

การใช้กากถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในเค้กผลไม้

USE OF SOY MILK RESIDUE TO IMPROVE NUTRITIONAL VALUE OF
FRUIT CAKE



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

วิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2555

KMITL-2012-AI-M-053-155

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การใช้กากถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในเค้กผลไม้

USE OF SOY MILK RESIDUE TO IMPROVE NUTRITIONAL VALUE OF
FRUIT CAKE



T123762



กนกอร นันตะธนะ

KANOON NUNTATANA

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 123762
วัน, เดือน, ปี 29 11 2555

b.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2555

KMITL-2012-AI-M-053-155

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**USE OF SOY MILK RESIDUE TO IMPROVE NUTRITIONAL VALUE OF
FRUIT CAKE**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN FOOD SCIENCE
FACULTY OF AGRO-INDUSTRY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2012

KMITL-2012-AI-M-053-155

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2012

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การใช้กากถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในเค้กผลไม้
Use of soy milk residue to improve nutritional value of fruit cake

ชื่อนักศึกษา นางกนกอร นีนตะธนะ
รหัสประจำตัว 53680235
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิทยาศาสตรการอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ยุพร พิชกมุทร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ยุพร พิชกมุทร รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิริโรดม ดร.นภัสรพี เหลืองสกุล รศ.เขวาลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์	

วัน / เดือน / ปีที่สอบ 22 ตุลาคม 2555 เวลา 10.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง A 303 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว



วันที่... ๒๒ ... เดือน ... ๑๐ ... พ.ศ. ๕๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้กากถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในเค้ก
ผลไม้ศึกษาค้นคว้า	กนกอกร นันตะระณะ
รหัสประจำตัว	53680235
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การอาหาร
พ.ศ.	2555
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. ยุพร พิษกมูทร

บทคัดย่อ

โอคาราหรือกากถั่วเหลืองที่เหลือจากการผลิตนมถั่วเหลืองที่เลียนแบบการผลิตในครัวเรือน ถูกนำมาใช้ประโยชน์ โดยทดลองทดแทนแป้งสาลีในการผลิตเค้กผลไม้ โอคาราสองชนิด คือโอคาราสดและโอคาราสดบิบแห้งนำมาทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ 20 , 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อตรวจสอบสมบัติทางกายภาพและประสาทสัมผัส พบว่าการใช้โอคาราสดและโอคาราสดบิบแห้งทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความหนืดของแบคเตอร์ลดลง และค่าความสว่างของเค้กผลไม้ลดลงและค่าสีแดงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่งผลให้เค้กผลไม้โอคารามีสีเข้มกว่าเค้กผลไม้สูตรควบคุม ในขณะที่ค่าความแข็งของเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราบิบแห้งเพิ่มขึ้น จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเค้กผลไม้ พบว่าสามารถใช้โอคาราทดแทนแป้งสาลีได้ 30 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสดบิบแห้ง ได้ทดลองใช้แป้งโฮลวีตสองชนิด แป้งโฮลวีตชนิดละเอียดและแป้งโฮลวีตชนิดหยาบแทนแป้งขนมปังขัดขาว พบว่าเค้กผลไม้โอคาราที่ผลิตจากแป้งโฮลวีตชนิดละเอียด มีค่าคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก การศึกษาอายุการเก็บของเค้กผลไม้โอคาราที่ใช้แป้งโฮลวีตชนิดละเอียด โดยบรรจุในพิมพ์ออลูมิเนียมฟอยล์ ปิดฝาห่อด้วยฟิล์มถนอมอาหารที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถเก็บได้มากกว่า 28 วัน เช่นเดียวกับเค้กผลไม้ที่ผลิตจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเค้กผลไม้ พบว่าเค้กผลไม้โอคารา 100 กรัม มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า โยอาหาร และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 23.70 , 6.04 , 29.00 , 1.25 , 3.42 และ 39.64 กรัม ตามลำดับ การเติมโอคาราลงในเค้กผลไม้ทำให้ปริมาณเถ้าและเส้นใยอาหารเพิ่มมากขึ้น และทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและพลังงานลดลง เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม

Thesis Title	Use Of Soy Milk Residue To Improve Nutritional Value Of Fruit Cake
Student	Mrs. Kanogon Nuntatana
Student ID.	53680235
Degree	Master of Science
Program	Food Science
Year	2012
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Yuporn Puechkamut

ABSTRACT

Okara or soy milk residue, the left from household soy milk production, was brought to make the benefit in the experiment of substitution wheat flour in fruit cake. The two kinds of okara, fresh and dry squeezed okara at the level of 20, 30, and 40 % were used to replace wheat flour. When checking the physical qualification, it was found that using both okara to substitute wheat flour in the increasing quantity, it reduced the viscosity of batter and lightness of fruit cake but the red color value was increase by statistic significantly. Moreover, hardness of the fruit cake with dry squeezed okara was increase. From sensory evaluation, it was found that okara could be used to substitute wheat flour at the level of 30 percent. To improve nutrition value of the fruit cake made from dry squeezed okara , two kinds of whole wheat flour, fined and coarsely ground, were used instead of polished bread flour. It was found that the okara fruit cake with fined whole wheat flour had the acceptance score in the range of like moderately to like very much. Studying the shelf life of okara fruit cake kept at 4° C by putting in aluminum foil mould with the tightly seal lid, wrapped and sealed well showed that it could be kept more than 28 days that was the same as fruit cake made from 100 % wheat flour. The nutrition values of the okara fruit cake compared to control fruit cake was studies Moisture, protein, fat, ash, fiber and carbohydrate were 23.70, 6.40 , 29.00, 1.25 , 3.42 and 39.64 gram per 100 grams respectively. When okara was added to the fruit cake, the ash and dietary content were increased. Whereas, the carbohydrate content and the calorie of the okara fruit cake were decreased.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ศศ.ดร.ยุพร พิษกมูทร ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ผู้ควบคุม วิทยานิพนธ์ และรศ.เขาวลัทธิ สรพันธ์พิศิษฐ์ ให้เกียรติเป็นกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ กรุณาถ่ายทอดความรู้ คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆอันมีค่าและคำปรึกษาต่างๆที่เป็นประโยชน์แก่ ข้าพเจ้าในการทำวิจัย ตลอดจนเสียสละเวลาอันมีค่าสำหรับการตรวจทาน แก่ไขวิทยานิพนธ์ฉบับ นี้จนสำเร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร.นภัสรพี เหลืองสกุล และ รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นสิโรดม เป็นอย่างสูงที่ ได้กรุณาให้เกียรติเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งตรวจทาน แก่ไขข้อบกพร่องต่างๆในการ สอบวิทยานิพนธ์เพื่อให้มีความสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกๆท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้และวิชาการต่างๆ ให้แก่ข้าพเจ้าตลอด ระยะเวลาที่ได้ศึกษา ณ สถาบันฯแห่งนี้ จนกระทั่งข้าพเจ้าประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณบิดา-มารดา ครอบครัวของข้าพเจ้าที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือ และให้ กำลังใจในการเรียนและทำการวิจัยตลอดมา

ขอขอบคุณ ดร.ทนาวุฒิ ปริญญาพัฒนบุตร ที่ให้ความอนุเคราะห์กำลังกาย กำลังใจ รวมถึงได้เสียสละเวลาอันมีค่า เพื่อแนะนำการวิเคราะห์ผลวิจัยทางเคมีทั้งหลายทั้งปวง

ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ ที่อำนวยความสะดวกในการ ปฏิบัติงาน ตลอดจนเจ้าหน้าที่ธุรการในงานเอกสารต่างๆ ทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี ขอขอบคุณพี่ เพื่อน และน้องนักศึกษาระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอกทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจมาตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาฉะเชิงเทรา และสำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษาที่ให้ทุนการศึกษาต่อระดับปริญญาโท หลักสูตรต่อเนื่อง 2 ปี ภายใต้กายปฏิบัติการ ไทยเข้มแข็ง (SP2) ตามโครงการพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอบแต่คณาจารย์และผู้มี พระคุณทุกท่าน หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับผิดนั้นไว้แต่ เพียงผู้เดียว

กนกกร นันตะธนะ

2555

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	I
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และรายงานวิจัย.....	3
2.1. ความสำคัญ ชนิด และส่วนประกอบของพืชตระกูลถั่ว.....	3
2.1.1 ลักษณะและความสำคัญของพืชตระกูลถั่ว.....	3
2.1.2 ลักษณะและชนิดของเมล็ดถั่ว.....	3
2.1.3 การแปรรูปพืชตระกูลถั่ว.....	4
2.1.4 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่ว.....	5
2.2 ถั่วเหลือง.....	6
2.3 โอคารา.....	7
2.3.1 สมบัติของโอคารา.....	7
2.3.2 การใช้ประโยชน์จากโอคารา.....	9
2.4 เค้ก.....	11
2.4.1 ประเภทของเค้ก.....	11
2.4.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเค้ก.....	12
2.5 การทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบ.....	14
2.6 อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหาร.....	15
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการทดลอง.....	16
3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์.....	16
3.1.1 วัตถุดิบ.....	16

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.1.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือในการวิเคราะห์.....	16
3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	17
3.2.1 วิธีการเตรียมโศคาราสด.....	17
3.2.2 วิธีการเตรียมผลไม้รวมแช่เหล้ารัม.....	17
3.2.3 การเตรียมเค้กผลไม้.....	18
3.2.4 การศึกษาหาอัตราส่วนของผลไม้ที่ใช้เตรียมผลไม้รวม.....	18
3.2.5 การศึกษาหาปริมาณโศคาราสดที่เหมาะสมในการผลิตเค้กผลไม้.....	19
3.2.6 การศึกษาหาปริมาณของโศคาราสดบิบแห้งที่เหมาะสม ในการผลิตเค้กผลไม้.....	20
3.2.7 การศึกษาการใช้แป้งโฮลวีตทดแทนแป้งขนมปังในเค้กผลไม้โศคารา.....	20
3.2.8 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเค้กผลไม้โศคารา ในระหว่างการเก็บรักษา.....	20
3.2.9 การศึกษาคคุณค่าทางโภชนาการของเค้กผลไม้โศคารา.....	20
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล.....	21
4.1 การผลิตโศคาราจากถั่วเหลือง.....	21
4.2 การศึกษาหาอัตราส่วนของผลไม้ที่ใช้เตรียมผลไม้รวม.....	21
4.3 ผลการศึกษาหาปริมาณของโศคาราที่ใช้ในการผลิตเค้กผลไม้.....	22
4.4 ผลการศึกษาการใช้แป้งโฮลวีตทดแทนแป้งขนมปังในเค้กผลไม้โศคารา.....	26
4.5 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเค้กผลไม้โศคาราในระหว่าง การเก็บรักษา.....	28
4.6 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเค้กผลไม้โศคารา.....	29
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	31
เอกสารอ้างอิง.....	32
ภาคผนวก.....	35
ภาคผนวก ก : วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี.....	36
ภาคผนวก ข : เครื่องมือวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ.....	40
ภาคผนวก ค : วัตถุประสงค์ อุปกรณ์ และวิธีการผลิตเค้กผลไม้.....	42
ภาคผนวก ง : ใบทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส.....	46

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่ว (กรัมต่อ 100 กรัมส่วนที่กินได้).....	5
2.2 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วเหลือง (กรัมต่อ 100 กรัม).....	7
2.3 องค์ประกอบทางเคมีของโอคารา.....	8
3.1 สูตรการผลิตเค้กผลไม้.....	18
3.2 สูตรพื้นฐานของเค้กผลไม้โอคารา.....	19
4.1 การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสเพื่อหาอัตราส่วนผลไม้ที่เหมาะสม ในการผลิตเค้กผลไม้.....	22
4.2 ค่าความหนืดของเบคเตอร์ ค่าความแข็ง และค่าสีของเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสด ทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ 20 , 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแป้ง.....	23
4.3 ค่าความหนืดของเบคเตอร์ ค่าความแข็ง และค่าสีของเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสดบิบบ้าง ทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ 20 , 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแป้ง.....	25
4.4 คะแนนผลการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสของเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสด ทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ 20 , 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแป้ง.....	25
4.5 คะแนนผลการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสของเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสดบิบบ้าง ทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ 20 , 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแป้ง.....	26
4.6 ค่าความหนืดของเบคเตอร์ ค่าความแข็ง และค่าสีของเค้กผลไม้โอคาราที่ใช้ แป้งโฮลวีตละเอียดและโฮลวีตหยาบทดแทนแป้งสาลีขนมปังขัดขาว.....	27
4.7 คะแนนผลการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสของเค้กผลไม้และเค้กผลไม้โอคารา ที่ใช้แป้งโฮลวีตหยาบและโฮลวีตละเอียดทดแทนแป้งสาลีขนมปังขัดขาว.....	27
4.8 ค่า pH ของเค้กผลไม้และเค้กผลไม้โอคาราที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลาสี่สัปดาห์.....	28
4.9 ค่าความเป็นกรดของเค้กผลไม้และเค้กผลไม้โอคาราที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลาสี่สัปดาห์.....	28
4.10 ลักษณะปรากฏของเค้กผลไม้และเค้กผลไม้โอคาราที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลาสี่สัปดาห์.....	28
4.11 องค์ประกอบทางเคมีของเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสด โอคาราบิบบ้าง และแป้งโฮลวีตชนิดละเอียดทดแทนแป้งสาลี (กรัมต่อ100 กรัม).....	30

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 เมล็ดถั่วผ่าซีก.....	4
2.2 ถั่วเหลือง.....	6
4.1 โอลีการาสด.....	21
4.2 โอลีการาสดที่ผ่านการบีบแห้ง.....	21
4.3 ผลไม้รวม (ลูกเกด : เปลือกส้ม : เซอร์รี่เขียวแดง) ในอัตราส่วน 1:1:1.....	22
4.4 แบคเตอร์ของเค็กผลไม้ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยโอลีการาสด.....	23
4.5 เค็กผลไม้หลังการอบที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยโอลีการาสด.....	23
4.6 เค็กผลไม้โอลีการาที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์.....	29
4.7 เค็กผลไม้โอลีการา.....	30



1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณ โอคคาราสคที่ได้จากการผลิตนมถั่วเหลืองที่เลียนแบบการผลิตในครัวเรือนที่เหมาะสมเพื่อทดแทนแป้งสาลีในการผลิตเค้กผลไม้

1.2.2 เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสค

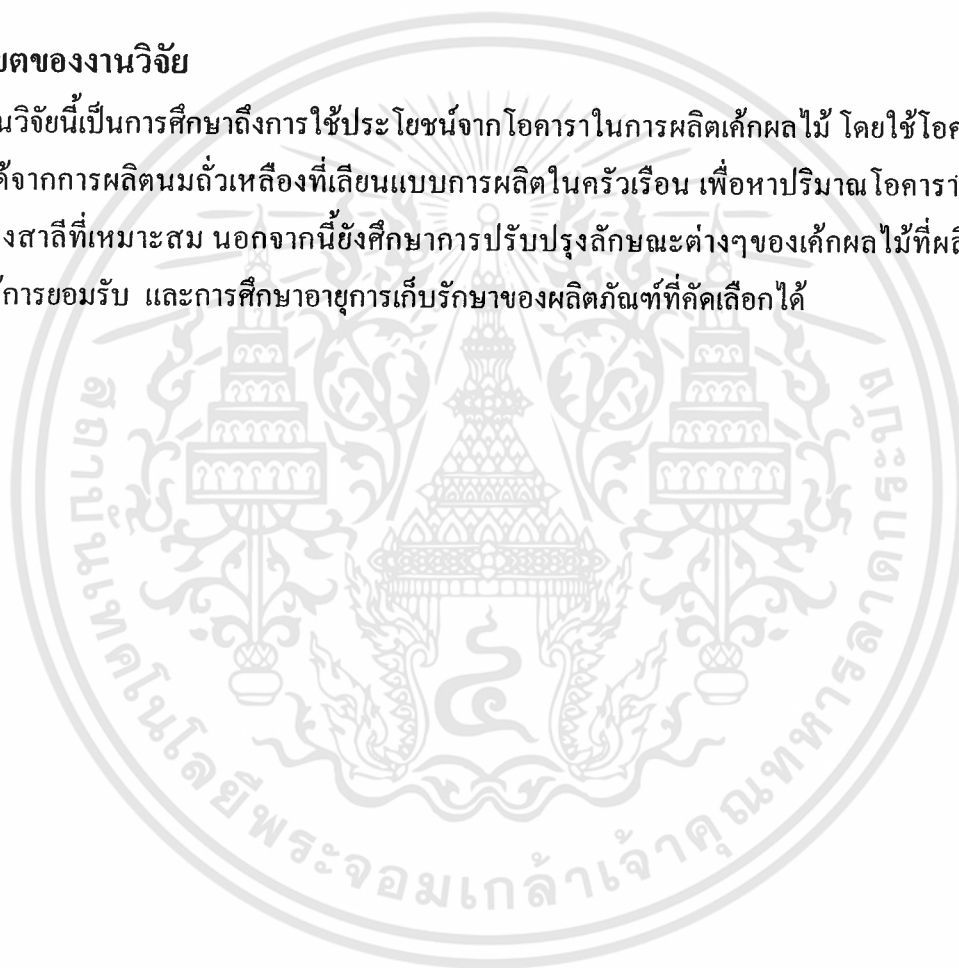
1.2.3 เพื่อศึกษาการใช้แป้งโฮลวีตทดแทนแป้งสาลีขนมปังในเค้กผลไม้โอคารา

1.2.4 เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเค้กผลไม้โอคารา

1.2.5 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเค้กผลไม้โอคาราในระหว่างการเก็บรักษา

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงการใช้ประโยชน์จากโอคาราในการผลิตเค้กผลไม้ โดยใช้โอคาราสคที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตนมถั่วเหลืองที่เลียนแบบการผลิตในครัวเรือน เพื่อหาปริมาณโอคาราที่สามารถใช้ทดแทนแป้งสาลีที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังศึกษาการปรับปรุงลักษณะต่างๆของเค้กผลไม้ที่ผลิตได้ เพื่อให้ผู้บริโภคให้การยอมรับ และการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่คัดเลือกได้



บทที่ 2

ทฤษฎี และรายงานวิจัย

2.1 ความสำคัญ ชนิด และส่วนประกอบของพืชตระกูลถั่ว

2.1.1 ลักษณะและความสำคัญของพืชตระกูลถั่ว

พืชตระกูลถั่วเป็นพืชล้มลุก จัดอยู่ในตระกูลเลกิวมินอซี (*leguminosae*) เป็นกลุ่มพืชที่มีดอก ซึ่งจะกลายเป็นฝัก ภายในฝักมีเมล็ดหลายเมล็ดอยู่ภายใน เมล็ดถั่วมีรูปร่างหลายแบบ มีทั้งลักษณะกลม แบน รี และรูปไข่ มีขนาดและสีแตกต่างกันตามพันธุ์

พืชตระกูลถั่วส่วนใหญ่ทนความแห้งแล้งได้ดี ดังจะเห็นได้ว่าเกษตรกรนิยมปลูกในช่วงปลายฤดูฝน โดยอาศัยความชื้นที่เหลือในดินสำหรับการเจริญเติบโต นอกจากนี้ พืชตระกูลถั่วหลายชนิดมีอายุสั้น เช่น ถั่วเขียว ถั่วพุ่ม สามารถทำการเก็บเกี่ยวได้ภายใน 60 – 70 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวโพด ที่อย่างน้อยต้องใช้เวลา 100 – 120 วัน รากของพืชตระกูลถั่วมีแบคทีเรียชื่อ ไรโซเบียม ที่ช่วยในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาสังเคราะห์เป็นสารประกอบของธาตุไนโตรเจน ทำให้สามารถปลูกในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำหรือไม่จำเป็นต้องใช้ในโตรเจนมากเท่าพืชชนิดอื่น

การปลูกพืชตระกูลถั่วนิยมทำในหลายรูปแบบ เช่น อาจปลูกเป็นพืชหมุนเวียนกับพืชชนิดอื่นในพื้นที่เดียวกัน ช่วยทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ และลดการสะสมของโรค แมลง และศัตรูพืชต่างๆ หรืออาจปลูกก่อนหรือหลังการปลูกพืชหลัก เพราะพืชตระกูลถั่วมีอายุสั้น หรืออาจปลูกแซมพืชหลัก เพราะพืชตระกูลถั่วมักมีต้นเดี่ยว โอกาสที่จะแย่งอาหาร น้ำ หรือแสงแดดจากพืชหลักที่น้อย จึงเป็นการช่วยเพิ่มผลผลิตและช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน นอกจากนี้เกษตรกรมักนิยมไถกลบต้นถั่วที่เก็บเกี่ยวไปแล้วพร้อมกับดิน ซากของต้นถั่วที่สลายตัวได้เร็ว ช่วยทำให้ดินร่วนซุย เหมาะสำหรับการเพาะปลูกต่อไป

พืชตระกูลถั่วจัดเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะที่เป็นเมล็ดแก่จากฝักที่ตากแห้ง หรือที่เรียกว่า “ถั่วเมล็ดแห้ง” ประกอบด้วยสารอาหารที่สำคัญหลายชนิด โดยเฉพาะมีสารอาหารโปรตีนที่มีคุณภาพใกล้เคียงโปรตีนจากเนื้อสัตว์ และยังประกอบด้วยไขมันไม่อิ่มตัว กรดไขมันจำเป็น และใยอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2540)

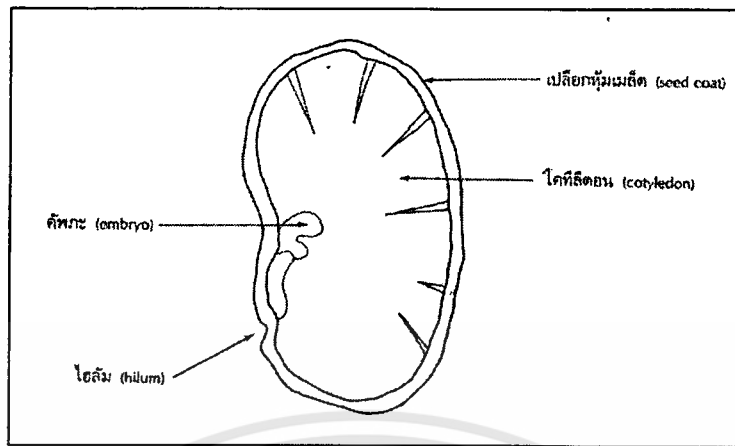
2.1.2 ลักษณะและชนิดของเมล็ดถั่ว

ส่วนของพืชตระกูลถั่ว

1) ลักษณะและโครงสร้างของเมล็ดถั่ว

เมล็ดของพืชตระกูลถั่วประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ เปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) ส่วนที่เป็นเนื้อถั่วที่ใ้รับประทาน ซึ่งเมื่อนำไปเพาะจะเจริญเติบโตเป็นใบเลี้ยง (cotyledon) ในที่นี้จึงขอเรียกส่วนที่เป็นเนื้อถั่วว่า โคทิลีดอน (*Cotyledon*) และส่วนที่จะงอกเป็นต้นอ่อนและรากที่ เรียกว่า คัพภะ (*Embryo*) แสดงดังภาพที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 เมล็ดถั่วฝักยาว

ที่มา : ทศนิยม ลิมสุวรรณ (2549)

2) ชนิดของเมล็ดถั่ว

พืชตระกูลถั่วมีมากมายหลายชนิดประมาณ 600 สกุล และ 13,000 พันธุ์ ชนิดที่ปลูกแตกต่างกันตามสภาพภูมิอากาศและความต้องการของแต่ละประเทศ สำหรับประเทศไทยที่นิยมปลูกและนำเมล็ดแก่มาใช้ประโยชน์ (grain legume) มี 3 ชนิด คือ ถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสง ส่วนถั่วชนิดอื่นๆนิยมบริโภคกับผัก (vegetable legume) เช่น ถั่วลันเตา ถั่วฝักยาว

2.1.3 การแปรรูปพืชตระกูลถั่ว

การแปรรูปขั้นต้นจัดเป็นกระบวนการแรกในการเปลี่ยนสภาพผลิตผลของการเกษตรที่เก็บเกี่ยวมาเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นต้น ซึ่งยังไม่สามารถนำมาบริโภคได้โดยตรง แต่จะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปหรือการใช้ประโยชน์อื่นต่อไป การแปรรูปขั้นต้นช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดเตรียมและเก็บรักษาวัตถุดิบให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม ช่วยลดขั้นตอนและความยุ่งยากของโรงงานอุตสาหกรรมอาหารต่างๆ ที่สามารถนำผลิตภัณฑ์ขั้นต้นไปแปรรูปในระดับสูงได้โดยตรง ไม่ต้องเสียเวลา

1) ขั้นตอนการแปรรูปขั้นต้น

การทำความสะอาดสามารถทำได้หลายวิธี และใช้อุปกรณ์ที่แตกต่างกันไปในการทำความสะอาดและคัดเลือกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ เมล็ดลีบ เมล็ดเสีย และสิ่งเจือปนต่างๆออก เช่น การผัดด้วยกระด้ง หรือร้อนด้วยตะแกรง มีขนาดรูตะแกรงที่กำหนดไว้สำหรับแยกเมล็ดเล็ก หรือเมล็ดลีบออก หรือใช้เครื่องเป่าลม เพื่อแยกเมล็ดเล็ก เมล็ดลีบ เปลือก คิน ทราย และฝุ่นละอองที่มีน้ำหนักเบาออก หรือใช้เครื่องแยกโลหะที่ใช้แม่เหล็ก (Magnetic Separator) ดูดชิ้นส่วนที่เป็นโลหะออก โดยทั่วไปในการแปรรูปขั้นต้นมักมีวิธีการใช้อุปกรณ์แบบง่ายๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) วิธีการแปรรูปขั้นต้น

แตกต่างกันไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์ ดังเช่น ถั่วเหลืองสามารถนำเมล็ดถั่วเหลืองที่กระเทาะเปลือกแล้วไปบดหรือโม่ได้ 2 แบบ คือ แบบแห้ง (Dry milling) และแบบเปียก (Wet milling) การโม่แบบแห้ง คือ การนำเมล็ดถั่วเหลืองไปบดให้ละเอียด หรือถ้าใช้การโม่แบบเปียก คือ การโม่กับน้ำและนำสารละลายที่ได้เข้าเครื่องเหวี่ยงเพื่อแยกออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่เป็นของเหลว คือส่วนที่มีโปรตีนละลายอยู่ และนำส่วนที่เป็นตะกอน คือ ส่วนที่มีสตาร์ชอยู่ทั้ง 2 ส่วนสามารถนำไปทำให้สะอาดและบริสุทธิ์ จะได้โปรตีนสกัดและสตาร์ช ส่วนผลิตภัณฑ์ได้จากการบดแบบแห้งจะได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้แยกส่วนที่เป็นโปรตีนและสตาร์ช มักเรียกกันว่า แป้งถั่วเหลือง (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2540)

2.1.4 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่ว

เนื่องจากเมล็ดถั่วมีมากมายหลายชนิด จึงมีรูปร่างลักษณะและองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันบ้าง หรือคล้ายคลึงกันบ้างแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีโปรตีนสูง กลุ่มที่มีไขมันสูง และกลุ่มปกติ (มีคาร์โบไฮเดรตสูง) แต่โดยทั่วไปแล้ว เมล็ดถั่วเป็นแหล่งสะสมอาหารของพืชจึงมีคุณค่าทางอาหารสูง มีสารอาหารทุกชนิดที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อน ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่ว (กรัมต่อ 100 กรัมส่วนที่กินได้)

เมล็ดถั่ว	แคลอรี	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	แร่ธาตุ	คาร์โบไฮเดรต
ถั่วเหลือง (<i>Glycine max</i>)	335.8	8	38.0	18.0	4.7	31.3
ถั่วลิสง (<i>Arachishypogaea</i>)	343.5	5	25.6	43.4	2.5	23.4
ถั่วเขียว (<i>Phaseous aureus</i>)	340	11	23.9	1.3	3.4	60.4
ถั่ว Pigeon (<i>Cajanuscajan</i>)	343	11	20.9	1.7	3.5	62.9
ถั่ว Chick (<i>Cicerarietinum</i>)	358	11	20.1	4.5	2.9	61.5
ถั่ว Lentil (<i>Lens esculenta</i>)	346	11	24.2	1.8	2.2	60.8
ถั่ว Kidney (<i>Phaseous vulgaris</i>)	341	11	22.1	1.7	3.8	61.4
ถั่ว Broad (<i>Viciafaba</i>)	343	11	23.4	2.8	3.4	60.4
ถั่ว Cowpea (<i>Vignaunguiculata</i>)	342	11	23.4	1.8	4.3	60.3

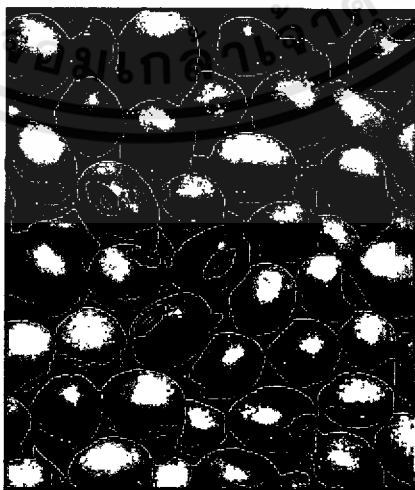
ที่มา : ออรอนงค์ นัยวิกุล (2540)

2.2 ถั่วเหลือง

ถั่วเหลือง มีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า *glycine max* (L.) Merrill อยู่ในวงศ์ *Leguminosae* วงศ์ย่อย *Papilionoideae* (ภาพที่ 2.2) ชาวจีนได้นำถั่วเหลืองมาปลูกเป็นเวลา 3,100-4,800 ปี มาแล้ว ต่อมาได้แพร่เข้าไปยังคาบสมุทรเกาหลี และหมู่เกาะญี่ปุ่น ราว 1700-2300 ปีที่ผ่านมา ในระยะแรกเป็นการปลูกเพื่อบริโภคในครัวเรือน ต่อมา ปี พ.ศ. 2255 ถั่วเหลืองได้กระจายเข้าสู่ยุโรป โดย Kaemfer นักพฤกษศาสตร์ชาวเยอรมัน ได้เขียนเรื่องราวการปรุงอาหารจากถั่วเหลืองในญี่ปุ่น ใน พ.ศ. 2352 ได้มีการใช้ถั่วเหลืองเป็นอาหารของมนุษย์ และสัตว์มากขึ้น พ.ศ. 2347 มีการกล่าวถึงถั่วเหลืองในประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี พ.ศ. 2473 เริ่มดำเนินการวิจัย ด้านปรับปรุงพันธุ์ การใช้เครื่องทุ่นแรงและวิชาการด้านอื่นๆ จนกระทั่งปัจจุบัน สหรัฐอเมริกา เป็นผู้ผลิตและส่งออกถั่วเหลืองรายใหญ่ที่สำคัญของโลก

ถั่วเหลือง เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของโลกและของประเทศไทย เมล็ดถั่วเหลืองประกอบด้วยโปรตีน 30-50 เปอร์เซ็นต์ น้ำมัน 13-24 เปอร์เซ็นต์ และยังมีคาร์โบไฮเดรต 12-24 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นถั่วเหลืองจึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย อาทิเช่น ใช้เป็นอาหารของมนุษย์ ทั้งในรูปของการบริโภคโดยตรงหรือแปรรูปเป็นอาหารต่าง ๆ หรือใช้ในอุตสาหกรรมสกัดน้ำมัน และอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่น ๆ ส่วนกากถั่วเหลืองยังใช้เป็นแหล่งโปรตีนสำหรับอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ นอกจากนี้แล้วการปลูกถั่วเหลืองยังช่วยบำรุงดินอีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากมีไรโซเบียมอาศัยอยู่ในปมที่ราก ทำให้สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้

ถั่วเหลืองเป็นพืชน้ำมันที่สำคัญของโลกเนื่องจากสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งการบริโภคเมล็ดและน้ำมัน แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร และใช้กากเป็นอาหารสัตว์ ใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น สีทาบ้าน ภาชนะพลาสติก และกาว เป็นเหตุให้ความต้องการใช้ถั่วเหลือง ขยายตัวมาโดยตลอด การผลิตในประเทศยังไม่เพียงพอ นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์เป็น พืชบำรุงดิน เมล็ดถั่วเหลืองมีคุณค่าทางอาหารสูงและมีองค์ประกอบทางเคมี แสดงดังตารางที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ถั่วเหลือง

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วเหลือง (กรัมต่อ 100 กรัม)

องค์ประกอบ	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	411.1
กรัม/100กรัม	
ความชื้น	11.1
โปรตีน	34.0
ไขมัน	18.7
คาร์โบไฮเดรต	26.7
เส้นใยอาหาร	4.7
เถ้า	4.8
แร่ธาตุ (มิลลิกรัม/100กรัม)	
แคลเซียม	245.0
ฟอสฟอรัส	500.0
เหล็ก	4.8
วิตามิน (มิลลิกรัม/100กรัม)	
ไทอามิน	0.7
ไรโบฟลาวิน	0.2
ไนอาซิน	1.5
วิตามินซี	14.0

ที่มา : กลุ่มวิจัยและพัฒนากาหรุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่พิซไร (2548)

2.3 โอคารา

โอคารา (Okara) คือส่วนของกากถั่วเหลืองที่เหลือจากการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง (Soybean milk) และเต้าหู้ (Tofu) (Rinaldi, 1998) เนื่องจากโอคาราสมีความชื้นสูง จึงนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย นิยมนำไปอบแห้งทำเป็นอาหารสัตว์ เป็นการลดของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งเป็นปัญหาในปัจจุบัน ในการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองจะได้ส่วนที่เป็นกากถั่วเหลือง 1.1 กิโลกรัม หากใช้ถั่วเหลือง 1 กิโลกรัม (ยุพร พิชกมฺพร, 2548)

2.3.1 สมบัติของโอคารา

โอคาราเป็นของแข็งไม่ละลายน้ำ มีความชื้นสูงประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้เสื่อมเสียได้ง่าย และเมื่อนำมาอบแห้งจะมีองค์ประกอบทางเคมีของสารอาหารดังตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบทางเคมีของโอคารา

องค์ประกอบ	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้ง)
(กรัม/100กรัม)	
โปรตีน (Nx5.71)	28.00
ไขมัน	9.30
คาร์โบไฮเดรต	50.00
แร่ธาตุ (มิลลิกรัม/100กรัม)	
แคลเซียม	260.00
แมกนีเซียม	163.00
เหล็ก	6.00
โพแทสเซียม	1046.00
วิตามิน (มิลลิกรัม/100กรัม)	
ไรโบฟลาวิน	0.59
ไทอามิน	0.04
ไนอาซิน	0.01

ที่มา : Khare และคณะ (1994)

นอกจากนี้ยังมีสารไอโซฟลาโวนในปริมาณ 220 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้งของโอคารา จากการศึกษาวิจัยการบริโภคถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองทั้งน้ำนมถั่วเหลืองและเต้าหู้ พบว่าสารไอโซ ฟลาโวนจะช่วยบรรเทาและรักษาอาการต่างๆที่ไม่พึงประสงค์ของอาการหมดประจำเดือนในผู้หญิง ไอโซ ฟลาโวนที่พบในถั่วเหลืองนั้น เป็นสารกลุ่มโครงสร้างคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน จึงสามารถไปจับกับตัวรับเอสโตรเจนในร่างกายได้ สารในกลุ่มนี้ที่พบมากคือจินิสเตอิน (Genistein) ไดเซอิน (Daidzain) และคิวมเอสเตอรอล (Coumestrol) ซึ่งในปัจจุบันได้มีการศึกษาวิจัยกันมากถึงสมบัติของสารเหล่านี้ต่อร่างกายได้แก่ ผลในการเปลี่ยนแปลงการเจริญของมะเร็งบางชนิดที่ดื้อองอาศัยฮอร์โมน ช่วยป้องกันโรคของระบบหลอดเลือด และหัวใจช่วยป้องกันการสูญเสียเนื้อเยื่อกระดูกหรือภาวะกระดูกพรุน เป็นต้น (นฤมล สว่างศ์บุตร, 2544)

2.3.2 การใช้ประโยชน์จากโอคารา

การใช้ประโยชน์จากโอคารา สามารถนำไปใช้ได้หลายทาง ได้แก่

1) ด้านการหมัก

เนื่องจากโอคารามีความชื้นสูง และยังคงคุณค่าทางอาหารจึงทำให้เน่าเสียได้ง่าย ดังนั้นจึงมักมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ลงไปในโอคาราสดเพื่อให้เกิดการหมักที่มีประโยชน์ เช่นในงานวิจัยของ Kittikun และ Tani (1986) ได้นำโอคาราที่เหลือจากการผลิตเต้าหู้มาหมักกับเชื้อจุลินทรีย์เพื่อใช้ในการผลิตเอนไซม์ไลเปส (lipase)

Akihiro และคณะ (1996) นำโอคารามาหมักกับเชื้อ *Bacillus subtilis* NB22 เพื่อผลิตอิทูริน (Iturin) ซึ่งเป็นแอนติฟังกอลเปปไทด์ แอนติไบโอติก (Antifungal Peptide Antibiotic) โดยควบคุมอุณหภูมิและความชื้น พบว่าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะผลิตได้มากที่สุด ต่อมาได้นำโอคารามาหมักกับเชื้อ *Bacillus subtilis* RB14 เพื่อให้ผลิตอิทูรินเอ (IturinA) และเซอแฟกติน (Surfactin) โดยใช้อุณหภูมิในการเลี้ยงต่างกัน ได้แก่ 25 , 30 , 37 , 42 และ 48 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิต่ำจะผลิตได้มากที่สุด

Khare และคณะ (1995) รายงานว่า สามารถนำโอคารามาใช้เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อของ *Aspergillus niger* เพื่อให้เกิดการหมักและสร้างกรดซิตริกขึ้นมา เมื่อหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส pH 8.3 จะสามารถผลิตกรดได้ 5 – 10 กรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง

Yokata และคณะ (1996) ได้นำโอคารามาหมักกับเชื้อ *Bacillus natto* ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้กรดครูด แอนติออกซิเดนต์ฟรีแพชชั่น เอนทีเอ็กซ์ (crude antioxidant preparation, NTX) เป็นสารแอนติออกซิเดนต์ ช่วยลดการอักเสบของเนื้อเยื่อที่อักเสบและบวมจากโรคฟุตอีเดอมา (foot edema)

2) การสกัดสารที่มีประโยชน์จากโอคาราสด

เนื่องจากโอคารามีองค์ประกอบของสารต่างๆ ที่มีประโยชน์ ดังนั้นจึงมีการสกัดสารที่มีประโยชน์ออกมา เช่น

Khare และคณะ (1994) ได้นำโอคาราที่เหลือจากการผลิตนมถั่วเหลืองมาผลิตซิงเกิลเซลล์โปรตีน (single cell protein)

Yamaguchi และคณะ (1996) ได้นำโอคาราที่เหลือจากการผลิตเต้าหู้ 30 กรัม มาสกัดเอา เพคติน โพลีแซคคาไรด์ (pectin polysaccharides) ได้ 6.74 กรัม โดยใช้สารละลายโซเดียม เฮกซะมาทาฟอสเฟต (sodium hexamataphosphate) และแยกด้วยวิธีดีไอเออี เซลลูโลส โครมาโตกราฟี (DEAE, cellulose chromatography)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การสกัดโปรตีนจากโอคาราสด

การผลิตโปรตีนสกัดจากโอคาราจะใช้สารละลายค่า pH (pH 7-10) เพื่อสกัดโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำ ส่วนคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำสามารถแยกออกโดยการเหวี่ยง เพื่อให้ส่วนคาร์โบไฮเดรตนั้นตกตะกอนออกมา จากนั้นจะนำสารละลายที่แยกได้มาตกตะกอนโปรตีนที่มีไอโซอิเล็กตริกพอยน์ (isoelectric point) pH 4.5 และแยกส่วนโปรตีนที่ตกตะกอน จากนั้นล้างตะกอนและทำให้เป็นกลางโดยมี pH ประมาณ 6.8 – 7.0 และทำแห้ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีความบริสุทธิ์สูง มีกลิ่นฉุนน้อยมากและหากผลิตโปรตีนโดยไม่มีการปรับให้เป็นกลางภายหลังการตกตะกอนโปรตีน และล้างตะกอนโปรตีนจะได้ผลิตภัณฑ์ในรูปไอโซอิเล็กตริกฟอร์ม (isoelectric form) (ฉันทชา สุพิชญานุกร, 2545)

Ma และคณะ (1997) ได้ศึกษากระบวนการเตรียมโปรตีนไอโซเลตจากโอคาราโดยการตกตะกอนที่ไอโซอิเล็กตริกพอยน์ แล้วนำไปศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพและสมบัติหน้าที่ของโปรตีนไอโซเลต เมื่อทดลองสกัดโปรตีนจากโอคาราที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 80 องศาเซลเซียส พบว่าสารสกัดโปรตีนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ปริมาณโปรตีนที่ได้มากถึง 53.4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการสกัดที่ 25 องศาเซลเซียส ได้โปรตีนเพียง 14.1 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าที่ pH 9.0 โปรตีนสามารถละลายออกจากโอคาราได้มากที่สุด

4) การนำโอคารามาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร

Rujirej (2001) ได้พัฒนาสูตรขนมอบเสริมใยอาหารจากโอคารา ได้แก่ คุกกี้บราวนี่และเค้ก โดยใช้โอคาราอบแห้ง และโอคาราพรวงไขมันอบแห้ง เมื่อทำการวิเคราะห์โอคาราทั้งสองชนิด พบว่ามีปริมาณใยอาหารทั้งหมด 38.3 เปอร์เซ็นต์ และ 42.8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตามลำดับ โดยใยอาหารส่วนใหญ่คือ ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ สำหรับความสามารถในการอุ้มน้ำพบว่าโอคาราทั้งสองชนิดมีความสามารถในการอุ้มน้ำเท่ากัน คือ 4.02 กรัมของน้ำต่อกรัมของโอคารา เมื่อนำโอคาราอบแห้งและโอคาราอบแห้งพรวงไขมันมาทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในคุกกี้บราวนี่และเค้ก พบว่าสามารถทดแทนได้ 30, 30 และ 20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่การเติมใยอาหารจากโอคาราอบแห้งและโอคาราอบแห้งพรวงไขมันมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์กึ่งหั่นเพิ่มขึ้น

ยุพร พิษกมฺุทร (2548) ทดลองใช้โอคาราสดที่ได้จากการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองที่เลียนแบบการผลิตครัวเรือนในการผลิตขนมทองม้วน พบว่าสามารถใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีได้ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยคิดเป็น 12.1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักส่วนผสม ขนมทองม้วนที่ผลิตจากกากถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนและเส้นใยสูงกว่าขนมทองม้วนสูตรควบคุมที่ใช้แป้งสาลี

ยุพร พิษกมฺุทร และกานดา แซ่จิ๋ว (2549) ใช้โอคาราทดแทนแป้งสาลีในการผลิตคุกกี้พบว่ากรณีของโอคาราสดทดแทนแป้งสาลีได้สูงสุด 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนโอคาราแห้งทดแทนแป้งสาลีได้สูงสุด 30 เปอร์เซ็นต์ ในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏของคุกกี้โดยทดลองเติมน้ำพบว่ากรณีเติมน้ำที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้คุกกี้มีความแข็งลดลงมีคะแนนการยอมรับสูงขึ้น ส่วนสูตรที่ใช้โอคาราแห้งพบว่าการเติมน้ำ 10 เปอร์เซ็นต์ จะได้คะแนนการยอมรับดีที่สุด อย่างไรก็ตามคุกกี้ที่ผลิตจากโอคาราแห้งจะมีปัญหาที่กลิ่นหืนเมื่อเก็บรักษาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุพร พิษกมฺพร และวิญญูณี ผิวฉิม (2554) ทดลองใช้สารช่วยยึดเกาะในการปรับปรุงคุณภาพของขนมปังแซนด์วิชที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลี พบว่าการเติมคาร์บอกซิลเมทิลเซลลูโลส (carboxyl methyl cellulose) 2 เปอร์เซ็นต์ ลงในขนมปังโอคาราที่ใช้โอคาราสดทดแทนแป้งสาลี 20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ขนมปังมีปริมาตรจำเพาะและความชื้นใกล้เคียงกับขนมปังสูตรควบคุมที่ใช้แป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์

2.4 เค้ก

เค้กเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ทำจากแป้งสาลี น้ำตาล เกลือ ผงฟู ไขมัน นม ไข่ และกลิ่นรส ส่วนผสมเหล่านี้เมื่อรวมกันจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อละเอียดและเบา ความสัมพันธ์โดยทั่วๆ ไปของส่วนผสมเหล่านี้จะต้องนำมาทำให้มีความสมดุลต่างกันไปตามชนิดของเค้ก สำหรับส่วนผสมที่ใช้ในการทำเค้กนั้นแบ่งเป็น 2 พวกด้วยกัน คือ พวกที่ทำให้เกิดโครงสร้างของเค้กได้แก่ แป้ง ไข่ และนม ส่วนพวกที่ทำให้เค้กมีความนุ่มได้แก่ น้ำตาล ไขมัน และผงฟู

2.4.1 ประเภทของเค้ก (อรอนงค์ นัยวิกุล และจิตธนา แจ่มเมฆ, 2549)

1) เค้กเนย (Batter-type cakes) เป็นเค้กที่มีเปอร์เซ็นต์ของไขมันสูง การขึ้นฟูของเค้กประเภทนี้เกิดจากอากาศที่ได้รับการตีจากเนย โดยเมื่อดีไขมันจะเก็บอากาศเข้าไว้ ซึ่งจะขยายตัวในระหว่างการอบ เค้กประเภทนี้ได้แก่ เบลโลว์เค้ก ไวท์เค้ก ช็อกโกแลตเค้ก หรือเดวิลฟู๊ดเค้ก และเค้กผลไม้ โดยเค้กผลไม้หรือ Fruit cakes นั้นแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

- เค้กผลไม้ชนิดหนัก เค้กชนิดนี้จะมีสัดส่วนของผลไม้ 1 ปอนด์ ต่อส่วนผสม ทั้งหมดของเค้ก 1 ปอนด์
- เค้กผลไม้ชนิดปานกลาง เค้กชนิดนี้จะมีส่วนผสมของผลไม้ 1/2 ปอนด์ ต่อส่วนผสมทั้งหมดของเค้ก 1 ปอนด์
- เค้กผลไม้ชนิดเบา เค้กชนิดนี้จะมีส่วนผสมของผลไม้ 1/4 ปอนด์ ต่อส่วนผสมของเค้ก 1 ปอนด์

ตัวอย่าง เช่น สูตรเค้กปอนด์มีส่วนผสมดังนี้

แป้ง	1	ปอนด์
น้ำตาล	1	ปอนด์
ไข่	1	ปอนด์
ไขมัน	1	ปอนด์
รวมทั้งหมด	4	ปอนด์

ดังนั้น เค้กผลไม้ ชนิดหนักจะมีส่วนผสมของผลไม้ 4 ปอนด์

ชนิดปานกลางจะมีส่วนผสมของผลไม้ 2 ปอนด์

ชนิดเบาจะมีส่วนผสมของผลไม้ 1 ปอนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เค้กไข่ (Foam-type cakes) เป็นเค้กที่ไม่มีไขมันในส่วนผสม เนื้อเค้กและปริมาตรของเค้กขึ้นอยู่กับ การขยายตัวของไข่ขาวที่นำมาตีจนเป็นฟองซึ่งจะเก็บอากาศเข้าไปในระหว่างการตีไข่และทำให้เค้กขยายตัว และขึ้นฟูในระหว่างการอบ การทำเค้กประเภทนี้ควรทำด้วยความระมัดระวังเพราะฟองที่เกิดจากการตีไข่ขาว นั้นอ่อนตัว ไม่เหมือนประเภทแรก เค้กประเภทนี้ได้แก่ สปันจ์เค้ก แยมโรลล์ เป็นต้น

3) ชิฟฟอนเค้ก (Chiffon-type cakes) เป็นเค้กที่มีลักษณะรวมของเค้กเนยและเค้กไข่มีโครงสร้างที่ ละเอียดของเค้กไข่ และมีเนื้อเค้กที่มันเงาของเนย ต่างจากเค้กเนยตรงชิฟฟอนเค้กใช้น้ำมันพืชผสมแทนเนย หรือมาร์การีนในเค้กเนยและวิธีการผสม

2.4.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเค้ก

1) แป้งสาลี เป็น โครงสร้างของเค้ก และเป็นตัวช่วยรวมส่วนผสมอื่นๆ ให้เข้ากัน แป้งสาลีที่ใช้ในการ ทำเค้กส่วนใหญ่มาจากข้าวสาลีชนิดอ่อน และมีประมาณ โปรตีนต่ำประมาณ 7-9 เปอร์เซ็นต์ ผงแป้งละเอียด ได้ผ่านการฟอกสีอย่างดี เหมาะที่จะใช้สำหรับเป็นแป้งเค้ก แป้งที่ได้รับการฟอกแล้วจะสามารถดูดน้ำตาล น้ำ และไขมัน ได้มากกว่าแป้งที่ไม่ได้รับการฟอก ความเป็นกรดของแป้งควรมี pH 5.2

2) น้ำตาล เป็นตัวช่วยให้เค้กมีความนุ่มและหวาน เพราะน้ำตาลมีผลทำให้โปรตีนในแป้งอ่อนตัว ช่วย ให้เกิดสีของเปลือกนอกของเค้ก และช่วยให้เค้กมีคุณภาพในการเก็บคัสขึ้น เนื่องจากน้ำตาลมีคุณสมบัติในการ เก็บความชื้นที่ดี ในการทำเค้กควรใช้น้ำตาลชนิดละเอียด เพื่อที่จะละลายได้อย่างสมบูรณ์ในการผสม ปัจจัยใน การทำให้น้ำตาลละลายมีอยู่ 4 ประการ คือ เวลาที่ใช้ผสม อุณหภูมิในระหว่างการผสม ขนาดของเมล็ดน้ำตาล และ ปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในส่วนผสม

3) ไซรัป นิยมใช้ในเค้กบางชนิด เช่น แยมโรลล์ เพื่อช่วยให้มีความยืดหยุ่นคัสขึ้น และช่วยให้ผลิตภัณฑ์ ที่อบแล้วมีคุณภาพในการเก็บคัสขึ้น อาจใช้ไซรัปแทนส่วนหนึ่งของน้ำตาลที่ใช้ปกติในส่วนผสมได้ และเมื่อใช้ ไซรัปแล้ว ปริมาณของเหลวในส่วนผสมที่จะต้องลดลงเพื่อให้พอดีกับปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในไซรัป การใช้ ไซรัปนั้นไม่สามารถที่จะแทนน้ำตาลได้ทั้งหมด ในการคิดหาปริมาณที่ต้องการใช้ สามารถคิดได้โดยหาร ปริมาณน้ำตาลที่ไซรัปใช้แทนด้วยปริมาณของแข็งที่มีอยู่ในไซรัปซึ่งปกติจะมีอยู่ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการใช้ไซรัปแทนน้ำตาล 100 กรัม ปริมาณของไซรัปที่จะต้องใช้คือ 125 กรัม (100/80 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณของเหลวจะเหลือ 25 กรัม (125-100 กรัม)

4) เกลือ นอกจากจะช่วยเน้นรสชาติของส่วนผสมอื่นๆ ให้เด่นชัดแล้ว เกลือยังช่วยให้เค้กมีความแข็ง ขึ้น เพราะเกลือมีผลต่อกลูเตนของแป้ง จึงอาจกล่าวได้ว่าเป็นตัวช่วยสร้าง โครงสร้างของเค้ก

5) ไขมัน เป็นตัวที่เก็บอากาศในส่วนผสมเค้กที่ผสมแล้ว อากาศที่ไขมันเก็บไว้ในระหว่างการตีครีม นั้นมีหน้าที่เป็นตัวทำให้เค้กอ่อนนุ่ม ไขมันที่เป็นชอร์ตเทนนิ่ง (shortening) จะสามารถเติมน้ำในส่วนผสมได้มากกว่าปกติ ซึ่งจะช่วยให้เค้กมีความนุ่มชุ่มชื้นมากขึ้น มีกลิ่นธรรมชาติ ไม่มีกลิ่นรุนแรงและถ้าเป็นเนยขาวก็ควรมีสีขาวบริสุทธิ์ เนยสดเป็นไขมันที่กลิ่นรสดีที่สุดในจำพวกไขมันทุกชนิดที่ใช้ในการทำเบเกอรี่ แต่มีคุณสมบัติในการเป็นครีมค่อนข้างต่ำ เค้กที่ทำด้วยเนยสดล้วนๆ จึงมักจะมีปริมาณ ไขมันไม่ดีและมีเนื้อเค้กหยาบกว่าเค้กที่ทำด้วยเนยขาวที่มีคุณภาพสูง ซึ่งมีคุณลักษณะในการเป็นครีมที่ดี แต่จะไม่มีกลิ่นรสที่ดีเหมือนเนยสดด้วยเหตุผลนี้จึงมักนิยมใช้เนยสดส่วนหนึ่งเพื่อช่วยในด้านกลิ่นรส และเนยขาวส่วนหนึ่ง ผสมเข้าไปช่วยในด้านเนื้อสัมผัสและปริมาณของเค้ก

6) ไข่ ช่วยให้เกิดโครงสร้าง ความชื้น กลิ่นรส สีและคุณค่าทางอาหารแก่เค้ก โครงสร้างที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากการรวมตัวโปรตีนในไข่ระหว่างการอบ นอกจากนั้นอากาศที่ไข่เก็บไว้ในระหว่างการตีก็จะช่วยในการขึ้นฟูอีกด้วย ในเค้กประเภทไข่ ไข่จะทำให้เค้กขึ้นฟูนั่นเอง

7) นมผง ช่วยให้เกิดโครงสร้างและความมันของเค้กทำให้เค้กแข็งและแห้งในเวลาเดียวกัน เนื่องจากนมผงมีการเชื่อมกับโปรตีนในแป้ง จึงทำให้เกิดการแข็งตัวขึ้น นอกจากนั้นนมผงยังมีน้ำตาลแล็กโทสซึ่งช่วยเปลือกนอกของเค้กมีสีเกิดขึ้น นมผงยังช่วยให้มีกลิ่นรสดีขึ้น และเป็นตัวเก็บความชื้นที่ดี

8) สิ่งที่ทำให้ขึ้นฟู จะช่วยสร้างความนุ่มให้แก่เค้ก ชนิดของสิ่งที่ทำให้ขึ้นฟูที่ใช้ในสูตรเค้กขึ้นอยู่กับประเภทเค้กที่ต้องการทำ ความเข้มของสูตร ความหนืดของแป้งผสมและอุณหภูมิในการอบ การขึ้นฟูโดยทั่วไปนั้นเกิดจาก 3 ประการ คือ การขึ้นฟูโดยอากาศ โดยใช้สารเคมี เช่นผงฟู หรือผงโซดา และโดยความดันไอน้ำที่เกิดขึ้นเมื่อเค้กอยู่ในตู้อบ

9) ของเหลว ที่ใช้ในสูตรเค้ก อาจอยู่ในรูปของน้ำ นำนม หรือไข่ก็ได้ นอกจากนั้นก็มิอยู่ในรูปของส่วนผสมอื่นๆ ที่มีความชื้นอยู่ ความชื้นทำหน้าที่หลายอย่าง ในการทำเค้ก เช่นละลายน้ำตาล ทำให้กลูเตนเกิดขึ้น ทำให้ผงฟูเกิดปฏิกิริยาที่ควรเป็น และช่วยควบคุมความหนืด และอุณหภูมิของส่วนผสม นอกจากนั้นยังช่วยสร้าง โครงสร้างและความอ่อนนุ่มให้แก่เค้กอีกด้วย ส่วนของน้ำในสูตรควรจะต้องปรับให้พอดีกับความชื้นที่มีอยู่ในส่วนผสมอื่นๆ

10) กลิ่นรสและเครื่องเทศ สิ่งเหล่านี้เติมลงไปในการเค้กเพื่อให้เกิดกลิ่นรสเฉพาะอย่าง การเลือกใช้กลิ่นรสควรเลือกให้เหมาะสมที่สุดกับชนิดของเค้กที่จะทำ ปริมาณของกลิ่นที่จะใช้มีผลต่อรสกลิ่นของเค้กที่อบเสร็จแล้ว จึงควรชั่งตวงด้วยความระมัดระวัง

11) ผลไม้รวม เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการทำเค้กผลไม้ โดยผลไม้รวมนี้ ได้แก่ ลูกเกด ผลไม้เชื่อมต่างๆ เม็ดมะม่วงหิมพานต์ เป็นต้น ผลไม้รวมนี้ใส่ลงไปเพื่อเพิ่มรสชาติ ทั้งรสเปรี้ยวและรสหวานให้ลงตัว และเพิ่มกลิ่นหอมให้กับเค้ก พร้อมเพิ่มสีส้มที่สวยงาม ชวนรับประทาน

2.5 การทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบ

ขนมอบเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย วัตถุประสงค์หลักที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบคือ แป้งสาลีซึ่งมีโปรตีนกลูเตนเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำหน้าที่ให้โครงสร้างแก่ผลิตภัณฑ์ ข้าวสาลีที่ปลูกในประเทศไทยนั้น ยังคงมีปริมาณผลผลิตต่ำ และมีคุณภาพไม่เหมาะสมสำหรับใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบนัก จึงจำเป็นต้องนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศ โดยคิดเป็นมูลค่ามากกว่า 9,500 ล้านบาทต่อปี (อุศมา สุนทรนฤงษ์ , 2545)

ข้าวสาลีที่ไม่ผ่านการขัดสีหรือที่เรียกว่า โฮลวีต (Whole Wheat) ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งในปัจจุบันขนมปังโฮลวีตเป็นที่นิยมในหมู่ผู้บริโภคที่ให้ความสำคัญต่อคุณภาพ เนื่องจากความต้องการเพิ่มเส้นใยในขนมปังขาวที่มีแป้งหรือคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก จากงานวิจัยของ Greene และ Bovell-Benjamin (2004) ได้ทำการศึกษาการนำแป้งมันเทศมาเสริมในขนมปังโฮลวีต พบว่าการเพิ่มปริมาณแป้งมันเทศ ทำให้เบต้าแคโรทีนในขนมปังมีค่าเพิ่มมากขึ้น แต่ทำให้โปรตีนมีปริมาณลดลง และ Ryan และคณะ (2002) พบว่าสามารถใช้แป้งถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในขนมปังได้ 12 เปอร์เซ็นต์ โดยมีผลทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับขนมปังสูตรควบคุม

จากงานศึกษาของ พรวิณัส ปันทยา (2544) พบว่าสามารถใช้แป้งข้าวหอมมะลิทดแทนแป้งสาลีได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ในผลิตภัณฑ์ขนมปัง โดยที่ขนมปังที่ได้ยังคงมีปริมาตร และเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับขนมปังที่ผลิตจากแป้งสาลีล้วน และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด นอกจากนี้ขนมปังที่ได้ยังมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าขนมปังที่ผลิตจากแป้งสาลีล้วน

มาลี ชัมศรีสกุล และ กมลทิพย์ สัจจอนันตกุล (2546) ได้ทำการศึกษาการใช้แป้งป็นสำปะหลังทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในการผลิตชิฟฟอนเค้กในปริมาณ 0 , 5 , 10 , 15 , 20 , 25 , 30 , 35 และ 40 เปอร์เซ็นต์ พบว่าค่าความถ่วงจำเพาะและความชื้นหนืดของ batter ปริมาตรของเค้กลักษณะเซลล์ภายในเนื้อเค้กมีความสัมพันธ์กับระดับการทดแทนของแป้งมันสำปะหลัง โดยเค้กที่ผลิตจากระดับการทดแทน 35 เปอร์เซ็นต์ ยังคงมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ เมื่อนำเค้กที่ระดับการทดแทน 35 เปอร์เซ็นต์ มาปรับปรุงคุณภาพด้วยแซนแทนกัม พบว่าเมื่อปริมาณแซนแทนกัมมากขึ้น ความชื้นหนืดของ batter เพิ่มขึ้นในขณะที่ค่าความถ่วงจำเพาะลดลง สำหรับคุณภาพของเค้กพบว่า ปริมาตรเค้กมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยการใช้แซนแทนกัม 0.7 เปอร์เซ็นต์ จะให้เค้กที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับเค้กที่ใช้แป้งสาลีทั้งหมดมากที่สุด

2.6 อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหาร

อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารเป็นการบ่งบอกถึงระยะเวลาที่ผลิตภัณฑ์นั้นยังมีความปลอดภัยต่อการบริโภค รวมถึงลักษณะทางประสาทสัมผัส เคมี กายภาพ และชีวภาพเป็นที่พึงพอใจ และคงไว้ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการตามที่ระบุไว้ในฉลากโภชนาการ (Kilcast and Subramaniam, 2000) ทั้งนี้ต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร

นอกจากนี้หากพิจารณาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารแล้ว สามารถแบ่งได้เป็น 2 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ปัจจัยภายใน (Intrinsic factors) ซึ่งเป็นปัจจัยที่แสดงถึงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น ค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Water activity : a_w) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าความเป็นกรดโดยรวม (Total acidity) ปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ แร่ธาตุต่างๆ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นที่มีอยู่ การใช้สารป้องกันการเสื่อมเสีย (Food preservatives) องค์ประกอบของสารกลุ่มชีวเคมีต่างๆ เป็นต้น และปัจจัยภายนอก (Extrinsic factors) เช่น การควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษาและการจัดจำหน่าย ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ในระหว่างกระบวนการผลิต การเก็บรักษา และการจัดจำหน่าย การสัมผัสกับแสงต่างๆ (อัลตราไวโอเล็ต และอินฟราเรด) ในระหว่างกระบวนการจัดการของผู้บริโภค

ทั้งปัจจัยภายใน และปัจจัยภายนอกของผลิตภัณฑ์อาหารนั้น ต่างมีปฏิริยาต่อกัน ทั้งในแง่ของการยับยั้ง หรือการกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาโดยตรง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เหล่านี้ สามารถแบ่งแยกได้ต่างๆ ดังนี้

1) การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ การเปลี่ยนแปลงส่วนนี้มักมีสาเหตุมาจากความผิดพลาดในการจัดการกับอาหาร ในขั้นตอนของการเก็บเกี่ยว กระบวนการผลิต และการขนส่ง ตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ได้แก่ การช้ำของผัก ผลไม้ การแตกหักของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ หรือ ขนมทอดกรอบ (Snack) การสูญเสียความกรอบของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

2) การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนแปลงนี้สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งขั้นตอนการผลิต และการเก็บรักษา โดยปฏิริยาส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบภายในของอาหาร ที่มีปัจจัยแวดล้อมภายนอกมาเป็นส่วนช่วยในเกิดปฏิริยา ทั้งนี้ปฏิริยาเคมีในอาหาร ได้แก่ ปฏิริยาจากเอนไซม์ (Enzymatic reactions) ปฏิริยาออกซิเดชัน (Oxidation reactions) โดยเฉพาะการเกิดออกซิเดชันของไขมัน (Lipid Oxidation) สำหรับตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงจากปฏิริยาทางเคมี ได้แก่ การเกิดกลิ่นหืน การเกิดสีน้ำตาล เป็นต้น

3) การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงลักษณะนี้ต้องอาศัยปัจจัยที่เพียงพอประกอบด้วย จึงจะสามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ เช่น ค่าวอเตอร์แอกติวิตีในผลิตภัณฑ์อาหาร ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล หรือเกลือ (Osmotic concentration) ค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิที่ทำการเก็บรักษา เป็นต้น ลักษณะตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงจากจุลินทรีย์ ได้แก่ การบูดเน่าของผลิตภัณฑ์อาหารสดจากจุลินทรีย์ เป็นต้น (คงวุฒิ นิรันตสุข, 2549)

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

- 1) ถั่วเหลืองตราไร่ทิพย์
- 2) แป้งสาลีตราหงส์ขาว (แป้งขนมปัง)
- 3) แป้งสาลีตราพัดโบก (แป้งเค้ก)
- 4) น้ำตาลทรายมิตรผล
- 5) ไข่ไก่
- 6) เนยสดตราออร์คิดชนิดเค็ม
- 7) ผลไม้รวม ลูกเกด เชอรี่เขียวแดง เปลือกส้มเชื่อม จากตลาดบ่อบัว จ.ฉะเชิงเทรา
- 8) เม็ดมะม่วงอบ
- 9) ผงฟู

3.1.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือในการวิเคราะห์

- 1) พายยาง
- 2) เครื่องตีส่วนผสม (Kitchen aid)
- 3) หัวตีใบพัด
- 4) หัวตีตระกร้อ
- 5) โถตีส่วนผสม
- 6) ถาดอบ
- 7) ตระแกรง
- 8) กล้องฟลวยใส่ขนมอบ
- 9) เครื่องวัดความหนืด Viscometer ยี่ห้อ Brook field รุ่น DV III⁺ ประเทศ สหรัฐอเมริกา
- 10) เครื่องปั่นผสมอาหาร ยี่ห้อ Buono ประเทศ เยอรมัน
- 11) เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Konica Minalta รุ่น CR-400 ประเทศ ญี่ปุ่น
- 12) เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer ยี่ห้อ Stable Mitro Systems รุ่น TA XT2it plus ประเทศ อังกฤษ
- 13) เครื่องบีบอัด (Hydraulic press) ประเทศไทย

3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 วิธีการเตรียมโอคาราสด

นำถั่วเหลืองที่ซื้อจากตลาดมาเลือกและล้างทำความสะอาด แช่น้ำไว้ 12 ชั่วโมงหลังจากนั้นล้างเอาเปลือกออกให้หมด นำถั่วเหลืองที่ได้ไปผลิตเป็นนํ้านมถั่วเหลือง โดยวิธีดัดแปลงจากกานดา แซ่จิว (2548) ดังแสดงในภาพที่ 3.1 ตรวจสอบปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในนมถั่วเหลืองด้วยเครื่อง Hand Refractometer เพื่อควบคุมปริมาณของแข็งที่ละลายได้ให้เท่ากับ 4 □Brix ทุกครั้งที่ทำการผลิต แล้วนำโอคาราสดที่เตรียมได้มาวิเคราะห์ปริมาณความชื้นก่อนนำไปใช้ในการทดลองต่อไป



ภาพที่ 3.1 การเตรียมโอคาราสด

ที่มา : ดัดแปลงจากกานดา แซ่จิว (2548)

3.2.2 วิธีการเตรียมผลไม้รวมแช่เห็ดล้ารม

ในกรณีของลูกเกด นำลูกเกดแห้งมาเชื่อมกับน้ำตาล อัตราส่วน 1:0.5 แล้วนำไปตั้งไฟอ่อนๆ พอน้ำตาลละลายต้มต่ออีก 5 นาที ยกลงใส่กระชอนให้นํ้าเชื่อมสะเด็ด

ในกรณีของเชอรี่เขียวแดงนำมาหั่นให้เป็นชิ้นมีขนาดเท่ากัน โดยแบ่งเชอรี่ออกเป็น 8 ส่วนต่อ 1 ลูก

นำเปลือกส้มเชื่อมซึ่งหั่นเป็นสี่เหลี่ยมลูกเต๋าขนาด 0.5 เซนติเมตรมาผสมกับลูกเกดเชื่อมและเชอรี่เขียวแดง นำผลไม้รวมที่ผสมเข้ากันดีไปหมักด้วยเห็ดล้ารม โดยใช้ผลไม้รวม 1 กิโลกรัมแช่ ในเห็ดล้ารม 100 กรัม และหมักทิ้งไว้ 1 คืน

3.2.3 การเตรียมเค้กผลไม้

การทำเค้กผลไม้ จากการทดลองเบื้องต้นได้พัฒนาสูตรควบคุมโดยมีรายละเอียดของสูตร ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สูตรการผลิตเค้กผลไม้

วัตถุดิบ	ปริมาณ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแป้งทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)
แป้งเค้ก (ขั้ดขาว)	100	33.3
แป้งขนมปัง (ขั้ดขาว)	200	66.6
น้ำตาล	300	100
ไข่ไก่	300	100
ผงฟู	3	1
เนยสด	450	150
ผลไม้	400	133

โดยมีขั้นตอนการทำเค้กผลไม้ ดังนี้

- 1) ตีเนยด้วยเครื่องผสมให้ขึ้น 30 นาที
- 2) ตีไข่ผสมน้ำตาลให้ขึ้นฟอง 5 นาที
- 3) นำแป้งมาใส่ในส่วนผสมของไข่ที่ตีขึ้นแล้วสลับกับการใส่เนย
- 4) ใส่ผลไม้แล้วคนให้ผสมกัน
- 5) ตักใส่พิมพ์อะลูมิเนียมฟอยล์ขนาด 8*11*4 เซนติเมตร น้ำหนัก 150 กรัม
- 6) นำเข้าเตาอบ 40 นาที ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส
- 7) นำออกจากตู้อบแล้ววางให้เย็นปิดฝา

3.2.4 การศึกษาหาอัตราส่วนของผลไม้ที่ใช้เตรียมผลไม้รวม

ทดลองหาอัตราส่วนของลูกเกด: เปลือกส้มเชื่อม : เชอร์รี่เขียวแดง ที่เหมาะสมในการเตรียมผลไม้รวมในการผลิตเค้กผลไม้โดยการทดลองใช้อัตราส่วนของลูกเกด : เปลือกส้มเชื่อม : เชอร์รี่เขียวแดง ในปริมาณ 1 : 1 : 1 , 2 : 1 : 1 , 1 : 2 : 1 และ 1 : 1 : 2 โดยนำผลไม้รวมจากอัตราส่วนดังกล่าวไปใช้ผลิตเค้กผลไม้ตามสูตรการผลิตเค้กผลไม้ดังแสดงในหัวข้อ 3.2.3 นำเค้กผลไม้ที่ผลิตได้ทุกสูตรไปทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อเลือกอัตราส่วนของผลไม้ที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการผลิตเค้กผลไม้ในการทดลองต่อไป โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส จะใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ (7-point hedonic scale) ดังรายละเอียดในข้อ 3.2.5.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 สูตรพื้นฐานของเค้กผลไม้โอคารา

วัตถุดิบ	ปริมาณ (กรัม)			
	สูตรควบคุม	โอคารา 20 เปอร์เซ็นต์	โอคารา 30 เปอร์เซ็นต์	โอคารา 40 เปอร์เซ็นต์
แป้งเค้ก	100	80	70	60
แป้งขนมปัง	200	160	140	120
น้ำตาล	300	300	300	300
ไข่ไก่	300	300	300	300
ผงฟู	3	3	3	3
เนยสด	450	450	450	450
ผลไม้	400	400	400	400
โอคารา	-	60	90	120

3.2.5 การศึกษาหาปริมาณโอคาราสดที่เหมาะสมในการผลิตเค้กผลไม้

ทดลองทดแทนแป้งสาลีในการผลิตเค้กผลไม้ตามสูตร ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ด้วยโอคาราสดที่เตรียมจากข้อ 3.2.1 ในปริมาณ 20 , 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ทำการผลิตเค้กผลไม้ตามวิธีการในข้อ 3.2.3 โดยการใส่โอคาราสดในขั้นตอนนี้หลังจากเติมผลไม้รวม นำเค้กผลไม้โอคาราที่ผลิตมาตรวจสอบคุณภาพเปรียบเทียบกับเค้กผลไม้สูตรควบคุมโดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังนี้

3.2.5.1 ทดสอบความหนืดของเบคเตอร์ด้วยเครื่อง Viscometer DV III โดยใช้หัววัด LV-4 ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวอย่างเบคเตอร์ที่ไม่ได้เติมผลไม้รวม

3.2.5.2 ทดสอบค่าความสว่างและสีของเค้กด้วยเครื่องวัดสี (Minolta) รุ่น CR-400

3.2.5.3 ทดสอบเนื้อสัมผัสของเค้กด้วยเครื่อง Texture analysis (ดัดแปลงจากวิธีของ Gómez และคณะ , 2007) โดยใช้หัววัดชนิด cylindrical probe ขนาด 25 มิลลิเมตร กดลงบนตัวอย่างด้วยอัตราเร็ว 1 มิลลิเมตร/วินาที เป็นระยะทาง 50 เปอร์เซ็นต์ของความสูงตัวอย่าง และกำหนดระยะเวลาระหว่างการกดครั้งแรกกับครั้งที่สองนาน 30 วินาที บันทึกค่าความแข็ง (Hardness) และ ค่าการคืนตัว (Springiness)

3.2.5.4 ทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัส ใช้วิธีทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ (7- point hedonic scale) เมื่อ 7 คือความชอบมากที่สุด และ 1 คือความไม่ชอบมากที่สุด จำนวนผู้ทดสอบ 40 คน โดยประเมินลักษณะของผลิตภัณฑ์ในด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

การทดลองข้อ 3.2.5.1 ถึง 3.2.5.3 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และการทดลองข้อ 3.2.5.4 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 การศึกษาหาปริมาณของโอคาราสดบิบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตเค้กผลไม้

นำโอคาราสดที่ได้จากข้อ 3.2.1 มากดบิบน้ำออกด้วยเครื่องบีบอัด (hydraulic press) จนโอคารามีความชื้น 60-65 เปอร์เซ็นต์ โอคาราสดที่ได้ให้ชื่อว่า “โอคาราสดบิบแห้ง” ทดลองนำโอคาราสดบิบแห้งมาทดแทนแป้งสาลีในสูตรการผลิตเค้กผลไม้ ตามวิธีการในข้อ 3.2.3 ปริมาณ 20 , 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ทำการผลิตเค้กผลไม้ตามวิธีการในข้อ 3.2.3 และตรวจสอบคุณภาพของเค้กผลไม้โอคาราที่ผลิตได้ตามวิธีการในข้อ 3.2.5.1-3.2.5.4 เพื่อเลือกปริมาณโอคาราสดบิบแห้ง ที่สามารถใช้แทนแป้งสาลี

3.2.7 การศึกษาการใช้แป้งโฮลวีตทดแทนแป้งขนมปังในเค้กผลไม้โอคารา

นำสูตรเค้กผลไม้โอคาราที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อ 3.2.6 มาพัฒนาคุณภาพโดยการใช้แป้งโฮลวีตทดแทนแป้งขนมปังขัดขาวที่ใช้ทำเค้กผลไม้ โดยทดลองใช้แป้งโฮลวีตชนิดหยาบและชนิดละเอียด ทำการวิเคราะห์คุณภาพและทดสอบทางประสาทสัมผัสเค้กผลไม้โอคาราที่ผลิตได้ตามหัวข้อ 3.2.5.1-3.2.5.4 เพื่อเลือกสูตรที่เหมาะสม

3.2.8 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเค้กผลไม้โอคาราในระหว่างการเก็บรักษา

นำเค้กผลไม้โอคาราที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อ 3.2.7 และเค้กผลไม้สูตรควบคุม บรรจุในพิมพ์อะลูมิเนียมฟอยล์ขนาด 8*11* 4 เซนติเมตร นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยสุ่มเก็บตัวอย่างทุกสัปดาห์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ วิเคราะห์ความเป็นกรด (Acidity) ด้วยวิธีการไตเตรด สังเกตลักษณะปรากฏ ทดสอบกลิ่นรสและบันทึกเป็นแบบบรรยาย

3.2.9 การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเค้กผลไม้โอคารา

นำเค้กผลไม้โอคารา และเค้กผลไม้สูตรควบคุมมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ โดยการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยอาหาร (dietary fiber) คาร์โบไฮเดรต และพลังงาน ตามวิธีการของ AOAC (2000)

บทที่ 4

ผลการทดลอง และวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การผลิตโอคาราจากถั่วเหลือง

การผลิตโอคาราจากถั่วเหลือง ทำได้โดยการนำถั่วเหลืองมาแช่น้ำ จากนั้นล้างทำความสะอาดและแยกเอาเปลือกออกให้หมด นำถั่วเหลืองที่ได้มาปั่นผสมกับน้ำ และกรองแยกน้ำถั่วเหลืองกับกากถั่วเหลืองออกจากกันด้วยผ้าขาวบาง กากถั่วเหลืองที่แยกได้ เรียกว่าโอคาราสด ถั่วเหลือง 100 กรัม จะสามารถผลิตโอคาราได้ 116 กรัม ส่วนโอคาราสดบิบแห้งผลิตโดยการนำกากถั่วเหลืองมาบิบไถ่น้ำออกด้วยเครื่องบิบน้ำจนมีความชื้นเหลือประมาณ 60-65 เปอร์เซ็นต์ ถั่วเหลือง 100 กรัมสามารถผลิตโอคาราสดบิบแห้งได้ 69 กรัม โอคาราสดที่ผลิตได้มีสีเหลืองนวล มีกลิ่นของถั่วเหลือง ส่วนโอคาราสดบิบแห้งจะมีสีเข้มกว่าโอคาราสด และมีกลิ่นของถั่วเหลืองเช่นเดียวกับโอคาราสด



ภาพที่ 4.1 โอคาราสด



ภาพที่ 4.2 โอคาราสดที่ผ่านการบิบแห้งแล้ว

4.2 ผลการศึกษาหาอัตราส่วนของผลไม้ที่ใช้เตรียมผลไม้รวม

การเตรียมผลไม้รวมในการผลิตเค้กผลไม้ โดยใช้อัตราส่วนของลูกเกด : เปลือกส้มเชื่อม : เซอร์รี่เขียวแดง ในปริมาณ 1 : 1 : 1 , 2 : 1 : 1 , 1 : 2 : 1 และ 1 : 1 : 2 โดยนำผลไม้รวมจากอัตราส่วนดังกล่าวไปใช้ผลิตเค้กผลไม้ตามสูตรของการผลิตเค้กผลไม้ จากนั้นนำเค้กผลไม้ที่ผลิตได้ไปทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนของผลไม้ที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการผลิตเค้กผลไม้ ด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยการให้คะแนนความชอบ (7-point hedonic scale)

เมื่อนำเค้กผลไม้ที่ใช้อัตราส่วนของผลไม้รวมในปริมาณต่างๆมาทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบจำนวน 40 คน (ตารางที่ 4.1) พบว่าอัตราส่วนของผลไม้รวม 1:1:1 (ภาพที่ 4.3) ได้รับการยอมรับด้านคะแนน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวมสูงที่สุด เนื่องจากอัตราส่วนผลไม้ 2.1.1 มีรสชาติเปรี้ยวมากเกินไป เพราะมีส่วนผสมของลูกเกดมาก อัตราส่วนผลไม้ 1.2.1 มีรสชาติขม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากขึ้นไป เพราะมีส่วนผสมของเปลือกส้มเชื่อมมาก และอัตราส่วนผลไม้ 1.1.2 ทำให้เด็กมีสีส้มไม่สวยงาม เพราะมีส่วนผสมของเชอร์รี่เขียวแดงมากขึ้นไป ดังนั้นจึงเลือกอัตราส่วนของผลไม้รวม 1:1:1 มาใช้เป็นส่วนผสมเพื่อพัฒนาเค้กผลไม้จากโอคาราขั้นต่อไป

ตารางที่ 4.1 คะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพื่อหาอัตราส่วนผลไม้ที่เหมาะสมในการผลิตเค้กผลไม้

อัตราส่วนผลไม้ ลูกเกด:เปลือกส้ม: เชอร์รี่เขียวแดง	ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ โดยรวม
1:1:1	6.55±0.69 ^a	6.16±0.52 ^a	6.55±0.67 ^a	6.31±0.59 ^a	6.35±0.79 ^a	6.51±0.56 ^a
2:1:1	4.59±0.42 ^b	4.56±0.74 ^b	4.56±0.68 ^b	4.60±0.69 ^b	4.75±0.62 ^b	4.80±0.65 ^b
1:2:1	1.61±0.80 ^d	1.85±0.73 ^d	1.63±0.71 ^d	1.66±0.68 ^d	1.75±0.77 ^d	1.61±0.73 ^d
1:1:2	3.60±0.67 ^c	3.83±0.52 ^c	3.58±0.65 ^c	3.66±0.65 ^c	3.68±0.65 ^c	3.88±0.71 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่กำกับต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

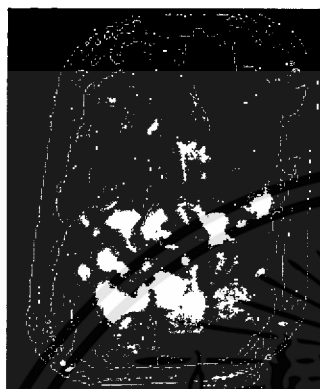


ภาพที่ 4.3 ผลไม้รวม (ลูกเกด : เปลือกส้มเชื่อม : เชอร์รี่เขียวแดง) ในอัตราส่วน 1:1:1

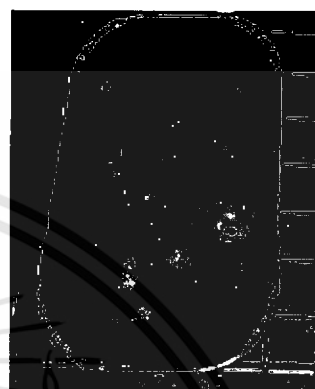
4.3 ผลการศึกษาหาปริมาณของโอคาราที่ใช้ในการผลิตเค้กผลไม้

การทดลองนี้ได้ใช้โอคาราสดในปริมาณ 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแป้งทดแทนแป้งสาลีในการทำเค้กผลไม้ การวิเคราะห์เบคเตอร์ของเค้กผลไม้ (ภาพที่ 4.4 และตารางที่ 4.2) พบว่าค่าความหนืดของเบคเตอร์ที่ใช้โอคาราสดมีค่าแตกต่างจากสูตรควบคุมที่ผลิตจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การทดแทนแป้งสาลีด้วยโอคาราสดมากขึ้นส่งผลทำให้ความหนืดของเบคเตอร์ลดลง เบคเตอร์ของเค้กผลไม้ในสูตรที่เติมโอคาราอาจจะมีเส้นใยอาหารจากโอคาราช่วยในการดูดซับน้ำ ทำให้จับกันเป็นก้อนรวมทั้งอนุภาคโอคารามีขนาดใหญ่กว่าแป้งสาลี ในขณะที่เบคเตอร์ที่ทำจากแป้งสาลีล้วนมีความเรียบเนียนจับกันได้ดีเป็นผลให้เบคเตอร์ที่ทำจากแป้งสาลีล้วนมีความหนืดสูงกว่าเบคเตอร์ที่ทำจากใช้โอคาราสดทดแทนแป้งสาลี

ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของบุพร พิษกมูทร และกานดา แซ่จิ๋ว (2549) ที่รายงานว่าเมื่อมีการใช้โอคาราทดแทนแป้งสาลีในเบตเตอร์ของคุกกี้เนย จะทำให้เบตเตอร์ของคุกกี้มีความหนืดลดลง เป็นผลให้การแผ่ขยายของชั้นคุกกี้เนยลดลง



ภาพที่ 4.4 เบตเตอร์ของเค้กผลไม้ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยโอคาราสด



ภาพที่ 4.5 เค้กผลไม้หลังการอบที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยโอคาราสด

ตารางที่ 4.2 ค่าความหนืดของเบตเตอร์ ค่าความแข็ง และค่าสีของเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสดทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ 20 , 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแป้ง

โอคารา (เปอร์เซ็นต์)	ความหนืด (P)	ค่าความแข็ง (g.F)	ความสว่าง (L)	ค่าสีแดง (a)	ค่าสีเหลือง (b)
ควบคุม (0)	1335.00±12.91 ^d	268.63±9.63 ^d	69.73±3.1 ^c	2.17±0.8 ^a	23.67±1.9 ^b
20	1317.50±17.08 ^c	206.27±19.15 ^c	62.07±2.9 ^b	4.98±0.6 ^c	25.20±1.1 ^a
30	1255.00±23.80 ^b	164.15±32.64 ^b	60.73±3.2 ^a	4.83±0.7 ^c	23.54±2.1 ^a
40	1097.50±71.36 ^a	149.09±14.35 ^a	59.26±2.9 ^a	4.47±0.8 ^b	23.04±0.8 ^a

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เค้กผลไม้ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยโอคาราสดหลังจากผ่านการอบ (ภาพที่ 4.5) นำมาวิเคราะห์หาค่าความแข็งของเค้กผลไม้ แสดงผลดังตารางที่ 4.2 พบว่าค่าความแข็งของเค้กผลไม้โอคาราที่วิเคราะห์จากเครื่องวัดเนื้อสัมผัสมีค่าน้อยกว่าเค้กผลไม้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อปริมาณโอคาราสดที่ใช้เพิ่มขึ้นจาก 20 เปอร์เซ็นต์ไปเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ค่าความแข็งลดลงจาก 206.27 กรัม (แรง) ไปเป็น 149.09 กรัม (แรง) การที่เป็นเช่นนี้อาจเกิดจากโอคาราสดมีความชื้นสูงถึง 76-80 เปอร์เซ็นต์ เป็นผลให้เค้กผลไม้ที่เติมโอคารามีความชื้นสูง ทำให้เนื้อเค้กผลไม้โอคารานุ่มกว่าเค้กผลไม้สูตรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสีของเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสดทดแทนแป้งสาลีในปริมาณต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4.2 พบว่าความสว่างและค่าสีแดงของเค้กผลไม้โอคารามีค่าแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าเค้กผลไม้โอคารามีค่าความสว่างน้อยกว่าและมีค่าสีแดงมากกว่า การที่เค้กผลไม้โอคารามีสีเข้มกว่าเค้กผลไม้สูตรควบคุม เนื่องจากโอคารามีสีคล้ำกว่าแป้งสาลี และถั่วเหลืองประกอบด้วยโมโนแซคคาไรด์ เช่น กลูโคส รวมถึงโอลิโกแซคคาไรด์ เช่น stachyose ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของรีดิวซิง ซูการ์ (Reducing sugar) (Liu, 1997) จึงทำให้มีโอกาสเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (maillard reaction) ในเนื้อและเปลือกของเค้กผลไม้โอคารามากกว่า จึงส่งผลให้เค้กผลไม้โอคารามีสีน้ำตาลเข้มมากกว่าเค้กผลไม้สูตรควบคุมที่มีแต่แป้งสาลีล้วน บุพร พิษกมฺุร และวิญญู์ คิวนิ่ม (2554) ได้รายงานว่ามีมีการใช้โอคาราสดทดแทนแป้งสาลี จะทำให้ค่า L คือค่าความสว่างของขนมปังแซนควีชลดลง และค่าสีแดงเพิ่มขึ้น เป็นผลให้ขนมปังแซนควีชที่เติมโอคารามีสีเข้มกว่าขนมปังแซนควีชสูตรควบคุม

ผลของการใช้โอคาราสดบิบบั้ทดแทนแป้งสาลี ต่อค่าความหนืดของเบตเตอร์ ค่าความแข็งและค่าสีของเค้กผลไม้ (ตารางที่ 4.3) พบว่าการใช้โอคาราสดบิบบั้ให้ผลเช่นเดียวกับการใช้โอคาราสด เบตเตอร์ของเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสดบิบบั้มีความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยจะพบว่าการใช้โอคาราสดบิบบั้ทำให้ความหนืดของเบตเตอร์ลดลงมากกว่าการใช้โอคาราสด โอคาราสดบิบบั้แห่งมีปริมาณน้ำน้อยกว่าโอคาราสดประมาณ 15-20 เปอร์เซ็นต์ ในการผลิตเค้กผลไม้จาก โอคาราสดบิบบั้จึงมีปริมาณของเนื้อโอคาราที่ใช้มากกว่าเค้กผลไม้จากโอคาราสด เป็นผลให้ความเรียบเนียนของการเกาะตัวกันของเบตเตอร์มีน้อยกว่าเบตเตอร์ของเค้กผลไม้สูตรควบคุม จึงทำให้เบตเตอร์มีความหนืดลดลง

ผลการใช้โอคาราสดบิบบั้ต่อค่าความแข็งของเค้กผลไม้มีความแตกต่างจากการใช้โอคาราสด พบว่าการใช้โอคาราสดบิบบั้ทำให้เค้กผลไม้โอคารามีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น แตกต่างจากเค้กผลไม้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าความแข็งของเค้กผลไม้เพิ่มขึ้นจาก 268.6 กรัม (แรง) ไปเป็น 544.3 กรัม (แรง) เมื่อใช้โอคาราสดบิบบั้ทดแทนแป้งสาลีในสูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.3) การที่โอคาราสดบิบบั้แห่งมีปริมาณน้ำน้อยกว่าโอคาราสด การทดแทนแป้งสาลีในปริมาณเท่ากัน ทำให้มีเนื้อของโอคารามากกว่า จึงเป็นผลให้เค้กผลไม้ที่เติมโอคาราสดบิบบั้แห่งมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น สำหรับค่าสีของเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสดบิบบั้แห่ง พบว่า สอดคล้องกับค่าสีของเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสด เค้กผลไม้จะมีสีเข้มขึ้นเมื่อมีการเติมโอคาราสดบิบบั้แห่ง

ตารางที่ 4.3 ค่าความหนืดของเบตเตอร์ ค่าความแข็ง และค่าสีของเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสดบิบแห้งทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ 20 , 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแป้ง

โอคารา (เปอร์เซ็นต์)	ความหนืด (P)	ค่าความแข็ง (g.F)	ความสว่าง (L)	ค่าสีแดง (a)	ค่าสีเหลือง (b)
ควบคุม (0)	1335.00±12.91 ^c	268.63±9.63 ^a	69.73±3.12 ^c	2.17±0.75 ^a	23.67±1.97 ^b
20	959.25±21.74 ^b	486.98±40.08 ^b	67.67±1.03 ^b	2.80±0.45 ^b	24.22±0.79 ^c
30	880.25±25.53 ^a	544.28±37.29 ^c	60.77±2.30 ^a	4.47±0.76 ^d	24.53±0.56 ^c
40	827.75±46.06 ^a	557.17±8.09 ^c	59.61±0.80 ^a	3.60±0.51 ^c	21.82±0.71 ^a

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบทดสอบให้คะแนน 7-point hedonic scale ของเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสดและโอคาราสดบิบแห้งแสดงตารางที่ 4.4 และ 4.5 ตามลำดับ พบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยโอคารา ทำให้คะแนนความชอบของเค้กผลไม้ในทุกด้านลดลง โดยเฉพาะเมื่อทดแทนในปริมาณที่สูงถึง 40 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสดและโอคาราสดบิบแห้งทดแทน 30 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบในทุกด้านสูงกว่าเค้กผลไม้โอคาราในสูตรอื่น โดยคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยใกล้เคียง 6 คือชอบปานกลาง และมีคะแนนความชอบในทุกด้านเฉลี่ยมากกว่า 5.3 (ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง) ผู้ทดสอบยอมรับในผลิตภัณฑ์ และจากการสอบถามความคิดเห็นของผู้ทดสอบ พบว่าตัวอย่างที่ใช้โอคารา 30 เปอร์เซ็นต์ ผู้ทดสอบให้ความเห็นว่ามีความกลมกลืนเข้ากันได้ดีของผลไม้แช่อิ่มและกลิ่นถั่วของโอคารา และจุดประสงค์ของงานวิจัยนี้ต้องการใช้โอคาราในปริมาณมากที่สุดที่เป็นไปได้ ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ใช้โอคาราสดบิบแห้งในปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ เพื่อไปใช้ในงานวิจัยต่อไป

ตารางที่ 4.4 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสดทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ 20 , 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแป้ง

โอคารา (เปอร์เซ็นต์)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
ควบคุม (0)	6.34±0.66 ^d	6.20±0.64 ^d	6.28±0.70 ^d	6.57±0.60 ^d	6.48±0.59 ^d	6.62±0.52 ^d
20	5.00±0.80 ^b	4.89±0.78 ^b	5.11±0.80 ^b	5.24±0.84 ^b	5.47±0.72 ^b	5.48±0.73 ^b
30	5.62±0.65 ^c	5.66±0.60 ^c	5.73±0.70 ^c	5.83±0.64 ^c	5.76±0.66 ^c	5.92±0.67 ^c
40	3.05±0.93 ^a	2.92±0.88 ^a	3.08±0.85 ^a	3.29±0.83 ^a	3.32±0.80 ^a	3.36±0.90 ^a

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.5 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสดบิบแห้งทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ 20 , 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแป้ง

โอคารา (เปอร์เซ็นต์)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
ควบคุม (0)	6.06±0.77 ^d	5.99±0.72 ^d	6.14±0.77 ^d	6.59±0.68 ^d	6.48±0.69 ^d	6.47±0.69 ^d
20	4.48±1.04 ^b	4.46±0.91 ^b	4.63±1.03 ^b	4.88±0.98 ^b	4.82±0.98 ^b	4.98±0.94 ^b
30	5.37±0.80 ^c	5.49±0.78 ^c	5.53±0.73 ^c	5.79±0.77 ^c	5.77±0.80 ^c	5.90±0.71 ^c
40	3.24±1.07 ^a	2.99±1.15 ^a	3.18±1.11 ^a	3.52±1.15 ^a	3.55±1.03 ^a	3.74±0.93 ^a

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากการศึกษาของมาลี ซิมศรีสกุล และ กมลทิพย์ สัจจานันตกุล (2546) ในการใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนบางส่วนของแป้งสาลีในชิฟฟอนเค้ก พบว่าสามารถใช้แป้งมันสำปะหลัง 35 เปอร์เซ็นต์ และจากการศึกษาของ อุทัยวรรณ ทองทังวงศ์ (2553) ในการใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีในมัคเคอร์เค้ก ผลการทดลองพบว่าสามารถใช้แป้งข้าวสาลี 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองทั้งสองงานวิจัย พบว่าในการทดลองนี้สามารถใช้โอคาราสดบิบแห้งทดแทนแป้งสาลีในเค้กผลไม้ได้ในปริมาณน้อยกว่า การที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องจากแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวสาลีมีส่วนของแป้ง (starch) ที่มีส่วนทำให้เกิดโครงสร้างของเค้กมากกว่าโอคารา โดยคาร์โบไฮเดรตที่มีในโอคาราส่วนใหญ่เป็นเส้นใยอาหาร (Liu, 1997)

4.4 ผลการศึกษาการใช้แป้งโฮลวีตทดแทนแป้งขนมปังในเค้กผลไม้โอคารา

เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ในงานวิจัย จึงได้ทดลองแทนแป้งสาลีขนมปังขัดขาวในเค้กผลไม้สูตรที่ใช้โอคาราสดบิบแห้งทดแทนแป้งสาลี 30 เปอร์เซ็นต์ ด้วยแป้งโฮลวีตชนิดหยาบและละเอียด เนื่องจากแป้งโฮลวีตเป็นแป้งที่ทำมาจากเมล็ดข้าวสาลีไม่ขัดขาว ประกอบด้วยส่วนที่เป็นรำและเมล็ดภายใน ทำให้มีเส้นใยอาหาร สารอาหารและไฟโตเคมีคอล (Phytochemical) อื่นๆเป็นจำนวนมาก

ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดของเบคเตอร์ ค่าความแข็งและค่าสีของเค้กผลไม้โอคาราที่ใช้แป้งขัดขาวและใช้แป้งโฮลวีต แสดงดังตารางที่ 4.6 พบว่าเมื่อใช้แป้งโฮลวีต ค่าความหนืดของเบคเตอร์ไม่แตกต่างจากเบคเตอร์ที่ใช้แป้งขัดขาว สำหรับค่าสีของเค้กผลไม้โอคารา พบว่าการใช้แป้งโฮลวีตจะทำให้ค่าความสว่างของเค้กผลไม้โอคาราลดลง และค่าสีแดงเพิ่มขึ้น การที่แป้งโฮลวีตมีส่วนของรำข้าวสาลี ทำให้เกิดสีน้ำตาลมากขึ้นในระหว่างการอบเค้กผลไม้โอคารา นอกจากนี้การใช้แป้งโฮลวีตทั้งสองชนิดทำให้ค่าความแข็งของเค้กผลไม้เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแป้งสาลีที่ใช้ในการผลิตเค้กผลไม้ไม่มีปริมาณกลูเตนต่ำ 7-9 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณเส้นใยอาหารต่ำ เมื่อเติมโอคาราและแป้งโฮลวีตลงไป จึงเท่ากับไปเพิ่มปริมาณเส้นใยให้กับผลิตภัณฑ์ จึงเป็นผลให้ความแน่นเนื้อของเค้กมีมากขึ้น เนื้อสัมผัสของเค้กผลไม้จึงแข็งขึ้น (มาลีทองคำ, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ค่าความหนืดของเบตเตอร์ ค่าความแข็ง และค่าสีของเค้กผลไม้โอคาราที่ใช้แป้งโฮลวีตละเอียด และโฮลวีตหยาบทดแทนแป้งสาลีขนมปังซัดขาว

สูตร	ความหนืด ns (P)	ค่าความแข็ง (g.F)	ความสว่าง (L)	ค่าสีแดง (a)	ค่าสีเหลือง (b)
แป้งขนมปังซัดขาว	880.25±25.53	544.28±37.29 ^a	60.77±2.30 ^b	4.47±0.76 ^a	24.53±0.56 ^b
แป้งโฮลวีตละเอียด	852.75±20.61	679.04±30.10 ^b	53.62±0.62 ^a	6.80±0.40 ^b	23.95±0.42 ^a
แป้งโฮลวีตหยาบ	857.00±23.94	681.57±21.96 ^b	52.42±0.71 ^a	7.58±0.56 ^c	24.87±0.41 ^b

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยการใช้แบบทดสอบด้วยวิธีการใช้คะแนนแบบ 7-point hedonic scale กับเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสดบิบแห้งทดแทนแป้งสาลี และแป้งโฮลวีตชนิดหยาบและชนิดละเอียด เปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ใช้แป้งสาลีล้วน แสดงดังตารางที่ 4.7 พบว่าคะแนนความชอบของเค้กผลไม้สูตรควบคุมสูงกว่าตัวอย่างอื่น ในขณะที่เค้กผลไม้โอคาราที่ใช้แป้งโฮลวีตชนิดหยาบ ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ชิม เนื่องจากเนื้อเค้กหยาบกระด้างเป็นเม็ดคร่วน มีลักษณะปรากฏที่ไม่น่ารับประทาน อย่างไรก็ตามผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้ชิมยอมรับเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสดบิบแห้ง 30 เปอร์เซ็นต์ และใช้แป้งโฮลวีตชนิดละเอียด โดยคะแนนความชอบในทุกด้านอยู่ระหว่าง 5.46 ถึง 5.90 คืออยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และคะแนนความชอบโดยรวมมีค่า 6.19 (ชอบปานกลางถึงชอบมาก) เพราะจุดประสงค์ของงานวิจัยต้องการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับเค้กผลไม้ จึงเลือกใช้แป้งโฮลวีตชนิดละเอียดแทนแป้งขนมปังซัดขาว

ตารางที่ 4.7 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเค้กผลไม้และเค้กผลไม้โอคาราที่ใช้แป้งโฮลวีตหยาบ และโฮลวีตละเอียดทดแทนแป้งสาลีขนมปังซัดขาว

สูตร	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ
แป้งขนมปังซัดขาว	5.97±0.73 ^c	5.97±0.65 ^c	5.91±0.73 ^c	6.39±0.73 ^c	6.39±0.69 ^c	6.47±0.69 ^c
แป้งโฮลวีตละเอียด	5.46±0.85 ^b	5.53±0.80 ^b	5.43±0.86 ^b	5.90±0.86 ^b	5.90±0.79 ^b	6.19±0.73 ^b
แป้งโฮลวีตหยาบ	2.64±0.86 ^a	2.48±0.91 ^a	2.03±1.01 ^a	2.98±0.90 ^a	2.98±0.83 ^a	3.22±0.81 ^a

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4.5 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเค้กผลไม้โอคาราในระหว่างการเก็บรักษา

เมื่อนำเค้กผลไม้สูตรควบคุม กับเค้กผลไม้โอคาราที่ทำจากการใช้โอคาราสดบิบแห้ง 30 เปอร์เซ็นต์ทดแทนแป้งสาลีและใช้แป้งโฮลวีตชนิดละเอียดแทนแป้งขนมปังขัดขาว นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยสุ่มเก็บตัวอย่าง ทุกสัปดาห์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ วิเคราะห์ ค่า pH ความเป็นกรดและสังเกตลักษณะปรากฏ ทดสอบกลิ่นรส พบว่า pH ของเค้กทั้งสองตัวอย่างเริ่มลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 3 สัปดาห์ (ตารางที่ 4.8) สอดคล้องกับค่าความเป็นกรดของเค้ก ดังแสดงในตารางที่ 4.9 อย่างไรก็ตาม ผลการสังเกตลักษณะปรากฏ กลิ่นและรสของเค้กทั้งสองตัวอย่าง ไม่พบการเปลี่ยนแปลงภายนอก มีเพียงลักษณะเนื้อสัมผัสเริ่มร่วนหยาบในสัปดาห์ที่ 3 ทั้งสองตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 4.10 และในสัปดาห์ที่ 4 พบว่าค่า pH และความเป็นกรดต่าง ไม่แตกต่างจากสัปดาห์ที่ 3 การที่เค้กผลไม้ผ่านการอบด้วยอุณหภูมิสูงเป็นระยะเวลาจนถึง 40 นาที รวมทั้งมีปริมาณน้ำตาลสูงเมื่อเทียบกับเค้กชนิดอื่น จึงอาจส่งผลให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ช้า นอกจากนี้เค้กผลไม้และเค้กผลไม้โอคารามีแนวโน้มเก็บรักษาได้มากกว่า 4 สัปดาห์ (ภาพที่ 4.6)

ตารางที่ 4.8 ค่า pH ของเค้กผลไม้และเค้กผลไม้โอคาราที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลาสี่สัปดาห์

ตัวอย่าง	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
เค้กผลไม้ควบคุม	6.84±0.02 ^a	6.71±0.04 ^a	6.56±0.02 ^b	6.49±0.03 ^b
เค้กผลไม้โอคารา	6.84±0.06 ^a	6.70±0.03 ^a	6.54±0.05 ^b	6.45±0.04 ^b

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.9 ปริมาณกรดทั้งหมด (%) ของเค้กผลไม้และเค้กผลไม้โอคาราที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลาสี่สัปดาห์

ตัวอย่าง	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
เค้กผลไม้ควบคุม	0.06±0.01 ^a	0.09 ±0.01 ^a	0.14 ±0.01 ^b	0.17 ±0.01 ^b
เค้กผลไม้โอคารา	0.06±0.01 ^a	0.09 ±0.01 ^a	0.14 ±0.01 ^b	0.18 ±0.01 ^b

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.10 ลักษณะของเค้กผลไม้และเค้กผลไม้โอคาราที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลาสี่สัปดาห์

ตัวอย่าง	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
เค้กผลไม้ควบคุม	เนื้อเค้กนุ่มปกติ กลิ่นรสปกติ	เนื้อเค้กเริ่มหยาบ กลิ่นรสปกติ	เนื้อเค้กเริ่มแห้ง กลิ่นรสปกติ	เนื้อเค้กเริ่มร่วน กลิ่นรสปกติ
เค้กผลไม้โอคารา	เนื้อเค้กเริ่มหยาบ แต่ไม่แห้ง กลิ่นรสปกติ	เนื้อเค้กหยาบ กลิ่นรสปกติ	เนื้อเค้กเริ่มร่วน กลิ่นรสปกติ	เนื้อเค้กร่วน กลิ่นรสปกติ



ภาพที่ 4.6 เค้กผลไม้โอคาราที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์

4.6 ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเค้กผลไม้โอคารา

ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเค้กผลไม้สูตรควบคุม และเค้กผลไม้โอคาราที่ได้จากการทดแทนแป้งสาลีด้วยโอคาราสดบิบแห้ง 30 เปอร์เซ็นต์ และใช้แป้งโฮลวีตชนิดละเอียดทดแทนแป้งขนมปังขัดขาว แสดงดังตารางที่ 4.11 พบว่าปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยอาหาร คาร์โบไฮเดรต และพลังงานของเค้กผลไม้โอคาราแตกต่างจากเค้กผลไม้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าการเติมโอคาราสดบิบแห้ง ทำให้เค้กผลไม้มีค่าความชื้นเพิ่มขึ้นจาก 20.20 เปอร์เซ็นต์ ไปเป็น 23.70 เปอร์เซ็นต์ การที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากโอคาราสดบิบแห้งมีความชื้นมากกว่าแป้งสาลี เป็นผลให้มีปริมาณน้ำหลงเหลืออยู่ในเค้กผลไม้มากกว่า การใช้โอคาราสดบิบแห้งร่วมกับการใช้แป้งโฮลวีตชนิดละเอียด ทำให้ปริมาณเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้นจาก 0.92 เปอร์เซ็นต์ ไปเป็น 3.42 เปอร์เซ็นต์ คือเพิ่มขึ้นประมาณ 3.3 เท่า และปริมาณเถ้าซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณแร่ธาตุเพิ่มขึ้นจาก 1.05 เปอร์เซ็นต์ ไปเป็น 1.25 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของยุพร พิษกมูทร และวิญญู ฝิวนิม (2554) พบว่าขนมปังแซนด์วิชโอคาราที่เตรียมจากการใช้โอคาราสด 20 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเส้นใยอาหารและปริมาณเถ้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับขนมปังแซนด์วิชที่ทำจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้พลังงานที่ได้จากการรับประทานเค้กผลไม้โอคารามีค่าน้อยกว่าพลังงานที่ได้จากการรับประทานเค้กผลไม้สูตรควบคุม ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าการใช้โอคาราสดบิบแห้งทดแทนแป้งสาลีในเค้กผลไม้ช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยทำให้เค้กผลไม้มีปริมาณเส้นใยอาหาร แร่ธาตุ วิตามินเพิ่มขึ้น รวมทั้งลดปริมาณของพลังงานที่ได้รับ นอกจากนี้การใช้โอคาราที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตน้ำตาลหล่อเลี้ยงยังทำให้เค้กผลไม้โอคารามีองค์ประกอบของสารพฤกษเคมี เช่น ไอโซฟลาโวน ซาโปนิน รวมถึงกรดไขมันไม่อิ่มตัวจำเป็น เช่น ลิโนเลอิก แอซิด ซึ่งเป็นสารประกอบที่พบได้ในถั่วเหลือง



ภาพที่ 4.7 เค้กผลไม้โอคารา

ตารางที่ 4.11 คุณค่าทางโภชนาการของเค้กผลไม้และเค้กผลไม้โอคารา (กรัม/100 กรัม)

องค์ประกอบ (กรัม/100 กรัม)	เค้กผลไม้สูตรควบคุม	เค้กผลไม้โอคารา
ความชื้น	20.20±0.10 ^a	23.70±0.31 ^b
โปรตีน	6.70±0.25 ^a	6.40±0.25 ^b
ไขมัน	29.20±0.42 ^a	29.00±0.26 ^b
เถ้า	1.05±0.03 ^a	1.25±0.03 ^b
เส้นใยอาหาร	0.92±0.03 ^a	3.42±0.03 ^b
คาร์โบไฮเดรต	42.88±0.89 ^a	39.64±1.44 ^b
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	461.33±3.52 ^a	446.00±7.81 ^b

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. ผลการศึกษาเพื่อหาอัตราส่วนของลูกเกด : เปลือกส้มเชื่อม : เซอร์รี่เขียวแดง ที่เหมาะสมในการเตรียมผลไม้รวมเพื่อใช้การผลิตเค้กผลไม้ โดยการทดลองใช้อัตราส่วนของลูกเกด : เปลือกส้มเชื่อม : เซอร์รี่เขียวแดง ในปริมาณ 1 : 1 : 1 , 2 : 1 : 1 , 1 : 2 : 1 และ 1 : 1 : 1 พบว่าผู้ชิมยอมรับเค้กผลไม้ที่ใช้อัตราส่วนของลูกเกด : เปลือกส้มเชื่อม : เซอร์รี่เขียวแดง ที่ปริมาณ 1:1:1 มากที่สุด

2. ผลการศึกษาการใช้โอคาราสดทดแทนการใช้แป้งสาลีในการผลิตเค้กผลไม้ ในปริมาณ 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแป้ง พบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยโอคาราสดมากขึ้น ส่งผลทำให้ความหนืดของเบตเตอร์ลดลง เมื่อเติมโอคาราสดจะทำให้ค่าความแข็งของเค้กผลไม้ลดลง และค่าสีของเค้กผลไม้โอคารามีค่าความสว่างน้อยกว่าและมีค่าสีแดงมากกว่า พบว่าผู้ชิมส่วนใหญ่ชื่นชอบเค้กผลไม้ที่ทดแทนการใช้แป้งสาลีด้วยโอคาราสดในปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์มากที่สุด

3. ผลการศึกษาการใช้โอคาราสดบิบบั๊กทดแทนแป้งสาลีในการผลิตเค้กผลไม้ ในปริมาณ 20 , 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแป้ง พบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยโอคาราสดมากขึ้น ส่งผลทำให้ความหนืดของเบตเตอร์ลดลง เมื่อเติมโอคาราสดจะทำให้ค่าความแข็งของเค้กผลไม้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และค่าสีของเค้กผลไม้โอคารามีค่าความสว่างน้อยกว่าและมีค่าสีแดงมากกว่า ผู้ชิมส่วนใหญ่ชื่นชอบเค้กผลไม้ที่ทดแทนการใช้แป้งสาลีด้วยโอคาราสดบิบบั๊กในปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์มากที่สุด

4. ผลการศึกษาการใช้แป้งโฮลวีตทดแทนการใช้แป้งขนมปังขัดขาว พบว่าเมื่อใช้แป้งโฮลวีต ค่าความหนืดของเบตเตอร์ไม่แตกต่างจากเบตเตอร์ที่ใช้แป้งขัดขาว การใช้แป้งโฮลวีตจะทำให้ค่าความสว่างของเค้กผลไม้โอคาราลดลง และค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ค่าความแข็งของเค้กผลไม้เพิ่มขึ้นเมื่อใช้แป้งโฮลวีต ผู้ชิมส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบเค้กผลไม้โอคาราที่ใช้แป้งโฮลวีตชนิดละเอียด

5. ผลการศึกษาอายุการเก็บของเค้กผลไม้ที่ใช้โอคาราสดบิบบั๊กทดแทนแป้งสาลีและแป้งโฮลวีตชนิดละเอียดทดแทนแป้งขนมปังขัดขาว เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม พบว่า pH ของเค้กทั้งสองตัวอย่างเริ่มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับค่าความเป็นกรดของเค้ก เมื่อสังเกตลักษณะปรากฏ กลิ่นและรสของเค้กทั้งสองตัวอย่าง พบว่าไม่พบการเปลี่ยนแปลงภายนอก รวมถึงกลิ่นรส มีเพียงลักษณะเนื้อสัมผัสของเค้กทั้งสองตัวอย่าง เริ่มร่วนหยาบในสัปดาห์ที่ 3 และในสัปดาห์ที่ 4 พบว่าค่า pH และค่าความเป็นกรดต่าง ไม่แตกต่างจากสัปดาห์ที่ 3 โดยที่เค้กผลไม้ทั้งสองตัวอย่างสามารถเก็บได้มากกว่า 28 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

6. ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเค้กผลไม้โอคารา พบว่ามีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 23.70 , 6.40 , 29.00 , 1.25 , 3.42 และ 39.64 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ การเติมโอคาราลงในเค้กผลไม้ทำให้เค้กผลไม้ไม่มีปริมาณเถ้า และเส้นใยอาหารเพิ่มมากขึ้น แต่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและพลังงานลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

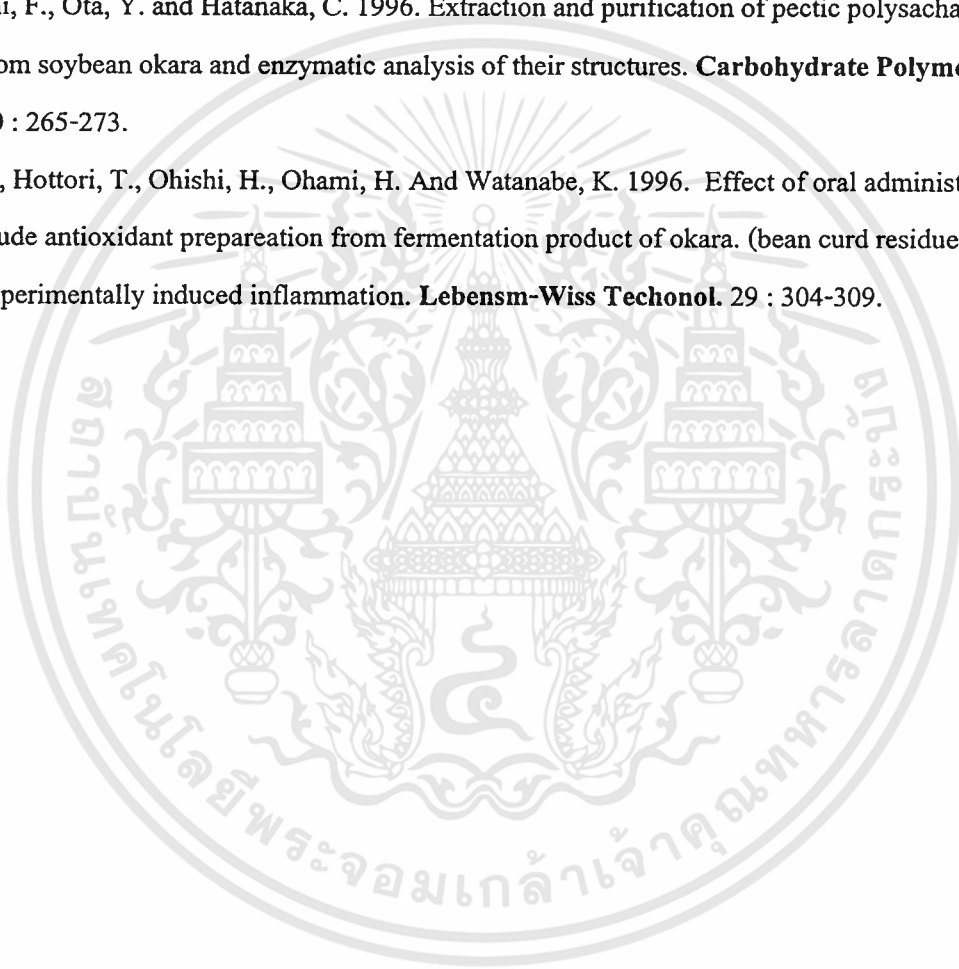
- กลุ่มวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ที่ดินและน้ำพื้นที่พีชไร่ 2548. ถั่วเหลือง. กรมพัฒนาที่ดินกระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- กานดา แซ่จิ๋ว. 2548. การใช้ประโยชน์จากโอคาราเพื่อทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้เนย วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.
- คงวุฒิ นรินทร์สุข. 2549. การศึกษาการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มะม่วงทอดสุญญากาศ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. กรุงเทพมหานคร.
- ณัชชา สุพิชญากูร. 2545. การศึกษาคุณลักษณะโปรตีนจาก โอคารา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.
- นฤมล สว่างศันดร. 2544. ถั่วเหลืองอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ. องค์การเภสัชกรรม. 27: 23-34
- ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ. 2549. ลักษณะและความสำคัญของพืชของพืชตระกูลถั่ว. เอกสารการสอนชุดวิชา วิทยาศาสตร์การอาหารเบื้องต้น ของมหาลัยสุโขทัยธรรมราช หน่วยที่ 1 – 7. กรุงเทพมหานคร.
- พรวิลาส ปันหยง. 2544. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิ. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- มาลี ทองคำ. 2541. การพัฒนาคุกกี้ให้มีเส้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.
- มาลี ชิมศรีสกุล และกมลทิพย์ สัจจาอนันตกุล. 2546. การใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนบางส่วนของแป้งสาลีในซีฟ่อนเค้ก. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ครั้งที่ 41. กรุงเทพมหานคร.
- ยุพร พิชกมุทร. 2548. การผลิตขนมทองม้วนจากถั่วเหลืองที่ได้จากการผลิตน้ำมันถั่วเหลือง. การประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตรครั้งที่ 7 เรื่อง เทคโนโลยีอาหารก้าวไกลนำไทยสู่ครัวโลก. ศูนย์ประชุมนานาชาติไบเทค. กรุงเทพมหานคร. 22-24 มิถุนายน.
- ยุพร พิชกมุทร. 2550. การใช้ประโยชน์จากการถั่วเหลือง. วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง. 15: 34-41.
- ยุพร พิชกมุทร และกานดา แซ่จิ๋ว. 2549. การใช้ประโยชน์จากโอคาราเพื่อทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้เนย. วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง. 13 : 30-38.
- ยุพร พิชกมุทร และวิญญู ผิวนิม. 2554. การปรับปรุงคุณภาพของขนมปังแซนด์วิชที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลี. วารสารพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 21 : 607-616.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อรอนงค์ นัยวิกุล . 2540. ข้าวสาลี : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- อรอนงค์ นัยวิกุล และจิตธนา แจ่มเมฆ. 2549. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
- อุทัยวรรณ ทองทังวงศ์. 2553. ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลีต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- อุศมา สุนทรนฤงษ์. 2545. การพัฒนาผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กจากข้าวหอมมะลิ. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- Akihiro, O., Tarachi, A. and Makoto, S. 1996. Use of soybean curd residue, okara, for the solid-state substrate in the production of lipopeptide antibiotic, Iturin A, by *Bacillus subtilis* NB 22. **Process Biochemistry**. 31(8) : 801-806.
- AOAC. 2000. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis 15th Ed.**
- Gómez, M., Ronda, F., Caballero, P.C., Blanco, C.A. and Rosell, C. 2007. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cake. **Food Hydrocolloids**. 21:167-173.
- Greene, J. L., Bovell-Benjamin, A. C. 2004. Macroscopic and sensory evaluation of bread supplemented with sweet potato flour. **Journal of Food Science**. 69(4) : 167-173.
- Khare, S. K., Jha , K. and Gandui , A.P. 1994. Single cell production by solid state fermentation of okara (soy-residue). **Pollution Research**. 13 : 417 – 420.
- Khare, S. K., Jha, K. and Gandhi, A.P. 1995. Citric acid production from okara (soy – residue) by solid-state fermentation. **Bioresource Technology**. 54 : 323-325.
- Kilcast, D. and Subramaniam P. 2000. The stability and shelf-life of food. Cambridge England: Wood Head Publishing. pp.340
- Kittikun, A. and Tani, Y. 1986. Preliminary study on microbial production of lipase using soybean residue from tofu making process. **Annual Report of IC Biotechnology**. 9 : 275-276.
- Liu, K. 1997. Soybeans, chemistry, technology and utilization. Chapman and Hall. New York. pp73.
- Ma, C. Y., Liu, W. S., Kwok, K. C. and Kwok, F. 1997. Isolation and characterization of proteins from soy milk residue (Okara). **Food Research International**. 29(8) : 799-805.
- Puechkamut, Y. and Panyathitipong, W. 2012. Characteristics of proteins from fresh and dried residues of soy milk production. **Kasetsart Journal**. In pressed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Rinaldi, V. E. A 1998. Utilization of okara to produce extruded cereal products. **Food Science and Technology**. 37(4) : 98.
- Rujirej, N. 2001. Formulation of diatar fiber enriched bakery products content in dried okara and defatted dried okara. M.S. Thesis, Mahidol University. Bangkok.
- Ryan, K. J., Homco-Ryan, C. L., Jenson, J., Robbins, K.L., Prestat, C. and Brewer, M. S. 2002. Effect of lipid extraction process on performance of texturized soy flour added wheat bread. **Journal of Food Science**. 67 : 2385-2390
- Yamaguchi, F., Ota, Y. and Hatanaka, C. 1996. Extraction and purification of pectic polysaccharide from soybean okara and enzymatic analysis of their structures. **Carbohydrate Polymer**. 30 : 265-273.
- Yokata, T., Hottori, T., Ohishi, H., Ohami, H. And Watanabe, K. 1996. Effect of oral administration of crude antioxidant preparation from fermentation product of okara. (bean curd residue) on experimentally induced inflammation. **Lebensm-Wiss Techonol**. 29 : 304-309.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมี

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

1. นำ aluminium can ออบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130±3 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่
2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ด้วยตาชั่งละเอียดใส่ใน aluminium can
3. นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130±3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่
4. ปิดฝาและทิ้งไว้ในเย็นใน โถดูดความชื้น
5. ชั่งน้ำหนัก
6. คำนวณเปอร์เซ็นต์ปริมาณความชื้นตัวอย่าง

$$\text{เปอร์เซ็นต์ปริมาณความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

2. การวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่าง (AOAC, 2000)

สารเคมี

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล
2. ฟีนอล์ฟทาลีน ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์
3. เอทานอล ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์

วิธีทำ

1. ปิเปิดตัวอย่างใส่ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 70 มิลลิลิตร หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีนลงไป 2-3 หยด
2. ไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ จนได้สีชมพูจางๆ
3. บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรต ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
4. คำนวณปริมาณกรดทั้งหมดในสารละลายตัวอย่าง

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(V)(N)(\text{eq. Wt.})(100)}{(1000)(v)}$$

- เมื่อ V = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรต
 N = normality ของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ เท่ากับ 0.1
 v = ปริมาตรของสารตัวอย่างที่ใช้ในการไตเตรต
 eq. Wt. = น้ำหนักสมมูลของของกรดซिटริกเท่ากับ 60 กรัม

3. การวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH)

สารเคมี

1. สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน pH 4 และ 7
2. สารละลาย KCl ความเข้มข้น 3 M

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

1. เปิดเครื่อง pH meter เพื่ออุ่นเครื่องก่อนวัดประมาณ 5 - 10 นาที
2. Calibrate เครื่องด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ pH 4 และ 7
3. เติมน้ำตัวอย่างที่ได้จากการเตรียมตัวอย่าง โดยใช้ตัวอย่าง 5 กรัม ต่อน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ที่ต้องการวัดลงในบีกเกอร์
4. ทำการวัด pH โดยแกว่งหัววัดเบา ๆ ในน้ำตัวอย่าง
5. เมื่อค่า pH หยุดนิ่งประมาณ 10 วินาที จดบันทึกค่าที่วัดได้
6. หลังจากใช้งานเสร็จแล้ว ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างทำความสะอาด Electrode เช็ดให้แห้ง แล้วเก็บในสารละลาย KCl ความเข้มข้น 3 M

4. การวิเคราะห์ไขมัน (AOAC, 2000)

สารเคมี

1. สารละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ 40-60 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

1. อบบีกเกอร์ไขมันพร้อมกับ boiling chip ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่างที่อบไล่ความชื้นแล้วประมาณ 5.00-10.00 กรัม บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน ห่อด้วยกระดาษกรอง ใส่ในทิมเบล (extraction thimble) ตวงตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์จำนวน 140-180 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ไขมัน ต่อทิมเบลที่ใส่ตัวอย่างและบีกเกอร์ไขมันเข้ากับเครื่องสกัดไขมัน ทำการสกัดไขมันตามโปรแกรมของเครื่อง เมื่อครบเวลานำบีกเกอร์ไขมันไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เพื่อระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออก ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์

2. คำนวณเปอร์เซ็นต์ไขมันในตัวอย่าง

$$\text{เปอร์เซ็นต์ปริมาณไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักบีกเกอร์หลังสกัด} - \text{น้ำหนักบีกเกอร์ก่อนสกัด}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

5. การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)

1. เผาด้วยกระบี่ที่แห้งและสะอาดในเตาเผาที่ 600 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักละเอียด 4 ตำแหน่ง และบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่างที่บดแล้ว 3.0000-5.0000 กรัม ใส่ในถ้วยกระบี่

3. เผาตัวอย่างบน hot plate จนกระทั่งหมดควัน

4. นำไปเผาที่ 600 องศาเซลเซียส นาน 3-4 ชั่วโมง จนกระทั่งตัวอย่างกลายเป็นเถ้าสีขาวหรือสีเทา

5. คีบด้วยกระบี่จากเตาเผา จากนั้นทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักของถ้วยกระบี่หลังเผา

6. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์เถ้า

$$\text{เปอร์เซ็นต์เถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักถ้วยกระบี่หลังเผา} - \text{น้ำหนักถ้วยกระบี่}}{\text{น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์}} \times 100$$

6. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000)

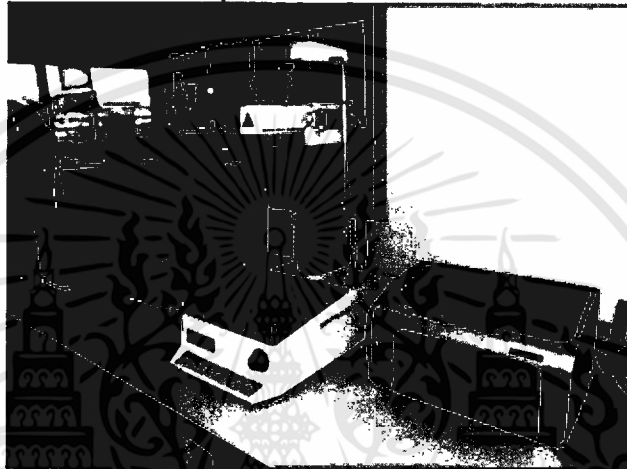
1. ชั่งตัวอย่าง 0.1-5 กรัม เติมตัวเร่ง 7-10 กรัม เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 15-25 มิลลิลิตร ใส่ boiling chip 2-3 ลูก ในหลอดย่อยโปรตีน
 2. นำหลอดย่อยโปรตีนไปประกอบเข้ากับเครื่องย่อย จนได้สารละลายสีฟ้าใส ปล่อยให้เครื่องดูดควันจนหมด ทิ้งไว้ให้เย็น
 3. นำหลอดตัวอย่างที่ย่อยแล้วมาต่อเข้ากับเครื่องกลั่น โปรตีน เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร กับ โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 32 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 60 มิลลิลิตร โดยที่ในระหว่างการกลั่นจะต้องมีการบอริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวดักจับแอมโมเนีย ซึ่งต้องตวงกรดบอริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 60 มิลลิลิตร ใส่ใน Erlenmeyer flask 500 มิลลิลิตร หยด mixed indicator 2-3 หยด ได้สารสีส้มแดงใส รองนกลั่นเสร็จ
 4. นำ Erlenmeyer flask หลังจากกลั่นเสร็จที่มีสารละลายกรดบอริกกับแอมโมเนีย ซึ่งมีสีฟ้าใสมาไทเทรตกับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 หรือ 0.01 N จนสารละลายเปลี่ยนไปเป็นสีใสหรือไม่มีสี บันทึกปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรต
 5. คำนวณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในตัวอย่าง

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน} = \frac{(A-B) \times N \text{ HCl} \times 14}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times 1000} \times 100$$

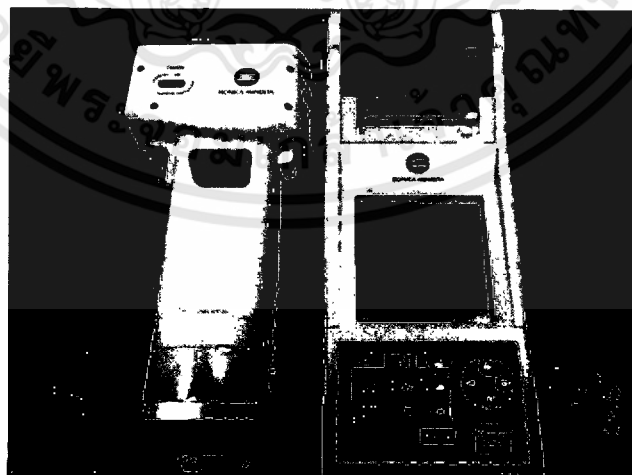
$$\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีน} = \text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน} \times 6.25$$
- เมื่อ A = ปริมาณของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง
 B = ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตกับ Blank
 N = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก หน่วยเป็นนอร์มอล

ภาคผนวก ข

เครื่องมือวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ



เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer)



เครื่องวัดสี Minolta CR-400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



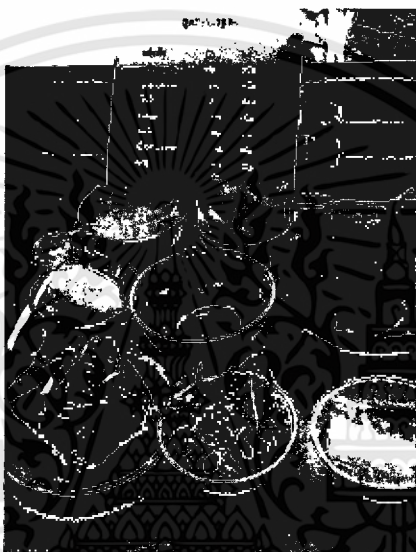
เครื่องวัดความหนืด Viscometer ยี่ห้อ Brook field รุ่น DV III⁺

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วัตถุดิบ อุปกรณ์ และการผลิตเค้กผลไม้

1. วัตถุดิบและในการผลิตเค้กผลไม้สูตรมาตรฐาน



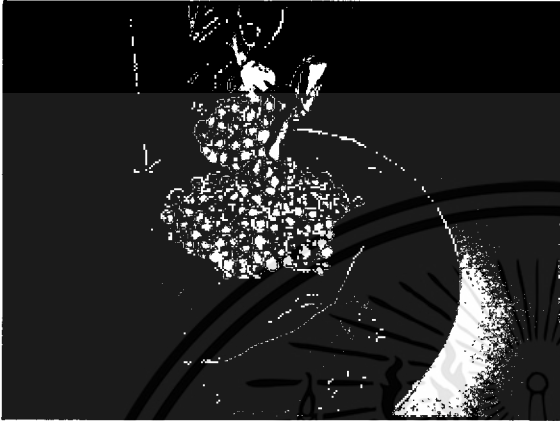
2. วัตถุดิบในการผลิตเค้กผลไม้ไอศคารา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเตรียมโศคาราสด

3.1 การเตรียมเมล็ดถั่วเหลืองทำโศคารา



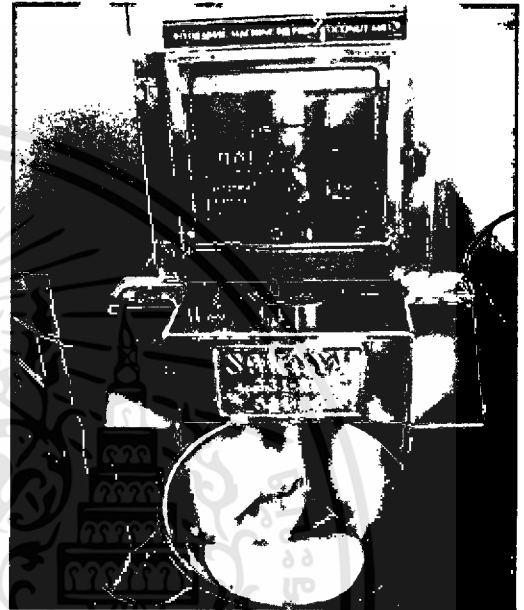
3.2 นำไปแช่น้ำและกะเทาะเปลือก



3.3 นำถั่วเหลืองที่ผ่านการแช่น้ำไปปั่นให้ละเอียด



3.4 นำถั่วเหลืองที่ปั่นแล้วไปคั้นเพื่อแยกน้ำออกจากกากถั่วเหลือง



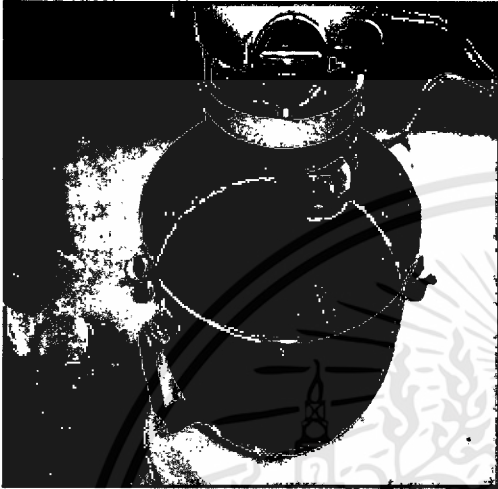
3.5 กากถั่วเหลือง (โศคาราสดบิบแห้ง)



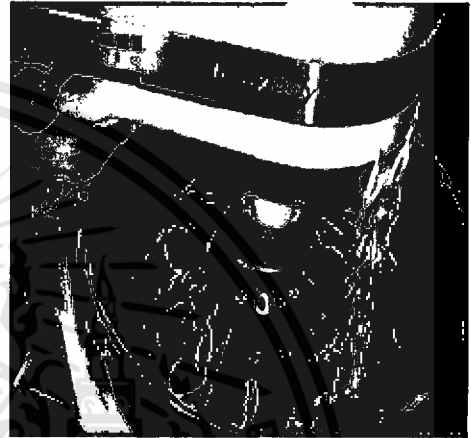
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ขั้นตอนการทำเค้กผลไม้

4.1 ตีเนยให้ขึ้นใช้เวลา 30 นาที



4.3 ใส่แป้งสลับกับเนยตีให้เข้ากัน ในกรณีที่เป็นเค้กผลไม้โอคาราให้เติมโอคาราสดบิบแห้งลงไป ในขั้นตอนนี้



4.2 ตีไข่กับน้ำตาลที่ผสม 5 นาที



4.4 นำแบตเตอรี่ไปวัดความหนืด



4.5 นำแบตเตอรี่มาผสมผลไม้ให้เข้ากัน



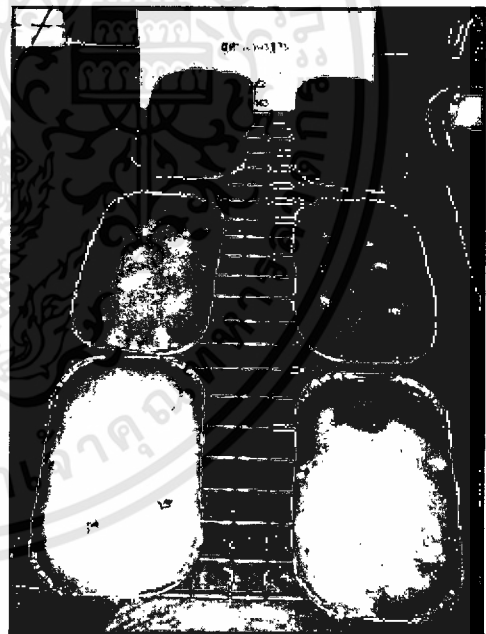
4.8 ทำการอบด้วยเตาอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เวลา 40 นาที



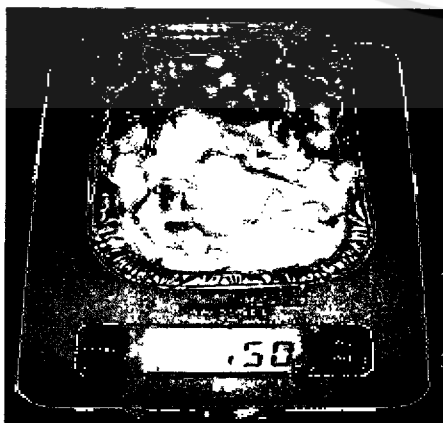
4.6 นำใส่ถาดเตรียมอบ



4.9 นำออกจากเตาอบวางบนตะแกรงพักให้เย็น



4.7 ตักใส่พิมพ์น้ำหนักให้ได้ 150 กรัม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ใบทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบ
ผลิตภัณฑ์เค้กผลไม้โอคารา

ชื่อ.....วันที่.....ชุดที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่เสนอ แล้วให้คะแนนตามความรู้สึกยอมรับที่ตรงใจท่านที่สุด

ในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์โดยกำหนด

1 = ไม่ชอบมาก 2 = ไม่ชอบปานกลาง 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 4 = เฉยๆ
5 = ชอบเล็กน้อย 6 = ชอบปานกลาง 7 = ชอบมากที่สุด

กรุณาตีมนำระหว่างตัวอย่างทุกครั้ง

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง			
	212	313	414	515
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือค่ะ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางกนกอร นันตะธนะ
วัน เดือน ปีเกิด 25 มีนาคม 2502
สถานที่เกิด จังหวัด นครศรีธรรมราช
ที่อยู่ปัจจุบัน 51 ถนนเรืองวุฒิ 1 ตำบลหน้าเมือง อำเภอเมือง จังหวัดละพียงเทรล 24000
ประวัติการศึกษา ปีพุทธศักราช 2527 สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี ศษ.บ. (คหกรรมศาสตร์)
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ปีพุทธศักราช 2555 สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตร์
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้