ b*) ค่าความกรอบ ปริมาณแอมิโลสกับแอมิโลเพคติน และปริมาณแป้งรีซิสแตนท์

Ref. code: 25615809034035KUZ

2.10 แบบจำลองของคาโน

แบบจำลองคาโน (Kano's model) เป็นทฤษฎีการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคกับคุณลักษณะต่างๆ ในผลิตภัณฑ์เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์นั้นๆ ความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์สามารถพบในรูปแบบที่แตกต่างกันได้ 6 ประเภทดังนี้ (สมเกียรติ และคณะ, 2556)

1. Must - be หมายถึง ความต้องการคุณภาพพื้นฐาน ถ้าคุณลักษณะพื้นฐานเหล่านี้ไม่มีในผลิตภัณฑ์จะทำให้ผู้บริโภคเกิดความรู้สึกไม่พึงพอใจ

2. One - dimensional หมายถึง ความต้องการคุณภาพแบบทิศทางเดียว ความต้องการทางด้านนี้เป็นสัดส่วนต่อความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ถ้าเพิ่มคุณลักษณะด้านนี้จะทำให้ระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้นด้วย

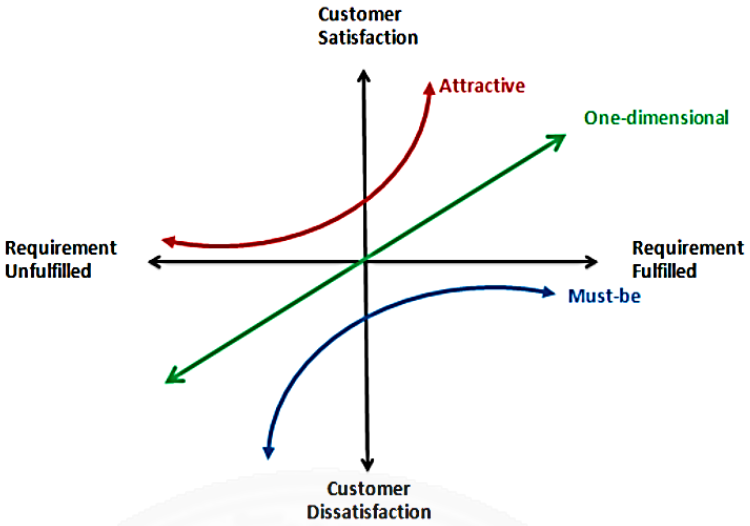
3. Attractive หมายถึง ความต้องการคุณภาพแบบดึงดูดใจ เนื่องจากเป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคไม่ได้คาดการณ์ไว้และถ้ามีคุณภาพแบบ Attractive จะทำให้ผู้บริโภครู้สึกอยากลองหรือสนใจในผลิตภัณฑ์มากขึ้นหรือรู้สึกดึงดูดใจในผลิตภัณฑ์แต่ถ้าไม่พบความต้องการทางด้านนี้ก็ไม่ได้หมายความว่าผู้บริโภคจะไม่พอใจในผลิตภัณฑ์นั้น

4. Indifferent หมายถึง คุณภาพที่ไม่มีความแตกต่าง ทางความรู้สึกถ้าคุณลักษณะนั้นจะมีอยู่หรือไม่ก็ตามก็ไม่ได้ทำให้ผู้บริโภครู้สึกพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจแต่อย่างไร

5. Questionable หมายถึง ผู้บริโภคเกิดความรู้สึกขัดแย้งและเกิดข้อสงสัยในคำถามและคำตอบของแบบสอบถามนั้น

6. Reverse หมายถึง หากคำตอบตกที่ ช่อง R แสดงว่า คำถามทั้งในแบบ Functional และ Dysfunctional เป็นคำถามที่ตรงกันข้ามกับความรู้สึกของผู้ตอบ โดยมีกฎของการประเมินดังนี้ M>O>A>I

Ref. code: 25615809034035KUZ



รูปที่ 2.1 แบบจำลองของคาโน (Kano's model)

ที่มา: Pan และคณะ (2016)

นำข้อมูลในด้านความต้องการมาแปลผลข้อมูลโดยมีตัวอย่างการประเมินผลแบบสอบถามโดยการนับจำนวนคำตอบที่อยู่ใน Function และ Dysfunction ของผู้ตอบแบบสอบถามแต่ละคน ดังรูปที่ 2.2

1	Function Question No artificial flavor and colorant ◯ I like it that way ◯ It must be that way ◯ I am neutral ◯ I can live with it that way ◯ I dislike it that way	Dysfunction Question Added artificial flavor and colorant ◯ I like it that way ◯ It must be that way ◯ I am neutral ◯ I can live with it that way ◯ I dislike it that way

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างคำถามคาโน โมเดล (Kano's model)

ที่มา: สมเกียรติ และคณะ (2556)

นำคำตอบจากคำถาม Function Question (คำถามเชิงบวก) คือ คำถามที่ถามความรู้สึกเมื่อพบคุณลักษณะหรือคุณภาพนั้น และ Dysfunctional Question (คำถามเชิงลบ) คือคำถามที่ถามความรู้สึกเมื่อไม่พบคุณลักษณะหรือคุณภาพนั้น ของผู้ตอบแบบสอบถามของแต่ละคนมาหาชนิดของระดับความพึงพอใจ A, O, M, I, R และ Q ดังตารางที่ 2.5 จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้จากการแปลผลแบบสอบถามทั้งหมดของแต่ละคนมานับจำนวนความถี่ที่เกิดขึ้นดังตารางที่ 2.6 จนครบ 200 คน ในรูปร้อยละของความถี่

Ref. code: 25615809034035KUZ

นำค่าร้อยละของแต่ละระดับความพึงพอใจ A, O, M, I, R และ Q คุณลักษณะทั้งหมดมาคำนวณเพื่อหาสัดส่วนความพึงพอใจและความไม่พึงพอใจ (Customer Satisfaction Coefficient) ในแต่ละคุณลักษณะดังสมการ ต่อไปนี้ (Matzlerand, 1997)

$$\text{Satisfaction} = (A+O) / (A+O+M+I) \quad (2.4)$$

$$\text{Dissatisfaction} = (O+M) / ((A+O+M+I)x(-1)) \quad (2.5)$$

ตารางที่ 2.5 คำถามแบบด้านบวก (Positive question) และด้านลบ (Negative question) ของ Kano model

Customer requirements		**Dysfunctional (negative) question**				
		1.like	**2.must be**	**3.neutral**	**4.live with**	**5.dislike**
Functional (positive) question	1.like	Q	A	A	A	O
	2.must be	R	I	I	I	M
	3.neutral	R	I	I	I	M
	4.live with	R	I	I	I	M
	5.dislike	R	R	R	R	Q

หมายเหตุ: Q = Questionable, R = Reverse, A = Attractive, M = Must be, O = One-dimensional, I = Indifferent

ตารางที่ 2.6 ความถี่ของ Kano model และค่าสัมประสิทธิ์ความพึงพอใจและความไม่พึงพอใจ

ความต้องการผลิตภัณฑ์	**A**	**O**	**M**	**I**	**R**	**Q**	**Sat**	**Dissat**	**CSI**
P1	13	14	12	102	57	2	0.19	-0.18	0.96
P2	43	66	31	40	0	20	0.60	-0.53	0.89

หมายเหตุ: Q = Questionable, R = Reverse, A = Attractive, M = Must be, O = One dimensional, I = Indifferent, Sat = Satisfaction, Dissat = Dissatisfaction, CSI = Customer Satisfaction Index

Ref. code: 25615809034035KUZ

หาค่าดรรชนีความพึงพอใจ โดยการนำค่า Satisfaction และ Dissatisfaction รวมเข้าด้วยกัน โดยการเปรียบเทียบหาสัดส่วนความแตกต่างกันของทั้งสองค่าดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ค่าดรรชนีความพึงพอใจ} = \frac{|\text{Dissatisfaction}|}{\text{Satisfaction}}$$

นำค่า Satisfaction และ Dissatisfaction ของแต่ละคุณลักษณะที่ได้จากการคำนวณมาสร้างแผนภาพของคาโน โดยให้แกน y เป็น Satisfaction และแกน x เป็น Dissatisfaction เพื่อดูการกระจายของคุณลักษณะต่างๆ ในแผนภาพของคาโน

หลังจากนั้นลากเส้นแบ่งช่วงความพึงพอใจของคุณลักษณะต่างๆในกราฟโดยวิธี A-Kano classification ตามวิธีของ Qianli และคณะ (2008) เพื่อทำการจำแนกคุณลักษณะทั้งหมดว่าจัดอยู่ในกลุ่ม A, O, M หรือ I

จากนั้นเมื่อทราบว่าคุณลักษณะทั้งหมดจัดอยู่ในกลุ่มใดแล้วจึงเรียงลำดับความสำคัญของคุณลักษณะในกลุ่มนั้นๆ จากมากที่สุดไปถึงน้อยที่สุดโดยพิจารณาจากค่า Customer Satisfaction Index (CSI) เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพก่อนหลัง

ลภาภรณ์ (2553) นำเสนอเครื่องมือเพื่อช่วยทำความเข้าใจความต้องการของลูกค้าโดยประยุกต์ใช้แบบจำลองของคาโนเพื่อแยกประเภทของความพึงพอใจ และหาค่าสัมประสิทธิ์ความพึงพอใจของความต้องการลูกค้าแต่ละหัวข้อเพื่อช่วยให้ผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์เข้าใจความต้องการของลูกค้าได้ละเอียดยิ่งขึ้น จากผลการวิจัยพบว่า เครื่องมือที่สร้างขึ้นสามารถแบ่งความต้องการของลูกค้าออกเป็นประเภทต่างๆ ตามแบบจำลองของคาโนได้และสามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย ขึ้นอยู่กับผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์

สมเกียรติ และคณะ (2556) ศึกษาหาความต้องการของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์มะม่วงอัดเม็ดด้วยแบบจำลองคาโน โดยคำถามทั้งหมดประกอบไปด้วย 16 คำถาม ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้ ด้านที่หนึ่งคือ ด้านผลิตภัณฑ์ ได้แก่ กลิ่นรสมะม่วงชัดเจน ไม่แต่งกลิ่นและสี เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ เนื้อสัมผัสเรียบเนียน ไม่มีชิ้นเนื้อผสม มีรสเปรี้ยวนำ มีรสหวานนำ ลดน้ำตาลโดยการใช้สารให้ความหวาน มีรสเค็มนำ มีการเพิ่มคุณประโยชน์ และ มีรสเผ็ด ด้านที่สองคือ ด้านบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ป้องกันความชื้นได้ ไม่มีซิลิก้าเจลในบรรจุภัณฑ์มีขนาดเล็ก บรรจุภัณฑ์เป็นกล่องเหล็ก และบรรจุภัณฑ์เป็นอลูมิเนียม-ซิบล็อก โดยพบว่า จากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภคเพื่อใช้ในการหาแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงอัดเม็ดตามวิธีของแบบจำลองคาโน โดยให้ความสำคัญของชนิดความพึงพอใจตามลำดับกลุ่ม M>O>A>I และสามารถจำแนกคุณลักษณะต่างๆ ที่มีผลต่อระดับความชอบและความประทับใจของผู้บริโภคแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มแรกคือ ความต้องการคุณภาพแบบทิศทางเดียวส่งผลต่อความชอบประกอบไปด้วย บรรจุภัณฑ์ป้องกันความชื้นได้ดี กลิ่นรสมะม่วงชัดเจน ไม่แต่งกลิ่นและสี และมีประโยชน์ต่อสุขภาพ และกลุ่มที่สองคือ ความต้องการคุณภาพแบบดึงดูดใจ ส่งผลต่อความประทับใจหรือการเลือก

Ref. code: 25615809034035KUZ

ซื้อผลิตภัณฑ์ประกอบไปด้วยคุณลักษณะเนื้อสัมผัสเรียบเนียน รสเปรี้ยวนำ มีการเพิ่มคุณประโยชน์อื่นๆ บรรจุภัณฑ์มีขนาดเล็กและหรือเป็นถุงอลูมิเนียมซิบล็อก นอกจากนี้ความพึงพอใจของผู้บริโภคในช่วงอายุต่างๆ พบว่า มีผลต่อความต้องการที่แตกต่างกัน

ธัญนันท์ และจักรกฤษณ์ (2559) วิเคราะห์คุณลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำมะเขือเทศที่มีกับความพึงพอใจตามส่วนตลาดของผู้บริโภค โดยใช้เทคนิคคาโน พบว่า คุณลักษณะที่สร้างความพึงพอใจต่อผู้บริโภคที่อยู่ในส่วนของ Attractive มีทั้งหมด 4 คุณลักษณะ คือ ความเข้มข้นของน้ำมะเขือเทศ มีส่วนผสมน้ำผลไม้ชนิดอื่น มีปริมาณโซเดียมต่ำและเพิ่มคอลลาเจนและวิตามินต่างๆ ซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญที่ทำหน้าที่ดึงดูดลูกค้า สามารถสร้างความแตกต่างให้กับผลิตภัณฑ์น้ำมะเขือเทศในตลาดคู่แข่งได้ ส่วนคุณลักษณะที่สร้างความพึงพอใจต่อผู้บริโภคในส่วน Onedimensional มีเพียงคุณลักษณะเดียว คือ แสดงข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์น้ำมะเขือเทศ ซึ่งในส่วนนี้จะทำหน้าที่อยู่ในส่วนที่ทำให้ลูกค้าพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ หากผู้ประกอบการรายใดสามารถเพิ่มคุณลักษณะ หรือเพิ่มคุณภาพของคุณลักษณะดังกล่าวให้สูงขึ้นได้ จะส่งผลให้ผู้บริโภคเกิดความพึงพอใจในระดับที่สูงขึ้นด้วย แต่หากผู้ประกอบการรายอื่นสามารถเพิ่มคุณภาพดังกล่าวได้เหมือนกันผู้บริโภคจะหันไปพิจารณาคุณภาพด้านอื่นแทน ในส่วนคุณลักษณะที่อยู่ในส่วนของ Indifferent มีทั้งหมด 6 คุณลักษณะ ได้แก่ ภาชนะบรรจุมีหลายแบบ ภาพลักษณ์มีความสวยงาม ขนาดบรรจุมีหลากหลาย ไม่ใส่วัตถุกันเสีย ผสมเนื้อมะเขือเทศและทำมาจากมะเขือเทศออแกนิก ซึ่งเป็นลักษณะที่ทำหน้าที่ไม่แตกต่างในความรู้สึกของผู้บริโภค และในส่วนของ Reverse มีเพียงคุณลักษณะเดียว คือ มีการแต่งกลิ่นสังเคราะห์ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ผู้บริโภคไม่ต้องการให้มีในผลิตภัณฑ์ หากมีในผลิตภัณฑ์ผู้ผลิตต้องมีการปรับปรุงและให้ความใส่ใจกับคุณลักษณะนี้ โดยผลการศึกษาสามารถแสดงได้ว่า ผู้บริโภคที่มีสภาพข้อมูลทั่วไปที่ต่างกัน ให้ความสำคัญในคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้ประกอบการสามารถใช้กลยุทธ์ผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณลักษณะที่ทำให้ผู้บริโภคเกิดความพึงพอใจมากที่สุดและเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันมากยิ่งขึ้น

Ref. code: 25615809034035KUZ

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ถั่วเหลือง ตรา เอวัณเลิศ บริษัท จี้เฉิง จำกัด

3.1.2 ไข่ไก่สด เบอร์ 2 จากตลาดไท จ.ปทุมธานี

3.1.3 ไข่ขาวพาสเจอร์ไรซ์ ตรา OVF บริษัท โอโว่ ฟู้ดเทค จำกัด

3.1.4 ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ตรา Rice for health บริษัท สีนิล ไรซ์ จำกัด

3.1.5 เมล็ดแมงลัก ตรา ไร่ทิพย์ บริษัท ไร่ธัญญะ จำกัด

3.1.6 น้ำตาลทราย ตรา มิตรผล บริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด

3.1.7 น้ำตาลอ้อยผสมน้ำมะพร้าว ตรา มิตรผล บริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด

3.1.8 เนยชนิดเค็ม ตรา ออร์คิด บริษัท อุตสาหกรรมไทย จำกัด

3.1.9 กลูโคสไซรัป ตรา ปลาแฟนซีคาร์ฟ บริษัท เจริญวรกิจ จำกัด

3.1.10 มอลโตเดกซ์ทริน (มีความหวานอยู่ที่ DE 10 – 15 มอลโตเดกซ์ทริน) บริษัท ไทโย คากาคุ จำกัด

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1 อุปกรณ์สำหรับทำขนมขบเคี้ยว

3.2.1.1 เครื่องทำวาฟเฟิล ยี่ห้อ Severin รุ่น SEV-2082 ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

3.2.1.2 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Satorius รุ่น BA2105 ประเทศเยอรมัน

3.2.1.3 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ยี่ห้อ Ebro รุ่น TDC 150 ประเทศเยอรมัน

3.2.1.4 ตู้อบลมร้อนแบบถาด ยี่ห้อ Binder รุ่น FED, BF ประเทศเยอรมัน

3.2.1.5 เครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ ยี่ห้อ Taitec รุ่น BR - 300LF ประเทศไทย

3.2.1.6 เครื่องปั่น Nanotech รุ่น NT – 500D ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

Ref. code: 25615809034035KUZ

3.2.1.7 เครื่องเขย่าตะแกร่งร่อน ยี่ห้อ Retsch รุ่น AS200digit ประเทศเยอรมัน

3.2.1.8 เครื่องปั่นอเนกประสงค์ ยี่ห้อ BOSCH รุ่น MCM3501M ประเทศเยอรมัน

3.2.1.9 เครื่องตีผสม ยี่ห้อ Spar mixer รุ่น 800 – B ประเทศไต้หวัน

3.2.1.10 เครื่อง hotplate/stirrer ยี่ห้อ PMC รุ่น 502 series ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.2.1.11 บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร

3.2.1.12 แมกนีติกบาร์ ขนาดความยาว 3 นิ้ว

3.2.1.12 อุปกรณ์งานครัว ได้แก่ เตาแก๊ส หม้อ ทัพพี ผ้าขาวบาง ช้อน จาน ชาม

3.2.2 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์

3.2.2.1 เครื่องวัดสียี่ห้อ Hunter Lab รุ่น CX2687 ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.2.2.2 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส ยี่ห้อ Stable Micro System รุ่น TA - XT2i ประเทศสหราชอาณาจักร หัววัดที่ใช้ Three *point bend*ing

3.2.2.3 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ยี่ห้อ AquaLab รุ่น Series 3 TE ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.2.2.4 เครื่องบรรจุสุญญากาศ ยี่ห้อ Vac – Star รุ่น S210PX ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

3.2.2.5 ชุดวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนแบบกึ่งอัตโนมัติ ยี่ห้อ Tecator รุ่น 1002 ประเทศสวีเดน

3.2.2.6 ตู้บ่มควบคุมอุณหภูมิ ยี่ห้อ Memmert รุ่น W8540 ประเทศเยอรมัน

3.2.2.7 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Satorius รุ่น BA2105 ประเทศเยอรมัน

3.2.2.8 เครื่องตีป่นอาหาร ยี่ห้อ Laboration รุ่น MIX1 ประเทศฝรั่งเศส

3.2.2.9 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ ปิเปตต์ บิวเรตต์ ขวดรูปชมพู่ บีกเกอร์ แท่งแก้วคน เป็นต้น

3.2.2.10 อุปกรณ์สำหรับการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ ถุงซิปล็อค แก้วน้ำพลาสติก และแบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

Ref. code: 25615809034035KUZ

3.3 การเตรียมวัตถุดิบ

3.3.1 การเตรียมนมถั่วเหลืองและกากถั่วเหลือง

นำถั่วเหลืองไปล้าง และแช่น้ำ (ถั่วเหลือง : น้ำ คือ 1 : 3) ที่อุณหภูมิ 80 องศา-เซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำถั่วเหลืองปั่นกับน้ำ โดยเพิ่มน้ำอีกหนึ่งเท่าตัว จากนั้นกรองจะได้นมถั่วเหลืองและให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ส่วนกากถั่วเหลืองจะถูกนำไปอบแห้งด้วย Tray dryer ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 10 ชั่วโมง และทำการบดด้วยเครื่องปั่นและนำมาผ่านตะแกรงเมช (Mesh no. 100) และบรรจุใส่ในถุงที่ปิดสนิทเก็บในโถดูดความชื้นแก้ว (desiccator)

3.3.2 การเตรียมข้าวไรซ์เบอร์รี่เพสท์ (riceberry rice paste)

นำข้าวไรซ์เบอร์รี่มาบดด้วยเครื่องปั่นให้ละเอียด และนำมาผ่านตะแกรงเมช (Mesh no. 100) จะได้เป็นแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ จากนั้นนำแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มาผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1:3 แล้วให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที จนได้แป้งข้าวสุก เรียกว่าแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เพสท์

3.3.3 การเตรียมไข่ขาวผงด้วยการอบแห้งแบบโฟมแมท

นำไข่ขาวพาสเจอร์ไรซ์มาตีปั่นด้วยเครื่องตีปั่นมือด้วยความเร็วระดับ 3 เป็นเวลา 3 นาที และเทลงบนถาดสแตนเลสที่ปูด้วยกระดาษไข ปาดให้ทั่วถาดให้ได้ความหนา 2 มิลลิเมตร อบที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เวลา 10 ชั่วโมง และทำการบดด้วยเครื่องปั่นและนำมาผ่านตะแกรงเมช (Mesh no. 100) และบรรจุใส่ในถุงที่ปิดสนิทเก็บในโถดูดความชื้นแก้ว (desiccator)

3.3.4 การเตรียมกัมจากเมล็ดแมงลัก

นำเมล็ดแมงลักที่ผ่านแยกเอาฝุ่นและสิ่งแปลกปลอมออก แช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 45 นาที นำเมล็ดแมงลักที่พองตัวไปปั่นเพื่อให้ส่วนของกัมและเมล็ดแยกออกจากกัน และกรองเอาแต่กัมแยกเศษตะกอนของเมล็ดออก จากนั้นทำการตกตะกอนกัมโดยใช้เอทานอลร้อยละ 95 โดยสัดส่วนที่ใช้เป็น 3 เท่าของปริมาณกัม เก็บกัมที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน แยกกัมและนำไปอบที่ 50 องศาเซลเซียส เวลา 12 ชั่วโมง นำกัมที่ได้อบแห้งโดยชั่งน้ำหนักและบันทึกร้อยละผลผลิต และทำการบดด้วยเครื่องปั่นและนำมาร่อนโดยผ่านตะแกรงเมช (Mesh no. 100) และบรรจุใส่ในถุงที่ปิดสนิทเก็บในโถดูดความชื้นแก้ว (desiccator) (อมรรัตน์, 2559)

Ref. code: 25615809034035KUZ

3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.4.1 ศึกษาการวิเคราะห์คุณลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค

ทำการจัดกลุ่มอภิปราย (Focus group) เพื่อรวบรวมแนวความคิดของผู้บริโภคเป้าหมายซึ่งมีความสนใจในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว เกี่ยวกับพฤติกรรมและความต้องการผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว โดยดำเนินการอภิปรายในกลุ่มคนจำนวน 5 คน เป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต เพื่อออกแบบสอบถามและนำไปสำรวจกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย อายุ 18 – 35 ปี จำนวน 200 คน และต้องเป็นกลุ่มผู้บริโภคที่มีความถี่ในการบริโภคขนมขบเคี้ยวมากกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ เพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคต่อขนมขบเคี้ยว และสรุปแนวความคิดของผู้บริโภค โดยใช้แบบจำลองคาโนหรือ Kano’s model เพื่อทำการพัฒนาต่อไป ซึ่งแบบสอบถาม ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นการศึกษาด้านประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา อาชีพและรายได้ต่อเดือน

ส่วนที่ 2 เป็นการศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภค ได้แก่ ผู้บริโภคบริโภคขนมขบเคี้ยวหรือไม่ ประเภทของขนมขบเคี้ยวที่นิยมบริโภค สาเหตุที่เลือกบริโภค อิทธิพลที่มีผลต่อการเลือกซื้อ ความถี่ในการบริโภค และสถานที่ที่ซื้อเป็นประจำ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์โดยการหาอัตราส่วนร้อยละของความถี่

ส่วนที่ 3 เป็นคำถามด้านความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโดยการออกแบบสอบถามในแบบจำลองของคาโน หรือ Kano model โดยหนึ่งคำถามจะประกอบไปด้วยคำถามเชิงบวกและเชิงลบ โดยคำถามเชิงบวก หรือ Functional question หรือ Positive question คือ คำถามที่ถามความรู้สึกเมื่อพบคุณลักษณะหรือคุณภาพนั้น และ คำถามเชิงลบ หรือ Dysfunctional question หรือ Negative question คือ คำถามที่ถามความรู้สึกเมื่อไม่พบคุณลักษณะหรือคุณภาพนั้น ตามตารางที่ 3.1

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างของแบบสอบถามในแบบจำลองของคาโนที่ใช้ในการเก็บข้อมูลความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

ข้อ	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ระดับความพึงพอใจ ชอบถ้าเป็นแบบนี้ ☐ ต้องควรจะเป็นแบบนี้ ☐ รู้สึกเฉยๆ ☐ รับได้ถ้าเป็นแบบนี้ ☐ ไม่ชอบเลยถ้าเป็นแบบนี้ ☐
ถ้าผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะนี้คุณรู้สึกอย่างไร (คำถามเชิงบวก)	ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มี**ความแข็งมาก	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มี**ความเปราะหักง่าย	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มี**ความกรอบมาก	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
ถ้าผลิตภัณฑ์ไม่มีคุณลักษณะนี้คุณรู้สึกอย่างไร (คำถามเชิงลบ)	ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**ไม่ได้มี**ความแข็งมาก	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**ไม่ได้มี**ความเปราะหักง่าย	☐ ☐ ☐ ☐ ☐
	ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**ไม่ได้มี**ความกรอบมาก	☐ ☐ ☐ ☐ ☐

โดยคำถามทั้งหมดประกอบไปด้วย 38 คำถามหรือ 38 คุณลักษณะ จะทำการเก็บรวบรวมกับผู้บริโภคเป้าหมายที่อยู่ในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เลือกวิธีแบบสะดวก และการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบไม่คำนึงถึงโอกาสของการถูกเลือก (non-probability sampling) จากนั้นนำคำตอบจากคำถามเชิงบวก และ คำถามเชิงลบของผู้ตอบแบบสอบถามของแต่ละคนมาหาชนิดของระดับความพึงพอใจ A, O, M, I, R และ Q ดังตารางที่ 3.2 โดยวิธีการแปลผลการประเมินให้นำคำตอบเชิงบวกและเชิงลบมาเทียบในตารางที่ 3.2 ยกตัวอย่างสมมุติว่าคำตอบที่ได้จากคำถามถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มี**ความกรอบมาก (ตารางที่ 3.1) จากคำถามทั้ง 2 ข้อ คือ คำถามเชิงบวกตอบว่าชอบถ้าเป็นแบบนี้ (Like) และคำถามเชิงลบ ตอบว่ารู้สึกเฉยๆ (Neutral) ผลลัพธ์ที่ได้จากตารางที่ 3.2 คือ A หรือความต้องการคุณภาพแบบดึงดูดใจ

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตารางที่ 3.2 การประเมินผลของคาโนที่ได้จากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

ความต้องการของผู้บริโภค		คำถามเชิงลบ				
		ชอบถ้าเป็นแบบนี้	**ต้องควรจะเป็นแบบนี้**	**รู้สึกเฉยๆ**	**รับได้ถ้าเป็นแบบนี้**	**ไม่ชอบเลยถ้าเป็นแบบนี้**
คำถามเชิงบวก	**ชอบถ้าเป็นแบบนี้**	Q	A	A	A	O
	ต้องควรจะเป็นแบบนี้	R	I	I	I	M
	รู้สึกเฉยๆ	R	I	I	I	M
	รับได้ถ้าเป็นแบบนี้	R	I	I	I	M
	ไม่ชอบเลยถ้าเป็นแบบนี้	R	R	R	R	Q

หมายเหตุ: A (attractive) คือ ความต้องการของผู้บริโภคขั้นดึงดูดใจ
O (one-dimensional) คือ ความต้องการของผู้บริโภคขั้นพึงพอใจ
M (must-be) คือ ความต้องการของผู้บริโภคขั้นพื้นฐานที่ผู้บริโภคคาดหวังไว้ล่วงหน้าว่าจะต้องพบในผลิตภัณฑ์
Q (questionable) คือ ความต้องการของผู้บริโภคขั้นที่ต้องตระหนักให้มาก
R (reverse) คือ ความต้องการของผู้บริโภคขั้นไม่ต้องการ

เมื่อประเมินและแปรผลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์จากในตารางที่ 3.2 แล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำมาทำการประเมินความต้องการที่ได้มาจากผู้บริโภคทั้งหมดโดยประเมินจากค่าความถี่ในการตอบของผู้บริโภค และคำนวณเป็นร้อยละของแต่ละระดับความพึงพอใจ A, O, M, I, R และ Q (ในตารางที่ 3.3) เพื่อหาค่าความพึงพอใจและความไม่พึงพอใจในแต่ละคุณลักษณะดังสมการต่อไปนี้

$$\text{Satisfaction (ความพึงพอใจ, Sat)} = (A+O)/(A+O+M+I) \quad (1)$$

$$\text{Dissatisfaction (ความไม่พึงพอใจ, Dissat)} = (O+M)/((A+O+M+I)x(-1)) \quad (2)$$

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างผลของค่าความถี่ของแต่ละคุณลักษณะ

คุณลักษณะ	A	O	M	I	R	Q
ความแข็ง	0.0	1.5	3.5	16.0	79.0	0.0
ความกรอบ	5.5	15.0	37.5	33.0	1.5	7.5

หมายเหตุ: A=Attractive, O=One dimensional, M=Must be, I=Indifferent, R=Reverse และ Q=Questionable

ในตารางที่ 3.4 ให้นำค่า Satisfaction และ Dissatisfaction ของแต่ละคุณลักษณะที่ได้จากการคำนวณมาสร้างแผนภาพจากแบบจำลองของคาโน เพื่อดูการกระจายของคุณลักษณะต่างๆ ในแผนภาพ หลังจากนั้นลากเส้นแบ่งช่วงความพึงพอใจของคุณลักษณะต่างๆ ในแผนภาพโดยวิธี Kano classification ตามวิธีของ Qianli และคณะ (2008) เพื่อทำการจำแนกคุณลักษณะทั้ง 38 คุณลักษณะว่าจัดอยู่ในกลุ่ม A, O, M หรือ I

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างผลการคำนวณค่า Satisfaction, Dissatisfaction และการจำแนก

คุณลักษณะ	Sat	Dissat	การจำแนก
ความแข็ง	0.07	-0.24	I (Indifferent)
ความกรอบ	0.23	-0.57	M (Must be)

หมายเหตุ: Sat= Satisfaction และ Dissat=Dissatisfaction

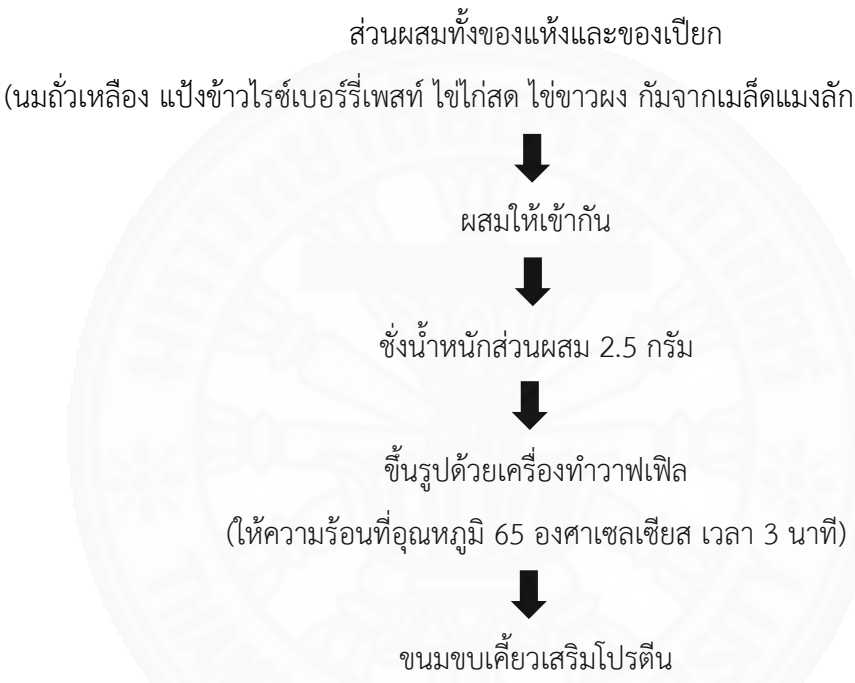
3.4.1.1 สถิติที่ใช้ในการประเมินผล

การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การประมวลผลข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้ดังนี้ การวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้หลักสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ การแจกแจงความถี่ (Frequencies) และการคำนวณหาค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft excel โดยการคำนวณข้อมูลความต้องการของผู้บริโภค Kano’s model เพื่อแจกแจงความถี่ การคำนวณหาค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย

Ref. code: 25615809034035KUZ

3.4.2 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน

ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน มีสูตรพื้นฐานดัดแปลงมาจาก Murad และคณะ (2013) โดยการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนแสดงดังรูป 3.1 วางแผนการทดลองแบบ Plackett and Burman Design โดยมีปัจจัยที่ต้องการคัดเลือก 6 ปัจจัย แสดงในตารางที่ 3.5 เลือกแผนการทดลองแบบ N=12 ดัดแปลงตามวิธีของ Haloui และคณะ (2015) ซึ่งมีสิ่งทดลองดังตารางที่ 3.6



รูปที่ 3.1 กรรมวิธีการผลิตขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตารางที่ 3.5 ระดับของปัจจัยที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน

ปัจจัย	สัญลักษณ์	ระดับของปัจจัย (ร้อยละ)	
		ระดับต่ำ (-)	ระดับสูง (+)
นมถั่วเหลือง	A	10	30
แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เพสท์	B	50	80
ไข่ไก่สด	C	10	30
ไข่ขาวผง	D	1	5
กัมจากเมล็ดแมงลัก	E	0.5	2
กากถั่วเหลือง	F	10	20

ตารางที่ 3.6 แผนการทดลองแบบ Plackett and Burman design (N=12) ที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

สิ่งทดลอง	ปัจจัย										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-
2	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+
3	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-
4	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-
5	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-
6	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+
7	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+
8	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+
9	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-
10	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+
11	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ: เครื่องหมาย (+) คือ ระดับสูงของปัจจัย (-) คือ ระดับต่ำของปัจจัย และปัจจัย G-K คือ Dummy

Ref. code: 25615809034035KUZ

3.4.2.1 ค่าสี

วิเคราะห์ค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี โดยบดตัวอย่างปริมาตร 10 – 15 กรัม มีค่ามาตรฐาน white plate คือ ค่าความสว่าง (L*) = 94.16 ค่าสีแดง (a*) = -0.81 และค่าสีเหลือง (b*) = 1.46 มีแหล่งกำเนิดแสงชนิด D65 มุม 10° ลักษณะการวัดแบบ 45/0 หมวดการวัดค่าสีระบบ L*, a*, b* โดยรายงานผลเป็นค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ของ ขนมขบเคี้ยว และวัดแต่ละตัวอย่างละๆ 3 ซ้ำ

3.4.2.2 ปริมาณน้ำอิสระ

วัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ โดยนำตัวอย่างใส่ในถ้วยตัวอย่างประมาณครึ่งหนึ่งของถ้วย แล้วอ่านค่า a_w จากจอแสดงผล และวัดแต่ละตัวอย่างละๆ 3 ซ้ำ

3.4.2.3 ปริมาณโปรตีน

วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนตาม AOAC (2000) ตามภาคผนวก ก

3.4.2.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส

วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมขบเคี้ยวโดยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส ใช้หัววัด Three *point bend*ing กำหนดให้แรงกด 5 kg ความเร็วในการกด 2 mm/sec ระยะในการกดตัวอย่าง 25 mm และวัดแต่ละตัวอย่างละๆ 10 ซ้ำ (ผกาวดี และโสรัจวรชุม, 2560)

3.4.2.5 สถิติที่ใช้ในการประเมินผล

วางแผนการทดลองแบบ Plackett and Burman design วิเคราะห์โดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 80 ซึ่งกำหนดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ $p < 0.05$ ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยที่ศึกษาด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิต XLSTAT® เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ด้วยเทคนิค Principal Component Analysis (PCA)

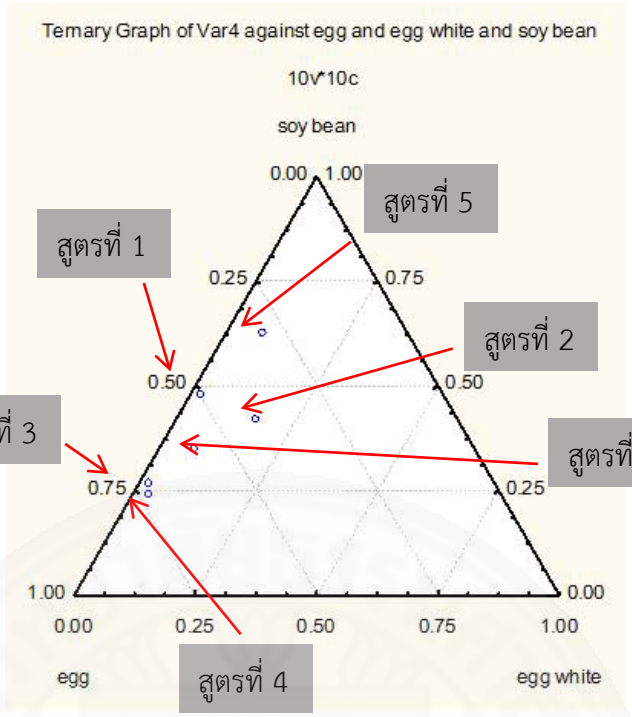
3.4.3 ศึกษาอิทธิพลของไข่ขาวผง ไข่ไก่สด และ กากถั่วเหลืองที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูง

นำขนมขบเคี้ยวที่มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด จากข้อ 3.4.2 มาศึกษาอิทธิพลของไข่ไก่สด ไข่ขาวผง และกากถั่วเหลือง ที่ขึ้นรูปด้วยเครื่องทำวาฟเฟิล โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

3.4.3.1 ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา

ศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของขนมขบเคี้ยวจากการแปรปริมาณไข่ไก่สดร้อยละ 10 - 20 ไข่ขาวผงร้อยละ 10 – 50 และกากถั่วเหลืองร้อยละ 33 – 66 โดยใช้การวางแผนการทดลองแบบผสม (Mixture design) (รูปที่ 3.2) และจากการใช้ Mixture design จะได้อัตราส่วนของขนมขบเคี้ยว ดังตารางที่ 3.7 สำหรับกรรมวิธีการผลิตขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนตามวิธีที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.2

Ref. code: 25615809034035KUZ



รูปที่ 3.2 แผนภาพของ Mixture design สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน

ตารางที่ 3.7 อัตราส่วนของไข่ไก่สด ไข่ขาวผง และกากถั่วเหลืองที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

สูตร	ไข่สดทั้งฟอง	ผงไข่ขาว	กากถั่วเหลือง
1	41.67	16.67	41.67
2	29.85	7.46	62.69
3	72.30	3.61	24.10
4	71.00	2.37	26.63
5	49.67	2.65	47.68
6	57.69	7.69	34.62

3.4.3.2 ค่าสี

วิเคราะห์ค่าสีของตัวอย่าง ตามวิธีการศึกษาในข้อที่ 3.4.2.1

3.4.3.3 ปริมาณน้ำอิสระ

วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ตามวิธีการศึกษาในข้อที่ 3.4.2.2

3.4.3.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส

วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมขบเคี้ยว ตามวิธีการศึกษาในข้อที่ 3.4.2.3

Ref. code: 25615809034035KUZ

3.4.3.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ประเมินในด้านลักษณะปรากฏ ความกรอบ ความแข็ง ความหวาน และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธี 9 – points hedonic scale กำหนดให้คะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด ร่วมกับวิธีการทดสอบความพอดี (Just about right: JAR) ในด้านความกรอบ ความแข็ง และความหวาน โดยกำหนดให้คะแนน 1 คือ “น้อยเกินไป” คะแนน 3 คือ “พอดี” และคะแนน 5 คือ “มากเกินไป” (Meilgaard และคณะ, 2004) โดยพิจารณา ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: ตรวจสอบจำนวนผู้ทดสอบที่ให้คะแนนที่ระดับพอดี มากกว่าร้อยละ 70 สามารถสรุปได้ว่าคุณลักษณะดังกล่าวมีความ “พอดี” หากจำนวนผู้ทดสอบน้อยกว่าร้อยละ 70 จะพิจารณาในขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 2: หาระดับความพอดี โดยคำนวณค่า net score จากสูตร net score = มากเกินไป – น้อยเกินไป เมื่อ net score น้อยกว่า 20 แสดงว่า คุณลักษณะดังกล่าวมีความ “พอดี”

โดยเครื่องหมาย ± ที่ได้จากค่า net score บอกเพียงทิศทางความเข้มที่ต้องปรับของคุณลักษณะ เช่น เมื่อทดสอบความพอดีในด้านรสหวาน มีค่า net score = -25 หมายความว่าตัวอย่างมีคุณลักษณะนั้นๆ น้อยเกินไป ในขณะที่ net score = 25 หมายความว่าตัวอย่างมีคุณลักษณะนั้นๆ มากเกินไป เป็นต้น

3.4.3.6 สถิติที่ใช้ในการประเมินผล

วางแผนการทดลองแบบผสม (Mixture design) โดยกำหนดปัจจัยที่ทำการศึกษาแบบกำหนดช่วง (Constrained simplex lattice mixture design) การศึกษาปัจจัยประกอบด้วย ไข่สดทั้งฟอง ไข่ขาวผง และกากถั่วเหลือง วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Duncan’s new multiple range test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านสถิติ ร่วมกับการสร้างพื้นที่การตอบสนองที่เหมาะสมจากคะแนนความชอบในคุณลักษณะต่างๆ โดยการใช้โปรแกรม Statistica version free download

Ref. code: 25615809034035KUZ

3.4.4 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของคาราเมลสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

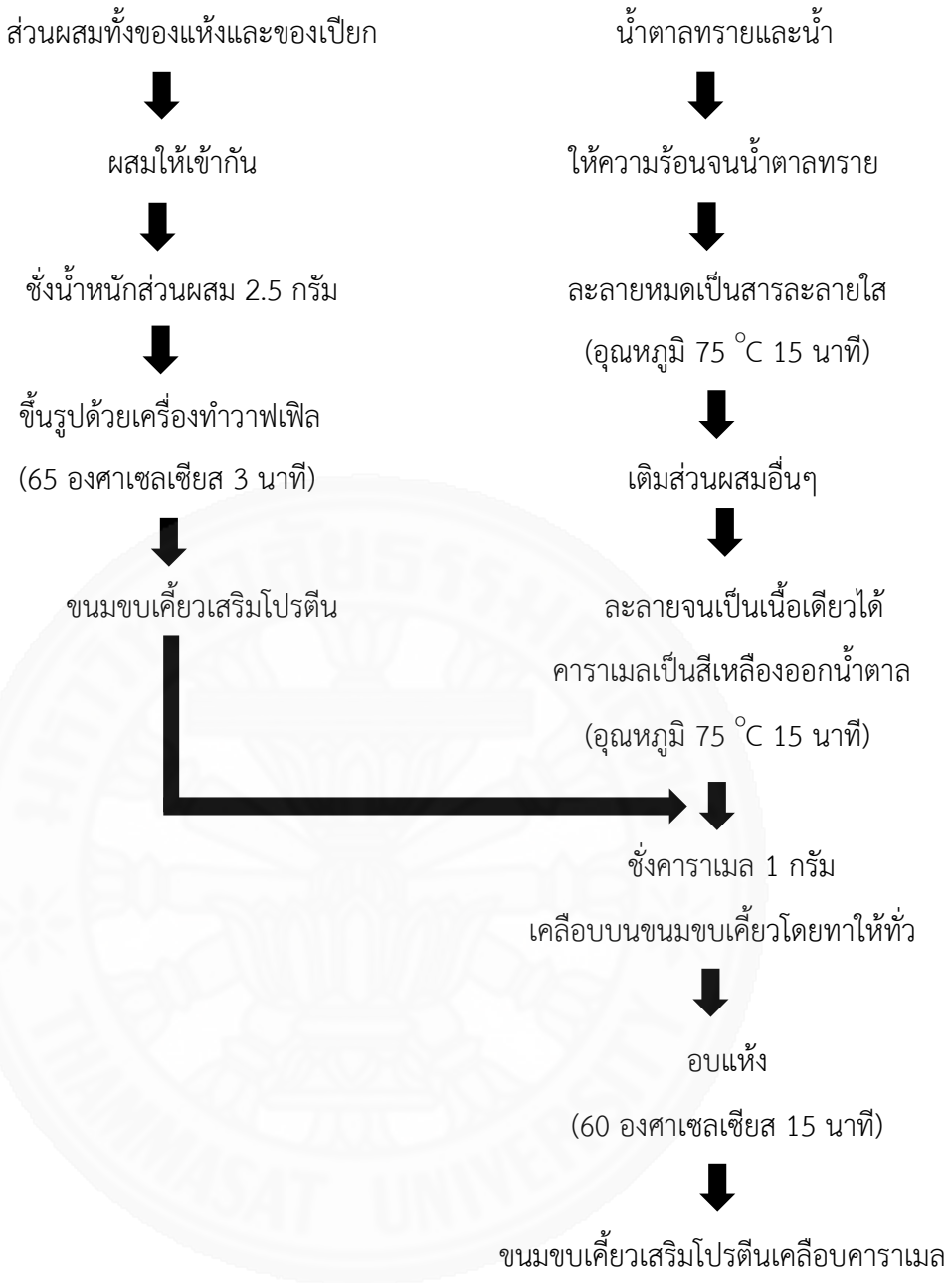
นำสูตรขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนที่ได้คะแนนการยอมรับสูงที่สุดจากขั้นตอนที่ 3.4.3 มาศึกษาสูตรที่เหมาะสมของการเคลือบคาราเมล โดยแปรปริมาณน้ำตาลทราย เพื่อหาระดับน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับขนมขบเคี้ยวเคลือบคาราเมล สำหรับการเตรียมคาราเมลดัดแปลงจากสูตรพื้นฐานของ อรวรรณ และคณะ (2551) และวิธีการเตรียมขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมลแสดงดังรูปที่ 3.4 โดยปัจจัยที่ศึกษา คือ ปริมาณของน้ำตาลทราย 3 ระดับ คือ 100, 150 และ 250 กรัม ตามตารางที่ 3.8 จากนั้นประเมินคุณภาพของขนมขบเคี้ยวที่เคลือบคาราเมล

ตารางที่ 3.8 ปริมาณส่วนผสมของสูตรคาราเมลที่แตกต่างกันสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

อัตราส่วนผสม	สูตร (กรัม)			
	สูตรมาตรฐาน	1	2	3
น้ำตาลทราย	300	100	150	250
น้ำตาลมะพร้าว	320	100	100	100
กลูโคสไซรัป	120	60	60	60
น้ำ	80	80	80	80
เนย	128	20	20	20

ที่มา: สูตรพื้นฐานดัดแปลงจาก อรวรรณ และคณะ (2551)

Ref. code: 25615809034035KUZ



รูปที่ 3.3 การเตรียมคาราเมลและวิธีการเคลือบลงบนขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน

3.4.4.1 ค่าสี

วิเคราะห์ค่าสีของตัวอย่าง ตามวิธีการศึกษาในข้อที่ 3.4.2.1

3.4.4.2 ปริมาณน้ำอิสระ

วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ตามวิธีการศึกษาในข้อที่ 3.4.2.2

3.4.4.3 ลักษณะเนื้อสัมผัส

วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมขบเคี้ยว ตามวิธีการศึกษาในข้อที่ 3.4.2.3

Ref. code: 25615809034035KUZ

3.4.4.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ประเมินในด้านลักษณะปรากฏ ความกรอบ ความแข็ง ความหวาน และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธี 9 – points hedonic scale กำหนดให้คะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด ร่วมกับวิธีการทดสอบความพอดี (Just about right: JAR) ในด้านความหวาน และความมันเงา โดยกำหนดให้คะแนน 1 คือ “น้อยเกินไป” คะแนน 3 คือ “พอดี” และคะแนน 5 คือ “มากเกินไป” ประเมินผลตามวิธีการศึกษาในข้อที่ 3.4.3.5

3.4.4.5 สถิติที่ใช้ในการประเมินผล

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ โดยทรีตเมนต์ คือ ปริมาณของน้ำตาลทราย 3 ระดับ การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสใช้การวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan’s new multiple range test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านสถิติ

3.4.5 ศึกษาการเติมมอลโทเดกซ์ทรินเจลลงในคาราเมลสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

นำสูตรขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมลที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงที่สุดจากขั้นตอนที่ 3.4.4 มาศึกษาการเติมมอลโทเดกซ์ทรินเจลเทียบกับสูตรที่ไม่เติมมอลโทเดกซ์ทรินเจล แสดงตารางที่ 3.9 สำหรับวิธีการเตรียมมอลโทเดกซ์ทรินเจลตามงานวิจัยของ พรรัตน์ และคณะ (2560) โดยนำมอลโทเดกซ์ทรินมาผสมกับน้ำ ในอัตราส่วน 1 : 1 จากนั้นประเมินคุณภาพของขนมขบเคี้ยวที่เติมมอลโทเดกซ์ทรินและไม่ได้เติมมอลโทเดกซ์ทริน

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตารางที่ 3.9 ส่วนผสมของสูตรคาราเมลที่ไม่เติมและเติมมอลโทเดกซ์ทรินเจลสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน

อัตราส่วนผสม	สูตร (กรัม)	
	ไม่เติม	เติม
น้ำตาลทราย	100	100
น้ำตาลมะพร้าว	100	100
กลูโคสไซรัป	60	60
เนย	20	20
น้ำ	30	30
มอลโทเดกซ์ทรินเจล	0	50

หมายเหตุ: ไม่เติม คือ ไม่เติมมอลโทเดกซ์ทรินเจล (0 กรัม)

เติม คือ เติมมอลโทเดกซ์ทรินเจล (50 กรัม)

3.4.5.1 ค่าสี

วิเคราะห์ค่าสีของตัวอย่าง ตามวิธีการศึกษาในข้อที่ 3.4.2.1

3.4.5.2 ปริมาณน้ำอิสระ

วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ตามวิธีการศึกษาในข้อที่ 3.4.2.2

3.4.5.3 ลักษณะเนื้อสัมผัส

วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมขบเคี้ยว ตามวิธีการศึกษาในข้อที่ 3.4.2.3

3.4.5.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ประเมินในด้านลักษณะปรากฏ ความกรอบ ความแข็ง ความหวาน และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธี 9 – points hedonic scale กำหนดให้คะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด ร่วมกับวิธีการทดสอบความพอดี (Just about right: JAR) ในด้านความมันเงา โดยกำหนดให้คะแนน 1 คือ “น้อยเกินไป” คะแนน 3 คือ “พอดี” และคะแนน 5 คือ “มากเกินไป” ประเมินผลตามวิธีการศึกษาในข้อที่ 3.4.3.5

Ref. code: 25615809034035KUZ

3.4.5.5 สถิติที่ใช้ในการประเมินผล

การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่เติมและไม่เติมมอลโทเดกซ์ทริน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ผลการทดสอบด้วยสถิติ t - test วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านสถิติ

3.4.6 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

นำขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมลที่ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงที่สุดจากขั้นตอนที่ 3.4.5 มาทำการศึกษาอายุการเก็บโดยบรรจุผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมลที่ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุดในถุงอลูมิเนียม ขนาด 6 x 9 เซนติเมตร และบรรจุขนมขบเคี้ยวจำนวน 15 ชิ้นต่อ 1 ถุง (น้ำหนักรวม 30 กรัม) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 65 องศาเซลเซียส โดยจะทำการสุ่มตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 0 ของการเก็บรักษาและทุกๆ 1 สัปดาห์ จะถูกนำออกมาประเมินคุณภาพ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ สำหรับการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมล ทำดังนี้

3.4.6.1 ค่าสี

วิเคราะห์ค่าสีของตัวอย่าง ตามวิธีการศึกษาในข้อที่ 3.4.2.1

3.4.6.2 ปริมาณน้ำอิสระ

วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ตามวิธีการศึกษาในข้อที่ 3.4.2.2

3.4.6.3 ลักษณะเนื้อสัมผัส

วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมขบเคี้ยว ตามวิธีการศึกษาในข้อที่ 3.4.2.3

3.4.6.4 ปริมาณจุลินทรีย์

วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ตามวิธีของ Bam (2001)

3.4.6.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 9 คน ประเมินในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธี 9 - point hedonic scale กำหนดให้คะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด และมีการประเมินแบบ cut - point ที่คะแนนน้อยกว่า 5 คะแนน ซึ่งหมายถึงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบจะถือว่าผลิตภัณฑ์หมดอายุการเก็บรักษา

Ref. code: 25615809034035KUZ

3.4.6.5 สถิติที่ใช้ในการประเมินผล

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยทำการทดลอง 2 ซ้ำ โดยทรีตเมนต์ คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ส่วนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสใช้การวางแผนแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's new multiple range test โดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านสถิติ

3.4.7 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมล

ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์กับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน โดยการสุ่มตัวอย่างผู้บริโภคด้วยวิธี ตามสะดวก Convenient sampling และทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคแบบ Central Location Test (CLT) ให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธี 9 - point hedonic scale โดยคะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด และคะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด ร่วมกับการประเมินการตัดสินซื้อผลิตภัณฑ์ (purchase intent) โดยใช้ 5 - point categorical scale (1 คือ ซื้ออย่างแน่นอน 3 คือ ไม่แน่ใจ 5 คือ ไม่ซื้ออย่างแน่นอน) จากนั้นให้ผู้ทดสอบทราบข้อมูลของผลิตภัณฑ์แล้วทำการประเมินการตัดสินซื้อผลิตภัณฑ์ (purchase intent) อีกครั้งหนึ่ง

3.4.7.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธี 9 - point hedonic scale โดยคะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด และคะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด ใช้ผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน ร่วมกับการประเมินการตัดสินซื้อผลิตภัณฑ์ (purchase intent) ใช้ 5 - point categorical scale

3.4.7.2 สถิติที่ใช้ในการประเมินผล

สำหรับการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค คำนวณค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของตัวอย่าง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD) ร้อยละของผู้บริโภค เปรียบเทียบการยอมรับของผู้บริโภคก่อนทราบและหลังจากทราบข้อมูลของผลิตภัณฑ์แล้วด้วยวิธีแมคนีมาร์ (McNemar test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

Ref. code: 25615809034035KUZ

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ศึกษาการวิเคราะห์คุณลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค

จากการจัดกลุ่มอภิปราย (Focus group) เพื่อรวบรวมแนวความคิดของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายซึ่งมีความสนใจในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว เกี่ยวกับพฤติกรรมและความต้องการผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว โดยดำเนินการอภิปรายในกลุ่มคนจำนวน 5 คน เป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต เพื่อออกแบบสอบถามและนำไปสำรวจกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย อายุ 18 - 35 ปี จำนวน 200 คน เพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคต่อขนมขบเคี้ยว โดยใช้แบบจำลองคาโน หรือ Kano's model ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1.1 ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทำแบบทดสอบความพึงพอใจ เกี่ยวกับขนมขบเคี้ยว

เมื่อศึกษาข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคที่เข้าร่วมทำแบบทดสอบความพึงพอใจเกี่ยวกับขนมขบเคี้ยว จำนวน 200 คน (ตารางที่ 4.1) โดยทำการเก็บข้อมูลกับผู้บริโภคทั่วไปที่อยู่ในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิตพบว่า ผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทำแบบทดสอบส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 59.5 และเพศชายร้อยละ 40.5 โดยผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทำแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 18 - 23 ปี (ร้อยละ 94.0) รองลงมาเป็นช่วงอายุ 24 - 29 ปี (ร้อยละ 4.5) และอยู่ในช่วง 30 – 35 ปี (ร้อยละ 1.5) ตามลำดับ ส่วนเมื่อพิจารณาที่ข้อมูลการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 93.5) นอกจากนั้นยังมีผู้บริโภคที่มีการศึกษาระดับปริญญาโท (ร้อยละ 4.0) ระดับมัธยมปลาย (ร้อยละ 2.0) และต่ำกว่ามัธยม (ร้อยละ 0.5) ตามลำดับ อีกทั้งผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทำแบบทดสอบส่วนใหญ่เป็นนักเรียน/นักศึกษา (ร้อยละ 98.5) และเป็นธุรกิจส่วนตัว (ร้อยละ 1.5) ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาที่รายได้ต่อเดือนของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทำแบบทดสอบพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มีรายได้ 10,001-15,000 บาท (ร้อยละ 39.0) รองลงมาเป็น 5,000-10,000 บาท (ร้อยละ 35.5) 15,001-20,000 บาท (ร้อยละ 17.0) 20,001-25,000 บาท (ร้อยละ 7.5) และที่มีรายได้มากกว่า 25,001 บาท (ร้อยละ 1.0) ตามลำดับ

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตารางที่ 4.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคที่เข้าร่วมทำแบบทดสอบความพึงพอใจเกี่ยวกับขนมขบเคี้ยว

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวนคน (ร้อยละ)
เพศ	
ชาย	40.5
หญิง	59.5
อายุ	
18 – 23 ปี	94.0
24 – 29 ปี	4.5
30 – 35 ปี	1.5
การศึกษาสูงสุดที่ได้รับ/กำลังศึกษา	
ต่ำกว่ามัธยม	0.5
มัธยมปลาย	2.0
ปริญญาตรี	93.5
ปริญญาโท	4.0
อาชีพ	
นักเรียน/นักศึกษา	98.5
ธุรกิจส่วนตัว	1.5
รายได้ต่อเดือน	
5,000-10,000 บาท	35.5
10,001-15,000 บาท	39.0
15,001-20,000 บาท	17.0
20,001-25,000 บาท	7.5
25,001 บาทขึ้นไป	1.0

Ref. code: 25615809034035KUZ

4.1.2 ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทำแบบทดสอบความพึงพอใจ เกี่ยวกับขนมขบเคี้ยว

จากข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่เข้าร่วมทำแบบทดสอบความพึงพอใจเกี่ยวกับขนมขบเคี้ยวในตารางที่ 4.2 พบว่า ประเภทของขนมขบเคี้ยวที่ผู้บริโภคนิยมส่วนใหญ่เป็น ประเภทมันฝรั่ง (ร้อยละ 81.5) รองลงมาเป็นประเภทขึ้นรูป (ร้อยละ 64.5) ประเภทสาหร่าย (ร้อยละ 36.5) ประเภทปลาเส้น (ร้อยละ 17.0) และจำนวนเล็กน้อยเป็นประเภทข้าวเกรียบ (ร้อยละ 15.0) ตามลำดับ ส่วนเมื่อพิจารณาที่สาเหตุในการบริโภคส่วนใหญ่เป็นรสชาติ (ร้อยละ 37.0) รองลงมาเป็นราคาถูก (ร้อยละ 12.0) ปริมาณ (ร้อยละ 9.0) โฆษณา (ร้อยละ 9.0) หาซื้อได้ง่าย (ร้อยละ 9.0) ยี่ห้อ (ร้อยละ 8.5) คุณค่าทางโภชนาการ (ร้อยละ 6.0) โปรโมชั่น (ร้อยละ 5.0) และบรรจุภัณฑ์ (ร้อยละ 4.5) ตามลำดับ ส่วนของสิ่งที่มีอิทธิพลในการเลือกซื้อส่วนใหญ่เป็นตนเอง (ร้อยละ 45.0) รองลงมาเป็นโฆษณา (ร้อยละ 26.0) โปรโมชั่น (ร้อยละ 14.0) เพื่อน (ร้อยละ 11.0) และครอบครัว (ร้อยละ 4.0) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากความถี่ในการบริโภคของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทำแบบทดสอบส่วนใหญ่เป็นมากกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 55.0) รองลงมาเป็น 1 ครั้งต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 24.0) เดือนละครั้ง (ร้อยละ 10.5) ทุกวัน (ร้อยละ 8.0) และน้อยกว่าเดือนละครั้ง (ร้อยละ 2.5) และสถานที่ที่เลือกซื้อของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทำแบบทดสอบผู้บริโภคส่วนใหญ่เลือกซื้อที่ร้านสะดวกซื้อ (ร้อยละ 63.0) รองลงมาเป็นอื่นๆ (ร้อยละ 18.5) ร้านขายของชำ (ร้อยละ 13.5) ห้างสรรพสินค้า (ร้อยละ 4.0) และเป็นโรงภาพยนตร์ (ร้อยละ 1.0) ตามลำดับ

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลด้านพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเข้าร่วมทำแบบทดสอบความพึงพอใจเกี่ยวกับขนมขบเคี้ยว

พฤติกรรมการบริโภค	จำนวน
ประเภทของขนมขบเคี้ยวที่ผู้บริโภคนิยม (เลือกได้มากกว่า 1 คำตอบ)	**ความถี่**
ประเภทมันฝรั่ง	81.5
ประเภทขึ้นรูป	64.5
ประเภทสาหร่าย	36.5
ประเภทข้าวเกรียบ	15.0
ประเภทปลาเส้น	17.0
สาเหตุที่บริโภคขนมขบเคี้ยว (เลือกได้ 1 คำตอบ)	**ร้อยละ**
บรรจุภัณฑ์	4.5
ยี่ห้อ	8.5
รสชาติ	37.0
คุณค่าทางโภชนาการ	6.0
ปริมาณ	9.0
โปรโมชั่น	5.0
ราคาถูก	12.0
โฆษณา	9.0
หาซื้อได้ง่าย	9.0
สิ่งที่มีอิทธิพลในการเลือกซื้อ (เลือกได้ 1 คำตอบ)	**ร้อยละ**
ตนเอง	45.0
ครอบครัว	4.0
เพื่อน	11.0
โปรโมชั่น	14.0
โฆษณา	26.0

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ข้อมูลด้านพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเข้าร่วมทำแบบทดสอบความพึงพอใจเกี่ยวกับขนมขบเคี้ยว

พฤติกรรมการบริโภค	จำนวน
ความถี่ในการบริโภค	**ร้อยละ**
ทุกวัน	8.0
มากกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์	55.0
1 ครั้งต่อสัปดาห์	24.0
เดือนละครั้ง	10.5
น้อยกว่าเดือนละครั้ง	2.5
สถานที่ที่เลือกซื้อ	**ร้อยละ**
ร้านขายของชำ	13.5
ร้านสะดวกซื้อ	63.0
ห้างสรรพสินค้า	4.0
โรงภาพยนตร์	1.0
อื่นๆ	18.5

จากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภคเพื่อใช้ในการหาแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวตามวิธีของแบบจำลองคาโนพบว่า ความพึงพอใจและความไม่พึงพอใจของผู้บริโภคสามารถพิจารณาได้จากคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏทั่วไป สี เนื้อสัมผัส กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ บรรจุภัณฑ์ ขนาดบรรจุและราคาของผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 4.3 - 4.9

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ความพึงใจในด้านลักษณะปรากฏทั่วไปของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวนั้น เมื่อพิจารณาจากค่า A, O, M, I ซึ่งได้มาจากค่าร้อยละของแต่ละคุณลักษณะ ให้ได้ค่าความพึงพอใจและค่าความไม่พึงพอใจ ซึ่งความพึงพอใจในด้านลักษณะปรากฏทั่วไปเป็นแผ่นกลม เป็นแผ่นเหลี่ยม เป็นแผ่นหยัก เป็นเม็ดข้าว เส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร กว้าง 1.5 เซนติเมตร ยาว 4 เซนติเมตร กว้าง 2.2 เซนติเมตร ยาว 6.2 เซนติเมตร หนา 0.5 เซนติเมตร และ หนา 1 เซนติเมตร สามารถจำแนกจะได้เป็น Indifferent (I) ส่วนคุณลักษณะเป็นแผ่นเรียบและเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร เมื่อจำแนกจะได้เป็น Attractive (A) หรือ ความต้องการคุณภาพแบบดึงดูดใจ เป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคไม่ได้คาดการณ์ไว้ แต่ถ้าไม่พบก็ไม่ได้หมายความว่าผู้บริโภคจะไม่พอใจในผลิตภัณฑ์นั้น ทั้งนี้ทั้งนั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตรนี้ ยังเป็นขนาดของขนมขบเคี้ยวที่มีลักษณะพอดีคำและมีอยู่ในท้องตลาดทั่วไปอีกด้วย

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตารางที่ 4.3 ค่าความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อการจำแนกกลุ่มโดยใช้แบบจำลองคาโนของคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏทั่วไป ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ด้านลักษณะปรากฏทั่วไป	A	O	M	I	R	Q	Sat	Dissat	การจำแนก
เป็นแผ่นกลม	17.5	3.5	1.5	74.5	0.0	3.0	0.22	-0.05	I
เป็นแผ่นเหลี่ยม	7.0	0.0	0.0	93.0	0.0	0.0	0.07	0.0	I
เป็นแผ่นเรียบ	41.0	11.0	10.0	35.0	3.0	0.0	0.54	-0.22	A
เป็นแผ่นหยัก	14.5	5.0	3.5	69.0	8.0	0.0	0.21	-0.09	I
เป็นเม็ดข้าว	8.5	1.5	7.0	75.0	8.0	0.0	0.12	-0.09	I
Ø 4.5 cm	40.0	15.0	7.5	34.0	3.5	0.0	0.57	-0.23	A
Ø 7 cm	1.5	3.5	0.0	80.0	15.0	0.0	0.06	-0.04	I
ขนาดเล็ก	10.0	10.0	3.5	73.0	3.5	0.0	0.21	-0.14	I
ขนาดใหญ่	0.0	0.0	3.0	77.5	18.5	1.0	0.0	-0.04	I
หนา 0.5 cm	15.0	5.0	8.5	68.0	3.5	0.0	0.21	-0.14	I
หนา 1 cm	15.0	5.0	8.5	68.0	3.5	0.0	0.21	-0.14	I

หมายเหตุ: A = Attractive, O = One dimensional, M = Must be, I = Indifferent, R = Reverse, Q = Questionable, Sat = Satisfaction, Dissat = Dissatisfaction

Ø = เส้นผ่านศูนย์กลาง, cm = เซนติเมตร, ขนาดเล็ก = ความกว้าง 1.5 cm * ความยาว 4 cm และ ขนาดใหญ่= ความกว้าง 2.2 cm ***** ความยาว 6.2 cm

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ความพึงพอใจในด้านสีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวนั้น เมื่อพิจารณาจากค่า A, O, M, I ซึ่งได้มาจากค่าร้อยละของแต่ละคุณลักษณะ ทำให้ได้ค่าความพึงพอใจและค่าความไม่พึงพอใจ ซึ่งความพึงพอใจในด้านสี (สีเหลือง น้ำตาล และ ม่วง) ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมีคุณลักษณะเป็น Indifferent (I) หรือคุณภาพที่ไม่มีความแตกต่างทางความรู้สึกของผู้บริโภค จึงอาจกล่าวได้ว่าสีไม่ใช่ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตารางที่ 4.4 ค่าความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อการจำแนกกลุ่มโดยใช้แบบจำลองคาโนของคุณลักษณะด้านสี ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

ด้านสี	A	O	M	I	R	Q	Sat	Dissat	การจำแนก
สีเหลือง	13.5	7.0	15.5	57.0	7.0	0.0	0.22	-0.24	I
สีน้ำตาล	3.5	3.5	15.5	71.5	5.5	0.5	0.07	-0.20	I
สีม่วง	7.5	3.0	3.5	68.0	17.5	0.5	0.13	-0.08	I

หมายเหตุ: A = Attractive, O = One dimensional, M = Must be, I = Indifferent, R = Reverse, Q = Questionable, Sat = Satisfaction, Dissat = Dissatisfaction

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ความพึงพอใจในด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว เมื่อพิจารณาจากค่า A, O, M, I ซึ่งได้มาจากค่าร้อยละของแต่ละคุณลักษณะ ทำให้ได้ค่าความพึงพอใจและค่าความไม่พึงพอใจ ทำให้ทราบว่าคุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งและความแตกเปราะเป็น Indifferent (I) หรือคุณภาพที่ไม่มีความแตกต่างทางความรู้สึก แต่คุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความกรอบนั้น สามารถจำแนกได้เป็น Must-be (M) หรือความต้องการคุณภาพพื้นฐาน ถ้าคุณลักษณะพื้นฐานเหล่านี้ไม่มีในผลิตภัณฑ์จะทำให้ผู้บริโภคเกิดความรู้สึกไม่พึงพอใจ

ตารางที่ 4.5 ค่าความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อการจำแนกกลุ่มโดยใช้แบบจำลองคาโนของคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ด้านเนื้อสัมผัส	A	O	M	I	R	Q	Sat	Dissat	การจำแนก
ความแข็ง	0.0	1.5	3.5	16.0	79.0	0	0.07	-0.24	I
ความแตกเปราะ	24.0	1.0	24.0	41.0	6.5	0	0.28	-0.28	I
ความกรอบ	5.5	15.0	37.5	33.0	1.5	7.5	0.23	-0.57	M

หมายเหตุ: A = Attractive, O = One dimensional, M = Must be, I = Indifferent, R = Reverse, Q = Questionable, Sat = Satisfaction, Dissat = Dissatisfaction

Ref. code: 25615809034035KUZ

จากตารางที่ 4.6 และ 4.7 พบว่า ความพึงพอใจในด้านกลิ่นและกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวนั้น เมื่อพิจารณาจากค่า A, O, M, I ซึ่งได้มาจากค่าร้อยละของแต่ละคุณลักษณะ ทำให้ได้ค่าความพึงพอใจและค่าความไม่พึงพอใจ ซึ่งความพึงพอใจในด้านกลิ่นและ กลิ่นรส (ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ถั่วเหลือง และไข่) ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว มีคุณลักษณะเป็น Indifferent (I) หรือคุณภาพที่ไม่มีความแตกต่างทางความรู้สึกของผู้บริโภค กล่าวได้ว่ากลิ่นและกลิ่นรสไม่ใช่ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ความพึงพอใจในด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว เมื่อพิจารณาจากค่า A, O, M, I ซึ่งได้มาจากค่าร้อยละของแต่ละคุณลักษณะ ทำให้ได้ค่าความพึงพอใจและค่าความไม่พึงพอใจ ซึ่งทำให้ทราบว่ารสเปรี้ยว รสเค็ม รสขม และรสเผ็ด สามารถจำแนกได้เป็น Indifferent (I) หรือคุณภาพที่ไม่มีความแตกต่างทางความรู้สึก ส่วนรสหวาน เมื่อจำแนกจะได้เป็น Attractive (A) หรือ ความต้องการคุณภาพแบบดึงดูดใจ โดยรสหวานที่ผู้วิจัยสอบถามนั้นเป็น รสหวานของรสคาราเมล แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคให้ความสนใจกับรสหวานหรือรสคาราเมลมากกว่ารสอื่นๆ

ตารางที่ 4.6 ค่าความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อการจำแนกกลุ่มโดยใช้แบบจำลองคาโนของคุณลักษณะด้านกลิ่น ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

ด้านกลิ่น	**A**	**O**	**M**	**I**	**R**	**Q**	**Sat**	**Dissat**	**การจำแนก**
กลิ่นของข้าวไรซ์เบอร์รี่	5.0	4.0	4.0	76.5	10.5	0	0.10	-0.10	I
กลิ่นของถั่วเหลือง	2.0	0	1.0	63.0	34.0	0	0.03	-0.02	I
กลิ่นของไข่	5.0	1.5	2.5	78.5	12.5	0	0.07	-0.05	I

หมายเหตุ: A = Attractive, O = One dimensional, M = Must be, I = Indifferent, R = Reverse, Q = Questionable, Sat = Satisfaction และ Dissat = Dissatisfaction

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตารางที่ 4.7 ค่าความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อการจำแนกกลุ่มโดยใช้แบบจำลองคาโนของคุณลักษณะด้านกลิ่นรส ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

ด้านกลิ่นรส	A	O	M	I	R	Q	Sat	Dissat	การจำแนก
กลิ่นรสของข้าวไรซ์เบอร์รี่	6.0	4.5	3.0	73.5	12.0	1.0	0.12	-0.09	I
กลิ่นรสของถั่วเหลือง	3.0	0	4.5	73.5	18.0	1.0	0.34	-0.06	I
กลิ่นรสของไข่	7.5	4.0	5.0	69.5	13.0	1.0	0.13	-0.10	I

หมายเหตุ: A = Attractive, O = One dimensional, M = Must be, I = Indifferent, R = Reverse, Q = Questionable, Sat = Satisfaction และ Dissat = Dissatisfaction

ตารางที่ 4.8 ค่าความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อการจำแนกกลุ่มโดยใช้แบบจำลองคาโนของคุณลักษณะด้านรสชาติ ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

ด้านรสชาติ	A	O	M	I	R	Q	Sat	Dissat	การจำแนก
รสเปรี้ยว	18.5	0	1.5	61.0	19.0	0	0.23	-0.02	I
รสหวาน	28.5	20.5	8.0	35.5	5.0	0	0.53	-0.31	A
รสเค็ม	7.5	11.0	16.5	60.0	5.0	0	0.19	-0.30	I
รสขม	6.5	0	0	52.0	41.0	0.5	0.11	-0.29	I
รสเผ็ด	20.5	5.5	1.5	66.5	5.5	0.5	0.28	-0.07	I

หมายเหตุ: A = Attractive, O = One dimensional, M = Must be, I = Indifferent, R = Reverse, Q = Questionable, Sat = Satisfaction และ Dissat = Dissatisfaction

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ความพึงพอใจในด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว เมื่อพิจารณาจากค่า A, O, M, I ซึ่งได้มาจากค่าร้อยละของแต่ละคุณลักษณะ ทำให้ได้ค่าความพึงพอใจและค่าความไม่พึงพอใจ ซึ่งทำให้ทราบว่าบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว สามารถจำแนกได้เป็น Indifferent (I) หรือคุณภาพที่ไม่มีความแตกต่างทางความรู้สึก โดยบรรจุภัณฑ์ทั้งหมดที่ได้ทำการสอบถามนั้นเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาดทั่วไปทั้งหมด

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตารางที่ 4.9 ค่าความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อการจำแนกกลุ่มโดยใช้แบบจำลองคาโนของคุณลักษณะด้านบรรจุภัณฑ์ ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

ด้านบรรจุภัณฑ์	A	O	M	I	R	Q	Sat	Dissat	การจำแนก
	6.5	1.0	6.5	80.0	6.0	0	0.08	-0.08	I
	10.0	0	1.0	81.0	8.0	0	0.11	-0.01	I
	13.5	6.0	1.0	71.0	5.0	1.0	0.21	-0.08	I
	26.5	5.0	5.0	62.5	1.0	0	0.32	-0.10	I
	7.0	3.5	3.5	77.5	8.5	0	0.11	-0.08	I

หมายเหตุ: A = Attractive, O = One dimensional, M = Must be, I = Indifferent, R = Reverse, Q = Questionable, Sat = Satisfaction และ Dissat = Dissatisfaction

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ความพึงพอใจในด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว เมื่อพิจารณาจากค่า A, O, M, I ซึ่งได้มาจากค่าร้อยละของแต่ละคุณลักษณะ ทำให้ได้ค่าความพึงพอใจ และค่าความไม่พึงพอใจ ซึ่งทำให้ทราบว่าขนาดบรรจุ และราคาของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว พบว่า 75 กรัม 20 บาท (แบบถุง), 75 กรัม 65 บาท (แบบกระป๋อง) และ 110 กรัม 55 บาท (แบบถุง) เมื่อจำแนกจะได้เป็น Indifferent (I) ส่วน 50 กรัม 20 บาท (แบบถุง) สามารถจำแนกได้เป็น Attractive (A) โดยขนาดบรรจุ และราคาทั้งหมดที่ได้ทำการสอบถามนั้นเป็นขนาดบรรจุ และราคาที่มีอยู่จริงในท้องตลาดทั่วไปทั้งหมด

Ref. code: 25615809034035KUZ

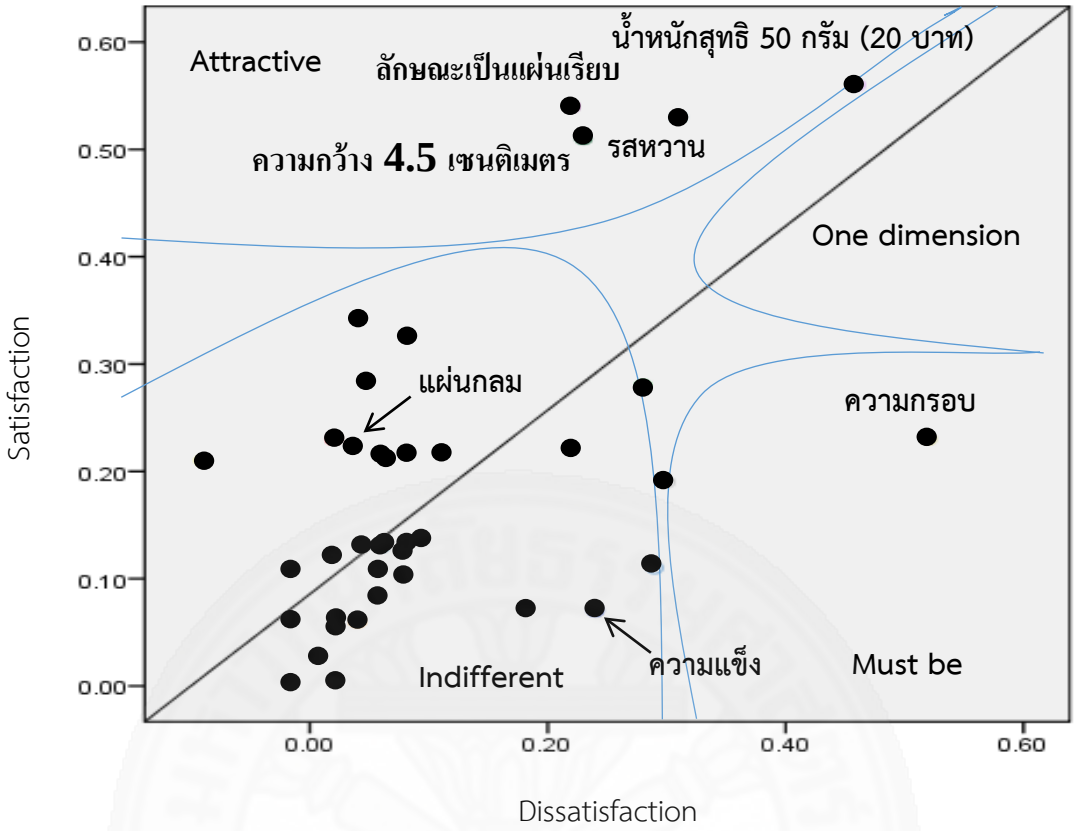
ตารางที่ 4.10 ค่าความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อการจำแนกกลุ่มโดยใช้แบบจำลองคาโนของคุณลักษณะด้านขนาดบรรจุ และราคา ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

ขนาดบรรจุและราคา	A	O	M	I	R	Q	Sat	Dissat	การจำแนก
50 g 20 บาท (แบบถุง)	47.0	7.5	37.5	5.0	2.5	0.5	0.56	-0.46	A
75 g 30 บาท (แบบถุง)	12.5	0	6.0	79.5	2.0	0	0.13	-0.06	I
75 g 65 บาท (แบบกระป๋อง)	8.5	3.0	6.0	70.5	10.0	2.0	0.13	-0.10	I
110 g 55 บาท (แบบถุง)	12.0	0	3.5	82.0	2.5	0	0.12	-0.04	I

หมายเหตุ: A = Attractive, O = One dimensional, M = Must be, I = Indifferent, R = Reverse, Q = Questionable, Sat = Satisfaction และ Dissat = Dissatisfaction

จากรูปที่ 4.1 พบว่า คุณลักษณะที่ผู้บริโภคพึงพอใจเกี่ยวกับกลุ่ม Attractive (A) หรือความต้องการคุณภาพแบบดึงดูดใจ ทำให้ทราบว่าผู้บริโภคมีความต้องการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ว่าควรมีลักษณะเป็นแผ่น มีรสหวาน (รสคาราเมล) มีขนาดความกว้าง 4.5 เซนติเมตร และน้ำหนักสุทธิ 50 กรัม ของขนาดบรรจุ ในราคา 20 บาท และกลุ่มที่ผู้บริโภคเห็นว่าควรจะมีอยู่ในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว นั่นคือ Must-be (M) หรือความต้องการคุณภาพพื้นฐาน ซึ่งเป็นคุณลักษณะด้านความกรอบ รวมถึงคุณลักษณะอื่นๆ ที่ได้สอบถามกับผู้บริโภคได้จัดอยู่ในกลุ่มของ Indifference (I) หรือคุณภาพที่ไม่มีความแตกต่างทางความรู้สึก

Ref. code: 25615809034035KUZ



รูปที่ 4.1 แผนภาพคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค โดยใช้แบบจำลองคาโน

ดังนั้นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ผู้บริโภคต้องการ คือ ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวต้องมีความกรอบมากกว่าความแข็ง มีลักษณะปรากฏที่ต้องเป็นแผ่นเรียบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร รวมทั้งมีความสนใจที่ต้องการให้ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมีรสชาติเป็นรสหวานของคาราเมล และน้ำหนักบรรจุและราคาของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ผู้บริโภคต้องการ คือ มีน้ำหนักสุทธิ 50 กรัม ในราคา 20 บาท

Ref. code: 25615809034035KUZ

4.2 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน

จากการใช้แบบจำลองคาโน ในขั้นตอนที่ 4.1 ทำให้ทราบถึงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่จะนำมาพัฒนาต่อในขั้นตอนนี้ เริ่มจากการพัฒนาโดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวด้วย Plackett and Burman Design โดยเพื่อศึกษาอิทธิพลของแต่ละปัจจัย ซึ่งในการทดลองนี้มีปัจจัยทั้งหมด 6 ปัจจัยได้แก่ นมถั่วเหลือง แป้งข้าวไรซเบอร์รี่เพสท์ ไข่ไก่สด ไข่ขาวผง เมือกเมล็ดแมงลัก และกากถั่วเหลือง มีสิ่งทดลองทั้งหมด 12 สิ่งทดลอง ดังตารางที่ 4.11 ทำการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี กายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวและการยอมรับของผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.11 จำนวนของสิ่งทดลองที่ได้จาก Plackett and Burman Design

สิ่งทดลอง	ปัจจัย					
	นม ถั่วเหลือง	แป้งข้าวไรซ์ เบอร์รี่เพสท์	ไข่ไก่สด	ไข่ขาวผง	กัมเมล็ด แมงลัก	กาก ถั่วเหลือง
1	30	80	10	5	2	20
2	10	80	30	1	2	20
3	30	50	30	5	0.5	20
4	10	80	10	1	2	10
5	10	50	30	1	2	20
6	10	50	10	5	0.5	20
7	30	50	10	1	2	10
8	30	80	10	1	0.5	20
9	30	80	30	1	0.5	10
10	10	80	30	5	0.5	10
11	30	50	30	5	2	10
12	10	50	10	1	0.5	10

Ref. code: 25615809034035KUZ

4.2.1 ค่าสี

จากการทดสอบค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว (ตารางที่ 4.12) พบว่า ค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทั้ง 12 สูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยค่าความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 35.17 – 45.13 ค่าความสีแดง (a*) อยู่ในช่วง 7.23 – 9.42 และค่าความสีเหลือง (b*) อยู่ในช่วง 11.87 – 16.25 ซึ่งเป็นไปตามงานวิจัยของทุติยาภรณ์ และปาริชาติ (2556) ที่ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากแป้งข้าวก่ำ

4.2.2 ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity: a_w)

จากการทดสอบปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว (ตารางที่ 4.13) พบว่าปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทั้ง 12 สูตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วง 0.426 – 0.515 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทั่วไปที่ต้องมีปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.6 (Chittapalo และ Songsanandr, 2014)

4.2.3 ค่าความแข็ง

จากการทดสอบค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว (ตารางที่ 4.13) พบว่าค่าความแข็งผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทั้ง 12 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวสูตรที่ 1 สูงที่สุด เท่ากับ 1541.30 เนื่องจากมีปริมาณไข่ขาวผงและกากถั่วเหลืองมาก จึงเกิดการดูดซับส่วนที่เป็นของเหลวไว้ และเมื่อนำไปขึ้นรูปจึงให้มีโครงสร้างที่แข็งขึ้นและไม่เปราะหักง่าย เทียบกับสูตรที่ความแข็งน้อยที่สุด คือสูตรที่ 9 เนื่องจากมีปริมาณนมถั่วเหลืองและไข่สดทั้งฟองสูง โครงสร้างของขนมขบเคี้ยวจึงมีลักษณะโปร่งบาง และเปราะหักง่าย ซึ่งมีค่าความแข็งเท่ากับ 232.20 N แสดงว่าปริมาณของกากถั่วเหลืองมีผลต่อค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว สอดคล้องกับงานวิจัยของสุภาวิณี และมาลีน่า (2557) ที่เติมกากถั่วเหลืองในบัตเตอร์เค้ก พบว่าค่าความแข็งของตัวอย่างที่ผ่านการอบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่งานวิจัยของนัจญ์มีย์ และคณะ (2558) และงานวิจัยของพีรยุทธ และคณะ (2559) ศึกษาการเติมกากถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์อาหารพบว่าสามารถเพิ่มโปรตีนให้กับผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย และสามารถแบ่งกลุ่มได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มความกรอบเบาและกลุ่มความกรอบแน่น แสดงดังรูป 4.2

4.2.4 ปริมาณโปรตีน

จากการทดสอบปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว (ตารางที่ 4.13) พบว่าปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทั้ง 12 สูตรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยมีปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวสูตรที่ 3 สูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 40.43 เนื่องจากสูตรนี้มีปริมาณของไข่ขาวผงและกากถั่วเหลืองมาก โดยเนื่องจากงานวิจัยนี้มีการเตรียมไข่ขาวผงและกากถั่วเหลืองและนำมาใช้ในงานวิจัย เมื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของไข่ขาวผงและกากถั่วเหลืองพบว่ามีปริมาณโปรตีนร้อยละ 75.52 และ 38.41 ตามลำดับ ทำให้สูตรที่มีการเติมของปริมาณไข่ขาวผงและกากถั่วเหลืองมาก มีปริมาณโปรตีนที่สูง (ข้อมูลยืนยันในภาคผนวก ค) เมื่อเทียบกับสูตรที่มีปริมาณโปรตีนต่ำที่สุด (สูตร 9) คือร้อยละ 28.26 เนื่องจากมีปริมาณไข่ขาวผงและกากถั่วเหลืองในปริมาณน้อย

Ref. code: 25615809034035KUZ

แสดงว่าปริมาณของไข่ขาวผงมีผลต่อปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปานทิพย์ และปรัศนี (2557) ที่เติมไข่ขาวผงในขนมบุหงาปูดะ ทำให้มีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น

ตารางที่ 4.12 ผลของปัจจัยที่มีต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ทำการศึกษา

สิ่งทดลอง	ค่าสี		
	L*	a*	b*
1	39.22 ± 0.52^{c}	9.42 ± 0.47^{c}	14.24 ± 0.61^{e}
2	40.58 ± 1.05^{d}	8.02 ± 1.00^{abc}	13.76 ± 0.90^{cde}
3	42.14 ± 0.57^{e}	7.23 ± 0.63^{a}	14.71 ± 0.61^{e}
4	36.13 ± 0.72^{ab}	8.31 ± 0.61^{abc}	11.87 ± 0.60^{a}
5	44.53 ± 1.11^{f}	8.78 ± 1.00^{bc}	16.25 ± 1.53^{f}
6	45.13 ± 0.81^{f}	7.62 ± 0.55^{ab}	13.86 ± 0.55^{cde}
7	38.83 ± 0.93^{c}	7.99 ± 1.18^{abc}	12.76 ± 1.19^{abcd}
8	36.42 ± 0.51^{ab}	8.42 ± 0.61^{abc}	12.19 ± 0.60^{ab}
9	36.92 ± 0.63^{b}	7.26 ± 0.55^{a}	12.48 ± 0.53^{abc}
10	36.41 ± 0.40^{ab}	8.19 ± 0.55^{abc}	13.49 ± 0.53^{bcd}
11	35.17 ± 0.58^{a}	8.47 ± 0.81^{abc}	14.94 ± 0.53^{ef}
12	41.78 ± 0.47^{de}	8.32 ± 0.55^{abc}	14.18 ± 0.39^{de}

$^{a, b, c,...}$ ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

Ref. code: 25615809034035KUZ

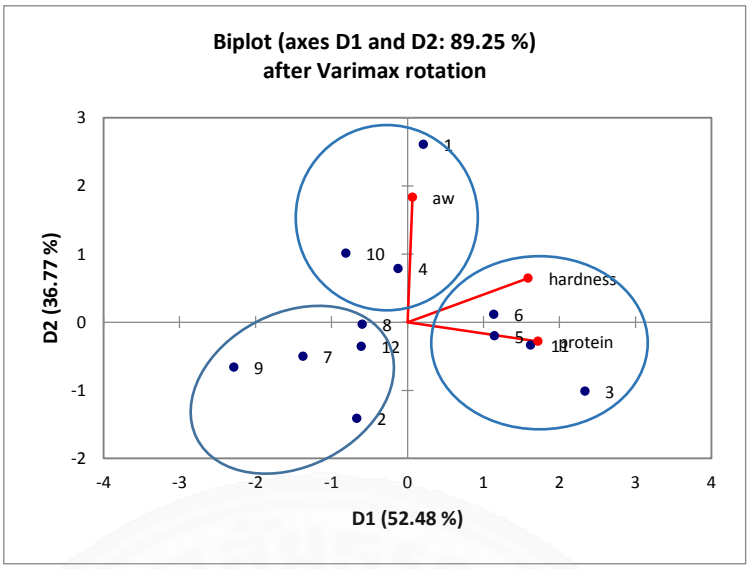
ตารางที่ 4.13 ผลของปัจจัยที่มีต่อค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ค่าความแข็ง และปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ทำการศึกษา

สิ่งทดลอง	a_w	ค่าความแข็ง (N)	โปรตีน (%)
1	0.546 ± 0.00^{k}	1541.30 ± 0.13^{g}	31.32 ± 0.40^{c}
2	0.426 ± 0.00^{a}	740.20 ± 0.05^{c}	31.19 ± 0.35^{c}
3	0.451 ± 0.00^{b}	1332.30 ± 0.10^{f}	40.43 ± 0.50^{i}
4	0.501 ± 0.00^{i}	941.20 ± 0.82^{d}	33.30 ± 0.30^{e}
5	0.460 ± 0.00^{d}	1501.30 ± 0.13^{g}	34.29 ± 0.30^{f}
6	0.484 ± 0.00^{h}	1142.30 ± 0.11^{e}	37.08 ± 0.37^{g}
7	0.464 ± 0.00^{e}	356.20 ± 0.14^{a}	31.34 ± 0.42^{c}
8	0.467 ± 0.00^{e}	951.20 ± 0.11^{d}	30.67 ± 0.12^{b}
9	0.453 ± 0.00^{c}	232.20 ± 0.50^{a}	28.12 ± 0.14^{a}
10	0.515 ± 0.00^{j}	567.20 ± 0.10^{b}	33.11 ± 0.05^{e}
11	0.470 ± 0.00^{g}	1239.30 ± 0.66^{ef}	38.28 ± 0.05^{h}
12	0.466 ± 0.00^{f}	668.20 ± 0.52^{bc}	32.55 ± 0.58^{d}

$^{a, b, c, \ldots}$ ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อวิเคราะห์แผนภาพ Biplot ด้วย Principal components analysis (PCA) เพื่อจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ดังรูป 4.2 พบว่า ข้อมูลทางคุณภาพทางกายภาพและเคมี (ค่า aw ค่าความแข็ง และปริมาณโปรตีน) สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 89.25 โดยแกน D1 (กลุ่มค่าความแข็งและปริมาณโปรตีน) อธิบายได้ร้อยละ 52.48 และ D2 (ค่า a_w) อธิบายได้ร้อยละ 36.77 โดยจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค PCA สามารถกลุ่มแบ่งกลุ่มของขนมขบเคี้ยวของ 12 สิ่งทดลองได้ 3 กลุ่มดังนี้ กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มที่มีค่า a_w สูง โดยสิ่งทดลองที่อยู่ในกลุ่มนี้มีสิ่งทดลองที่ 1, 4 และ 10 เนื่องจากมีปริมาณของไข่ไก่สดมาก กลุ่มที่ 2 คือกลุ่มที่มีค่าโปรตีนสูง โดยสิ่งทดลองที่อยู่ในกลุ่มนี้มีสิ่งทดลองที่ 3, 5, 6 และ 11 เนื่องจากมีปริมาณของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เพสท์ ไข่ขาวผง และกากถั่วเหลืองมาก และกลุ่มที่ 3 คือกลุ่มที่มีค่าความแข็งต่ำ สิ่งทดลองในกลุ่มนี้ ได้แก่ สิ่งทดลองที่ 2, 7, 8, 9 และ 12 เนื่องจากมีปริมาณของไข่ขาวผงและกากถั่วเหลืองที่ต่ำ ดังนั้นจากแผนภาพ Biplot ทำให้ทราบว่า ผงไข่ขาว กากถั่วเหลือง แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ และไข่ไก่สด มีอิทธิพลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว จึงเลือกปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อสัมผัสไปศึกษาต่อในขั้นตอนต่อไป

Ref. code: 25615809034035KUZ



รูปที่ 4.2 แผนภาพ Biplot ที่ได้จากการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนและการจัดกลุ่มที่ได้จากแผนภาพความชอบในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

4.3 ศึกษาอิทธิพลของไข่ขาวผง ไข่ไก่สด และกากถั่วเหลืองที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน ในขั้นตอนที่ 4.2 ได้เลือกสูตรที่มีโปรตีนสูงที่สุดคือ สูตรที่ 3 มาศึกษาต่อในขั้นตอนนี้ และพบว่า ไข่ขาวผง ไข่ไก่สด และกากถั่วเหลือง มีอิทธิพลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ในขั้นตอนนี้จึงศึกษาอิทธิพลที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน โดยศึกษาวัตถุดิบ 3 ชนิด ได้แก่ ไข่สดทั้งฟอง ไข่ขาวผง และกากถั่วเหลือง โดยใช้แผนการทดลอง Mixture design มีสิ่งทดลองทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง แสดงดังตารางที่ 4.14 จากนั้นตรวจวัดคุณภาพทางเคมี กายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวและการยอมรับของผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ได้ผลการทดลองดังนี้

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตารางที่ 4.14 สิ่งทดลองในการศึกษาอิทธิพลของไข่ขาวผง ไข่สดทั้งฟอง และกากถั่วเหลืองที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูง โดยใช้ Mixture design

สูตร	ไข่สดทั้งฟอง	ผงไข่ขาว	กากถั่วเหลือง
1	41.67	16.67	41.67
2	29.85	7.46	62.69
3	72.30	3.61	24.10
4	71.00	2.37	26.63
5	49.67	2.65	47.68
6	57.69	7.69	34.62

4.3.1 ปริมาณน้ำอิสระ

จากการทดสอบปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว (ตารางที่ 4.15) พบว่าปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทั้ง 6 สูตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วง 0.454 – 0.494 ซึ่งเป็นไปตามงานวิจัยของทุติยาภรณ์ และปาริชาติ (2556) ที่ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากแป้งข้าวก่ำ โดยกล่าวว่าค่าปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งมีผลโดยตรงต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากค่า a_w เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำอิสระที่เชื้อจุลินทรีย์ใช้ในการเจริญเติบโต จุลินทรีย์จะเจริญได้เมื่อมีค่าปริมาณน้ำอิสระตั้งแต่ 0.6 เป็นต้นไปซึ่งผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากแป้งข้าวก่ำมีปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.334

4.3.2 ปริมาณโปรตีน

จากการทดสอบปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว (ตารางที่ 4.15) พบว่าปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทั้ง 6 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยมีปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวสูตรที่ 2 สูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 24.64 เนื่องจากสูตรนี้มีปริมาณของกากถั่วเหลืองมากที่สุด แสดงว่าปริมาณของกากถั่วเหลืองมีผลต่อปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวสอดคล้องกับงานวิจัยของ ลดาวัลย์ และคณะ (2547) ที่ศึกษาการเติมกากถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์ขนมปังพบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังมีปริมาณโปรตีนมีโปรตีน 7.22 กรัม (คิดเป็น 14.4% Thai RDI) โดย Thai RDI กำหนดว่าปริมาณโปรตีนต้องไม่น้อยกว่า 10% ของ Thai RDI

Ref. code: 25615809034035KUZ

4.3.3 ค่าความแข็ง

จากการทดสอบค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว (ตารางที่ 4.15) พบว่าค่าความแข็งผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทั้ง 6 สูตรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวสูตรที่ 2 สูงที่สุด เท่ากับ 1250.3 N เนื่องจากมีปริมาณของกากถั่วเหลืองมากที่สุดและมีปริมาณของไข่สดทั้งฟองที่น้อยที่สุด เมื่อเทียบกับสูตรที่ 3 ที่มีค่าความแข็งน้อยที่สุดเพียงเท่ากับ 350.3 N เพราะมีปริมาณของไข่สดทั้งฟองที่มากที่สุด แสดงว่าปริมาณของกากถั่วเหลืองมีผลต่อค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภาวิณี และมาลีน่า (2557) ที่ศึกษาการเติมกากถั่วเหลืองในบัตเตอร์เค้กพบว่า มีค่าความแข็งของตัวอย่างที่ผ่านการอบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.15 ผลของปัจจัยที่มีต่อค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ปริมาณโปรตีนและค่าความแข็งของการศึกษาอิทธิพลของไข่สดทั้งฟอง ไข่ขาวผง และกากถั่วเหลืองที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

สูตร	a_w	ปริมาณโปรตีน (%)	ค่าความแข็ง (N)
1	0.474 ± 0.0^{b}	19.42 ± 0.1^{c}	620.1 ± 0.1^{c}
2	0.486 ± 0.0^{c}	24.64 ± 0.1^{e}	1250.3 ± 0.1^{f}
3	0.482 ± 0.0^{c}	13.75 ± 0.1^{a}	350.3 ± 0.1^{a}
4	0.494 ± 0.0^{d}	23.96 ± 0.1^{d}	425.9 ± 0.1^{b}
5	0.475 ± 0.0^{b}	18.53 ± 0.1^{b}	1048.5 ± 0.1^{e}
6	0.454 ± 0.0^{a}	19.68 ± 0.1^{c}	753.1 ± 0.1^{d}

$^{a, b, c, \ldots}$ ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.3.4 การประเมินทางประสาทสัมผัส

จากการพิจารณาคะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝนต่อคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว (ลักษณะปรากฏ ความกรอบ ความแข็ง ความหวาน และความชอบโดยรวม) โดยใช้วิธี 9 – point hedonic scale ร่วมกับวิธีการทดสอบความพอดี (just about right: JAR) ในด้านความกรอบ ความแข็ง และรสหวานของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ในผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน

Ref. code: 25615809034035KUZ

4.3.4.1 การประเมินความชอบ

จากการทดสอบความชอบต่อคุณลักษณะ ลักษณะปรากฏ ความกรอบ ความแข็ง รสหวาน และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว (ตารางที่ 4.16) พบว่า คะแนนความชอบโดยเฉลี่ยในคุณลักษณะต่างๆ ที่ศึกษาสัดส่วนของไข่สดทั้งฟอง ไข่ขาวผง และกากถั่วเหลืองเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยแนวโน้มความชอบของผู้ทดสอบในด้านความกรอบและความแข็งที่เพิ่มขึ้น ทำให้ความชอบโดยรวมสูง แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของความกรอบและความแข็งมีผลโดยตรงต่อความชอบของผู้ทดสอบ ดังนั้นสูตรที่มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด คือสูตรที่ 1 เนื่องจากมีคะแนนด้านความกรอบและความแข็งที่สูงกว่าสูตรอื่น รวมถึงด้านอื่นๆ ก็มีคะแนนความชอบสูงด้วยเช่นกัน เมื่อเทียบกับสูตรที่มีคะแนนความชอบโดยรวมน้อยที่สุด คือสูตรที่ 2 เนื่องจากมีคะแนนความชอบด้านความแข็ง เท่ากับ 4.93 คะแนน ซึ่งน้อยกว่าสูตรที่ 1 ที่มีคะแนนความชอบถึง 6.83 ทคะแนน และจากภาคผนวก เมื่อนำคะแนนความชอบทุกคุณลักษณะวิเคราะห์ด้วย Mixture design พบว่า การเติมไข่ขาวผง มีแนวโน้มทำให้คะแนนทุกคุณลักษณะเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยสังเกตจากโซนสีแดงคือ มีคะแนนสูงที่สุด

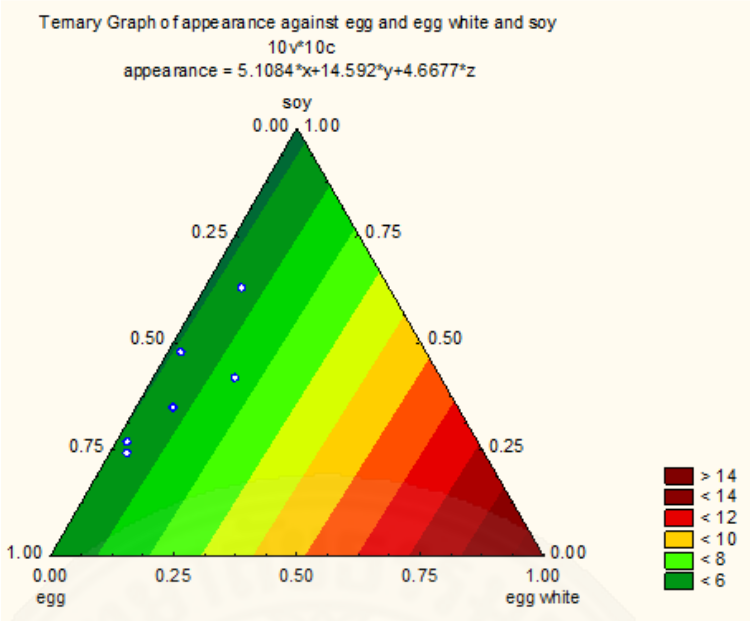
ตารางที่ 4.16 คะแนนทางด้านประสาทสัมผัสจากการประเมินความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ศึกษาอิทธิพลของไข่สดทั้งฟอง ไข่ขาวผง และกากถั่วเหลือง

สูตร	ลักษณะปรากฏ	ความกรอบ	ความแข็ง	รสหวาน	ความชอบโดยรวม
1	6.57 ± 1.0^{d}	7.03 ± 1.0^{d}	6.83 ± 0.9^{cd}	6.77 ± 0.9^{d}	6.77 ± 0.7^{d}
2	5.37 ± 1.5^{b}	5.67 ± 1.8^{b}	4.93 ± 1.8^{a}	5.13 ± 1.8^{a}	5.30 ± 1.4^{a}
3	5.47 ± 1.4^{b}	5.10 ± 1.8^{ab}	4.97 ± 1.8^{a}	5.70 ± 1.9^{ab}	5.63 ± 1.9^{ab}
4	4.97 ± 1.6^{a}	4.97 ± 1.4^{a}	5.13 ± 1.5^{b}	6.00 ± 1.5^{cd}	5.73 ± 1.5^{ab}
5	5.43 ± 1.9^{b}	6.63 ± 2.1^{c}	5.23 ± 1.8^{b}	5.30 ± 2.0^{ab}	5.47 ± 1.8^{ab}
6	5.63 ± 1.0^{bc}	6.53 ± 1.1^{c}	6.17 ± 1.4^{c}	5.93 ± 1.9^{bc}	6.13 ± 1.7^{cd}

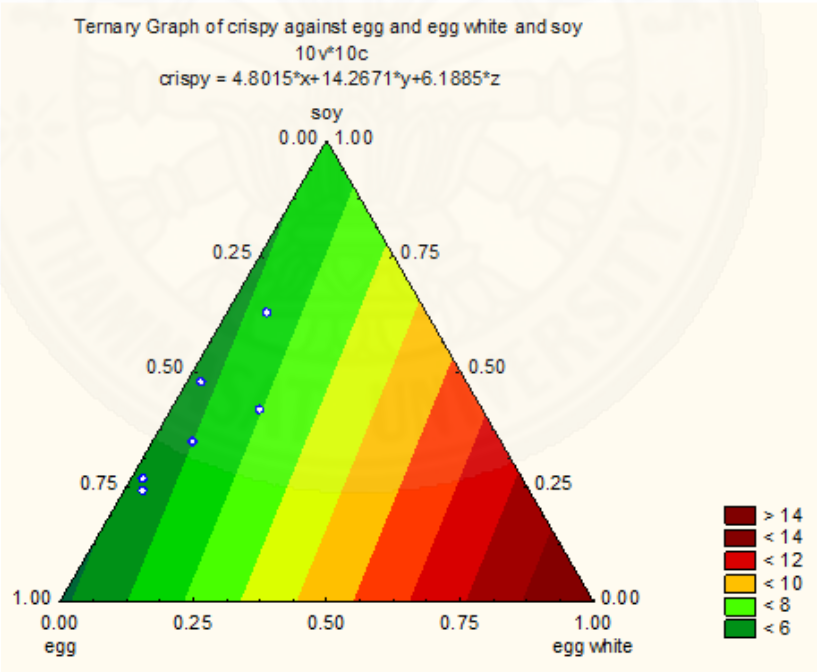
$^{a, b, c, \ldots}$ ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ผลจากการวิเคราะห์ contour plot โดยพิจารณาจากคะแนนทางด้านประสาทสัมผัส (ลักษณะปรากฏ ความกรอบ ความแข็ง รสหวาน และความชอบโดยรวม) ดังรูปที่ 4.3 - 4.4 พบว่า ในพื้นที่โซนสีแดงเป็นโซนที่บ่งบอกว่าหากมีการเติมในผลิตภัณฑ์ จะทำให้ผู้บริโภคชอบมากยิ่งขึ้น และจากรูปสังเกตได้ว่าโซนสีแดงคือ ไข่ขาวผง และอยู่ในโซนสีแดงทุกคุณลักษณะ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนที่มีการเติมไข่ขาวผง มีแนวโน้มว่าจะทำให้ผู้บริโภคชอบมากขึ้น

Ref. code: 25615809034035KUZ

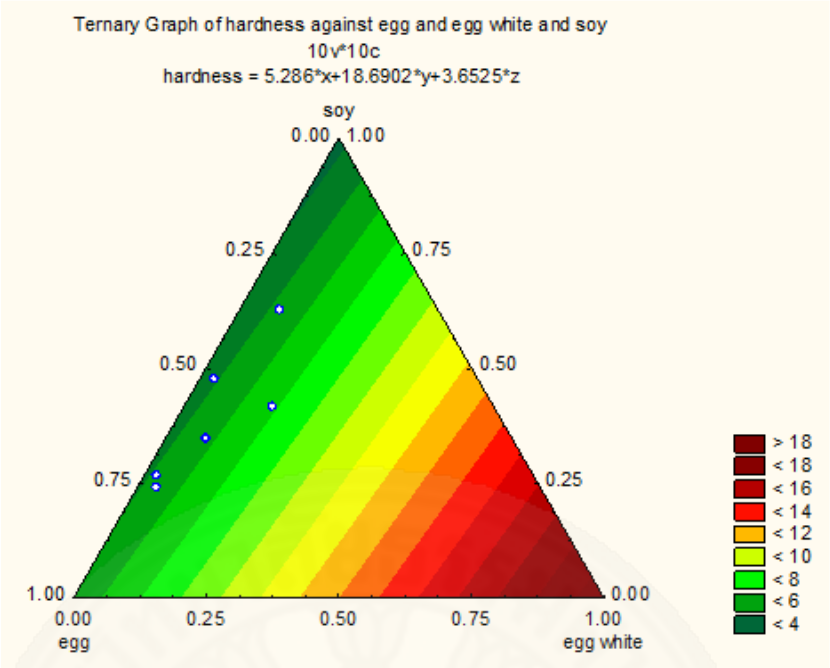


รูปที่ 4.3 พื้นที่ตอบสนองของคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ

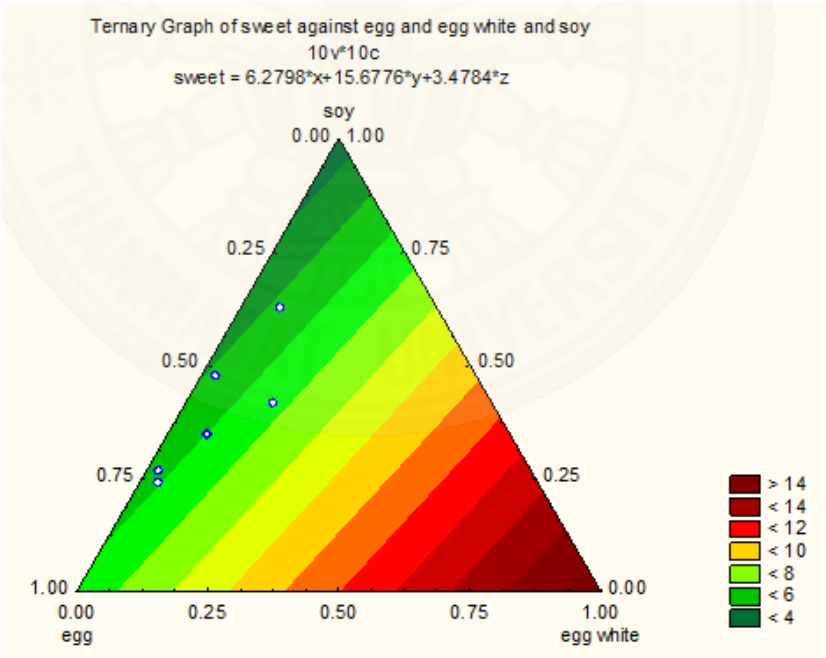


รูปที่ 4.4 พื้นที่ตอบสนองของคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านความกรอบ

Ref. code: 25615809034035KUZ

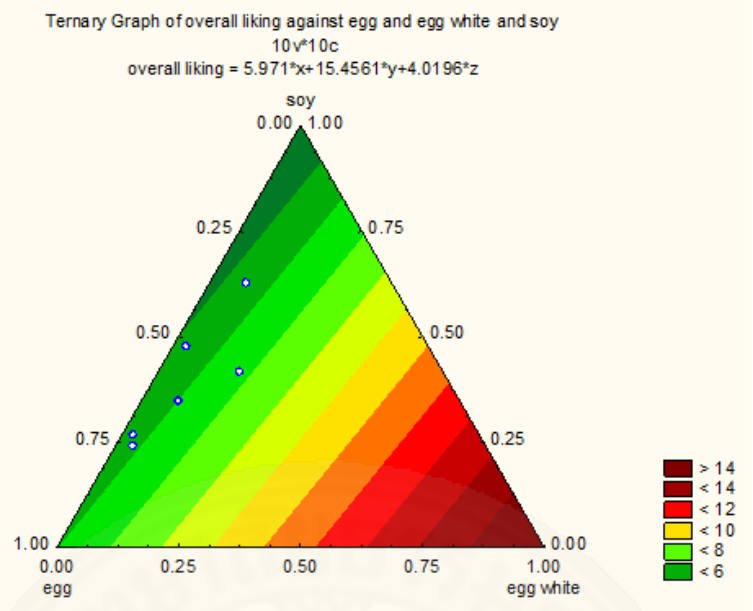


รูปที่ 4.5 พื้นที่ตอบสนองของคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านความแข็ง



รูปที่ 4.6 พื้นที่ตอบสนองของคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านรสหวาน

Ref. code: 25615809034035KUZ



รูปที่ 4.7 พื้นที่ตอบสนองของคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านความชอบโดยรวม

4.3.4.2 การทดสอบความพอดี

จากการทดสอบความพอดีในด้านความกรอบ (ตารางที่ 4.17) ที่ศึกษาสัดส่วนของไข่สดทั้งฟอง ไข่ขาวผง และกากถั่วเหลืองเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวพบว่าแนวโน้มความพอดีในด้านความกรอบที่ศึกษาสัดส่วนระหว่างไข่สดทั้งฟอง ไข่ขาวผง และกากถั่วเหลือง โดยสูตรที่ 1, 2, 5 และ 6 มีค่า net score น้อยกว่า 20 (0, 0, 10 และ 6.66 ตามลำดับ) เห็นว่าผู้ทดสอบไม่ต้องปรับปรุง กล่าวคือทั้ง 4 สูตรมีความกรอบพอดีแล้ว เนื่องจากมี ไข่ขาวผง และกากถั่วเหลืองที่เหมาะสม และเมื่อพิจารณาจากการประเมินความชอบพบว่า มีคะแนนความชอบมากกว่า 5 คะแนน ทั้ง 4 สูตร ในขณะที่สูตรที่ 3 มีปริมาณไข่สดทั้งฟองสูงที่สุด และสูตรที่ 4 มีไข่ขาวผงต่ำที่สุด ทำให้มีค่า net score มากกว่า 20 (net score เท่ากับ 56.67 และ 30 ตามลำดับ) แสดงว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่เห็นว่ามีความกรอบของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวน้อยเกินไป แนวโน้มความพึงพอใจของผู้ทดสอบมากขึ้นเมื่อความกรอบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมากขึ้น

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตารางที่ 4.17 ทิศทางของลักษณะทางด้านความกรอบของขนมขบเคี้ยวจากการทดสอบความพอดี

สูตร	จำนวนผู้บริโภคร้อยละ			Net Score
	น้อยเกินไป	พอดี	มากเกินไป	
1	23.33	53.33	23.33	0.00
2	30.00	40.00	30.00	0.00
3	66.67	33.33	10.00	56.67
4	43.33	43.33	13.33	30.00
5	30.00	50.00	20.00	10.00
6	26.67	40.00	33.33	6.66

จากการทดสอบความพอดีในด้านความแข็ง (ตารางที่ 4.18) ที่ศึกษาสัดส่วนของไข่สดทั้งฟอง ไข่ขาวผง และกากถั่วเหลืองเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวพบว่าแนวโน้มความพอดีในด้านความแข็งที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับ ได้แก่สูตรที่ 1, 5 และ 6 ซึ่งมีค่า net score น้อยกว่า 20 (-, 3.33 และ 0 ตามลำดับ) แสดงว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ยอมรับว่าที่ทั้ง 3 สูตรมีความแข็งพอดีแล้ว เนื่องจากมีไข่ขาวผง และกากถั่วเหลืองที่เหมาะสม ในขณะที่สูตรอื่นๆ มีปริมาณไข่สดทั้งฟองสูง และไข่ขาวผงต่ำ ทำให้มีค่า net score มากกว่า 20 (net score เท่ากับ 37.23, 43.33 และ 50 ตามลำดับ) แสดงว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่เห็นว่ามีความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวน้อยเกินไป แนวโน้มความพึงพอใจของผู้ทดสอบมากขึ้นเมื่อความแข็งผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมากขึ้น

ตารางที่ 4.18 ทิศทางของลักษณะทางด้านความแข็งของขนมขบเคี้ยวจากการทดสอบความพอดี

สูตร	จำนวนผู้บริโภคร้อยละ			Net Score
	น้อยเกินไป	พอดี	มากเกินไป	
1	3.33	70.00	26.67	-
2	57.23	23.33	20.00	37.23
3	60.00	23.33	16.67	43.33
4	66.67	16.67	16.67	50.00
5	20.00	56.67	23.33	3.33
6	16.67	66.67	16.67	0.00

Ref. code: 25615809034035KUZ

จากการทดสอบความพอดีในด้านรสหวาน (ตารางที่ 4.19) ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทั้ง 6 สูตร มีค่า net score มากกว่า 20 (net score เท่ากับ 53.33, 63.33, 26.67, 50, 26.67 และ 40 ตามลำดับ) แสดงว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่เห็นว่ามีรสหวานของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวน้อยเกินไป แนวโน้มความพึงพอใจของผู้ทดสอบจะมากขึ้นเมื่อรสหวานผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมากขึ้น

ตารางที่ 4.19 ทิศทางของลักษณะทางด้านรสหวานของขนมขบเคี้ยวจากการทดสอบความพอดี

สูตร	จำนวนผู้บริโภคร้อยละ			Net Score
	น้อยเกินไป	พอดี	มากเกินไป	
1	60.00	33.33	6.67	53.33
2	63.33	36.67	0.00	63.33
3	50.00	26.67	23.33	26.67
4	60.00	30.00	10.00	50.00
5	46.67	33.33	20.00	26.67
6	53.33	33.33	13.33	40.00

เมื่อพิจารณาผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ความแข็ง และความกรอบ เป็นคุณลักษณะสำคัญที่ส่งผลต่อความชอบของผู้บริโภค เมื่อความกรอบเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ผู้บริโภคชื่นชอบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับแผนภาพคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค โดยใช้แบบจำลองคาโน (รูปที่ 4.1) ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 1 เพื่อไปศึกษาต่อในขั้นตอนต่อไป

4.4 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของคาราเมลสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

จากผลการพิจารณาคุณลักษณะที่ส่งผลต่อความชอบของผู้บริโภคพบว่า รสหวานส่งผลต่อความชอบของผู้บริโภค โดยเมื่อผลิตภัณฑ์มีรสหวานจะทำให้มีความชอบเพิ่มขึ้น ตามแผนภาพคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค โดยใช้แบบจำลองคาโน (รูปที่ 4.1) ประกอบกับในขั้นตอนที่ 4.3 สูตรที่มีคะแนนความชอบสูงที่สุด คือสูตรที่ 1 และเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4.15 บอกทิศทางของลักษณะทางด้านรสหวานของขนมขบเคี้ยวจากการทดสอบความพอดี พบว่า ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนยังมีรสหวานไม่พอดี ดังนั้นจึงต้องศึกษาสูตรที่เหมาะสมของคาราเมลที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว โดยศึกษาปริมาณของน้ำตาลทราย 3 ระดับ ดังนี้ ร้อยละ 27.78, ร้อยละ 36.59 และ ร้อยละ 49.02 (ในตารางที่ 4.20) ทำการตรวจวัดคุณภาพทางเคมี กายภาพของ

Ref. code: 25615809034035KUZ

ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวและการยอมรับของผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.20 สูตรของคาราเมลสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

อัตราส่วนผสม	สูตร (กรัมและร้อยละ)			
	สูตรมาตรฐาน	**1**	**2**	**3**
น้ำตาลทราย	300	100	150	250
น้ำตาลมะพร้าว	320	100	100	100
กลูโคสไซรัป	120	60	60	60
น้ำ	80	80	80	80
เนย	128	20	20	20

ที่มา: สูตรพื้นฐานดัดแปลงจาก อรวรรณ และคณะ (2551)

4.4.1 ค่าสี

จากการทดสอบค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวปริมาณของน้ำตาลทราย 3 ระดับ (ตารางที่ 4.21) พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมีค่าความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 39.22 - 43.58 ค่าสีแดง (a*) อยู่ในช่วง 8.27 - 8.46 ค่าสีเหลือง (b*) อยู่ในช่วง 15.14 - 15.72 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ซึ่งการเพิ่มของค่า b* อาจเป็นผลมาจากการเติมน้ำตาลทรายที่เพิ่มขึ้น ซึ่งระหว่างการให้ความร้อนอาจมีผลทำให้เกิดการย่อยสลายของซูโครส ได้เป็นกลูโคสและฟรุกโตสซึ่งเป็นน้ำตาลรีดิวซ์จัดเป็นสารตั้งต้นสำหรับการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด นอกจากนี้การให้ความร้อนสูงแก่น้ำตาลอาจมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชั่น ซึ่งอาจทำให้เพิ่มความเป็นสีเหลือง - น้ำตาลกับผลิตภัณฑ์อาหาร (Besbes และคณะ, 2009)

4.4.2 ปริมาณน้ำอิสระ

จากการทดสอบปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว (ตารางที่ 4.22) พบว่าปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทั้ง 3 สูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วง 0.472 – 0.486 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทั่วไปที่ต้องมีปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.6

Ref. code: 25615809034035KUZ

4.4.3 ค่าความแข็ง

จากการทดสอบค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว (ตารางที่ 4.22) พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทั้ง 6 สูตรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวสูตรที่มีน้ำตาลทรายร้อยละ 27.78 สูงที่สุด เท่ากับ 1193.4 N เมื่อเทียบกับสูตรที่มีน้ำตาลทรายร้อยละ 36.59 และร้อยละ 49.02 ที่มีค่าความแข็งเท่ากับ 842.1 N และ 1029.8 N ตามลำดับ

ตารางที่ 4.21 ผลของการแปรปริมาณของน้ำตาลทราย 3 ระดับ ที่มีผลต่อค่าสีของคาราเมลเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

สูตร (ร้อยละ)	ค่าสี		
	L*	a*	b*
27.78	39.22 ± 0.34[c]	8.27 ± 0.16[a]	15.53 ± 0.27[a]
36.59	41.57 ± 0.32[b]	8.28 ± 0.78[a]	15.14 ± 0.71[a]
49.02	43.58 ± 0.47[a]	8.46 ± 0.51[a]	15.72 ± 0.26[a]

[a, b และ c] ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.22 ผลของการแปรปริมาณของน้ำตาลทราย 3 ระดับ ที่มีผลต่อ a_w และค่าความแข็งของคาราเมลเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

สูตร	a_w	ค่าความแข็ง (N)
27.78	0.472 ± 0.00[a]	1193.4 ± 0.27[a]
36.59	0.483 ± 0.00[a]	842.1 ± 0.71[c]
49.02	0.486 ± 0.01[a]	1029.8 ± 0.26[b]

[a, b และ c] ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.3.4 การประเมินทางประสาทสัมผัส

จากการพิจารณาคะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝนต่อคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว (ลักษณะปรากฏ ความกรอบ ความแข็ง รสหวาน และความชอบโดยรวม) โดยใช้วิธี 9 – point hedonic scale ร่วมกับวิธีการทดสอบความพอดี (just about right: JAR) ในด้านรสหวานและความมันเงาของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ในผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน

Ref. code: 25615809034035KUZ

4.3.4.1 การประเมินการยอมรับ

จากการทดสอบความชอบต่อคุณลักษณะ ลักษณะปรากฏ ความกรอบ ความแข็ง รสหวาน และความชอบโดยรวมของคาราเมลที่มีปริมาณของน้ำตาลทรายที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4.23) พบว่า คะแนนความชอบโดยเฉลี่ยในคุณลักษณะต่างๆ ของการแปรปริมาณน้ำตาลทรายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยแนวโน้มความชอบของผู้ทดสอบในด้าน รสหวานที่เพิ่มขึ้นทำให้ความชอบโดยรวมลดลง แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณของน้ำตาลทรายในคาราเมล มีผลโดยตรงต่อการยอมรับของผู้ทดสอบ ดังนั้นสูตรที่มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด คือสูตรที่มีน้ำตาลทรายร้อยละ 27.78 เนื่องจากมีคะแนนด้านรสหวานที่สูงกว่าสูตรอื่น รวมถึงด้านอื่นๆ ก็มีคะแนนความชอบสูงด้วยเช่นกัน เมื่อเทียบกับสูตรที่มีคะแนนความชอบโดยรวมน้อยที่สุด คือสูตรที่มีน้ำตาลทรายร้อยละ 36.59 เท่ากับ 6.33 คะแนน แต่มีคะแนนความชอบด้าน รสหวานเท่ากับสูตรที่มีน้ำตาลทรายร้อยละ 49.02 (7.00 คะแนน)

4.3.4.2 การทดสอบความพอดี

จากการทดสอบความพอดีในด้านรสหวาน (ตารางที่ 4.24) ที่ปริมาณของน้ำตาลทรายที่แตกต่างกันในคาราเมลเพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวพบว่า แนวโน้มความพอดีในด้านความหวานที่ปริมาณของน้ำตาลทรายที่แตกต่างกันที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับ คือ ระดับปริมาณของน้ำตาลทรายร้อยละ 27.78 ซึ่งมีค่า net score เท่ากับ 70 แสดงว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ยอมรับว่าที่ระดับปริมาณของน้ำตาลทรายร้อยละ 27.78 คือ มีความหวานพอดีแล้ว ในขณะที่ระดับปริมาณของน้ำตาลทรายร้อยละ 36.59 และ ร้อยละ 49.02 มีค่า net score น้อยกว่า 20 (net score = 10 และ 20 ตามลำดับ) แสดงว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่เห็นว่าที่ปริมาณของน้ำตาลทรายร้อยละ 36.59 และร้อยละ 49.02 มีความหวานเกินไป แนวโน้มความพึงพอใจของผู้ทดสอบมากขึ้นเมื่อรสหวานของคาราเมลที่เคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวลดลง

ตารางที่ 4.23 ทิศทางของลักษณะทางด้านรสหวานของขนมขบเคี้ยวจากการทดสอบความพอดี

สูตร (ร้อยละ)	จำนวนผู้บริโภคร้อยละ			Net Score
	น้อยเกินไป	พอดี	มากเกินไป	
27.78	30	70	0	-
36.59	20	50	30	10
49.02	15	50	35	20

Ref. code: 25615809034035KUZ

จากตารางที่ 4.25 ผลการทดสอบความพอดีในด้านความมันเงาที่ปริมาณของน้ำตาลทรายที่แตกต่างกันในคาราเมลเพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว พบว่า แนวโน้มความพอดีในด้านความมันเงาที่ปริมาณของน้ำตาลทรายที่แตกต่างกันที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับ คือ ระดับปริมาณของน้ำตาลทรายร้อยละ 36.59 ซึ่งมีค่า net score เท่ากับ 0 แสดงว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ยอมรับว่าที่ระดับปริมาณของน้ำตาลทรายร้อยละ 36.59 คือ มีความมันเงาพอดีแล้ว ในขณะที่ระดับปริมาณของน้ำตาลทรายร้อยละ 27.78 และร้อยละ 49.02 กรัม มีค่า net score มากกว่า 20 (net score เท่ากับ 66.66 และ 83.33 ตามลำดับ) แสดงว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่เห็นว่าที่ปริมาณของน้ำตาลทรายร้อยละ 36.59 และร้อยละ 49.02 มีความมันเงาน้อยเกินไป แนวโน้มความพึงพอใจของผู้ทดสอบจะมากขึ้นเมื่อความมันเงาของคาราเมลที่เคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.24 ทิศทางของลักษณะทางด้านความมันเงาของขนมขบเคี้ยวจากการทดสอบความพอดี

สูตร (ร้อยละ)	จำนวนผู้บริโภคร้อยละ			Net Score
	น้อยเกินไป	พอดี	มากเกินไป	
27.78	83.33	0.00	16.67	66.66
36.59	16.67	66.67	16.67	0.00
49.02	83.33	16.67	0.00	83.33

ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมของคาราเมลที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน โดยแปรปริมาณของน้ำตาลทราย 3 ระดับ ดังนี้ ร้อยละ 27.78 ร้อยละ 36.59 และร้อยละ 49.02 พบว่า สูตรที่มีคะแนนความชอบสูงที่สุดคือสูตรที่มีน้ำตาลทรายร้อยละ 27.78

4.5 ศึกษาการเติมมอลโทเดกซ์ทรินลงในคาราเมลสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

นำสูตรที่มีคะแนนความชอบสูงที่สุด จากขั้นตอน 4.4 ที่คาราเมลมีปริมาณน้ำตาลทรายร้อยละ 27.78 แต่พบว่า เมื่อนำคาราเมลมาเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน ที่หน้าผลิตภัณฑ์นั้นเมื่อพิจารณาจากทิศทางของลักษณะทางด้านความมันเงาเห็นว่าควรที่จะมีการปรับปรุงจึงมีการศึกษาการเติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมลสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว โดยทำการศึกษาเทียบกับสูตรคาราเมลที่ไม่ได้เติมมอลโทเดกซ์ทรินและนำไปเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ได้ผลการทดลองดังนี้

Ref. code: 25615809034035KUZ

4.5.1 ลักษณะทางเคมีกายภาพ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ศึกษาการเติมและไม่เติมมอลโทเดกซ์ทริน (ตารางที่ 4.26) พบว่า เมื่อเติมมอลโทเดกซ์ทรินลงในคาราเมลและนำไปเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 34.82 ซึ่งมากขึ้นเมื่อเทียบกับสูตรที่ไม่เติมมอลโทเดกซ์ทริน จากค่าความสว่างเพิ่มขึ้นผู้วิจัยสังเกตได้ว่าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีเติมมอลโทเดกซ์ทรินลงในคาราเมลมีความมันเงาขึ้น มีค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ลดลง เท่ากับ 7.61 และ 11.23 ตามลำดับ ในส่วนของปริมาณน้ำอิสระทั้ง 2 สูตรนั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีเติมมอลโทเดกซ์ทรินลงในคาราเมลมีปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 0.393 ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ไม่เติมมอลโทเดกซ์ทรินลงในคาราเมลเท่ากับ 0.447 และเมื่อพิจารณาค่าความแข็งผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีเติมและไม่เติมมอลโทเดกซ์ทรินลงในคาราเมลพบว่าการเติมมอลโทเดกซ์ทรินลงในคาราเมลเพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว มีค่าความแข็ง เท่ากับ 1102.4 N และเมื่อไม่เติมมอลโทเดกซ์ทรินมีค่าความแข็ง เท่ากับ 1055.1 N ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4.27)

ตารางที่ 4.25 ค่าสีที่มีต่อการไม่เติมและเติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมลเพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

สูตร	ค่าสี		
	L*	a*	b*
ไม่เติม	32.05 ± 1.02^{b}	7.71 ± 0.25^{a}	11.26 ± 0.21^{a}
เติม	34.82 ± 0.46^{a}	7.61 ± 0.04^{a}	11.23 ± 0.21^{a}

a และ b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.26 ค่า a_w และค่าความแข็งที่มีต่อการไม่เติมและเติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมลเพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

สูตร (ร้อยละ)	aw	ค่าความแข็ง (N)
ไม่เติม	0.447 ± 0.05^{b}	1055.1 ± 0.71^{a}
เติม	0.393 ± 0.07^{a}	1102.4 ± 0.27^{a}

a และ b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

Ref. code: 25615809034035KUZ

4.5.2 การประเมินทางประสาทสัมผัส

ในขั้นตอนการทดลองนี้ใช้การประเมินทางประสาทสัมผัสเป็นตัวแปรหลักในการตัดสินใจเลือกเติมหรือไม่เติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมลเพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ซึ่งจะพิจารณาทิศทางการยอมรับของผู้ทดสอบทั่วไปต่อคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโดยใช้วิธี 9 – point hedonic scale ร่วมกับวิธีการทดสอบความพอดี (just about right: JAR) ในด้านความมันเงาของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ในผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน

4.5.2.1 การประเมินความชอบ

จากการทดสอบความชอบต่อคุณลักษณะ ลักษณะปรากฏ ความกรอบ ความแข็ง ความหวาน และความชอบโดยรวมของการไม่เติมและเติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมลเพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว (ตารางที่ 4.28) พบว่า คะแนนความชอบโดยเฉลี่ยในคุณลักษณะต่างๆ ของการไม่เติมและเติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมลเพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยแนวโน้มความชอบของผู้ทดสอบในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ ความแข็ง และความชอบโดยรวมลดลง เมื่อไม่มีการเติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมล แสดงให้เห็นว่าการเติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมล มีผลโดยตรงต่อการยอมรับของผู้ทดสอบ

ตารางที่ 4.27 คะแนนทางด้านประสาทสัมผัสจากการประเมินความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อการไม่เติมและเติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมลเพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

สูตร	ลักษณะปรากฏ	ความกรอบ	ความแข็ง	ความหวาน	ความชอบโดยรวม
ไม่เติม	5.40 ± 0.55^{b}	6.20 ± 0.84^{b}	6.20 ± 0.83^{b}	7.00 ± 0.71^{b}	5.80 ± 0.84^{b}
เติม	7.20 ± 0.84^{a}	7.00 ± 0.70^{a}	6.80 ± 1.10^{a}	7.60 ± 0.54^{a}	7.33 ± 0.57^{a}

^{a} และ ^{b} ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.5.2.2 การทดสอบความพอดี

จากการทดสอบความพอดีในด้านความมันเงา (ตารางที่ 4.28) ที่เติมและไม่เติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมลเพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวพบว่า แนวโน้มความพอดีในด้านความมันเงาที่เติมหรือไม่เติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมลเพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับ คือ การเติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมล ซึ่งมีค่า net score เท่ากับ 20 แสดงว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ยอมรับว่า การเติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมลมีความมันเงาพอดีแล้ว ในขณะที่สูตรไม่เติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมล มีค่า net score มากกว่า 20 (net score = 80) แสดงว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่เห็นว่าที่ไม่เติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมลมีความมันเงาของคาราเมลที่เคลือบ

Ref. code: 25615809034035KUZ

ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวน้อยเกินไป แนวโน้มความพึงพอใจของผู้ทดสอบมากขึ้นเมื่อความมันเงาของคาราเมลที่เคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมากขึ้น

ตารางที่ 4.28 ทิศทางของลักษณะทางด้านความมันเงาที่เติมและไม่เติมมอลโทเดกซ์ทรินในคาราเมลเพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว จากการทดสอบความพอดี

สูตร	จำนวนผู้บริโภคร้อยละ			Net Score
	น้อยเกินไป	พอดี	มากเกินไป	
ไม่เติม	80	20	0	80
เติม	20	40	40	20

ดังนั้นการเติมมอลโทเดกซ์ทริน ทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมลมีความมันเงาเพิ่มมากขึ้น และแนวโน้มความพึงพอใจของผู้ทดสอบมากขึ้น เมื่อความมันเงาของคาราเมลที่เคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเพิ่มมากขึ้น

4.6 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

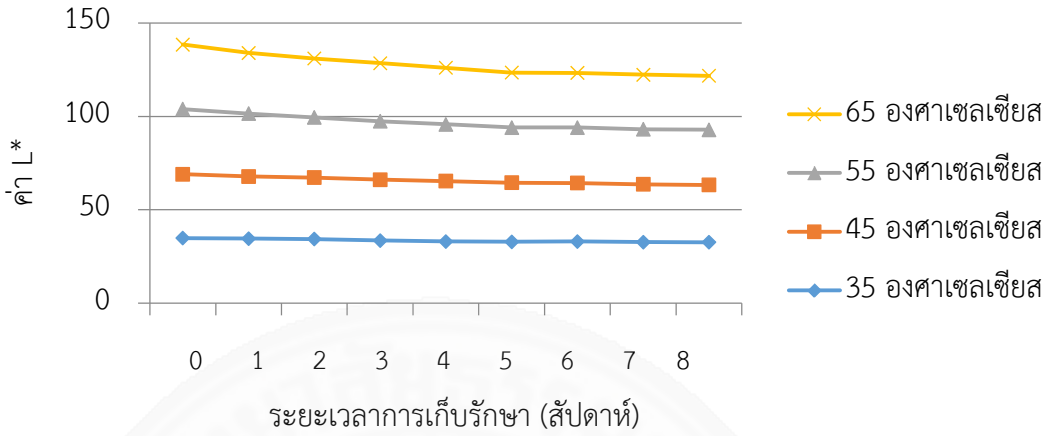
นำสูตรผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมลจากขั้นตอน 4.5 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมลในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ เป็นถุงอลูมิเนียมแบบเคลือบที่สามารถปิดผนึกได้ด้วยความร้อน ขนาด 6 x 9 เซนติเมตร บรรจุขนมขบเคี้ยวจำนวน 15 ชิ้น (น้ำหนัก 30 กรัม) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 65 องศาเซลเซียส โดยจะทำการสุ่มตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 0 ของการเก็บรักษาและทุกๆ 1 สัปดาห์ ได้ผลการทดลอง ดังนี้

4.6.1 ค่าสี (L*, a*, b*)

จากการศึกษาค่า L* a* b* จากรูป 4.8 พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง มีปัจจัย 2 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิในการเก็บรักษา และระยะเวลามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ โดยระยะเวลามีผลมากกว่าอุณหภูมิในการเก็บ (พิจารณาจาก F – value ในภาคผนวก ง) ซึ่งระยะการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าความสว่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกับอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาส่งผลต่อค่าความสว่างเช่นกัน สอดคล้องกับ Sowbhagya และคณะ (2005) พบว่า ระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าความสว่างลดลง

Ref. code: 25615809034035KUZ

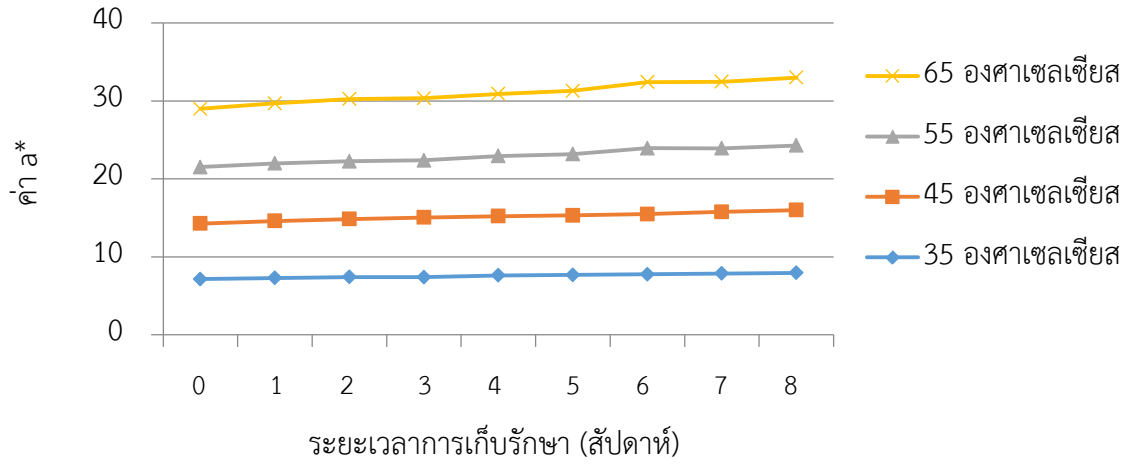
ในระยะเวลา 10 สัปดาห์ที่อุณหภูมิปกติ ในขณะที่อุณหภูมิในการเก็บที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความสว่างลดลงเช่นเดียวกัน



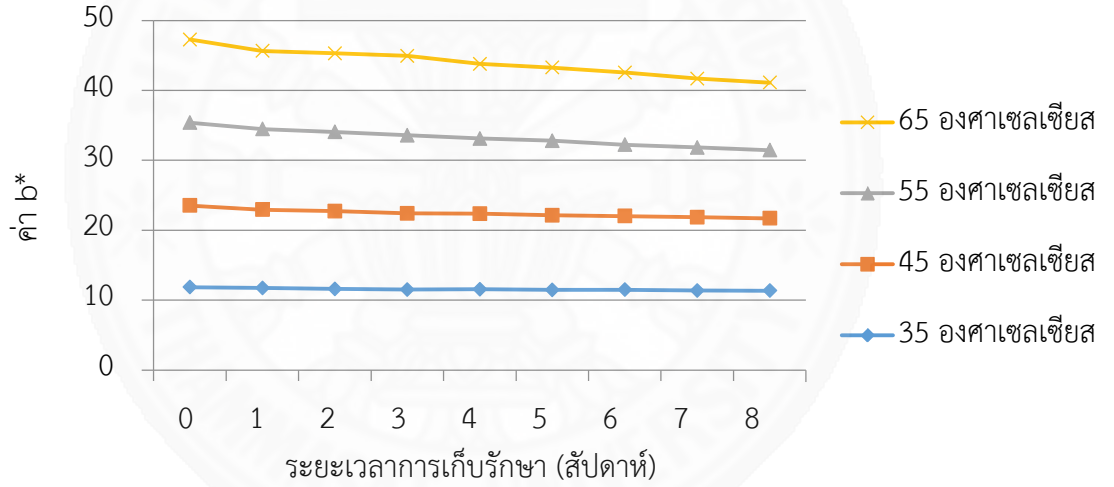
รูปที่ 4.8 ค่า L* ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์

จากรูปที่ 4.9 พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ซึ่งมีค่าสีแดงมากขึ้นพบว่า ปัจจัยที่ศึกษาส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่านี้ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ โดยอุณหภูมิในการเก็บมีผลมากกว่าระยะเวลาที่ใช้ศึกษาที่อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ค่า a* สูงขึ้น จากการเกิดสารสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ ในขณะที่ระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นเป็นการส่งเสริมให้ค่า a* เพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นเดียวกับอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาส่งผลต่อค่า a* เช่นกัน ($p < 0.05$) (Jeremiah และ Gibson, 2001) และค่า b* เช่นกัน ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นมีแนวโน้มที่จะทำให้ค่าดังกล่าวนี้เพิ่มสูงขึ้น (รูปที่ 4.7)

Ref. code: 25615809034035KUZ



รูปที่ 4.9 ค่า a* ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์



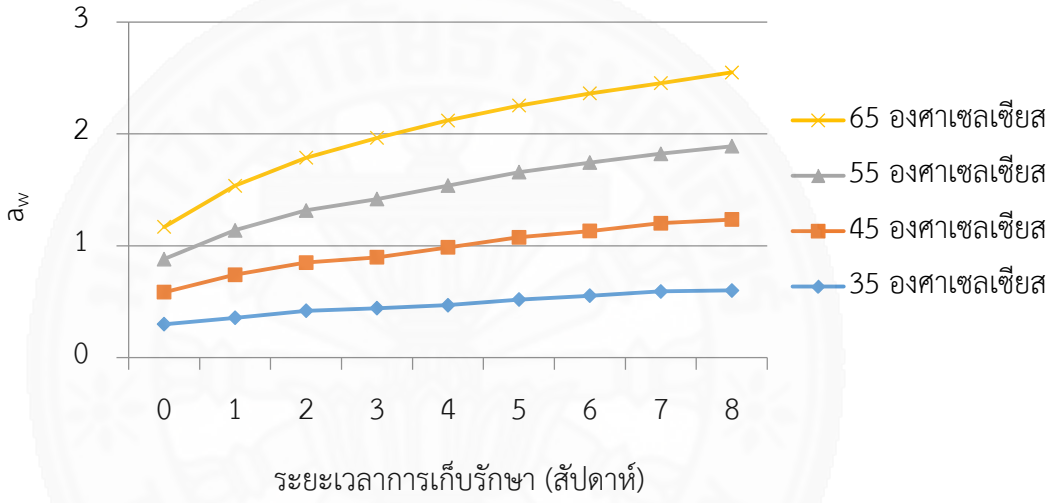
รูปที่ 4.10 ค่า b* ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์

4.6.2 ปริมาณน้ำอิสระ

จากการศึกษาปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (พิจารณาจาก F – value ในภาคผนวก ง) เป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและและ 119.35 g/sec ตามลำดับ ผลที่ได้สอดคล้องกับคุณลักษณะที่ผู้บริโภคชอบที่ได้จากการศึกษาแนวโน้มคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคชอบจากข้อ 4.1.2 คือผลิตภัณฑ์ต้องมีความสว่างมากในช่วง 50.90 ป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว จึงมีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของ

Ref. code: 25615809034035KUZ

ผลิตภัณฑ์ เนื่องจากค่า a_w เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ เช่น แบคทีเรียไม่สามารถเจริญได้ที่ค่า a_w ต่ำกว่า 0.9 และราจะไม่เจริญเติบโตที่ค่า a_w ต่ำกว่า 0.7 ให้ผลการศึกษาปริมาณน้ำอิสระ (กฤตลักษณ์ และคณะ, 2553) ตามรูปที่ 4.11 พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง มีปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง 8 สัปดาห์ โดยผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำอิสระมากที่สุด รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แสดงว่า อุณหภูมิและระยะเวลาที่ในการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

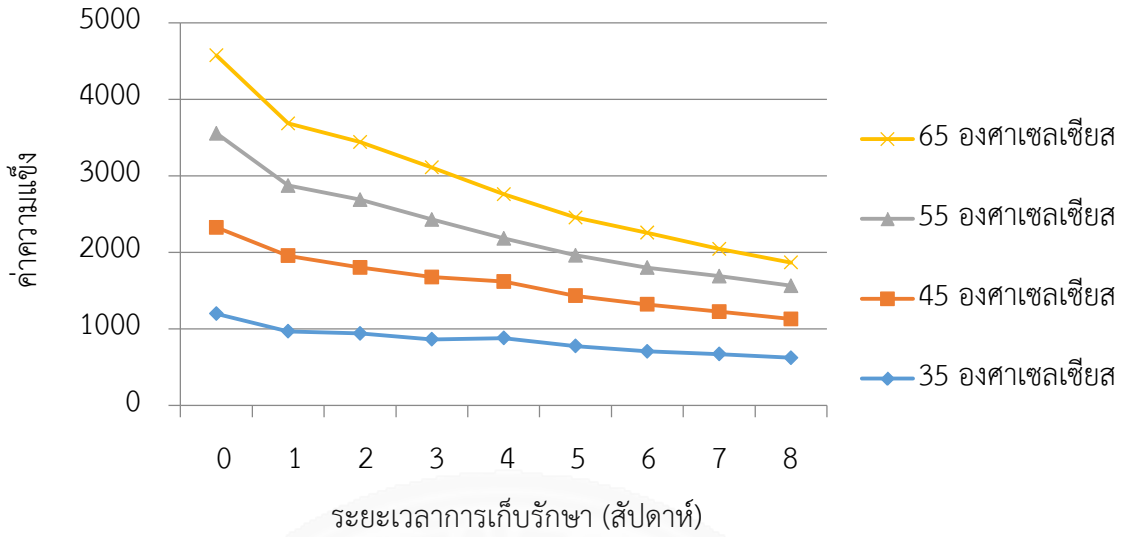


รูปที่ 4.11 a_w ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์

4.6.3 ค่าความแข็ง

จากการศึกษาค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (พิจารณาจาก F – value ในภาคผนวก ง) ให้ผลการศึกษาค่าความแข็ง ตามรูปที่ 4.12 พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง มีค่าความแข็งลดลงตลอดการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง โดยผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส มีค่าความแข็งต่ำที่สุด รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55, 45 และ 35 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แสดงว่า อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งอย่างมีนัยสำคัญ โดยอุณหภูมิมีผลมากกว่าระยะเวลาในการเก็บรักษา

Ref. code: 25615809034035KUZ



รูปที่ 4.12 ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์

4.6.4 ปริมาณจุลินทรีย์

จากการศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35, 45 55 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ให้ผลการศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ ตามตารางที่ 4.30 พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งไม่พบการเจริญเติบโตของยีสต์และราตลอดการเก็บรักษาแต่พบการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทั้งหมดในสัปดาห์ที่ 7 และ 8 ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมีปริมาณน้ำอิสระที่มากกว่า 0.6 ทำให้พบการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ แต่ค่ายังอยู่ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมปังกรอบ (มผช. 523/2547) ที่กำหนดให้ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ต้องมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

Ref. code: 25615809034035KUZ

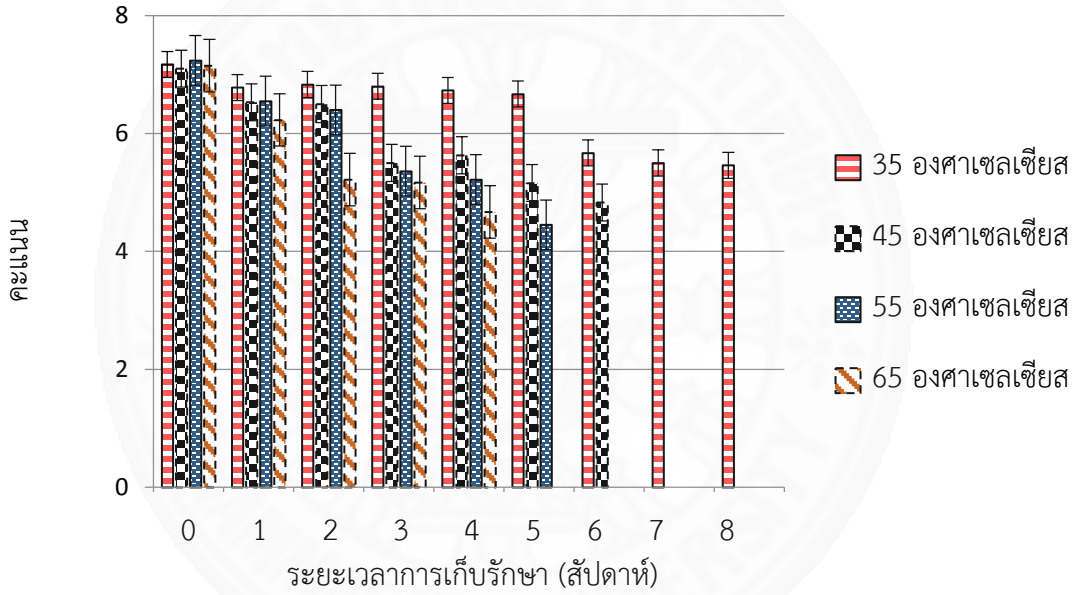
ตารางที่ 4.29 ปริมาณจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส

ค่าคุณภาพ	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (สัปดาห์)	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		
		35	45	55
จุลินทรีย์ทั้งหมด	0	<10	<10	<10
(CFU/g)	1	<10	<10	<10
	2	<10	<10	<10
	3	<10	<10	<10
	4	<10	<10	<10
	5	<10	<10	<10
	6	<10	<10	<10
	7	<10	<10	1.0×10^{1}
	8	<10	1.0×10^{2}	2.0×10^{2}
ยีสต์และรา	0	<10	<10	<10
(CFU/g)	1	<10	<10	<10
	2	<10	<10	<10
	3	<10	<10	<10
	4	<10	<10	<10
	5	<10	<10	<10
	6	<10	<10	<10
	7	<10	<10	<10
	8	<10	<10	<10

Ref. code: 25615809034035KUZ

4.6.5 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส

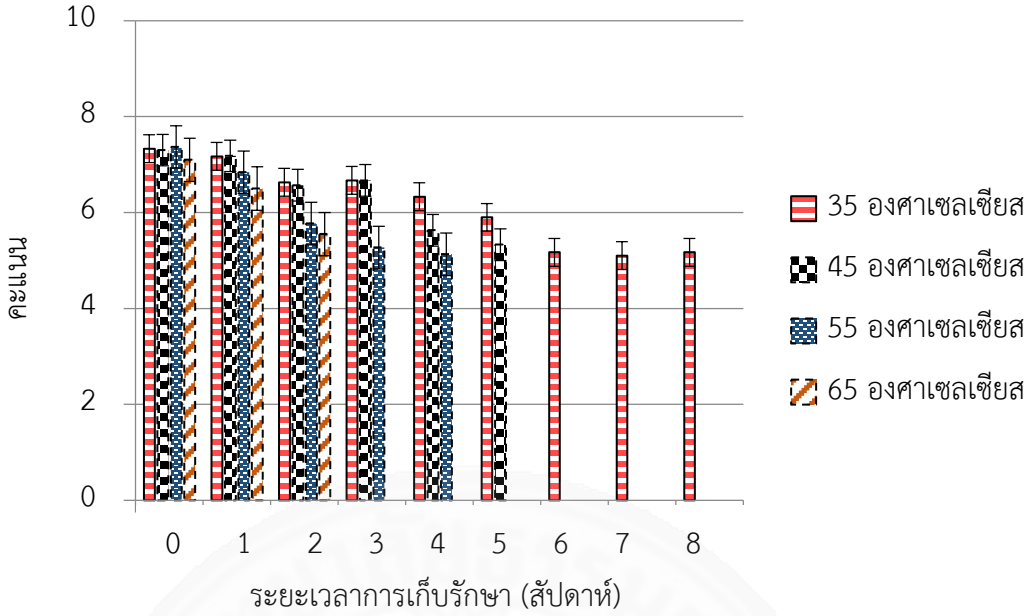
จากการศึกษาทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (พิจารณาจาก F – value ในภาคผนวก ง) ตามรูปที่ 4.10 - 4.15 ตามลำดับ จากรูปที่ 4.13 พบว่า การประเมินทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ในสัปดาห์ที่ 4 มีคะแนนการยอมรับด้านสีน้อยกว่า 5 คะแนน ซึ่งเป็นเกณฑ์บ่งบอกถึงว่าผู้บริโภคไม่ยอมรับในด้านสีแล้ว ดังนั้นเมื่อระยะเวลานานขึ้นที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียสมีคะแนนการยอมรับด้านสีไม่ต่ำกว่า 5 คะแนน อยู่ในสัปดาห์ที่ 8, 6 และ 5 ตามลำดับ



รูปที่ 4.13 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง

จากรูปที่ 4.14 พบว่า การประเมินทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏน้อยกว่า 5 คะแนน ในสัปดาห์ที่ 4 ในขณะที่อุณหภูมิที่ต่ำที่สุดมีการยอมรับจนถึงสัปดาห์สุดท้าย โดยคะแนนการยอมรับยังคงมีค่ามากกว่าหรือเท่า5 อยู่จนถึงสัปดาห์สุดท้าย ขณะที่อุณหภูมิ 45 และ 55 องศาเซลเซียสมีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏไม่ต่ำกว่า 5 คะแนน อยู่ในสัปดาห์ที่ 6 และ 5 ตามลำดับ

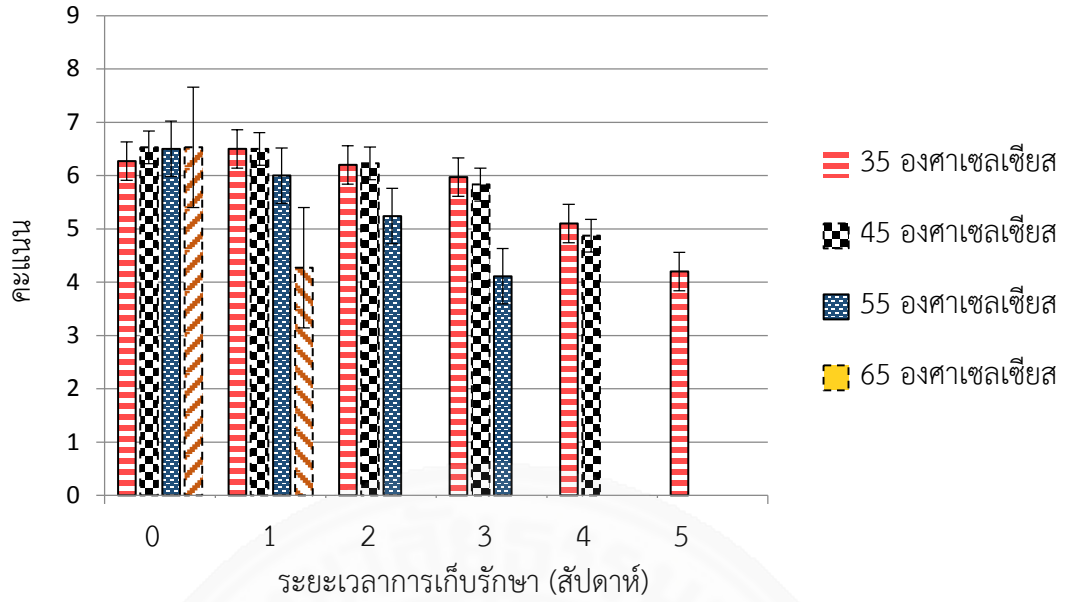
Ref. code: 25615809034035KUZ



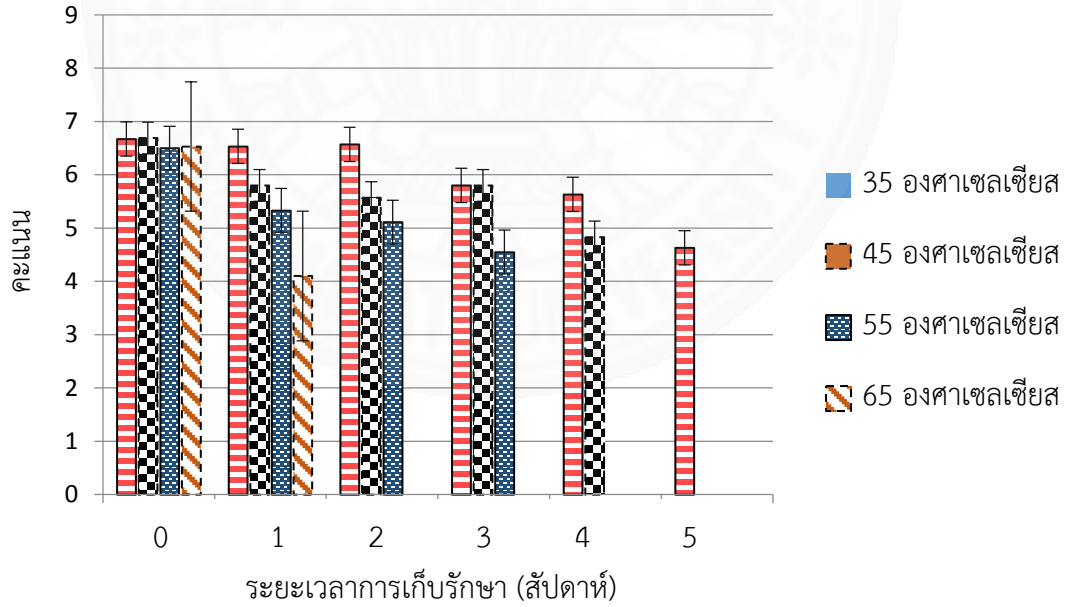
รูปที่ 4.14 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง

จากรูปที่ 4.15 พบว่า การประเมินทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิสูงที่สุด คือ 65 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรสน้อยกว่า 5 คะแนน เพียงแค่ 1 สัปดาห์ ซึ่งมีแนวโน้มว่ายิ่งอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ซึ่งส่งผลต่อด้านรสชาติเช่นกัน (รูปที่ 4.16) ในขณะที่อุณหภูมิที่ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส มีการยอมรับจนถึงสัปดาห์ที่ 5, 4 และ 3 ตามลำดับ

Ref. code: 25615809034035KUZ



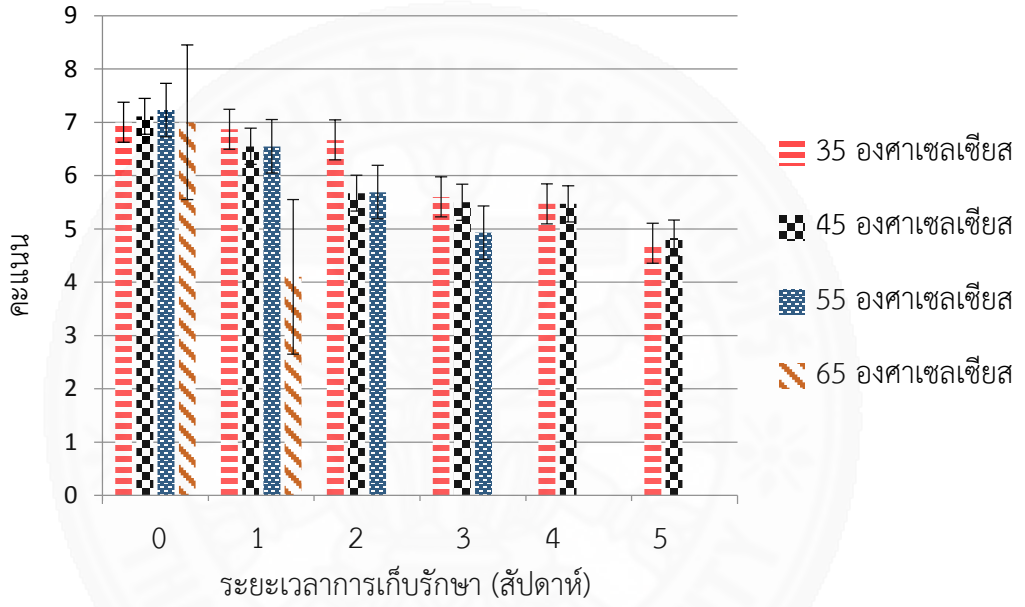
รูปที่ 4.15 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง



รูปที่ 4.16 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง

Ref. code: 25615809034035KUZ

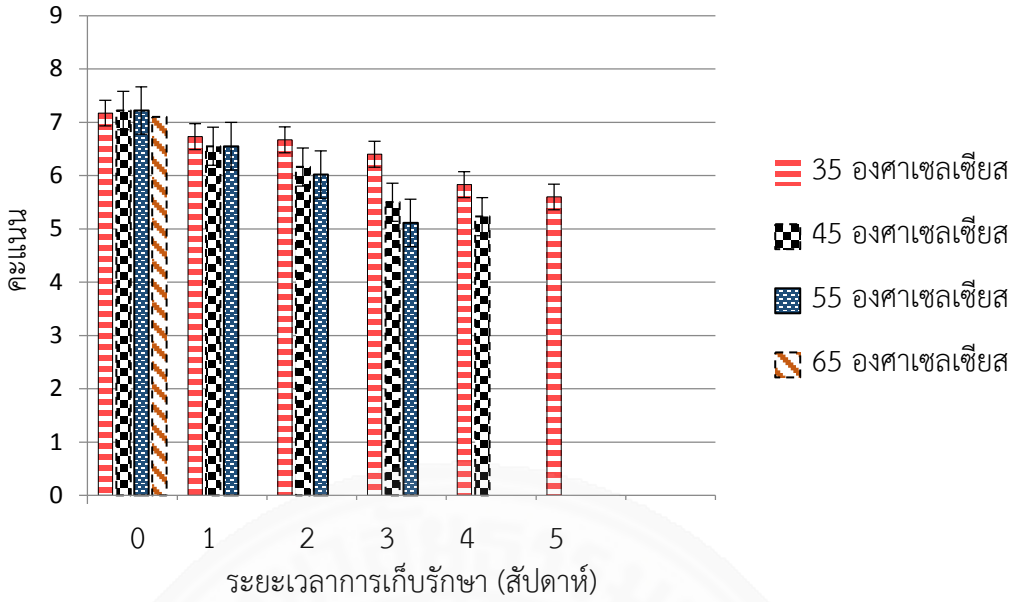
จากรูปที่ 4.17 พบว่า การประเมินทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงที่สุด คือ 65 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสน้อยกว่า 5 คะแนน เพียงแค่ 1 สัปดาห์ ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้คุณภาพด้านความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวลดลง มีแนวโน้มว่าความแข็งนั้นมีผลต่อคะแนนการยอมรับอย่างมาก ในขณะที่อุณหภูมิที่ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส มีการยอมรับจนถึงสัปดาห์ที่ 5, 5 และ 3 ตามลำดับ และจากคะแนนด้านนี้จะถูกนำไปใช้ในการคำนวณอายุการเก็บรักษา เนื่องจากผลิตภัณฑ์ประเภทจะเสื่อมเสียได้จากด้านเนื้อสัมผัสหรือความกรอบและความแข็งเป็นหลัก



รูปที่ 4.17 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง

จากรูปที่ 4.18 พบว่า การประเมินทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงที่สุด คือ 65 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับด้านความชอบโดยรวมน้อยกว่า 5 คะแนน เพียงแค่ 1 สัปดาห์ มีแนวโน้มว่าการยอมรับด้านกลิ่นรส รสชาติ และความแข็งนั้นมีผลต่อคะแนนด้านความชอบโดยรวมอย่างมาก ที่ทำให้คะแนนการยอมรับต่ำ ในขณะที่อุณหภูมิที่ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส มีคะแนนด้านความชอบโดยรวมน้อยกว่า 5 คะแนน ในสัปดาห์ที่ 6, 5 และ 4 ตามลำดับ

Ref. code: 25615809034035KUZ

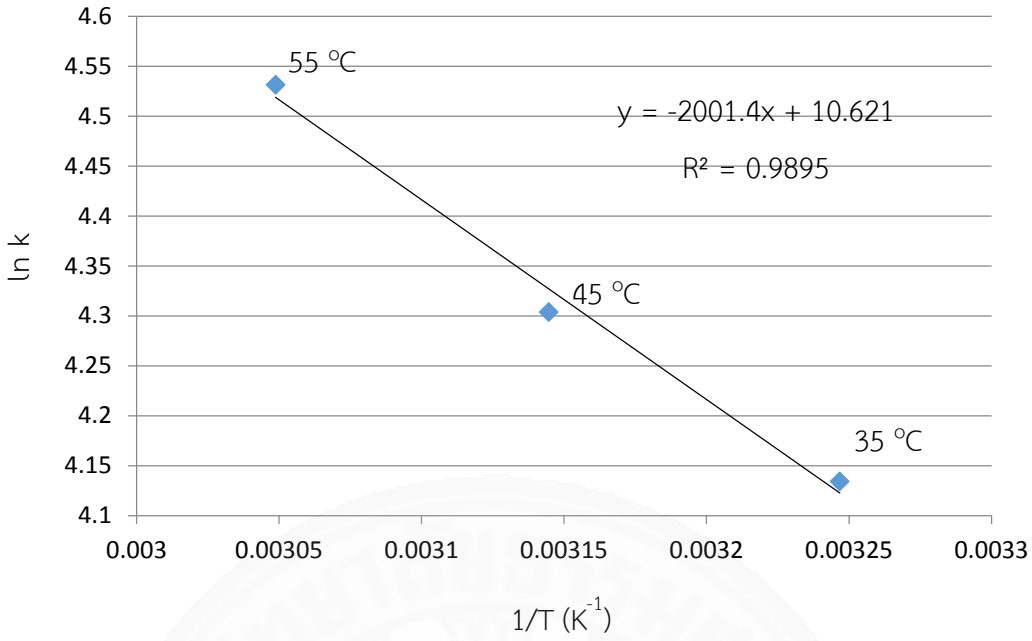


รูปที่ 4.18 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง

4.6.6 การคำนวณอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

จากผลการทดสอบทางประสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส พบว่า ค่าคุณภาพที่สามารถบ่งบอกถึงการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวได้ดีที่สุด คือ คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส (ความแข็ง) ตามงานวิจัยของ นิพัฒน์ และคณะ (2561) สมการ kinetic model ที่ใช้สำหรับการคำนวณหาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นอันดับของปฏิกิริยา zero – order และค่า k ที่ได้จาก Arrhenius's model (แสดงดังรูปที่ 4.16) เพื่อคำนวณอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

Ref. code: 25615809034035KUZ



รูปที่ 4.19 Arrhenius's model ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมล

ผลการคำนวณอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว โดยได้จาก Arrhenius's model ขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่จะพบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวได้ตามร้านสะดวกซื้อหรือซุปเปอร์มาร์เก็ตทั่วไปพบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่บรรจุในถุง-อลูมิเนียมฟอยด์ สามารถมีอายุการเก็บรักษาได้ถึง 6 สัปดาห์ และเมื่อหาในรูปของ Q_{10} ที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมีอายุการเก็บรักษาอยู่ที่ 5, 4 และ 2 สัปดาห์ ตามลำดับ

4.7 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล

ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว โดยการสุ่มตัวอย่างผู้บริโภคด้วยวิธี Central Location Test (CLT) เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน ได้ผลการทดลองดังนี้

4.7.1 ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

เมื่อศึกษาข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจำนวน 100 คน (ตารางที่ 4.31) โดยทำการเก็บข้อมูลกับผู้บริโภคทั่วไปที่อยู่ในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิตพบว่า ผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 71 และเป็นเพศชายร้อยละ 29 โดยผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง

Ref. code: 25615809034035KUZ

21 – 25 ปี (จำนวนร้อยละ 63) รองลงมาเป็นช่วงอายุ 41 ปีขึ้นไป (จำนวนร้อยละ 20) นอกจากนั้นยังมีบริโภคบางส่วนที่มีอายุอยู่ในช่วง 26 - 35 ปี (ร้อยละ 9) ต่ำกว่า 20 ปี (ร้อยละ 7) และมีผู้บริโภคจำนวนเล็กน้อยที่มีอายุอยู่ในช่วง 36 - 40 ปี (ร้อยละ 1) เมื่อพิจารณาที่ข้อมูลการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 81) นอกจากนั้นยังมีผู้บริโภคบางส่วนที่มีการศึกษาระดับปริญญาโท (ร้อยละ 7) ระดับมัธยมปลาย (ร้อยละ 5) ระดับมัธยมต้น (ร้อยละ 4) และต่ำกว่ามัธยม (ร้อยละ 2) และระดับอนุปริญญา (ร้อยละ 1) ผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบส่วนใหญ่เป็นนักเรียน/นักศึกษา (ร้อยละ 66) รองลงมาเป็นข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ (ร้อยละ 18) และลูกจ้าง (ร้อยละ 13) มีผู้บริโภคบางส่วนที่เป็นพนักงานบริษัทและทำธุรกิจส่วนตัวเล็กน้อย (ร้อยละ 2 และ 1 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาที่รายได้ต่อเดือนของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีรายได้ 5,001 - 10,000 บาท (ร้อยละ 47) รองลงมาเป็น 10,001 - 15,000 บาท ต่ำกว่า 5,000 บาท 15,001 - 20,000 บาท 20,001 - 25,000 บาท มากกว่า 30,001 บาท (ร้อยละ 14, 12, 11, 8 และ 5 ตามลำดับ) มีเพียงเล็กน้อยที่มีรายได้ 25,001 - 30,000 บาท (ร้อยละ 3)

4.7.2 ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมล

จากการศึกษาข้อมูลด้านพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล (ตารางที่ 4.32) พบว่า ผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบส่วนใหญ่ (ร้อยละ 90) ซื้อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากร้านสะดวกซื้อต่างๆ เช่น 7-11 และ Familymart เป็นต้น เมื่อพิจารณาที่ข้อมูลความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคค่อนข้างมีความหลากหลายในเรื่องของความถี่ในการบริโภคขนมขบเคี้ยว โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่บริโภคขนมขบเคี้ยว 1 - 2 ครั้งต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 35) รองลงมาเป็นบริโภคขนมขบเคี้ยวสัปดาห์ละครั้ง (ร้อยละ 22) 3 - 4 ครั้งต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 18) ทุกวัน (ร้อยละ 15) และเดือนละครั้ง (ร้อยละ 10) ตามลำดับ ส่วนชนิดของขนมขบเคี้ยวที่ผู้ทดสอบนิยมบริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมบริโภคข้าวเกรียบ (ร้อยละ 26) รองลงมาเป็นอื่นๆ เช่น มันฝรั่ง (ร้อยละ 25) ข้าวอบกรอบ (ร้อยละ 24) วาฟเฟิล (ร้อยละ 18) ข้าวแต๋น (ร้อยละ 4) และทองม้วน (ร้อยละ 3) ตามลำดับ และในส่วนของเหตุผลในการเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ เลือกผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเพราะรสชาติ รองลงมาเป็นคุณค่าทางโภชนาการ ราคา และยี่ห้อ ตามลำดับ

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตารางที่ 4.30 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล

ลักษณะทางประชากรศาสตร์		จำนวนคน (ร้อยละ)
เพศ:	ชาย	29
	หญิง	71
อายุ:	ต่ำกว่า 20 ปี	7
	21 - 25 ปี	63
	26 - 35 ปี	9
	36 - 40 ปี	1
	41 ปีขึ้นไป	20
การศึกษา:	ต่ำกว่ามัธยม	2
	มัธยมต้น	4
	มัธยมปลาย	5
	อนุปริญญา	1
	ปริญญาตรี	81
	ปริญญาโท	7
อาชีพ:	นักเรียน/นักศึกษา	66
	ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	18
	ธุรกิจส่วนตัว	1
	พนักงานบริษัท	2
	อื่นๆ เช่น ลูกจ้าง	13
รายได้ต่อเดือน:	ต่ำกว่า 5,000 บาท	12
	5,001 - 10,000 บาท	47
	10,001 - 15,000 บาท	14
	15,001 - 20,000 บาท	11
	20,001 - 25,000 บาท	8
	25,001 - 30,000 บาท	3
	30,001 บาทขึ้นไป	5

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตารางที่ 4.31 ข้อมูลด้านพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวของผู้บริโภคที่เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล

พฤติกรรมการบริโภค	จำนวนคน (ร้อยละ)
สถานที่ซื้อผลิตภัณฑ์	
ซุปเปอร์มาร์เกต (Tops)	9
ไฮเปอร์มาร์เกต (Big C, Tesco Lotus)	1
ร้านสะดวกซื้อ (7-11, Familymart)	90
ความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์	
ทุกวัน/เกือบทุกวัน	15
3 - 4 ครั้งต่อสัปดาห์	18
1 - 2 ครั้งต่อสัปดาห์	35
สัปดาห์ละครั้ง	22
เดือนละครั้ง	10
ชนิดของผลิตภัณฑ์ที่นิยมบริโภค	
ข้าวอบกรอบ	24
ข้าวเกรียบ	26
ทองม้วน	3
ข้าวแต๋น	4
วาฟเฟิล	18
อื่นๆ เช่น มันฝรั่ง	25
เหตุผลในการบริโภคผลิตภัณฑ์	
รสชาติ	54
ราคา	9
คุณค่าทางโภชนาการ	36
ยี่ห้อ	1

Ref. code: 25615809034035KUZ

4.7.3 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสโดยเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล

จากการศึกษาคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสโดยเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล (ตารางที่ 4.33) พบว่า กลิ่น กลิ่นรส และรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมลมีคะแนนความชอบโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.31, 6.48 และ 6.86 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยไปจนถึงชอบปานกลาง เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมลมีส่วนผสมของถั่วเหลือง และผู้ทดสอบส่วนมากมีอายุ 21 – 25 ปี ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าผู้ทดสอบกลุ่มนี้อาจจะไม่ชอบกลิ่น และกลิ่นรสของถั่วเหลือง ส่งผลให้คะแนนในด้านกลิ่น กลิ่นรส และรสชาติ อยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยไปจนถึงชอบปานกลาง ส่วนคุณลักษณะสี ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีคะแนนความชอบโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.14 – 7.22 ซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลาง จากข้อมูลการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสที่แสดงข้างต้น สามารถบ่งชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมลได้ว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างๆ ในระดับปานกลาง ซึ่งถือเป็นแนวโน้มที่ดีในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ หากผลิตภัณฑ์นี้มีการวางขายในตลาดผู้บริโภคส่วนใหญ่จะพึงพอใจในด้านลักษณะทางประสาทสัมผัสที่เกี่ยวเนื่องกับกลิ่น กลิ่นรส และรสชาติ ทั้งนี้ต้องพิจารณาเพิ่มเติมในส่วนของการยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ รวมถึงการให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เพิ่มเติมอีกด้วย เพราะเนื่องจากมีหลายปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

ตารางที่ 4.32 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสโดยเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมล

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบโดยเฉลี่ย
สี	7.15 ± 0.8
ลักษณะปรากฏ	7.22 ± 0.7
กลิ่น	6.31 ± 1.0
กลิ่นรส	6.48 ± 1.3
เนื้อสัมผัส	7.21 ± 0.7
รสชาติ	6.86 ± 0.9
ความชอบโดยรวม	7.14 ± 0.6

Ref. code: 25615809034035KUZ

4.7.4 การยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมลที่มีก่อนและหลังได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์

การศึกษาการยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมลก่อนและหลังได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ โดยผู้บริโภคทั่วไปจะได้ทดสอบขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมลแล้วทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ โดยไม่มีการให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใดๆ ทั้งสิ้น หลังจากที่ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์เสร็จแล้ว จะมีการให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ดังนี้

“ขนมขบเคี้ยวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ นมถั่วเหลือง และไข่ เป็นขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพเหมาะกับทุกเพศทุกวัย มีสารต้านอนุมูลอิสระ และมีสารอาหารต่างๆ เช่น โอเมก้า 3 ที่สำคัญต่อโครงสร้างและการทำงานของสมอง ตับ และระบบประสาท, เบต้าแคโรทีน ช่วยบำรุงสายตา, วิตามินอี ช่วยชะลอความแก่ และธาตุเหล็ก ช่วยในการบำรุงโลหิต นอกจากนั้นยังมีกากใยอาหาร และโปรตีนที่สูง ซึ่งเหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการควบคุมน้ำหนักอีกด้วย”

จากนั้นผู้บริโภคจะทำการทดสอบผลิตภัณฑ์อีกครั้งหลังจากได้รับทราบข้อมูลดังกล่าวเพื่อที่จะดูแนวโน้มการให้ข้อมูลว่ามีผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นหรือไม่ จากการศึกษาการยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมลก่อนและหลังได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4.34) พบว่า ก่อนให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 90 ให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล และหลังจากที่ได้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคทั้งหมดยอมรับในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเคลือบคาราเมลที่เสริมโปรตีนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 98 ซึ่งค่าการยอมรับก่อนและหลังได้รับข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงว่าการได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์มีอิทธิพลต่อร้อยละของการยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 4.33 การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมลของผู้บริโภคก่อนและหลังได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์

การให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์	จำนวนผู้บริโภค (ร้อยละ)		Chi – square test
	ยอมรับ	ไม่ยอมรับ	(Prob.)
ก่อนทราบข้อมูล	90	10	0.000*
หลังทราบข้อมูล	98	2	

เมื่อพิจารณาที่ข้อมูลการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล (ตารางที่ 4.35) พบว่า ก่อนได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคร้อยละ 51 มีแนวโน้มที่จะตัดใจซื้อผลิตภัณฑ์ โดยมีผู้บริโภคร้อยละ 11 ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์อย่างแน่นอนและผู้บริโภคร้อยละ

Ref. code: 25615809034035KUZ

40 อาจจะซื้อผลิตภัณฑ์ จากข้อมูลการยอมรับในผลิตภัณฑ์ดังที่กล่าวมาข้างต้นที่ส่วนใหญ่ให้การยอมรับ ซึ่งเป็นแนวโน้มของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ก่อนได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ส่วนผู้บริโภคร้อยละ 35 อาจจะซื้อหรือไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ ในขณะที่มีผู้บริโภคที่อาจจะไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 10 และมีผู้บริโภคร้อยละ 4 ที่ไม่ซื้อผลิตภัณฑ์อย่างแน่นอน

หลังจากที่ได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์พบว่า แนวโน้มการตัดใจซื้อผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น จากร้อยละ 51 เป็นร้อยละ 88 โดยมีผู้บริโภคร้อยละ 33 ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์อย่างแน่นอน และผู้บริโภคร้อยละ 55 อาจจะซื้อผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเห็นว่าแนวโน้มการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคมีความชัดเจนมากขึ้น สังเกตได้จากจำนวนผู้บริโภคที่ซื้อแน่นอนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 11 เป็น 33 ส่วนผู้บริโภคที่ไม่มีการตัดสินใจซื้ออย่างชัดเจน คือ อาจจะซื้อหรือไม่ซื้อผลิตภัณฑ์มีร้อยละ 12 โดยที่ไม่มีผู้ที่อาจจะไม่ซื้อผลิตภัณฑ์และผู้บริโภคที่ไม่ซื้อผลิตภัณฑ์อย่างแน่นอนหลังจากที่ได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจะเห็นว่าการให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ค่อนข้างมีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค



(a) (b)

รูปที่ 4.20 ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล (a) และบรรจุภัณฑ์ (b)

จากการศึกษาข้อมูลความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อราคาของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมลที่มี หลังจากที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4.35) โดยกำหนดให้ราคาของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเคลือบคาราเมลที่มีโปรตีนสูง บรรจุในถุงฟลอยด์มีปริมาตรสุทธิ 25 กรัม มีราคา 35 บาทต่อถุง โดยลักษณะของบรรจุภัณฑ์แสดงดังรูปที่ 4.12 จาก

การศึกษาความคิดเห็นของผู้บริโภคพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ (ร้อยละ 84) มีความคิดเห็นว่าราคา 35 บาท เหมาะสมกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคร้อยละ 15 มีความคิดเห็นว่าราคาสูงกว่าคุณภาพผลิตภัณฑ์ และผู้บริโภคร้อยละ 1 มีความคิดเห็นว่าราคาด้อยกว่าคุณภาพผลิตภัณฑ์ เนื่องจากว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาที่มีรายได้ต่อเดือน 5,001 - 10,000 บาท และมีการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตารางที่ 4.34 การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมลของผู้บริโภคก่อนและหลังได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์

จำนวนผู้บริโภค (ร้อยละ)	การให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์	
	ก่อนทราบข้อมูล	หลังทราบข้อมูล
ซื้อแน่นอน	11	33
อาจจะซื้อ	40	55
อาจจะซื้อหรือไม่ซื้อ	35	12
อาจจะไม่ซื้อ	10	0
ไม่ซื้อแน่นอน	4	0

ตารางที่ 4.35 ความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อราคาของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล

ความคิดเห็นของผู้บริโภค	จำนวนผู้บริโภค (ร้อยละ)
ราคาด้อยกว่าคุณภาพ	1
ราคาเหมาะสมกับคุณภาพ	84
ราคาสูงกว่าคุณภาพ	15

Ref. code: 25615809034035KUZ

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

5.1.1 การวิเคราะห์คุณลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค

จากการศึกษาการวิเคราะห์คุณลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคพบว่า คุณลักษณะที่อยู่ในส่วน Attractive (A) หรือความต้องการคุณภาพแบบดึงดูดใจ เป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคไม่ได้คาดการณ์ไว้ แต่ถ้าไม่พบความต้องการทางด้านนี้ก็ไม่ได้หมายความว่าผู้บริโภคจะไม่พอใจในผลิตภัณฑ์นั้น มีทั้งหมด 4 คุณลักษณะ คือ มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบ ขนาดความกว้าง 4.5 เซนติเมตร มีรสหวาน และน้ำหนักสุทธิ 50 กรัม ในราคา 20 บาท ส่วนคุณลักษณะที่อยู่ในส่วน Must-be (M) หรือความต้องการของผู้บริโภคที่ส่งผลต่อความต้องการคุณภาพพื้นฐานในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว คือ ความกรอบ และคุณลักษณะอื่นๆ นั้นอยู่ในส่วนของ Indifferent (I) หรือคุณลักษณะที่จะมีหรือไม่มีก็ไม่ได้ทำให้ผู้บริโภครู้สึกพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจแต่อย่างไร ซึ่งผลที่ได้จะนำไปใช้ร่วมกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวต่อไป

5.1.2 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนโดยศึกษาอิทธิพลของแต่ละปัจจัย ซึ่งในการทดลองนี้มีปัจจัยทั้งหมด 6 ปัจจัย ได้แก่ นมถั่วเหลือง แป้งข้าวไรซเบอร์รี่เพสท์ ไข่ไก่สด ไข่ขาวผง เมือกเมล็ดแมงลัก และกากถั่วเหลือง (N = 12) พบว่า เมื่อปริมาณไข่ขาวผงและกากถั่วเหลืองเพิ่มมากขึ้น มีผลให้ปริมาณโปรตีนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 3 ซึ่งมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุดไปพัฒนาต่อในขั้นตอนถัดไป

5.1.3 ศึกษาอิทธิพลของไข่ขาวผง ไข่ไก่สด และ กากถั่วเหลืองที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน

นำปัจจัย (ไข่ไก่สด ไข่ขาวผง และกากถั่วเหลือง) ที่มีอิทธิพลจากขั้นตอนที่ 5.1.2 มาศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของขนมขบเคี้ยว โดยใช้การวางแผนการทดลองแบบผสม (Mixture design) พบว่า กากถั่วเหลืองมีอิทธิพลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน และเมื่อพิจารณาผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ความแข็ง และความกรอบเป็นคุณลักษณะสำคัญที่ส่งผลต่อความชอบของผู้บริโภค เมื่อความกรอบเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ผู้บริโภคชื่นชอบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 1 เพื่อไปศึกษาต่อในขั้นตอนต่อไป

Ref. code: 25615809034035KUZ

5.1.4 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของคาราเมลสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

จากการพิจารณาทิศทางของลักษณะทางด้านรสหวานของขนมขบเคี้ยวจากการทดสอบความพอดีจากขั้นตอนที่ 5.1.3 พบว่า ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนยังมีรสหวานไม่พอดี ดังนั้นจึงต้องศึกษาสูตรที่เหมาะสมของคาราเมลที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว โดยศึกษาปริมาณของน้ำตาลทราย 3 ระดับ ดังนี้ ร้อยละ 27.78, 36.59 และ 49.02 พบว่า สูตรที่มีคะแนนความชอบสูงที่สุดคือสูตรที่มีน้ำตาลทรายร้อยละ 27.78

5.1.5 ศึกษาการเติมมอลโตเดกซ์ทรินลงในคาราเมลสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

จากการพิจารณาของขั้นตอนที่ 5.1.4 พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเมื่อนำไปเคลือบคาราเมลและไม่มีความมันเงา จึงมีการเติมมอลโทเดกซ์ทรินเจล ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมลมีความมันเงาเพิ่มมากขึ้น และแนวโน้มความพึงพอใจของผู้ทดสอบมากขึ้น เมื่อความมันเงาของคาราเมลที่เคลือบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเพิ่มมากขึ้น

5.1.6 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

จากการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่พัฒนาได้บรรจุในถุงฟอยด์ โดยการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 65 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ประเมินคุณภาพทุกๆ 1 สัปดาห์ พบว่า ค่าความแข็งเป็นค่าคุณภาพที่บ่งบอกถึงการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล โดยเมื่อคำนวณอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ได้นาน 6 สัปดาห์

5.1.7 ศึกษาการยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีนเคลือบคาราเมลที่มีการศึกษาก่อนและหลังได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาการยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมลพบว่า ผู้บริโภคร้อยละ 90 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ และผู้บริโภคร้อยละ 88 มีแนวโน้มที่จะตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ รวมทั้งมีความชอบโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.14) และจากการศึกษาพบว่า สูตรขนมขบเคี้ยวจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมโปรตีนจากไข่และถั่วเหลืองที่เหมาะสม คือ แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ นมถั่วเหลือง น้ำตาลทราย น้ำตาลมะพร้าว กลูโคสไซรัป มอลโทเดกซ์ทรินเจล น้ำเนย กัมจากเมล็ดแมงลัก ไข่ไก่สด กากถั่วเหลือง และไข่ขาวผง คิดเป็นร้อยละ 25, 15, 14, 14, 8, 7, 4, 3, 3, 3, 3 และ 1 ตามลำดับ นอกจากนี้ขนมขบเคี้ยวจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมโปรตีนจากไข่และถั่วเหลือง พบว่า ให้พลังงานทั้งหมด 434.64 Kilocalories/100 g คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 54.48 g/100 g น้ำตาลทั้งหมด 28.3 g/100 g ปริมาณโปรตีน 26.37 g/100 g และไขมันทั้งหมด 12.36 g/100 g

Ref. code: 25615809034035KUZ

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่พัฒนาได้นี้มีปริมาณโปรตีนที่สูง เป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะกับผู้ออกกำลัง หรือคนรักสุขภาพ ที่ต้องการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนสูง ทำให้อนาคตคาดว่าจะมีค้นหาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและคาดว่าจะเหมาะสำหรับการพกพาขณะไปออกกำลัง รวมทั้งผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมีการเคลือบคาราเมลเพียง 1 เดียว ดังนั้นบรรจุภัณฑ์ที่จะบรรจุขนมขบเคี้ยวควรอยู่ในลักษณะแบบเป็นรองใส่ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว เพื่อให้สังเกตเห็นด้านที่ทาคาราเมลได้ง่าย และยังสามารถช่วยในเรื่องการขนส่งได้อีกด้วย เพราะคุณภาพของผลิตภัณฑ์นี้ คือ ผลิตภัณฑ์จะต้องไม่มีการแตกหัก ซึ่งควรจะมีลักษณะคงเดิมหรือใกล้เคียงคงเดิมมากที่สุด

Ref. code: 25615809034035KUZ

รายการอ้างอิง

กมลทิพย์ สัจจาอนันตกุล และมาลี ชิ้มศรีสกุล. 2546. ผลการใช้ผงเมือกแมงลักเป็นสารเพิ่มความเหนียวในผลิตภัณฑ์บะหมี่สุกแห้ง. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41 : คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 268-276.

กระทรวงสาธารณสุข. 2541. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 เรื่อง ฉลากโภชนาการ. กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

กระทรวงสาธารณสุข. 2543. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 198 เรื่อง น้ำนมถั่วเหลืองในภาชนะที่ปิดสนิท. กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2536. กระบวนการแปรรูปอาหาร. สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์ สุนิษา วิไลพัฒน์ และจีราพร อัคคีสุวรรณ์. 2557. การใช้กากมะพร้าวเสริมในขนมทองม้วน. วารสารวิชาการและวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร: 14-23.

กัณต์ฐิตา ยารังษี วริศรา ฟูเฟื่อง และพนิดา รัตนปิติกรณ์. 2559. การปรับปรุงคุณภาพของคุกกี้ข้าวไรซ์เบอรี่ปลอดกลูเตนโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

กฤตลักษณ์ ปะสะกวี ปนิดา บรรจงสินศิริ วรรณี สุทธิวัฒนเวช พรภัทรา ศรีนรคุตร สุภาภรณ์ พิศ-พันธ์เรวดี มีสัตย์ เกศรา แซ่โค้ว และวรัญญา วรรณคุณ. 2553. การศึกษาอายุการเก็บรักษาขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพรูปแท่ง. วารสารอาหาร 40(4): 318-326.

คงวุฒิ นิรันตสุข. 2549. การศึกษาการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มะม่วงทอดสุญญากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศิลปากร. นครปฐม. 70 น.

จารุวรรณ กุลวิศว สมเกียรติ ปรัชญาวรากร และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2550. ผลของอุณหภูมิอบแห้งที่มีต่อสารระเหยง่าย และคุณภาพทางกายภาพในกล้วยแผ่น. วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 30(4): 611-621.

จุฑารัตน์ คงโนนกอก และปฏิวิทย์ ลอยพิมาย. 2555. ผลของการทดแทนแป้งข้าวเหนียวด้วยแป้งกล้วยพรีเจลาทิไนซ์ต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ คุณสมบัติทางกายภาพ และทางประสาทสัมผัสของขนมขบเคี้ยวแบบแผ่น. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. 43(2): 129-132.

จุฬาลักษณ์ จารุนุช. 2550.ขนมขบเคี้ยวจากเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์. อาหาร 37(3): 211-214.

จันทร์จิรา ชาวสวน และนิสานารถ กระแสร์ชล. 2552. ผลของการใช้แป้งบุกและไข่ขาวผงต่อคุณภาพของลูกชิ้นปลาสีกุนข้างเหลือง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 40(1): 437-440.

Ref. code: 25615809034035KUZ

ชมพู่ ยิ้มโต อภิญญา พุกสุขสกุล และอรวรรณ พึ่งคำ. 2555. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบธัญพืช. สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี.

ทุติยาภรณ์ จิตตะปาโล และปาริชาติ ศงสนันทน์. 2556. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากแป้งข้าวก่ำ. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ.

ธงชัย สุวรรณสิชณน์ ชุลีพร เปี่ยมสมบูรณ์ เพ็ญขวัญ ชมปรีดา วิชัย หฤทัยธนาสันติ์ และนฤดม บุญหลง. 2535. การทดสอบการยอมรับอาหารขนมขบเคี้ยวกลิ่นรสเนยเคลือบคาราเมลจากส่วนผสมของแป้งถั่วลิสงไขมันต่ำและแป้งมันสำปะหลังดัดแปรชนิดพรีเจลาติไนซ์. รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 30 สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ สังคมศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ มนุษยศาสตร์ สิ่งแวดล้อม คหกรรมศาสตร์ อุตสาหกรรมเกษตร วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ กรุงเทพมหานคร: 503-511.

ธัญนันท์ ใจปัน และจักรกฤษณ์ พจนศิลป. 2559. การศึกษาคุณลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำมะเขือเทศสำหรับผู้บริโภคในส่วนตลาดที่กำหนด. วารสารเศรษฐศาสตร์รามคำแหง 2(1): 53-76.

นรินทร์ภพ ช่วยการ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ อุทัยวรรณ สุทธิศันสนีย์ ฉัตรภา หัตถโกศล และพร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญากุล. 2556. อิทธิพลของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อสมบัติทางเคมีกายภาพและทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมไขมันต่ำ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 44(2): 589-592.

นิพัฒน์ ลิ้มสงวน วราภรณ์ ประเสริฐ จุฬาลักษณ์ จารุนุช พิสุทธิ์ บุตรสุวรรณ และพิศมัย ศรีชาเยช. 2561. ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อการเกิดรีโทรเกรเดชันและการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าวและถั่วเหลืองโดยกระบวนการเอกซ์ทรูชัน. วารสารวิทยาศาสตรและเทคโนโลยี 26: 575 – 587.

นิภาธร ว่านม่วง. 2557. พฤติกรรมการบริโภคขนมขบเคี้ยวของวัยรุ่น. กรุงเทพมหานคร: สาขาวิชาสุขศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 37 น.

นิรนาม. 2557. โปรตีนไข่ขาวผง. [online] แหล่งที่มา: https://thth.facebook.com/albuminshop. เข้าถึงเมื่อ 12 ตุลาคม 2559.

นัจญ์มีย์ สะอะ รอมลี เจะดอเลาะ และอัชมาน อาแด. 2558. การผลิตและสมบัติของข้าวเกรียบปลาเสริมกากถั่วเหลือง. วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต 3(3): 351-359.

นันธินีย์ วังนันท์ นพวรรณ เปียซื่อ และสุจินดา จารุพัฒน์ มารุโอ. 2560. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคขนมขบเคี้ยวของเด็กก่อนวัยเรียน. วารสารสภาการพยาบาล 32(4) 55-66.

ปานทิพย์ ผดุงศิลป์ และปรัศนี ทับใบแย้ม. 2557. การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมบุหงาปูดะด้วยไข่ขาวผง. กรุงเทพมหานคร: คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. 47 น.

ปิยนุสร์ น้อยด้วง และเนตรนภา วิเลปะนะ. 2550. การใช้ผงเมือกจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มไก่. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม 3(1): 22-29.

Ref. code: 25615809034035KUZ

ปิยะฉัตร พรหมเพ็ชร์. 2550. ปัจจัยที่มีผลต่อการบริโภคขนมขบเคี้ยวของเด็กวัยเรียนในเขตสายไหม. ปัญหาพิเศษภาควิชาคหกรรมศาสตร์. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ผกาวดี ภู่จันทร์ และโสรัจวรชุม อินเกต. 2560. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบเสริมผงรำข้าวหอมมะลิ. วารสารวิจัยสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต 10(1): 121-136.

พรรัตน์ สินชัยพานิช ชญาพร เหมวดี ศศพินทุ์ ดิษนิล และเรณู ทวิชชาติวิทยากุล. 2560. ผลของมอลโตเดกซ์ทรินต่อลักษณะคุณภาพของบราวนี่ลดไขมัน. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต 10(3): 1-16.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และสาทิป รัตนภาสกร. 2555. การพัฒนากระบวนการผลิตต้นแบบชาสมุนไพรคุณภาพสูงในระดับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. กรุงเทพมหานคร: คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 69 น.

พิสมัย ศรีชาเยช. 2547. ผลของสภาวะการผลิตและกระบวนการให้ความร้อนต่อคุณลักษณะทางกายภาพและคาราเมล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พีรยุทธ หอมเย็น เฉลิมพล สมสกุล ผกาวดี ภู่จันทร์ และโสรัจ วรชุม อินเกตุ. 2559. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่เสริมกากถั่วเหลือง. การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยนเรศวร 14: 299-303.

ภัคธีมา สุขพันธ์. 2552. การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองเสริมพรีไบโอติกสำหรับผู้บริโภคสูงอายุ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ยุพร พืชกมุทร. 2555. การถนอมอาหารและการแปรรูปอาหารด้วยการทำแห้ง. เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการถนอมและแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ยุพร พืชกมุทร. 2557. การผลิตไข่ขาวเค็มผงโดยการทำแห้งแบบโฟมแมท และการนำไปใช้ประโยชน์. กรุงเทพมหานคร: คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 96 น.

รัชนิกร แสงขาว. 2554. สินเหล็ก-ไรซ์เบอรี่ มหัศจรรย์พันธุ์ข้าวพัฒนาสมอง ต้านอนุมูลอิสระ. มติชน. 24 ตุลาคม 2554, 34(12280), 21. [online]. แหล่งที่มา : http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_knowledge/bsti_11_2558_Riceberry.pdfเข้าถึงเมื่อวันที 8 ธันวาคม 2559.

ลดาวัลย์ เจริญรัตนศรีสุข วิชัย หฤทัยธนาสันติ์ เพ็ญขวัญ ชมปรีดา และชื่นจิตต์ แจ้งเจนกิจ. 2547. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังโปรตีนและใยอาหารสูง. การประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 42: 590-599.

Ref. code: 25615809034035KUZ

ลภาภรณ์ เล็กล้วน. 2553. การสร้างเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยประยุกต์ใช้ตัวแบบของคาโน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ศุกฤชชญา เหมะธุลิน และกรรณิการ์ สมบุญ. 2558. ผลิตภัณฑ์เยลลี่เม่าเครื่องดื่มฟังก์ชันเพื่อสุขภาพจากวุ้นเมล็ดแมงลัก ด้วยวิธีการสกัดแบบชีววิธี. วารสารแก่นเกษตร 43(1): 299-304.

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2552. นักวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สร้างทางเลือกใหม่ให้ผู้ผลิตและผู้บริโภค ขนมขบเคี้ยวต้นแบบเพื่อคนรักสุขภาพ. [online]. แหล่งที่มา: http://www.ku.ac.th/e-magazine/oct52/agri3.htm เข้าถึงเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2559.

สมเกียรติ จันทร์เทศ ธงชัย สุวรรณสิชณน์ และสุนทรี สุวรรณสิชณน์. 2556. การประยุกต์แบบจำลองคาโนค้นหาความต้องการของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์มะม่วงอัดเม็ด. การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 51: 463.

สุกัญญา อ้อนประเสริฐ ณัฐกานต์ รัตนวารินทร์ชัย วิชมณี ยืนยงพุทธกาล และสิริมา ชินสาร. 2556. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพจากแป้งลูกเดือย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 44(2): 241-244.

สุธินี คำเพ็ง จอมใจ พีรพัฒนา และเกษม นันทชัย. 2555. การสกัดและคุณสมบัติของสารเมือกเมล็ดแมงลัก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 43(3): 372-375.

สุภาวิณี แสนทวีสุข และมาลีน่า สันเต๊ะ. 2557. ผลของการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 45(2): 453-456.

สุรีย์ แถวเที่ยง. 2552. เครื่องดื่มน้ำนมถั่วเหลืองผสมน้ำแครอท. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชา คหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

เสาวลักษณ์ วิเศษศรี และวรนุช ศรีเจษฎารักข์. 2550. กระบวนการผลิตคาราเมลเพื่อให้ได้คาราเมลชนิดที่ 4 ที่มีคุณสมบัติเหมาะสม. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 38(6): 95-98.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547, มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.523/2547 ขนมปังกรอบ [สืบค้น] http://tcps.tisi.go.th/pub%5Ctcps523_47.pdf เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 ธันวาคม 2561.

หนูเดือน สาระบุตร กรรณิการ์ ห้วยแสน พนอจิต นิติสุข และอนันต์ พันธ์พิบูลย์,2556, สมบัติทางกายภาพและการยอมรับ ของผู้บริโภคต่อขนมปุยฝ้ายเติมผงสีมะนาวโห่ที่มีมอลโตเดกซ์ทรินต่างกัน, วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร (ฉบับพิเศษ): 399-405.

อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล. 2544. “หลักการประกอบอาหาร”. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Ref. code: 25615809034035KUZ

อัจฉรา ดลวิทยาคุณ. 2544. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งมันเทศเคลือบปรุงแต่งกลิ่นรส. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

AOAC International. 2000. Official methods of analysis of AOAC. International 17th Edition; Gaithersburg, MD, USA Association of Analytical Communities.

BAM. 2001. Bacteriological Analytical Manual Online Edition 2001 (US-FDA, Total Plate Count or Aerobic Chapter 3.

Besbes, S., Drira, L., Blecker, C., Deroanne, C. and Attia, H. 2009. Adding value to hard date (Phoenix dactylifera L.): Compositional, functional and sensory characteristics of date jam. Food *Chemistry*. 112: 406-411.

Chittapalo, T., and Songsanandr, P. 2014. Product development of black glutinous rice cracker with Panang flavor and its quality changes. International Food Research Journal 21(5):2025-2029.

Haloui, T., Fadil, M., Jennan, S., Farah, A., and Belrhiti Alaoui, A. 2015. Journal of Materials and *Environmental Science* 6(4): 942-948.

Hosseini-Parvar, S.H., Matia-Merino, L., Goh, K.K.T., Razavi, S.M.A. and Mortazavi, S.A. 2011. Steady shear flow behavior of gum extracted from *Ocimum basilicum L*. seed: Effect of concentration and temperature. Journal of Food Engineering 101: 236-243.

Iwuoha, C. I. and Umunnakwe, K. E. 1997. Chemical, physical and sensory characteristics of soymilk as affected by processing method, temperature and duration of storage. Food *Chemistry* 59: 313–379.

Jeremiah, L.E. and Gibson, L.L., 2001, The influence of storage temperature and storage time on color stability, retail properties and case life of retail ready beef. *Food Research International* 34: 815-826.

Kamuf, W., Nixon, A., Parker, O., and Barnum, JR. G. C. 2003. Overview of caramel colors. Cereal Food World 48(2): 64-69.

Liu, K. 1997. Soybeans: Chemistry, Technology, and Utilization. New York: Chapman & Hall.

Matzler, K. and H. H. Hinterhuber. 1997. How to make product development projects more successful by integretating Kano's model of customer satisfaction into quality function deployment. Technovation 18(1): 25-38.

Ref. code: 25615809034035KUZ

Meilgaard, M., Civille, G.V., and Carr, B.T. 2004. Sensory evaluation techniques. NewYork: Boca Raton (3rd Eds.). 387 p.

Murad, M., Abdullah, A., and Mustapha, W. A. W. 2013. Antioxidant capacity and amino acid profiles of egg tofu. American Journal of Applied Sciences 10 (11): 1315-1324.

Padgette, S. R., Taylor, N. B., Nida, D. L., Bailey, M. R., MacDonald, J., Holden, L. R. and Fuchs, R. L. 1996. The composition of glyphosate-tolerant soybean seeds is equivalent to that of conventional soybeans. Journal of Nutrition 126: 702-716.

Pan, Q., Nobuhiro, U., and Yoshiaki, K. 2016. Kano Model Analysis of Customer Needs and Satisfaction at the Shanghai Disneyland. Graduate School of Management. Kyoto University.

Penalvo, J. L., Castilho, M. C., Silveira, M. I. N., Matallana, M. C. and Torija, M. E. 2004. Fatty Acid Profile of Traditional Soymilk. European *Food Research* and *Technology* 219: 251-253.

Rattanapanone, N., Sriwattana, S., Surawang, S. and Sangsuwan, J. 2012. Value Added Fresh and Dried Longan Flesh for Health Food Products. International Conference of Food and Applied Bioscience. Chiang Mai, Thailand.

Razavi, S. M. A., Mortazavi, S. A., Matia-Merino, L., Hosseini-Parvar, S.H., Motamedzadegan, A. and Khanipour, E. 2009. Optimization Study of Gum Extraction from Basil Seeds (*Ocimum basilicum L*.). International Journal of Food Science and Technology 44: 1755–1762.

Reddy, P. V. and Mital, B. K. 1992. Physical and Chemical Characteristics of Soymilk. J. Food Science and Technology 293: 193-194.

Qianli, X., Roger, J. J., Yang, X., Martin, H., Halimahtun, M.K. and Anders, O. 2008. An Analytical Kano Model for Customer Need Analysis. Design Studies 30: 87-110.

Saidu, J. E. P. 2005. Development, Evaluation and Characterization of Protein-Isoflavone Enriched Soymilk. Ph.D. Philosophy. Louisiana State University.

Sewald, M., and DeVries, J. 2017. Food Product Shelf Life. Medalion Laboratories Ananlytical Progress. [online]. Available from: http://www.medlabs.com/Downloads/food_product_shelf _life_web.pdf. Available on 25 June 2017.

Ref. code: 25615809034035KUZ

Sowbhagya, H.B., Smitha, S., Sampathu, S.R., Krishnamurthy, N. and Bhattacharya,S., 2005, Stability of water-solubleturmeric colorant in an extruded food product during storage. *Journal of Food Engineering* 67: 367-371.

Ref. code: 25615809034035KUZ

ภาคผนวก

Ref. code: 25615809034035KUZ

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์คุณภาพ

ก-1 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์การย่อยโปรตีน ประกอบด้วยเตาเผาและเครื่องจับไอกรด
2. อุปกรณ์กลั่นโปรตีน
3. ขวดชมพู่ ขนาด 125 มิลลิลิตร และขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร
4. ปิเปต
5. บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร
6. ลูกแก้ว (Boiling chips)
7. เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

สารเคมี

1. สารผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$)
2. โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)
3. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (Conc. H_2SO_4)
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40
5. กรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4
6. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 N
7. อินดิเคเตอร์เป็นสารผสมระหว่าเมทิเรต เมธีลีนบลู และโบรโมครีซอลกรีน

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 1 – 1.5 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask) ทำแบลงค์สำหรับอ้างอิง

2. ใส่สารคอปเปอร์ซัลเฟต 0.5 กรัม โพแทสเซียมซัลเฟต 5 กรัม

3. เติมกรดซัลฟิวริกปริมาณ 25 มิลลิลิตร

4. วางหลอดย่อยโปรตีนลงในเครื่องย่อยแล้วประกอบสายยางระหว่างฝาครอบ ขวดใส่ด่าง และเครื่องดักจับไอกรดให้เรียบร้อย

Ref. code: 25615809034035KUZ

5. เปิดสวิทซ์เครื่องดักจับไอกรดและเตาย่อยแล้วตั้งอุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส นานจนควันจาง จากนั้นปรับเพิ่มอุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ย่อยต่อ 15 นาที ปรับอุณหภูมิเพิ่มเป็น 350 องศาเซลเซียส ย่อยต่อจนได้สารละลายใส ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

ขั้นตอนการกลั่นและไตเตรท

1. จัดอุปกรณ์ชุดกลั่น และเปิดสวิทซ์ให้ความร้อน และเปิดน้ำหล่อเย็นเครื่องควบแน่น

2. นำขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร ซึ่งบรรจุกรดบอริก (ความเข้มข้นร้อยละ 4) ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เติมอินดิเคเตอร์แล้วนำไปรองรับของเหลวที่กลั่นได้ โดยให้ปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายกรดบอริก

3. เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 100 มิลลิลิตร

4. กลั่นตัวอย่างเป็นเวลา 5 นาที สังเกตได้จากสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียว

5. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้ด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น 0.1 N จนได้สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูม่วง

6. คำนวณหาปริมาณโปรตีน

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก)} = \frac{(A - B) \times N \times 1.4007 \times F}{W}$$

เมื่อ A คือ ปริมาณกรดที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B คือ ปริมาณกรดที่ใช้ไตเตรทกับ Blank (มิลลิลิตร)

N คือ ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (N)

F คือ แฟคเตอร์ (6.25)

W คือ น้ำหนักตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

ก-2 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (BAM, 2001)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

Plate Count Agar (PCA)

สารเคมี

สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (phosphate buffer solution)

วิธีการวิเคราะห์

Ref. code: 25615809034035KUZ

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 25 กรัมใส่ในขวดที่มีสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 225 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

2. ทำการเจือจางให้เป็น 10^{-2}, 10^{-3} และ 10^{-4} ตามลำดับ โดยใช้สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์

3. ดูดตัวอย่างจากข้อ 2 อย่างละ 1 มิลลิลิตรลงในจานเพาะเชื้อที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว (ทำ 3 ซ้ำ)

4. เติม PCA ประมาณ 15 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่ใส่ตัวอย่างตามข้อ 3 เขย่าเบาๆ แล้วตั้งทิ้งไว้ให้วุ้นแข็ง ประมาณ 15 นาที

5. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซียส ในลักษณะคว่ำจานเพาะเชื้อ เป็นเวลา 1 – 2 วัน

6. ตรวจนับจุลินทรีย์จากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนเชื้อ 30 – 300 โคโลนี บันทึกผลและรายงานผลการทดลองเป็นจำนวนโคโลนีต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง (CFU/มิลลิลิตร) จากสูตร

CFU/มิลลิลิตร = average number of colonies x dilution factor

ก-3 การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (BAM, 2001)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

Potato Dextrose Agar (PDA)

สารเคมี

สารละลายเปบโตน (peptone water) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 25 กรัมใส่ในขวดที่มีสารละลายเปบโตน 225 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

2. ทำการเจือจางให้เป็น 10^{-2}, 10^{-3} และ 10^{-4} ตามลำดับ โดยใช้สารละลายสารละลายเปบโตน

3. ดูดตัวอย่างจากข้อ 2 อย่างละ 0.1 มิลลิลิตรลงในอาหารแข็ง PDA โดยวิธี spread plate แล้วทิ้งให้แห้ง (ทำ 3 ซ้ำ)

4. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซียส ในลักษณะคว่ำจานเพาะเชื้อ เป็นเวลา 2 - 3 วัน

5. ตรวจนับจุลินทรีย์จากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนเชื้อ 30 – 300 โคโลนี บันทึกผลและรายงานผลการทดลองเป็นจำนวนโคโลนีต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง (CFU/มิลลิลิตร) จากสูตร

CFU/มิลลิลิตร = average number of colonies x dilution factor

Ref. code: 25615809034035KUZ

ภาคผนวก ข
แบบทดสอบ และแบบสอบถาม

ข-1 แบบสอบถามเพื่อหาคุณลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค

ชื่อ..... วันที่ ..... ชุด .....

แบบสอบถามปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงใน ☐ หน้าคำตอบของท่าน

ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ: ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ: ☐ 18-23 ปี ☐ 24-29 ปี ☐ 30-35 ปี

3.รายได้ต่อเดือน: ☐ ต่ำกว่า 5,000 บาท ☐ 5,001-10,000 บาท
☐ 10,001-15,000 บาท ☐ 15,001-20,000 บาท
☐ 20,001 – 25,000 บาท ☐ มากกว่า 25,001 บาท

ส่วนที่ 2: พฤติกรรมในการบริโภคขนมขบเคี้ยว

2.1 คุณบริโภคขนมขบเคี้ยวหรือไม่

☐ บริโภค ☐ ไม่บริโภค

2.2 คุณชอบบริโภคขนมขบเคี้ยวประเภทไหน

☐ ประเภทมันฝรั่ง ☐ ประเภทขึ้นรูป เช่น ปาปริกา คอนเน่ เป็นต้น
☐ ประเภทสาหร่าย ☐ ประเภทข้าวเกรียบ
☐ ประเภทปลาสวรรค์ ปลาเส้น ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ) .....

2.3 สาเหตุที่คุณบริโภคขนมขบเคี้ยว (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ บรรจุภัณฑ์ ☐ ยี่ห้อ ☐ หาซื้อได้ง่าย
☐ รสชาติ ☐ คุณค่าทางโภชนาการ ☐ สื่อ/โฆษณา
☐ ปริมาณ ☐โปรโมชั่น/ของแถม ☐ ราคาถูก

2.4 สิ่งที่มีอิทธิพลในการเลือกซื้อ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ครอบครัว/ญาติ ☐ สื่อ/โฆษณา
☐ เพื่อน ☐ โปรโมชั่น
☐ ตนเอง ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ) .....

Ref. code: 25615809034035KUZ

2.5 ความถี่ในการบริโภคขนมขบเคี้ยว

☐ ทุกวัน ☐ เดือนละครั้ง

☐ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ) .....

☐ มากกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

2.6 สถานที่ที่คุณซื้อขนมขบเคี้ยวเป็นประจำ

☐ ร้านขายของชำ ☐ โรงภาพยนตร์

☐ ร้านสะดวกซื้อ (7-11) ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ) .....

☐ ห้างสรรพสินค้า

Ref. code: 25615809034035KUZ

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงใน □ หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 3: ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์โดยถ้า**มี**ในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีส่วนผสมของข้าวไรซ์เบอร์รี่ นมถั่วเหลือง และไข่เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ข้อ	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ระดับความพึงพอใจ				
		ชอบเป็นอย่างยิ่ง	ชอบเป็นอย่างมาก	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	ไม่ชอบเลยเป็นอย่างยิ่ง
สี	1.1 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**สีเหลือง	□	□	□	□	□
	1.2 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**สีน้ำตาล	□	□	□	□	□
	1.3 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**สีม่วง	□	□	□	□	□
เนื้อสัมผัส	2.1 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**ความแข็งมาก	□	□	□	□	□
	2.2 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**ความเปราะหักง่าย	□	□	□	□	□
	2.3 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**ความกรอบมาก	□	□	□	□	□

Ref. code: 25615809034035KUZ

ข้อ	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ระดับความพึงพอใจ				
		ชอบถ้าเป็นแบบนี้	ต้องควรจะเป็นแบบนี้	รู้สึกเฉยๆ	รับได้ถ้าเป็นแบบนี้	ไม่ชอบเลยถ้าเป็นแบบนี้
กลิ่น	3.1 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**กลิ่นของข้าวไรซ์เบอร์รี่	☐	☐	☐	☐	☐
	3.2 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**กลิ่นของถั่วเหลือง	☐	☐	☐	☐	☐
	3.3 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**กลิ่นของไข่	☐	☐	☐	☐	☐
กลิ่นรส	4.1 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**กลิ่นรสของข้าวไรซ์เบอร์รี่	☐	☐	☐	☐	☐
	4.2 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**กลิ่นรสของถั่วเหลือง	☐	☐	☐	☐	☐
	4.3 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**กลิ่นรสของไข่	☐	☐	☐	☐	☐
ลักษณะทั่วไป	5.1 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**: ลักษณะเป็นแผ่นกลม	☐	☐	☐	☐	☐
	5.2 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**: ลักษณะเป็นแผ่นเหลี่ยม	☐	☐	☐	☐	☐
	5.3 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**: ลักษณะเป็นแผ่นเรียบ	☐	☐	☐	☐	☐
	5.4 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**: ลักษณะเป็นแผ่นหยัก	☐	☐	☐	☐	☐

Ref. code: 25615809034035KUZ

ข้อ	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ระดับความพึงพอใจ				
		ชอบถ้าเป็นแบบนี้	ต้องควรจะเป็นแบบนี้	รู้สึกเฉยๆ รับได้ถ้าเป็นแบบนี้	ไม่ชอบเลยถ้าเป็นแบบนี้	
กลิ่น	5.5 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**<u>มีหรือไม่ได้มี</u>**: ลักษณะเห็นเป็นเม็ดข้าว  เช่น ข้าวแต๋น	☐	☐	☐	☐	☐
	5.6 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**<u>มีหรือไม่ได้มี</u>**ขนาดดังรูป					
	5.6.1 กว้าง 4.5 เซนติเมตร	☐	☐	☐	☐	☐
	5.6.2 กว้าง 7 เซนติเมตร	☐	☐	☐	☐	☐
	5.6.3 กว้าง 1.5 เซนติเมตร ยาว 4 เซนติเมตร	☐	☐	☐	☐	☐
	5.6.4 กว้าง 2.2 เซนติเมตร ยาว 6.2 เซนติเมตร	☐	☐	☐	☐	☐
	5.7 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**<u>มีหรือไม่ได้มี</u>**ความหนาดังรูป					
	5.7.1 หนา 0.5 เซนติเมตร	☐	☐	☐	☐	☐
	5.7.2 หนา 1 เซนติเมตร	☐	☐	☐	☐	☐

Ref. code: 25615809034035KUZ

ข้อ	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ระดับความพึงพอใจ				
		ชอบมากเป็นแบบนี้	ต้องควรจะเป็นแบบนี้	รู้สึกเฉยๆ รับได้ถ้าเป็นแบบนี้	ไม่ชอบเลยถ้าเป็นแบบนี้	
6. รสชาติ	6.1 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**รสเปรี้ยว เช่น รสซอลธ์และซาวร์	☐	☐	☐	☐	☐
	6.2 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**รสหวาน เช่น คาราเมล	☐	☐	☐	☐	☐
	6.3 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**รสเค็ม เช่น รสเกลือ	☐	☐	☐	☐	☐
	6.4 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**รสขม เช่น รสชาเขียว	☐	☐	☐	☐	☐
	6.5 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**มีหรือไม่ได้มี**รสเผ็ด เช่น รสพริกปาปริก้า	☐	☐	☐	☐	☐
7. บรรจุภัณฑ์	7.1 ถ้าบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว **มีหรือไม่ได้มี** ลักษณะดังรูป					
	7.1.1  น้ำหนัก 50 กรัม	☐	☐	☐	☐	☐
	7.1.2  น้ำหนัก 75 กรัม	☐	☐	☐	☐	☐

Ref. code: 25615809034035KUZ

ข้อ	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ระดับความพึงพอใจ				
		ชอบมากเป็นแบบนี้	ต้องควรจะเป็นแบบนี้	รู้สึกเฉยๆ รับได้ก็เป็นแบบนี้	ไม่ชอบเลยก็เป็นแบบนี้	
7. บรรจุภัณฑ์	7.1.3  น้ำหนัก 110 กรัม	☐	☐	☐	☐	☐
	7.1.4  น้ำหนัก 42 กรัม	☐	☐	☐	☐	☐
	7.1.5  น้ำหนัก 42 กรัม	☐	☐	☐	☐	☐

Ref. code: 25615809034035KUZ

ข้อ	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ระดับความพึงพอใจ				
		ชอบเป็นที่สุด	ต้องควรจะเป็นแบบนี้	รู้สึกเฉยๆ รับได้เป็นแบบนี้	ไม่ชอบเลยเป็นแบบนี้	
8. ขนาดบรรจุและราคา	8.1 ถ้าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว **มี** ขนาดบรรจุและราคา					
	8.1.1 50 กรัม ราคา 20 บาท (แบบถุง)	☐	☐	☐	☐	☐
	8.1.2 75 กรัม ราคา 30 บาท (แบบถุง)	☐	☐	☐	☐	☐
	8.1.3 75 กรัม ราคา 65 บาท (แบบกระป๋อง)	☐	☐	☐	☐	☐
	8.1.4 110 กรัม ราคา 55 บาท (แบบถุง)	☐	☐	☐	☐	☐

Ref. code: 25615809034035KUZ

ข-2 แบบทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส และความพอดีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

แบบสอบถามเพื่อประเมินความชอบขนมขบเคี้ยว

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ ☐ หญิง ☐ ชาย
2. อายุ ..... ปี
3. การศึกษา ปริญญาตรีชั้นปีที่..... ปริญญาโทชั้นปีที่.....

ตอนที่ 2 ประเมินระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค

คำชี้แจง: กรุณาชิมตัวอย่างต่อไปนี้จากซ้ายไปขวา ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแล้วให้คะแนนความชอบ ตามลำดับคะแนนที่ได้กำหนดไว้ด้านล่างตามปัจจัยคุณภาพ และกรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง

<u>การประเมินความกรอบ</u>: ใช้มือในการหักตัวอย่างและฟังเสียงขณะหักตัวอย่าง ถ้าตัวอย่างที่หักแล้วมีเสียงดังแสดงว่าตัวอย่างนั้นมีความกรอบมาก

<u>การประเมินความแข็ง</u>: วางตัวอย่างที่ฟันกรามและสังเกตแรงที่ใช้ในการกัดตัวอย่าง หากตัวอย่างที่ใช้แรงในการกัดมากแสดงว่าตัวอย่างนั้นมีความแข็งมาก

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

คุณลักษณะ	รหัส		
	430	969	274
ลักษณะปรากฏ			
ความกรอบ			
ความแข็ง			
ความหวาน			
ความชอบโดยรวม			

Ref. code: 25615809034035KUZ

คำชี้แจง: กรุณาทดสอบความพอดี (JAR) ของแต่ละตัวอย่างในด้าน**<u>รสหวาน</u>**

430:	☐	☐	☐	☐	☐
	หวานมากเกินไป	หวานมาก	หวานพอดี	หวานน้อย	หวานน้อยเกินไป
969:	☐	☐	☐	☐	☐
	หวานมากเกินไป	หวานมาก	หวานพอดี	หวานน้อย	หวานน้อยเกินไป
274:	☐	☐	☐	☐	☐
	หวานมากเกินไป	หวานมาก	หวานพอดี	หวานน้อย	หวานน้อยเกินไป

คำแนะนำ: กรุณาชิมตัวอย่างตามลำดับที่เสนอและเรียงลำดับความชอบของท่าน โดยชอบมากที่สุดเป็นลำดับที่ 1 และตัวอย่างที่ท่านชอบน้อยที่สุดเป็นลำดับที่ 3 กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างทุกครั้ง

รหัสตัวอย่าง	430	969	274
	_____	_____	_____

ข้อเสนอแนะ .....

Ref. code: 25615809034035KUZ

ข-3 แบบทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส และความพอดีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

แบบสอบถามเพื่อประเมินความชอบขนมขบเคี้ยว

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ ☐ หญิง ☐ ชาย
2. อายุ ..... ปี
3. การศึกษา ปริญญาตรีชั้นปีที่..... ปริญญาโทชั้นปีที่.....

ตอนที่ 2 ประเมินระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค

คำชี้แจง: กรุณาชิมตัวอย่างต่อไปนี้จากซ้ายไปขวา ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแล้วให้คะแนนความชอบตามลำดับคะแนนที่ได้กำหนดไว้ด้านล่างตามปัจจัยคุณภาพ และกรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง

<u>การประเมินความกรอบ</u>: ใช้มือในการหักตัวอย่างและฟังเสียงขณะหักตัวอย่าง ถ้าตัวอย่างที่หักแล้วมีเสียงดังแสดงว่าตัวอย่างนั้นมีความกรอบมาก

<u>การประเมินความแข็ง</u>: วางตัวอย่างที่ฟันกรามและสังเกตแรงที่ใช้ในการกัดตัวอย่าง หากตัวอย่างที่ใช้แรงในการกัดมากแสดงว่าตัวอย่างนั้นมีความแข็งมาก

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

คุณลักษณะ	รหัส		
	240	446	558
ลักษณะปรากฏ (ความมันเงา)			
ความกรอบ			
ความแข็ง			
ความหวาน			
ความชอบโดยรวม			

Ref. code: 25615809034035KUZ

คำชี้แจง: กรุณาทดสอบความพอดี (JAR) ของแต่ละตัวอย่างในด้าน**<u>รสหวาน</u>** และ **<u>ความมันเงา</u>**

240:	☐	☐	☐	☐	☐
	หวานมากเกินไป	หวานมาก	หวานพอดี	หวานน้อย	หวานน้อยเกินไป
240:	☐	☐	☐	☐	☐
	มันเงามากเกินไป	มันเงามาก	มันเงาพอดี	มันเงาน้อย	มันเงาน้อยเกินไป
446:	☐	☐	☐	☐	☐
	หวานมากเกินไป	หวานมาก	หวานพอดี	หวานน้อย	หวานน้อยเกินไป
446:	☐	☐	☐	☐	☐
	มันเงามากเกินไป	มันเงามาก	มันเงาพอดี	มันเงาน้อย	มันเงาน้อยเกินไป
558	☐	☐	☐	☐	☐
	หวานมากเกินไป	หวานมาก	หวานพอดี	หวานน้อย	หวานน้อยเกินไป
558:	☐	☐	☐	☐	☐
	มันเงามากเกินไป	มันเงามาก	มันเงาพอดี	มันเงาน้อย	มันเงาน้อยเกินไป

คำแนะนำ: กรุณาชิมตัวอย่างตามลำดับที่เสนอและเรียงลำดับความชอบของท่าน โดยชอบมากที่สุดเป็นลำดับที่ 1 และตัวอย่างที่ท่านชอบน้อยที่สุดเป็นลำดับที่ 3 กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างทุกครั้ง

รหัสตัวอย่าง	240	446	558
	_____	_____	_____

ข้อเสนอแนะ

.....

Ref. code: 25615809034035KUZ

ข-4 แบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเสริมโปรตีน

แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว
โปรตีนสูงเคลือบคาราเมล

เรียน ผู้ทำแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้จัดทำขึ้นเพื่อสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านกรุณาตอบแบบสอบถามให้ครบถ้วนสมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ขอขอบคุณในความร่วมมือ
ผู้ทำวิจัย

Ref. code: 25615809034035KUZ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่อง ☐ ที่กำหนดให้ตามความเป็นจริงและครบถ้วน

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ

☐ ต่ำกว่า 20 ปี
☐ 21 – 25 ปี
☐ 26 – 35 ปี
☐ 36 – 40 ปี
☐ 40 ปีขึ้นไป

3. การศึกษาสูงสุดที่ได้รับ/กำลังศึกษา

☐ ต่ำกว่ามัธยม
☐ มัธยมต้น
☐ มัธยมปลาย
☐ อนุปริญญา
☐ ปริญญาตรี
☐ ปริญญาโท
☐ ปริญญาเอก

4. รายได้ต่อเดือน

☐ ต่ำกว่า 5,000 บาท
☐ 5,001 – 10,000 บาท
☐ 10,001 – 15,000 บาท
☐ 15,001 – 20,000 บาท
☐ 20,001 – 25,000 บาท
☐ 25,001 – 30,000 บาท
☐ 30,001 บาทขึ้นไป

5. อาชีพ

☐ นักเรียน/นักศึกษา
☐ ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ
☐ ธุรกิจส่วนตัว
☐ พนักงานบริษัท
☐ อื่นๆ

Ref. code: 25615809034035KUZ

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการบริโภค

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่อง ☐ ที่กำหนดให้ตามความเป็นจริงและครบถ้วน

1. ท่านซื้อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากที่ใดบ่อยที่สุด

☐ Supermarket (Top market) ☐ ร้านขายของชำ

☐ Hypermarket (Big C, Tesco Lotus) ☐ ร้านสะดวกซื้อ (7-11, Familymart)

☐ อื่นๆ ระบุ.....

2. ความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว

☐ ทุกวัน/เกือบทุกวัน ☐ สัปดาห์ละครั้ง

☐ 3 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์ ☐ เดือนละครั้ง

☐ 1 – 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ☐ อื่นๆ ระบุ.....

3. ท่านรับประทานผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวชนิดใด

☐ ข้าวอบกรอบ ☐ ข้าวแต๋น

☐ ข้าวเกรียบ ☐ วาฟเฟิลกรอบ

☐ ทองม้วน ☐ อื่นๆ ระบุ.....

4. ท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เพราะเหตุผลใดสำคัญที่สุด

☐ รสชาติ ☐ คุณค่าทางโภชนาการ

☐ ราคา ☐ ยี่ห้อ

☐ บรรจุภัณฑ์ ☐ อื่นๆ ระบุ.....

Ref. code: 25615809034035KUZ

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่อง ที่ตรงกับความรู้สึกของท่านและกรุณาดื่มน้ำก่อนเริ่มการทดสอบ

คุณลักษณะ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
สี									
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
กลิ่นรส									
เนื้อสัมผัส									
รสชาติ									
ความชอบโดยรวม									

7. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ นมถั่วเหลือง และไข่

☐ ยอมรับ ☐ ไม่ยอมรับ เพราะ.....

8. หากผลิตภัณฑ์นี้วางจำหน่าย ท่านคิดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

☐ ซื้ออย่างแน่นอน ☐ อาจจะไม่ซื้อ

☐ อาจจะซื้อ ☐ ไม่ซื้ออย่างแน่นอน

☐ อาจจะซื้อหรือไม่ซื้อ

Ref. code: 25615809034035KUZ

คำแนะนำ กรุณาอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย √ ลงในช่อง ☐

ขนมขบเคี้ยวโปรตีนสูงเคลือบคาราเมล เป็นขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพเหมาะกับทุกเพศทุกวัย มีสารต้านอนุมูลอิสระ และมีสารอาหารต่างๆ เช่น โอเมก้า 3 ที่สำคัญต่อโครงสร้างและการทำงานของสมอง ตับและระบบประสาท, เบต้าแคโรทีน ช่วยบำรุงสายตา, วิตามินอี ช่วยชะลอความแก่ และธาตุเหล็ก ช่วยในการบำรุงโลหิต นอกจากนั้นยังมีกากใยอาหาร และโปรตีนที่สูงซึ่งเหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการควบคุมน้ำหนักอีกด้วย

9. หลังจากทราบข้อมูลเพิ่มเติมแล้ว ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์โปรตีนสูงเคลือบคาราเมลหรือไม่

☐ ยอมรับ ☐ ไม่ยอมรับ เพราะ.....

10. หากผลิตภัณฑ์นี้วางจำหน่าย ท่านคิดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

☐ ซื้ออย่างแน่นอน ☐ อาจจะซื้อ

☐ อาจจะไม่ซื้อ ☐ ไม่ซื้ออย่างแน่นอน

☐ อาจจะซื้อหรือไม่ซื้อ

11. หากผลิตภัณฑ์นี้วางจำหน่ายในราคา 69 บาท (น้ำหนักสุทธิ 95 กรัม) ท่านคิดว่าราคาที่จำหน่ายมีความเหมาะสมหรือไม่

☐ ราคาด้อยกว่าคุณภาพ

☐ ราคาเหมาะสมกับคุณภาพ

☐ ราคาสูงกว่าคุณภาพ

Ref. code: 25615809034035KUZ

ภาคผนวก ค

ข้อมูลยืนยันผลการทดสอบ

บริษัท ศูนย์ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางการแพทย์และการเกษตร แห่งเอเชีย จำกัด
361,361/1-4 ซอยลาดพร้าว 122 (มหาดไทย1) แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310
โทรศัพท์ : 0-2934-2381 แฟกซ์ : 0-2934-0661 อีเมล์ : amarc@amarc.co.th เว็บไซต์ : www.amarc.co.th

PREVIEW ONLY

ใบรายงานผลการทดสอบ

เลขที่ใบรายงานผล : 18-040288
เลขที่ใบขอบริการ : 18-12420

ชื่อลูกค้า : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
ที่อยู่ : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่อยู่ 99/2 หมู่ 18 ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
รหัสตัวอย่าง : 18-12420-001
ชื่อตัวอย่าง : แครกเกอร์
รายละเอียดตัวอย่าง : ตัวอย่างบรรจุถุงอะลูมิเนียม-พลาสติก ลามิเนต ปิดสนิท
วันที่รับตัวอย่าง : 11/06/2018 **วันที่ทดสอบ** : 11/06/2018

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย
Sugars	In-house method TM-CH-088 based on AOAC (2012) 982.14		
- Total sugar		28.3	g/100g
Ash	AOAC (2012) 923.03	2.12	g/100g
Moisture	AOAC (2012) 925.10	4.67	g/100g
Protein (N x 6.25)	In-house method TM-CH-017 based on AOAC (2012) 981.10	26.37	g/100g
Total Carbohydrate (Include fiber)	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter, Method of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	54.48	g/100g
Total Energy	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter, Method of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	434.64	kilocalories/100g
Total Fat	AOAC (2012) 922.06	12.36	g/100g
Staphylococcus aureus	ISO 6888-1 : 1999 / Amd 1 : 2003	Not Detected	per 0.1 g
Salmonella spp.	ISO 6579 : 2002 / Cor.1 : 2004	Not Detected	per 25 g

ภาคผนวก ง
ค่าคุณภาพกับระยะเวลาในการเก็บรักษาที่สภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส

ตาราง ค-1 ค่าความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		
	35	45	55
0	34.83 ± 0.1	34.36 ± 0.4	34.87 ± 0.3
1	34.63 ± 0.1	33.53 ± 0.5	33.62 ± 0.2
2	34.40 ± 0.1	32.34 ± 0.2	32.26 ± 0.1
3	33.58 ± 0.1	32.62 ± 0.2	31.29 ± 0.2
4	33.15 ± 0.1	32.25 ± 0.0	30.38 ± 0.2
5	32.92 ± 0.1	31.66 ± 0.1	29.45 ± 0.4
6	33.06 ± 0.0	31.28 ± 0.0	29.51 ± 0.2
7	32.73 ± 0.1	30.94 ± 0.0	29.58 ± 1.1
8	32.67 ± 0.1	30.79 ± 0.1	28.65 ± 0.2

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตาราง ค-2 ค่าสีแดง (a*) ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง

ระยะเวลาการเก็บรักษา	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		
(วัน)	35	45	55
0	7.18 ± 0.1	7.44 ± 0.1	7.85 ± 0.0
1	7.25 ± 0.1	7.47 ± 0.1	7.65 ± 0.1
2	7.73 ± 0.0	7.57 ± 0.2	7.17 ± 0.1
3	7.41 ± 0.0	7.53 ± 0.1	7.27 ± 0.1
4	7.65 ± 0.0	7.60 ± 0.6	7.71 ± 0.1
5	7.63 ± 0.0	7.65 ± 0.1	8.82 ± 0.1
6	7.79 ± 0.1	7.64 ± 0.3	8.44 ± 0.0
7	7.84 ± 0.0	7.72 ± 0.9	8.15 ± 0.1
8	7.94 ± 0.1	7.73 ± 0.5	8.81 ± 0.8

ตาราง ค-3 ค่าสีเหลือง (b*) ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง

ระยะเวลาการเก็บรักษา	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		
(วัน)	35	45	55
0	11.82 ± 0.1	11.66 ± 0.4	11.93 ± 0.2
1	11.74 ± 0.1	11.18 ± 0.5	11.55 ± 0.1
2	11.57 ± 0.1	11.12 ± 0.6	11.38 ± 0.1
3	11.53 ± 0.0	10.90 ± 0.3	11.22 ± 0.1
4	11.54 ± 0.0	10.53 ± 0.0	10.80 ± 0.1
5	11.45 ± 0.0	10.82 ± 0.4	10.71 ± 0.5
6	11.48 ± 0.0	10.67 ± 0.3	10.28 ± 0.1
7	11.41 ± 0.0	10.45 ± 0.1	9.93 ± 0.1
8	11.35 ± 0.0	10.48 ± 0.5	9.82 ± 0.0

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตาราง ค-4 ปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง

ระยะเวลาการเก็บรักษา	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		
(วัน)	35	45	55
0	0.299 ± 0.1	0.285 ± 0.0	0.297 ± 0.1
1	0.355 ± 0.1	0.385 ± 0.0	0.399 ± 0.1
2	0.418 ± 0.1	0.432 ± 0.0	0.466 ± 0.1
3	0.442 ± 0.0	0.454 ± 0.9	0.521 ± 0.1
4	0.468 ± 0.1	0.517 ± 0.1	0.552 ± 0.0
5	0.519 ± 0.0	0.557 ± 0.4	0.582 ± 0.5
6	0.553 ± 0.4	0.576 ± 0.6	0.612 ± 0.1
7	0.592 ± 0.6	0.610 ± 0.1	0.641 ± 1.0
8	0.601 ± 0.3	0.633 ± 1.1	0.666 ± 0.1

ตาราง ค-5 ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง

ระยะเวลาการเก็บรักษา	อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		
(วัน)	35	45	55
0	1,196.5 ± 0.1	1128.2 ± 0.0	1228.9 ± 0.0
1	965.9 ± 0.1	987.9 ± 0.0	918.1 ± 0.0
2	939.6 ± 0.0	861.2 ± 0.1	866.9 ± 0.1
3	862.5 ± 0.0	812.5 ± 0.1	754.7 ± 0.1
4	878.2 ± 0.5	738.5 ± 0.1	565.5 ± 0.1
5	774.5 ± 1.0	655.9 ± 0.0	529.6 ± 0.1
6	704.4 ± 0.1	614.7 ± 1.1	481.1 ± 0.1
7	669.9 ± 1.1	554.9 ± 1.1	463.4 ± 1.0
8	621.5 ± 0.1	505.9 ± 0.1	436.1 ± 0.1

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตาราง ค-6 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)	สี	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรส	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	7.17 ± 0.5	7.33 ± 0.5	6.27 ± 0.6	6.67 ± 0.6	7.00 ± 0.3	7.17 ± 0.4
1	6.78 ± 0.8	7.17 ± 0.6	6.50 ± 0.5	6.53 ± 0.5	6.87 ± 0.4	6.73 ± 0.5
2	6.83 ± 0.5	6.63 ± 0.5	6.20 ± 0.7	6.57 ± 0.6	6.67 ± 0.5	6.67 ± 0.5
3	6.80 ± 0.4	6.67 ± 0.5	5.97 ± 0.5	5.80 ± 0.5	5.60 ± 0.5	6.40 ± 0.7
4	6.73 ± 0.4	6.33 ± 0.8	5.10 ± 0.5	5.63 ± 0.5	5.47 ± 0.5	5.83 ± 0.4
5	6.67 ± 0.6	5.90 ± 0.7	4.20 ± 0.5	4.63 ± 0.5	4.73 ± 0.5	5.60 ± 0.5
6	5.67 ± 0.8	5.17 ± 0.5	4.16 ± 0.4	4.67 ± 0.5	4.68 ± 0.4	4.87 ± 0.7
7	5.50 ± 0.5	5.10 ± 0.5	4.47 ± 0.4	4.50 ± 0.5	4.30 ± 0.4	4.53 ± 0.4
8	5.46 ± 0.5	5.17 ± 0.5	3.67 ± 0.5	3.40 ± 0.4	4.17 ± 0.5	4.20 ± 0.4

Ref. code: 25615809034035KUZ

ตาราง ค-7 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)	สี	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรส	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	7.10 ± 0.50	7.30 ± 0.49	6.53 ± 0.55	6.69 ± 0.55	7.11 ± 0.39	7.22 ± 0.51
1	6.53 ± 0.51	7.18 ± 0.51	6.50 ± 0.48	5.80 ± 0.51	6.55 ± 0.51	6.55 ± 0.50
2	6.50 ± 0.49	6.57 ± 0.38	6.23 ± 0.68	5.57 ± 0.69	5.67 ± 0.50	6.16 ± 0.39
3	5.50 ± 0.39	6.67 ± 0.49	5.83 ± 0.39	5.80 ± 0.51	5.50 ± 0.38	5.50 ± 0.50
4	5.63 ± 0.41	5.63 ± 0.39	4.87 ± 0.69	4.83 ± 0.49	5.47 ± 0.48	5.23 ± 0.51
5	5.16 ± 0.51	5.33 ± 0.68	4.83 ± 0.49	4.63 ± 0.51	4.83 ± 0.51	4.60 ± 0.51
6	4.83 ± 0.68	4.83 ± 0.49	4.50 ± 0.49	3.67 ± 0.68	4.23 ± 0.50	4.17 ± 0.58
7	4.47 ± 0.50	4.80 ± 0.50	3.47 ± 0.45	3.50 ± 0.38	4.00 ± 0.68	4.03 ± 0.49
8	4.48 ± 0.55	4.40 ± 0.50	3.17 ± 0.48	3.40 ± 0.41	3.67 ± 0.41	3.80 ± 0.51

Ref. code: 25615809034035KUZ

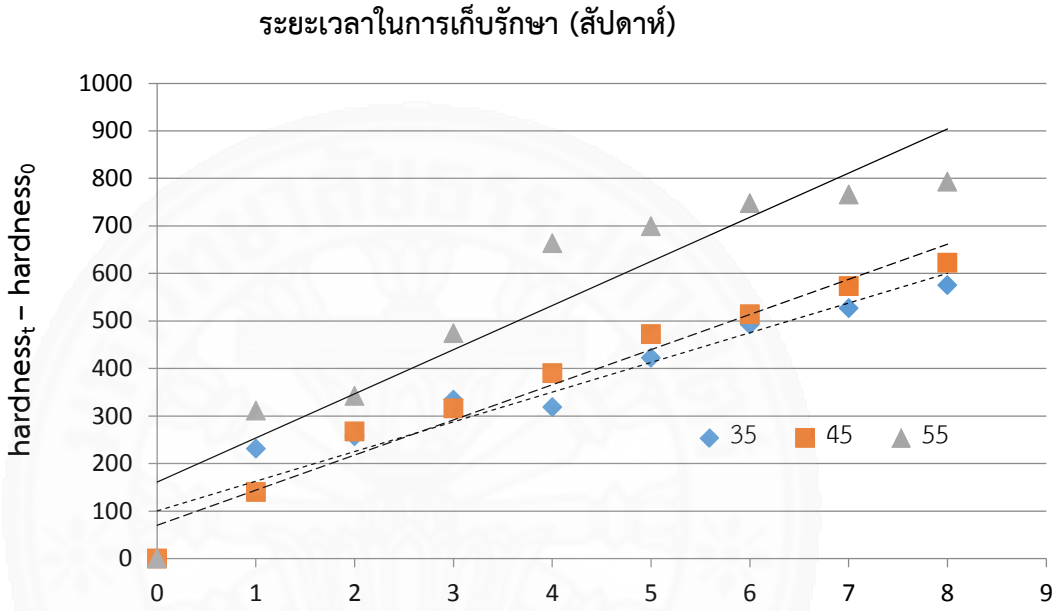
ตาราง ค-8 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)	สี	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรส	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	7.24 ± 0.49	7.37 ± 0.49	6.50 ± 0.51	6.50 ± 0.49	7.23 ± 0.50	7.22 ± 0.50
1	6.55 ± 0.68	6.84 ± 0.51	6.00 ± 0.50	5.33 ± 0.39	6.55 ± 0.50	6.55 ± 0.51
2	6.40 ± 0.50	5.77 ± 0.69	5.24 ± 0.50	5.11 ± 0.51	5.69 ± 0.49	6.02 ± 0.49
3	5.36 ± 0.51	5.27 ± 0.48	4.11 ± 0.49	4.55 ± 0.50	4.93 ± 0.68	5.11 ± 0.50
4	5.22 ± 0.38	5.13 ± 0.50	4.03 ± 0.49	4.22 ± 0.49	4.77 ± 0.39	4.64 ± 0.50
5	5.15 ± 0.48	4.63 ± 0.50	3.44 ± 0.39	3.55 ± 0.50	4.00 ± 0.50	4.15 ± 0.50
6	5.13 ± 0.55	4.60 ± 0.39	3.40 ± 0.39	3.57 ± 0.68	3.33 ± 0.49	4.03 ± 0.39
7	4.45 ± 0.51	4.10 ± 0.68	3.00 ± 0.50	3.00 ± 0.39	2.70 ± 0.51	3.22 ± 0.39
8	4.22 ± 0.51	4.30 ± 0.58	3.04 ± 0.55	2.40 ± 0.49	2.67 ± 0.50	2.55 ± 0.51

Ref. code: 25615809034035KUZ

ภาคผนวก จ
ความสัมพันธ์ของค่าคุณภาพกับระเวลาในการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง ตามหลักจลนพลศาสตร์ (kinetic model)

ค-1 ความสัมพันธ์ของค่า hardness กับระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง



รูปที่ ค-1 ก ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงค่า hardness ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว (hardness$_t$ – hardness$_0$) กับระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส (^{O}C) (ปฏิกิริยาอันดับศูนย์)

กำหนดให้ ---------- หมายถึงเส้นแนวโน้มของกราฟที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

kinetic model: hardness$_t$ – hardness$_0$ = 62.440t, R^2 = 0.9214

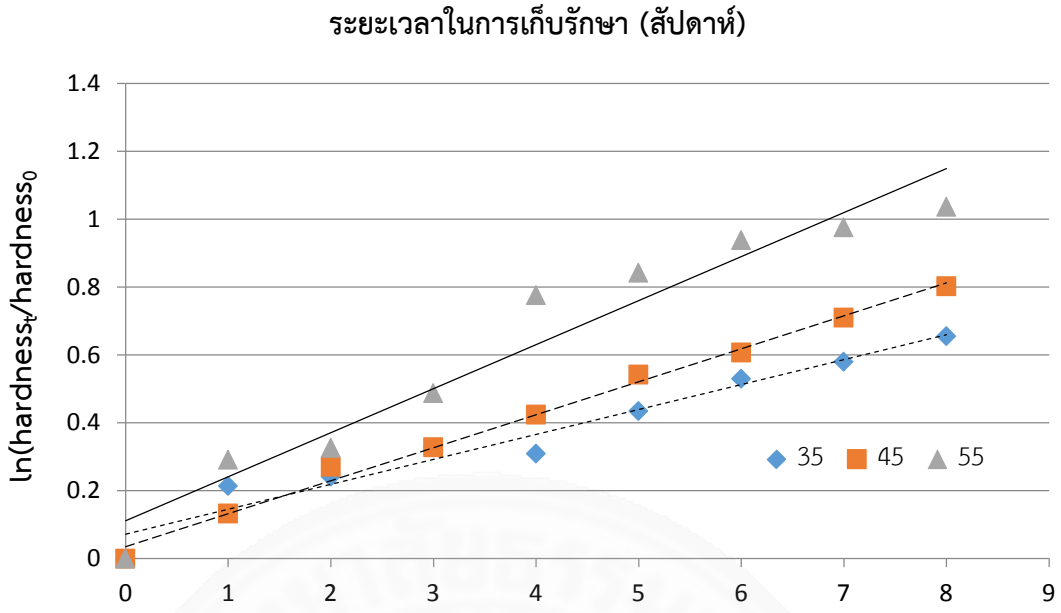
--------- หมายถึงเส้นแนวโน้มของกราฟที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

kinetic model: hardness$_t$ – hardness$_0$ = 73.963t, R^2 = 0.9668

———— หมายถึงเส้นแนวโน้มของกราฟที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

kinetic model: hardness$_t$ – hardness$_0$ = 92.867t, R^2 = 0.8834

Ref. code: 25615809034035KUZ



รูปที่ ค-1 ข ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงค่า hardness ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ($\ln(hardness_t/hardness_0)$) กับระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส (^{O}C) (ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง)

กำหนดให้ ---------- หมายถึงเส้นแนวโน้มของกราฟที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

kinetic model: $\ln(hardness_t/hardness_0) = 0.0734t$, $R^2 = 0.9550$

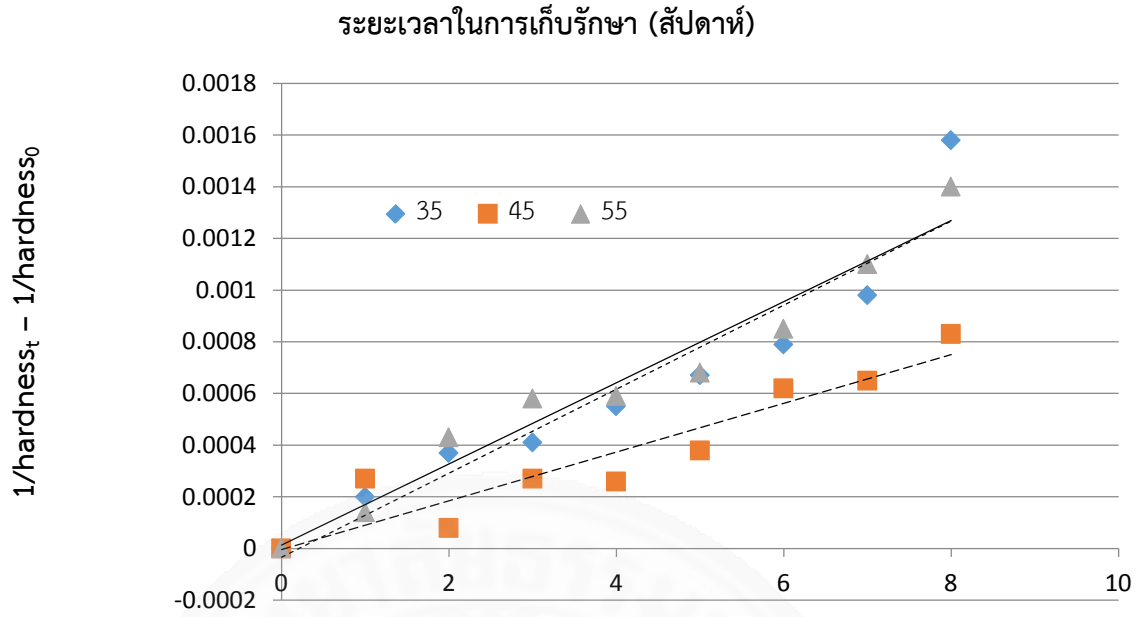
--------- หมายถึงเส้นแนวโน้มของกราฟที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

kinetic model: $\ln(hardness_t/hardness_0) = 0.0971t$, $R^2 = 0.9937$

——— หมายถึงเส้นแนวโน้มของกราฟที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

kinetic model: $\ln(hardness_t/hardness_0) = 0.1295t$, $R^2 = 0.9419$

Ref. code: 25615809034035KUZ



รูปที่ ค-1 ค ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงค่า hardness ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ($1/hardness_t - 1/hardness_0$) กับระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส (^{O}C) (ปฏิกิริยาอันดับสอง)

กำหนดให้ ---------- หมายถึงเส้นแนวโน้มของกราฟที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

kinetic model: $1/hardness_t - 1/hardness_0 = 0.00025t$,

$R^2 = 0.9047$

--------- หมายถึงเส้นแนวโน้มของกราฟที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

kinetic model: $1/hardness_t - 1/hardness_0 = 0.00015t$,

$R^2 = 0.8785$

———— หมายถึงเส้นแนวโน้มของกราฟที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

kinetic model: $1/hardness_t - 1/hardness_0 = 0.0002t$,

$R^2 = 0.9574$

Ref. code: 25615809034035KUZ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวภัคชัญญา ศิริวรรณ
วันเดือนปีเกิด	24 ธันวาคม 2535
วุฒิการศึกษา	ปีการศึกษา 2557: วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการอาหาร) มหาวิทยาลัยรังสิต
ทุนการศึกษา	ปี 2561: ทุนวิจัยทั่วไป ระดับบัณฑิตศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2562 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ผลงานทางวิชาการ

Siriwan, P. and Vatthanakul, S. 2018. Development of high protein snack product from riceberry rice, soy and egg. Journal of Science and Technology 44: 807 – 815.

Ref. code: 25615809034035KUZ