

การทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิด้วยโอคาราในเค้กเนยสด

OKARA SUBSTITUTION OF JASMINE RICE FLOUR IN BUTTER CAKE

ทศพร ดอกคำ

THOSAPORN DOKKUM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

KMITL-2003-AI-M-054-181

การทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิด้วยโอคาราในเค้กเนยสด

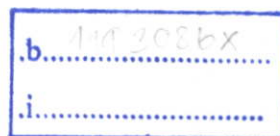
OKARA SUBSTITUTION OF JASMINE RICE FLOUR IN BUTTER CAKE



ทศพร ดอกคำ

THOSAPORN DOKKUM

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 81350
วัน,เดือน,ปี 11 ส.ย. 2551



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสุขภาพอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

KMITL-2008-AI-M-054-131

OKARA SUBSTITUTION OF JASMINE RICE FLOUR IN BUTTER CAKE

THOSAPORN DOKKUM

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN FOOD SANITATION
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2008

KMITL-2008-AI-M-054-131

COPYRIGHT 2008

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

| | |
|-----------------------------|--|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิด้วยโอคาราในเค้กเนยสด |
| นักศึกษา | นางทศพร คอกคำ |
| รหัสประจำตัว | 47067703 |
| ปริญญา | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต |
| สาขาวิชา | สุขาภิบาลอาหาร |
| พ.ศ. | 2551 |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ | รศ.ดร.วราวุฒิ กรูสง |

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กเนยแป้งข้าวหอมมะลิให้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพมากขึ้น โดยการใช้นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำทดแทนนมข้นจืด มาร์การีนทดแทนเนยสด และโอคาราทดแทนบางส่วนของแป้งข้าวหอมมะลิ จากการพัฒนาสูตรเค้กเนยแป้งข้าวหอมมะลิ พบว่า สามารถใช้นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำทดแทนนมข้นจืดและมาร์การีนทดแทนเนยสดได้ 100% ตามลำดับ ผู้ทดสอบให้การยอมรับเค้กเนยแป้งข้าวหอมมะลิที่ใช้นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำและมาร์การีน โดยคะแนนความชอบเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สำหรับการใช้อาคาราทดแทนบางส่วนของแป้งข้าวหอมมะลินั้น พบว่า ผลการเตรียมผงโอคาราจากสองวิธี ได้แก่ วิธีที่หนึ่ง นำโอคารามาล้างน้ำจนกระทั่งน้ำล้างใส แล้วอบแห้ง และบดให้ละเอียด ส่วนอีกวิธี เป็นการนึ่ง โอคาราบนน้ำเดือด แล้วอบแห้ง และบดให้ละเอียด จะได้ปริมาณของผงโอคาราเท่ากับ 8% และ 10% ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร (dietary fiber) เท่ากับ 11.6% และ 11.1% ตามลำดับ และการเก็บผงโอคาราที่อุณหภูมิแช่เย็น (8-10 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 9 วัน ยังไม่เกิดกลิ่นเหม็นหืน เมื่อนำผง โอคาราไปทดแทนบางส่วนของแป้งข้าวหอมมะลิ พบว่า ปริมาณผงโอคารามีผลต่อคุณลักษณะของเค้กด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และการยอมรับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งการทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิด้วยผงโอคารา 10% ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบใกล้เคียงเค้กเนยแป้งข้าวหอมมะลิสูตรควบคุมมากที่สุด จากการวิเคราะห์คุณภาพของเค้กเนยแป้งข้าวหอมมะลิที่ใช้ผง โอคารา 10% พบว่า ค่าความสว่าง(L*) ของเค้กลดลง ค่าความเข้มของสี(a* b*) เพิ่มขึ้น ปริมาณไขมันลดลงเกือบ 50% (จาก 40.1% เป็น 21.6%) และมีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้น 3 เท่า (จาก 1.1% เป็น 3.1%) เมื่อทดสอบอายุการเก็บรักษาโดยทดลองเก็บที่อุณหภูมิห้อง (30-35 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิแช่เย็น (8-10 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิแช่แข็ง (-5 ถึง -10 องศาเซลเซียส) พบว่า สามารถเก็บรักษาเค้กเนยแป้งข้าวหอมมะลิที่ใช้ผงโอคารา10% น้ำหนัก 30 กรัม ในถุงพลาสติกชนิด polypropylene ปิดผนึกสนิท ที่อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิแช่เย็น และอุณหภูมิแช่แข็ง เท่ากับ 2 6 และ 8 วัน ตามลำดับ โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเกิดการเสื่อมเสียคุณภาพด้านจุลินทรีย์โดยปริมาณ

ซิสต์และรามี่ค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน แต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นและอุณหภูมิแช่แข็งมีค่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณซิสต์และราไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน แต่เกิดการเสื่อมเสียคุณภาพด้านประสาทสัมผัส สำหรับการทดสอบผู้บริโภคนพบว่า ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์เค้กเนยแป้งข้าวหอมมะลิที่ใช้ผงโอคาราเนื้อละเอียด 76 โดยมีคะแนนอยู่ในระดับเฉลี่ยถึงชอบ

| | |
|-----------------------|---|
| Thesis Title | Okara Substitution of Jasmine Rice Flour in Butter Cake |
| Student | Mrs. Thosaporn Dokkum |
| Student ID. | 47067703 |
| Degree | Master of science |
| Program | Food sanitation |
| Year | 2008 |
| Thesis Advisor | Associate Professor Dr. Warawut Krusong |

ABSTRACT

To develop the jasmine rice butter cake to more healthy product by using low fat concentrated soymilk to substitute condensed milk, margarine to substitute butter and okara to substitute jasmine rice flour was the aim of this study. The results showed that the concentrated soymilk and the margarine could completely substitute the condensed milk and the butter, respectively and sensory score of all attribute were not significantly difference at confident interval of 95% from control . By using okara to substitute jasmine rice flour, the two methods of okara powder were prepared. The first method was washing, drying and milling the fresh okara while the second was steaming, drying and milling the fresh okara. The amount of two okara powder obtained were 8% and 10%, respectively while the dietary fiber were 11.6% and 11.1% ,respectively. The okara powder could be kept at chill temperature (8-10 °C) for 9 days by no rancid flavour observation. When the powder was used to substitute jasmine rice flour in butter cake preparing, it was found that the amount of okara powder affected to the characteristic of cake. The sensory score of color, appearance, texture and overall acceptability showed significant difference at confident interval of 95%. The maximum quantity which could be substituted was 10%. By chemical analysis of rice butter cake with 10% okara powder, it was found that L* was decrease and color value a* and b* was increased, fat amount was decreased nearly 50% (from 40.1% to 21.6%) and dietary fiber value was increase 3 folds (from 1.1% to 3.1%). Shelf-life of rice butter cake with okara powder was studied. They could be kept in polypropylene bags at room temperature (30-35°C), chill temperature (8-10°C) and freeze temperature (-5 to -10°C) for 2, 6 and 8 days, respectively. The rice cake kept at room temperature was spoiled by microorganism activity, the yeast and mould were more than standard while kept at chill and freeze temperature showed unacceptable sensory attribute but the yeast and mould were not more than standard. The consumer accepted this jasmine rice butter cake with okara about 76% as neither like nor dislike to like.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงและสมบูรณ์ได้ดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ รศ.ดร.วราวุฒิ ครูส่ง ที่ได้ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และได้กรุณาให้คำแนะนำต่าง ๆ พร้อมทั้งให้คำปรึกษา ตรวจสอบ ตลอดจนแก้ไขรูปเล่มวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.อดิศร เสวตวิวัฒน์ ดร.วิพิศย์ อารีกุล และรศ.ดร.สุเมธ ดันตระเชียร ที่ได้ให้เกียรติเป็นคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ อีกทั้งช่วยตรวจสอบและแก้ไข รวมทั้งให้คำแนะนำจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์สาขาสุขภาพโภชนาการทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ตลอดระยะเวลาของการศึกษา

ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่าน รวมทั้งน้อง ๆ ปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและเทคโนโลยีการจัดและการบริการอาหาร ที่ได้ให้คำแนะนำในการทดลองที่ห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่นปริญญาโทสาขาสุขภาพโภชนาการ และคุณจิตติยา จงเย็นฤดี รวมทั้งพี่ ๆ น้อง ๆ บริษัทไทยฟู๊ดส์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในงานวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายขอรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดา และความปรารถนาดีของพี่ ๆ น้อง ๆ ตลอดจนสามีและลูก ๆ ที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนด้วยดีตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา คุณค่าและประโยชน์อันมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอบอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ทศพร ดอกคำ

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | III |
| กิตติกรรมประกาศ..... | IV |
| สารบัญ..... | V |
| สารบัญตาราง..... | VII |
| สารบัญภาพ..... | VIII |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| 1.2 ขอบเขตการวิจัย..... | 2 |
| 1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... | 2 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 3 |
| 2.1 ข้าวหอมมะลิ..... | 3 |
| 2.2 เค้ก..... | 10 |
| 2.3 กากถั่วเหลืองหรือโอคารา..... | 19 |
| 2.4 การทดสอบอาหารด้วยประสาทสัมผัส..... | 26 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง | |
| 3.1 วัสดุและอุปกรณ์..... | 30 |
| 3.2 สถานที่ดำเนินการทดลอง..... | 31 |
| 3.3 วิธีการทดลอง..... | 32 |
| บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์..... | 39 |
| 4.1 ผลการใช้นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำทดแทนนมข้นจืดและมาร์การีน ทดแทนเนยสดในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดแป้งข้าวหอมมะลิ..... | 39 |
| 4.2 ผลการศึกษาปริมาณของ โอคาราที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนยแป้งข้าวหอม มะลิเพื่อเป็นใยอาหารที่เหมาะสม..... | 41 |
| 4.3 ผลคุณภาพของเค้กเนยแป้งข้าวหอมมะลิที่มีการทดแทนบางส่วนด้วยโอคารา..... | 48 |
| 4.4 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของเค้กเนย โอคารา..... | 49 |
| 4.5 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้กเนยโอคารา..... | 60 |

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

| | |
|--|----|
| บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง..... | 62 |
| บรรณานุกรม..... | 63 |
| ภาคผนวก | |
| ก. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส..... | 69 |
| ข. ตารางแสดงการทดสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ..... | 72 |
| ค. การวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ..... | 77 |
| ง. ประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง เค้ก..... | 84 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 86 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 องค์ประกอบภายในเมล็ดข้าวหัก..... | 4 |
| 2.2 คุณภาพของแป้งข้าวขาวหอมมะลิ แป้งข้าวกล้องหอมมะลิ และแป้งสาลีอเนกประสงค์..... | 6 |
| 2.3 ส่วนประกอบและคุณค่าอาหารของนมวัวและนมถั่วเหลือง..... | 14 |
| 2.4 ส่วนประกอบของอาหารและค่าพลังงานในอาหารต่อมวล 100 กรัม..... | 14 |
| 2.5 คุณค่าทางโภชนาการและองค์ประกอบของกรดไขมันของนมวัวและนมถั่วเหลือง..... | 15 |
| 2.6 ปริมาณแคลอรี ชนิดของไขมัน และปริมาณโคเลสเตอรอลของเนยสดเปรียบเทียบกับมาร์การีน..... | 17 |
| 2.7 วิธีการเก็บรักษาวัตถุดิบที่ใช้ทำขนมเค้ก..... | 18 |
| 2.8 องค์ประกอบทางเคมีของโอคารา..... | 21 |
| 2.9 คุณค่าทางโภชนาการของกากถั่วเหลืองที่เหลือจากการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง..... | 22 |
| 2.10 สเตลลีโดนิคและสเตลลอปดีที่ใช้ในการทดสอบการยอมรับ..... | 29 |
| 3.1 ส่วนผสมในการทำเค้กเนยสดจากแป้งข้าวหอมมะลิ..... | 33 |
| 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของโอคารา..... | 42 |
| 4.2 ปริมาณของผงโอคาราจากการเตรียมโอคาราที่แตกต่างกัน..... | 42 |
| 4.3 องค์ประกอบทางเคมีของผงโอคาราต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง..... | 43 |
| 4.4 การเปรียบเทียบคุณภาพของเค้กเนยแป้งข้าวหอมมะลิและเค้กเนยโอคารา..... | 48 |
| 4.5 ค่าคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของเค้กเนยแป้งโอคาราในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิต่างกัน..... | 55 |
| 4.6 คะแนนความชอบเฉลี่ยของเค้กเนยโอคาราในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน เป็นระยะเวลาต่างกัน..... | 57 |
| 4.7 การเปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาของเค้กเนยโอคาราระหว่างคุณภาพทางจุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส..... | 59 |
| 4.8 ข้อมูลของผู้บริโภคที่ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์เค้กเนยโอคารา..... | 60 |
| 4.9 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้บริโภคจากการทดสอบผลิตภัณฑ์เค้กเนยโอคารา..... | 61 |

สารบัญญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 ขั้นตอนการสีข้าว..... | 4 |
| 2.2 กรรมวิธีการผลิตข้าว..... | 5 |
| 2.3 โอคาราสด (wet okara)..... | 21 |
| 3.1 ขั้นตอนการทำเค้กเนยสดจากแป้งข้าวหอมมะลิ..... | 34 |
| 4.1 กราฟไอแมงมุมของผลคะแนนความชอบเฉลี่ยของเด็กเนยสดแป้งข้าวหอมมะลิ โดยใช้นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำและมาการีน..... | 39 |
| 4.2 ลักษณะของโอคาราจากร้านขายน้ำเต้าหู้ของคุณบุญเลิศ..... | 41 |
| 4.3 ลักษณะของผงโอคาราและกากที่เหลือจากการแยกขนาด..... | 43 |
| 4.4 คุณภาพของผงโอคาราเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลาต่างกัน..... | 45 |
| 4.5 กราฟไอแมงมุมของคะแนนความชอบเฉลี่ยของเด็กเนยแป้งข้าวหอมมะลิที่มีการทดแทน ด้วยโอคารา..... | 46 |
| 4.6 เค้กเนยโอคาราในถาดพลาสติกชนิด PP..... | 50 |
| 4.7 ค่า water activity ของเค้กเนยโอคาราเมื่อเก็บรักษาอุณหภูมิต่างกันเป็นระยะเวลาต่างกัน..... | 51 |
| 4.8 ค่าความแข็งของเค้กเนยโอคาราเมื่อเก็บรักษาอุณหภูมิต่างกันเป็นระยะเวลาต่างกัน..... | 51 |
| 4.9 ค่าความชื้นหุ่่นของเด็กเนยโอคาราเมื่อเก็บรักษาอุณหภูมิต่างกันเป็นระยะเวลาต่างกัน..... | 52 |
| 4.10 ค่า TBARs ของเค้กเนยโอคาราเมื่อเก็บรักษาอุณหภูมิต่างกันเป็นระยะเวลาต่างกัน..... | 53 |
| 4.11 ตัวอย่างเชื้อราบนงานเพาะเชื้อที่พบบนเค้กเนยโอคาราเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4 วัน..... | 55 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันมีการผลิตขนมอบจากแป้งข้าวหอมมะลิเพื่อทดแทนแป้งสาลีมากขึ้น ช่วยให้การนำเข้าของข้าวสาลีจากต่างประเทศลดลงและเพิ่มมูลค่าของปลายข้าวหอมมะลิให้สูงขึ้น แต่ผลิตภัณฑ์ขนมอบจากแป้งข้าวหอมมะลียังไม่เป็นที่แพร่หลายนัก

เค้กเนยสดเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ขนมอบจากแป้งข้าวหอมมะลิ เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่คนในสังคมเมืองนิยมบริโภค เพราะรสชาติอร่อย สะดวกในการรับประทาน เป็นต้น แต่เค้กเนยสดมีปริมาณไขมันสูงและใยอาหารต่ำ ซึ่งปัจจุบันนี้ผู้บริโภคให้ความสนใจในการรักษาสุขภาพมากขึ้น จึงได้ทำการพัฒนาสูตรของเค้กเนยสดจากแป้งข้าวหอมมะลิให้มีปริมาณไขมันลดลงโดยใช้นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำทดแทนนมข้นจืดและใช้มาร์การีนทดแทนเนยสด นอกจากนี้ยังมีการนำเอาโอคารามาใช้ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและเส้นใยอาหารอีกด้วย โอคาราหรือกากถั่วเหลืองนี้เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองในระดับอุตสาหกรรมหรือน้ำเต้าหู้ในระดับครัวเรือน มีคุณค่าทางโภชนาการสูงซึ่งประกอบด้วย โปรตีนและใยอาหารสูง นอกจากนี้โอคารายังเป็นแหล่งใยอาหารตามธรรมชาติ ซึ่งใยอาหารมีผลต่อระบบสรีรวิทยาของร่างกายคน เช่น ช่วยลดโอกาสเสี่ยงของการเป็นโรคหัวใจ ลดระดับโคเลสเตอรอล และระดับน้ำตาลในเลือด ลดความอ้วน ป้องกันมะเร็ง ปรับปรุงหน้าที่ของลำไส้ใหญ่ เป็นต้น

ในการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองหรือน้ำเต้าหู้จะได้โอคาราปริมาณมาก ซึ่งถ้าระบบการกำจัดไม่ดีก่อให้เกิดปัญหาได้ เช่น เกิดกลิ่นไม่ดี เป็นแหล่งของแมลงวันและเชื้อโรคต่าง ๆ โรงงานอุตสาหกรรมบางแห่งจึงนิยมทำแห้งเพื่อขายเป็นอาหารสัตว์ แต่การผลิตในครัวเรือนส่วนใหญ่จะทิ้ง งานวิจัยนี้ เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดจากแป้งข้าวหอมมะลิให้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพมากขึ้น โดยใช้นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำทดแทนนมข้นจืด มาร์การีนทดแทนเนยสด และโอคาราทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นนี้นอกจากจะเป็นการส่งเสริมผลิตภัณฑ์ขนมอบจากแป้งข้าวหอมมะลิให้เป็นที่แพร่หลายมากยิ่งขึ้นแล้ว ยังเป็นการช่วยลดปริมาณโอคาราในระดับครัวเรือนซึ่งถือว่าเป็นขยะอินทรีย์เข้าสู่สิ่งแวดล้อมและเพิ่มมูลค่าให้กับโอคาราอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการใช้นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำทดแทนนมข้นจืดและมาการีนทดแทนเนยสดในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดแป้งข้าวหอมมะลิ

1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณของผงโอคาราที่เหมาะสมเพื่อทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสด

1.2.3 เพื่อศึกษาคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่ผลิตขึ้น

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ทำการศึกษาการผลิตเค้กเนยสดจากแป้งข้าวหอมมะลิโดยใช้นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำทดแทนนมข้นจืด มาร์การีนชนิดไขมันต่ำทดแทนเนยสด ศึกษาปริมาณของผงโอคาราที่เหมาะสมทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิ วิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ทดลองอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ และทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค โดยทดสอบกับกลุ่มผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ส่งเสริมการผลิตเค้กเนยสดจากแป้งข้าวหอมมะลิให้มากขึ้นและแพร่หลาย

1.4.2 เพิ่มการใช้ประโยชน์ของโอคาราจากการเป็นวัสดุเหลือทิ้งให้เป็นหนึ่งในวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์เค้กเนยสด

1.4.3 ผู้บริโภคได้รับประทานเค้กเนยสดที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าวหอมมะลิ

ข้าวหอมมะลิ (Thai jasmine rice , Thai Hom Mali) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* L. เป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย มีกลิ่นหอม ซึ่งความหอมของข้าวหอมมะลิ เกิดจากสารระเหยชื่อ 2-acetyl-1-pyrroline พบในปริมาณ 0.04-0.09 ไมโครกรัม สารนี้เป็นสารที่ระเหยหายไปได้และเป็นสารหอมชนิดเดียวกันกับที่พบในใบเตย ด้วยเหตุนี้คนไทยจึงนิยมใช้ใบเตยหอมในอาหารไทย เพราะให้กลิ่นหอมที่ติดกับอาหารไทยและขนมไทย

ข้าวหอมมะลิเป็นพันธุ์ข้าวที่ปลูกที่ไหนในโลกไม่ได้คุณภาพดีเท่ากับปลูกในประเทศไทย และยังเป็นพันธุ์ข้าวที่ทำให้ข้าวไทยเป็นสินค้าส่งออกที่รู้จักไปทั่วโลก

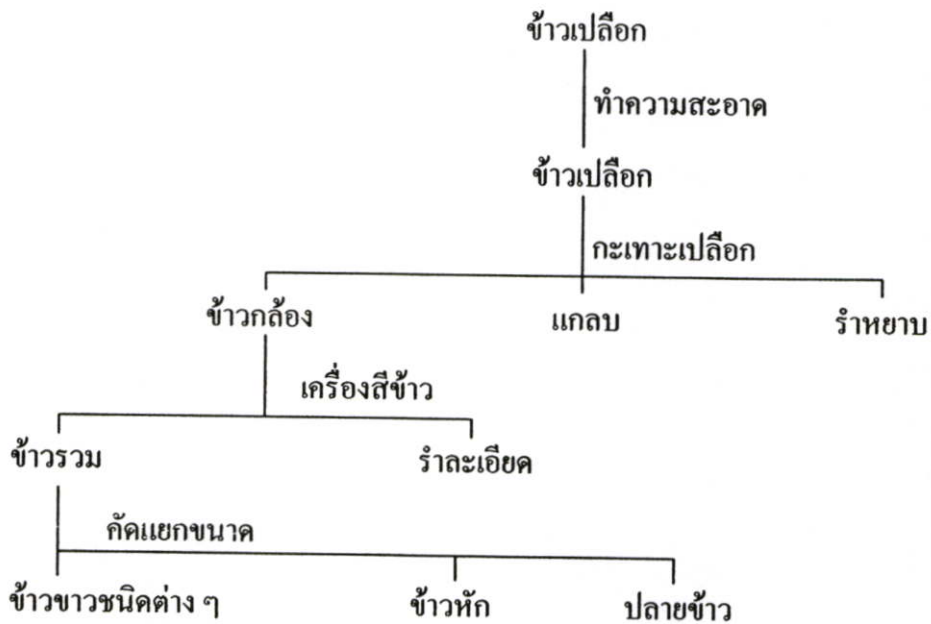
2.1.1 ชนิดของข้าวหอมมะลิ พันธุ์ของข้าวหอมมะลิที่ได้รับการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกมีเพียง 2 พันธุ์ ได้แก่ (กัมปนาท, 2533)

2.1.1.1 ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวไวต่อแสง (ปลูกได้เฉพาะนาปี) เป็นข้าวเจ้าพันธุ์พื้นเมือง ต้นสูง ข้าวพันธุ์นี้มีลักษณะเด่นเป็นพิเศษ คือ เมล็ดข้าวสารใส แกร่ง ยาวเรียวยาว และมีกลิ่นหอม เมื่อนำไปหุงต้ม รสชาติดี อ่อนนุ่ม เป็นที่นิยมบริโภคทั่วไป นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติอื่นๆ ที่เด่นเป็นพิเศษอีก เช่น ทนดินเปรี้ยว และทนดินเค็ม พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เหมาะที่จะปลูกในที่นาดอนมากกว่าที่นาลุ่ม

2.1.1.2 ข้าวพันธุ์ กข.15 เป็นข้าวที่ได้จากการนำเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ไปอาบรังสีแกมมา แล้วทำการปลูกคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดี ลักษณะเด่นของพันธุ์นี้ คือ อายุเบา (เก็บเกี่ยวสั้น) เก็บเกี่ยวประมาณเดือนพฤศจิกายน ทนแล้งได้ดีกว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 เหมาะสำหรับปลูกในฤดูนาปี ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะท้องที่ที่มีความแห้งแล้ง คุณภาพในการหุงต้มมีกลิ่นหอม และรับประทานดี เช่นเดียวกับพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105

2.1.2 การสีข้าว เป็นการแปรรูปเมล็ดข้าวเปลือกเป็นข้าวสาร ประกอบด้วยขั้นตอนดังภาพที่ 2.1 จากการสีข้าวจะได้ปริมาณข้าวหักมาก ซึ่งเกิดจากปัญหาการลดความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกก่อนสี ทำโดยการตากแดดในช่วงฤดูนาปีที่อากาศแห้ง ทำให้เมล็ดข้าวได้รับความร้อนไม่สม่ำเสมอ

ส่วนที่ได้รับความร้อนสูง อัตราการลดความชื้นเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้เมล็ดข้าวแตกร้าวก่อนสี
คุณภาพการสีต่ำ



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการสีข้าว

ที่มา : งามชื่น (2537)

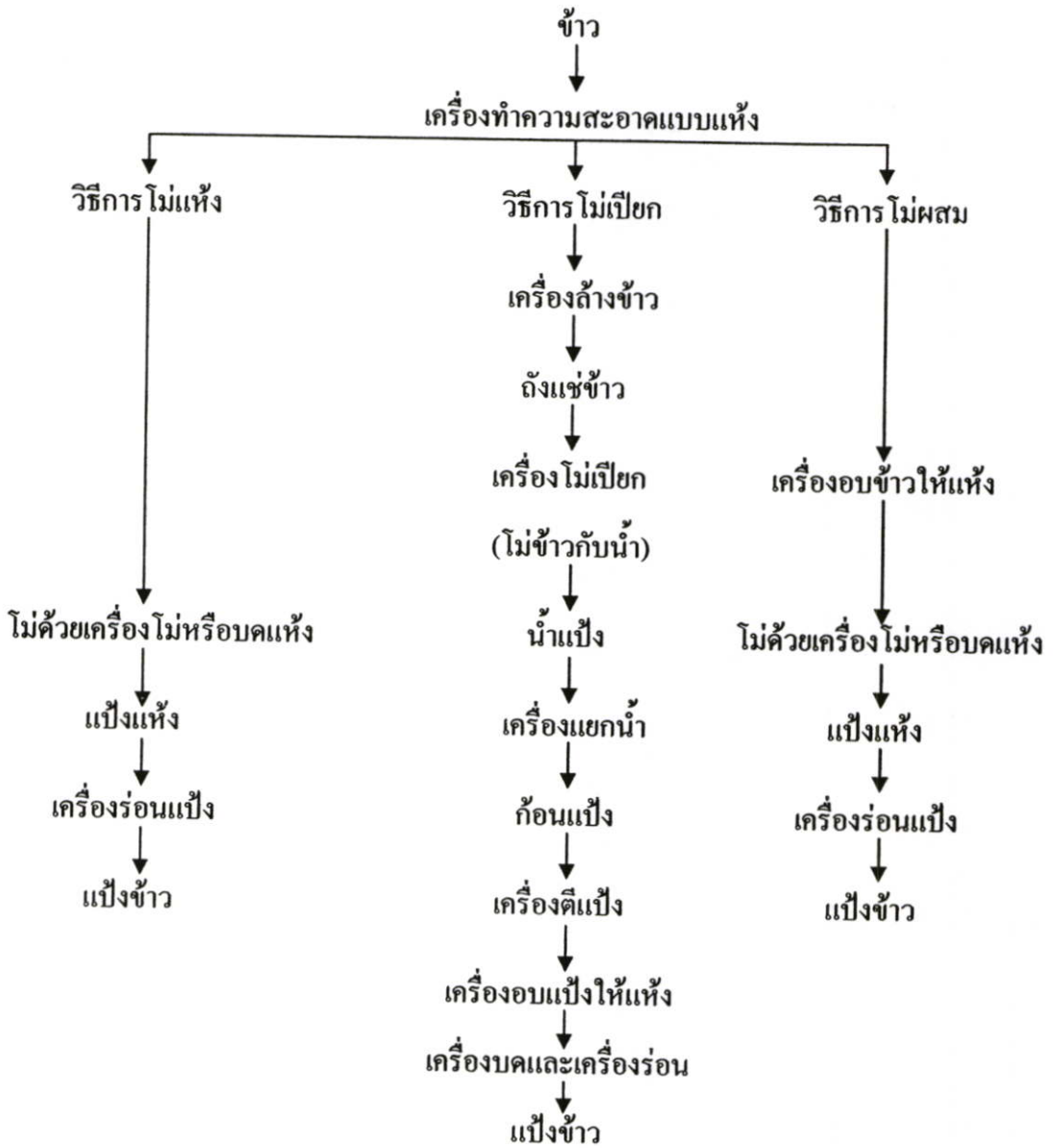
2.1.3 แป้งข้าวและสตาร์ชข้าว

2.1.3.1 แป้งข้าว (rice flour) เป็นการนำข้าวหักหรือปลายข้าวที่ได้จากการขัดสีมาบดหรือโม่ ซึ่งข้าวหักหรือปลายข้าวเป็นข้าวเกรดสองที่ไม่เหมาะต่อการบริโภคโดยตรง องค์ประกอบภายในเมล็ดข้าวหัก แสดงดังตารางที่ 2.1 สำหรับการผลิตแป้งข้าวมี 3 วิธี คือ วิธีโม่แห้ง วิธีโม่เปียก และวิธีผสม แสดงดังภาพที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบภายในเมล็ดข้าวหัก

| องค์ประกอบ | ความชื้น | แป้ง | โปรตีน | ไขมัน | เถ้า | ส่วนที่เหลือ |
|------------|----------|------|--------|-------|------|--------------|
| ร้อยละ | 12.0 | 79.2 | 7.0 | 0.4 | 0.5 | 0.9 |

ที่มา : Knight (1969)



ภาพที่ 2.2 กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าว

ที่มา : อรอนงค์ (2547)

การผลิตแป้งข้าวในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการ โม่เปียก ซึ่งโปรตีนและสิ่งแปลกปลอมส่วนใหญ่ยังคงติดอยู่กับแป้ง และนิยมใช้ข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูง เพราะเมื่อนำไปประกอบอาหาร เช่น ทอด จะให้ความกรอบแข็ง หรือนำไปนึ่งเมื่อเย็นลงจะเกิดแผ่นฟิล์ม เช่น ก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ แต่ข้าวหอมมะลิไม่เหมาะสมในการผลิตฟลาวร์เพราะมีปริมาณอะมิโลสต่ำ คือ มีปริมาณอะมิโลสร้อยละ 15-18 จัดเป็นแป้งชนิดค่อนข้างนุ่ม มีความสามารถอุ้มน้ำได้ดี มีความสามารถในการบานและพองตัวเมื่อได้รับความร้อน แป้งข้าวหอมมะลิมิข้อจำกัดในการใช้แปรรูปเป็นอาหารประเภทเส้น เช่น ขนมหุ้น ก๋วยเตี๋ยว ซึ่งต้องใช้แป้งที่มีปริมาณอะมิโลสสูงมาก เพื่อให้เนื้อแป้งสุกและเหนียวเกาะติดกันอย่างสม่ำเสมอ มีความยืดหยุ่นตัวได้ดี ไม่ยุ่ย

2.1.3.2 สตาร์ชข้าว (rice starch) เป็นการสกัดเอาโปรตีนและสิ่งแปลกปลอมในแป้งข้าวออกจนเกือบหมด (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2546) การผลิตสตาร์ชข้าวสามารถทำจากแป้งข้าวได้ โดยนำแป้งข้าวมาแช่ในน้ำเบสอ่อน (0.3%NaOH) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สามารถละลายโปรตีนออกมาได้ 86% (Wansuksri *et al.*, 1999)

2.1.4 ผลิตภัณฑ์แป้งข้าว

นอกจากการนำปลายข้าวหรือข้าวหักหอมมะลิมาผลิตเป็นแป้งข้าวแล้ว ยังมีการนำข้าวกล้องหอมมะลิมาแปรรูปเป็นแป้งข้าวด้วย ได้แป้งข้าวกล้องที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำและปริมาณโปรตีนประมาณร้อยละ 6 ซึ่งเหมาะสมกับการผลิตเบเกอรี่ เช่น เค้ก คุณภาพของแป้งข้าวแต่ละชนิด แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 คุณภาพของแป้งข้าวขาวหอมมะลิ แป้งข้าวกล้องหอมมะลิ และแป้งสาลีอเนกประสงค์

| คุณสมบัติ | แป้งข้าวขาวหอมมะลิ | แป้งข้าวกล้องหอมมะลิ | แป้งสาลีอเนกประสงค์ |
|------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| L* / a* / b* | 93.08 / 0.05 / 5.69 | 87.82 / 0.96 / 10.58 | 92.46 / 0.42 / 7.82 |
| a _w | 0.50 | 0.43 | 0.59 |
| ความชื้น | 8.03 | 9.23 | 11.57 |
| การพองตัว (ร้อยละ) | 10.52 | 9.67 | 8.56 |
| การละลาย (ร้อยละ) | 6.42 | 2.96 | 2.22 |
| ปริมาณอะมิโลส (ร้อยละ) | 16.1 | 16.83 | 26.6 |
| ไขมัน (ร้อยละ) | 0.92 | 3.13 | 1.11 |
| เถ้า (ร้อยละ) | 0.54 | 1.64 | 0.32 |
| โปรตีน (ร้อยละ) | 6.21 | 8.61 | 11.96 |
| ใยอาหาร (ร้อยละ) | 1.14 | 1.15 | 0.74 |
| คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) | 84.3 | 77.39 | 75.04 |
| พลังงาน (กิโลแคลอรี) | 370.32 | 372.17 | 357.99 |

ที่มา : เพ็ญขวัญ และคณะ (2547)

แป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวสาลี มีโครงสร้างทางโปรตีนแตกต่างกันมากทั้งด้านปริมาณ และคุณภาพ โปรตีนในแป้งข้าวหอมมะลิมีปริมาณไม่เกินร้อยละ 7 และคุณภาพของโปรตีนในแป้งข้าวหอมมะลิมีคุณสมบัติไม่ดูดซับน้ำ ไม่ยึดหยุ่นตัว และไม่เกิดโครงสร้างตาข่ายเชื่อมต่อนเนื้อเดียวกัน จึงไม่อาจกักเก็บก๊าซได้เหมือนกับคุณสมบัติโปรตีนในแป้งสาลีที่เรียกว่า กลูเตน (gluten) นอกจากนี้ปริมาณโปรตีนในแป้งสาลีมีมากตั้งแต่ร้อยละ 7 ที่เรียกว่า ซอฟท์วีท ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมในการทำขนมเค้ก ปริมาณมากกว่าร้อยละ 12 เรียกว่า ฮาร์ดวีท เป็นปริมาณโปรตีนที่เหมาะสมในการทำขนมปัง และปริมาณมากกว่าร้อยละ 14 เรียกว่า คูร์มวีทหรือวินเตอร์วีท เป็นปริมาณโปรตีนที่เหมาะสมในการทำมะกะโรนีหรือสปาเกตตี้ ทำให้แป้งสาลีนำไปทำผลิตภัณฑ์อาหารได้กว้างกว่า

2.1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการนำแป้งข้าวมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร

ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาจากข้าวได้รับการยอมรับว่ามีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี เพราะข้าวประกอบไปด้วยโปรตีนที่ไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้และย่อยง่าย มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายเช่นเดียวกัน และมีส่วนไขมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่มากกว่า 70% ซึ่งอุดมไปด้วยสารยับยั้งการเกิดออกซิเดชัน (oxidation) ที่พบในธรรมชาติ ดังนั้น จึงมีงานวิจัยเกี่ยวกับการนำแป้งข้าวไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด ตัวอย่างงานวิจัยที่มีการผลิตขนมปังจากแป้งข้าว เช่น

Delgado (1977) ทดลองทำขนมปังจากแป้งข้าว 100 กรัม ยีสต์ชนิดอัดเป็นก้อน (compressed yeast) 5 กรัม น้ำตาลทราย 12.5 กรัม เกลือ 2 กรัม น้ำมันพืช 6 กรัม สารเมทอเซล (methocel) 4 กรัม และน้ำ 90 มิลลิลิตร โดยผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันดี ใส่ลงในพิมพ์หรือปั่นเป็นก้อน หมักจนได้ปริมาณที่ต้องการ อบให้สุก ก็จะได้ขนมปังแป้งข้าวล้วนที่ผู้บริโภคยอมรับ

Bandola (1991) ได้ทดลองใช้ข้าวไทย 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ กข.21 พันธุ์ กข.23 และพันธุ์ เหลือง ประทีพ 123 เพื่อทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปัง พบว่า เมื่อเปรียบเทียบในเรื่องของคุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของขนมปังที่ผลิตจากแป้งสาลี และขนมปังที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวพันธุ์ กข.21 5% และใช้เอนไซม์บาร์เล่่มอลต์นั้น ไม่แตกต่างกัน

จิตชนา (2537) ทดลองทำขนมปังจากแป้งข้าวเจ้าล้วน พบว่า แป้งข้าวเจ้าที่เหมาะสมในการทำขนมปังควรได้จากข้าวพันธุ์ที่มีอะมิโลสต่ำ (น้อยกว่า 20%) และทำได้ 3 สูตร คือ แป้งข้าวเจ้าผสมกัม แป้งข้าวเจ้าผสมกลูเทนผง และ แป้งข้าวเจ้าผสมกัมเสริมด้วยกลูเทนผง

ปริศนาและคณะ (2544) พัฒนาขนมปังเสริมแป้งข้าว โดยการใส่แป้งข้าวที่มีปริมาณอะมิโลส แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ แป้งข้าวขาวดอกมะลิ แป้งข้าวที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด และแป้งข้าวเหลือง 11 โดยทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ 10-90% และเสริมสารขี้เถ้า 3 ชนิด คือ กลูเทนผง (spray dried gluten) สารปรับปรุงคุณภาพกลูเทน (gluten improver) และคาร์บอกซีเมทิล

เซลลูโลส (carboxy methyl cellulose , CMC) แล้วตรวจสอบคุณภาพทางเนื้อสัมผัส คุณภาพในการทำขนมปัง และคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ปริมาณน้ำมีความสำคัญต่อคุณภาพของขนมปังเสริมแป้งข้าว โดยปริมาณน้ำที่เหมาะสม คือ ระหว่าง 65-80% และทำการผสมแบบชั้นตอนเดียว (straight dough) สำหรับเวลาที่ใช้ในการนวดผสมโดแป้งข้าวมากกว่าแป้งสาลี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับการทดแทนที่เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากปริมาณกลูเทน และคุณภาพของกลูเทนที่ลดลง ชนิดแป้งข้าวที่เหมาะสม คือ แป้งข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสค่อนข้างสูง ได้แก่ แป้งพันธุ์เหลือง 11 และแป้งข้าวที่ขายตามท้องตลาด สำหรับสารยึดเกาะที่เหมาะสม คือ กลูเทนผสมกับสารปรับปรุงคุณภาพกลูเทน หรือกลูเทนผสมกับ CMC ทำให้ขนมปังที่ได้มีปริมาตร สีของเปลือก สีของเนื้อในขนมปัง รูปร่างสมมาตร และความสม่ำเสมอในการอบนั้น มีคะแนนที่ใกล้เคียงกัน แต่ลักษณะแตกและร่วนเป็นชิ้น เซลล์ขนมปัง เนื้อสัมผัส กลิ่น และรสชาติ นั้น จะมีค่าลดลงตามปริมาณการทดแทนที่สูงขึ้น

ตัวอย่างงานวิจัยที่มีการผลิตขนมเค้กจากแป้งข้าว เช่น

Bean *et al.* (1983) ได้เสนอสูตรการทำขนมเค้กจากแป้งข้าวอะมิโลสต่ำ 100% น้ำตาล 80% น้ำ 80% น้ำมัน 15% และผงฟู 5-7% ซึ่งผู้บริโภครับ

งามขึ้น (2543) พบว่า สามารถนำแป้งข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มาใช้ในการผลิตเค้กได้ 100% แต่หากใช้แป้งข้าวเจ้าที่มีขายในตลาดทั่วไป ต้องใช้แป้งจากท้องตลาด 20% ผสมกับแป้งสาลี 80% นอกจากนี้สามารถนำแป้งข้าวหอมมะลิมาใช้ในการผลิตเค้กได้ 100%

Varavinit and Shobsngob (2000) ศึกษาคุณสมบัติของเค้กเนยสดจากแป้งข้าวเปรียบเทียบกับแป้งสาลี พบว่า เค้กที่เตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งข้าว แป้งข้าวแบบคروสลิง และแป้งมันสำปะหลังฟรี เจลาตินไนซ์ ในอัตราส่วน 25:70:5 มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับเค้กที่ใช้แป้งสาลี และได้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกัน

อุศมา (2545) พัฒนาเค้กเนยสดจากข้าวหอมมะลิ สูตรที่ได้ ประกอบด้วย แป้งข้าวหอมมะลิ 20.16% ไข่ 26.87% นมข้นจืด 5.4% น้ำตาลทรายบด 23.51% เนยสด 16.47% เนยเทียม 7.05% ผงฟู 0.3% และวานิลลา 0.24% ในการทดสอบผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคชอบปานกลางและชอบรับผลิตภัณฑ์ 94% และบัทเทอร์เค้กที่บรรจุในภาชนะบรรจุ 3 แบบ คือ ถุงพลาสติกชนิด PP ถุงเค-ไนลอน และถุงเค-ไนลอนพร้อมใส่สารดูดซับออกซิเจน สามารถเก็บได้นาน 1 วัน

Yammona (2002) ทำการศึกษาการแทนที่แป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิในผลิตภัณฑ์เค้ก 3 ประเภท ได้แก่ เค้กเนย เค้กไข่ และชิฟฟอนเค้ก พบว่า ในเค้กเนย สามารถใช้แป้งข้าวหอมมะลิทดแทนแป้งสาลีได้ 25% มีต้นทุนในการผลิต 35.33 บาทต่อผลิตภัณฑ์เค้ก 1 กิโลกรัม สำหรับเค้กไข่ สามารถใช้แป้งข้าวหอมมะลิทดแทนแป้งสาลีได้ 25% และ 50% มีต้นทุนในการผลิต 16.02 และ

15.62 บาทต่อผลิตภัณฑ์เค้ก 1 กิโลกรัม ตามลำดับ และในชิฟฟอนเค้ก สามารถใช้แป้งข้าวหอมมะลิทดแทนแป้งสาลีได้ 25% และ 75% มีต้นทุนในการผลิต 15.77 และ 16.87 บาทต่อผลิตภัณฑ์เค้ก 1 กิโลกรัม จากผลการวิจัยสามารถนำไปใช้กับกลุ่มธุรกิจโฮมเมคที่ต้องการลดต้นทุนการผลิต และสำหรับผู้บริโภคในครัวเรือน และมซูรี (2545) ทำการศึกษาการยอมรับของเค้กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว พบว่า แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว 20% ค่อนข้างผสมทั้งหมด ได้รับความยอมรับมากที่สุดในทุก ๆ ด้าน เมื่อทดสอบกับผู้บริโภค พบว่า ไม่มีความแตกต่างกับสูตรมาตรฐานที่ใช้แป้งสาลี 100%

ภูวนัย และนริศรา (2547) ทำการศึกษาอัตราการใช้แป้งข้าวเจ้าและแป้งถั่วเขียวในการทำเค้กเนย พบว่า ผู้บริโภคยอมรับเค้กเนยที่ทำจากแป้งข้าวเจ้า 85% และแป้งถั่วเขียว 15% เค้กเนยที่ได้มีค่าสีเหมือนกับเค้กเนยที่ทำจากแป้งสาลี 100%

Bond (2004) ทำการศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อบัตเตอร์เค้กจากแป้งสาลีและแป้งข้าว พบว่า ลักษณะความชอบรวม รสชาติ และเนื้อสัมผัส มีผลต่อความชอบและการตัดสินใจซื้อ ผู้บริโภคยอมรับสูตรบัตเตอร์เค้กที่ประกอบด้วย แป้งสาลี 50-95% แป้งข้าว 0-50% และแป้งข้าวพรีเจลาติไนซ์ 0-40% ผู้บริโภคสามารถแยกความแตกต่างของบัตเตอร์เค้กที่ใช้แป้งข้าวและแป้งสาลีได้ และยอมรับผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กที่ทำจากแป้งข้าวในแง่ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ

เพ็ญขวัญและคณะ (2547) ได้พัฒนาเค้กเนยลดไขมันจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ พบว่าสามารถใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีได้ 100%

นอกจากการนำแป้งข้าวไปใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ ยังมีการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารอื่น เช่น

วิชัย และคณะ (2544) ได้ทดลองใช้แป้งข้าวหอมมะลิทดแทนแป้งสาลีในการผลิตปาท่องโก๋ขึ้นขยายผลทางการค้า ได้ข้อกำหนดคุณสมบัติของแป้งสาลีที่ใช้ในการผลิตปาท่องโก๋ คือ ต้องมีปริมาณโปรตีน $12.5 \pm 0.5\%$ ความชื้น $< 12\%$ และกลูเทนเปียก (wet gluten) $32 \pm 1\%$ โดยนำมาทดแทนในสูตรที่เหมาะสม คือ แป้งสาลี 70 กรัม แป้งข้าวหอมมะลิ 30 กรัม น้ำตาล 4.5 กรัม เกลือ 2.0 กรัม แอมโมเนีย 1.8 กรัม และน้ำ 74 มิลลิกรัม โดยผ่านกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม คือ ผสม 10-15 นาที ทอดโดยไม้คั่วปาท่องโก๋ขณะกำลังขึ้นฟูที่อุณหภูมิ 190°C . โดยใช้น้ำมันปาล์มในการทอด

ศันสนีย์ (2543) ได้พัฒนาแป้งข้าวหอมมะลิผสมแป้งบุกสำหรับผลิตภัณฑ์ขนมจีน พบว่าสูตรที่เหมาะสมของแป้งข้าวผสม คือ แป้งข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 96 และแป้งบุก ร้อยละ 4 เมื่อนำไปผลิตขนมจีน ผู้บริโภคชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และผู้ผลิตยอมรับแนวความคิดในการผลิต

แป้งข้าวผสมและขนมจีนที่ผลิตได้ ขนมจีนนี้สามารถเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องได้นาน 22 ชั่วโมง และเก็บในอุณหภูมิต่ำเย็นได้นาน 40 ชั่วโมง

สัมพันธ์ (2547) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิผสมแป้งมันเทศและงาคำป่น พบว่า สูตรที่เหมาะสม ประกอบด้วย แป้งปลายข้าวหอมมะลิ 21.28 กรัม แป้งมันเทศ 18.77 กรัม งาคำป่น 4.68 กรัม พริกไทย 0.55 กรัม เกลือ 1.38 กรัม น้ำตาล 0.38 กรัม กลิ่นรสกระเทียม 2.89 กรัม และน้ำ 52 กรัม ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับปานกลาง ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บได้นานกว่า 8 สัปดาห์ โดยบรรจุถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

2.2 เค้ก (จิตรนา และ อรอนงค์, 2546)

เค้ก เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ทำจากแป้งสาลี น้ำตาล เกลือ ผงฟู ไขมัน นม ไข่ และกลิ่นรส ส่วนผสมเหล่านี้เมื่อรวมกันจะทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อละเอียดและเบา คุณภาพของเค้กขึ้นอยู่กับการใช้ส่วนผสมหรือวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี มีวิธีผสมที่ถูกต้อง สำหรับส่วนผสมที่ใช้ในการทำเค้กนั้น แบ่งเป็น 2 พวกด้วยกัน คือ พวกที่ทำให้เกิดโครงสร้างของเค้กได้แก่ แป้ง ไข่ และนม และพวกที่ทำให้เค้กมีความนุ่ม ได้แก่ น้ำตาล ไขมัน และผงฟู

เค้กเนยโดยทั่วไปเป็นเค้กที่มีปริมาณไขมันสูง การขึ้นฟูของเค้กได้จากการตีเนย โดยมีคไขมันจะเก็บเอาอากาศไว้ซึ่งขยายตัวในระหว่างการอบ

2.2.1 ขั้นตอนการทำเค้ก มีดังนี้

2.2.1.1 การชั่งตวง ในการชั่งส่วนผสมทุกชนิด ควรใช้เครื่องชั่งที่มีความเที่ยงตรง สะอาดและอยู่ในสภาพที่ดี ถ้าชั่งในปริมาณที่น้อยควรใช้เครื่องชั่งที่มีตัวเลขละเอียด การชั่งปริมาณของส่วนผสมที่ผิดพลาดแม้เพียงเล็กน้อยก็จะสามารถเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ได้

2.2.1.2 การผสม ควรใช้วิธีการผสมตามสูตรที่กำหนดให้และใช้เวลาในการผสมของแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม เพื่อจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรดี มีเนื้อสัมผัสดี อ่อนนุ่ม อุณหภูมิของส่วนผสมและการผสมก็มีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์ที่อบออกมาเช่นกัน เช่น ในการผสมแป้ง ถ้าใช้เวลาในการผสมนานเกินไปก็จะทำให้เค้กที่อบออกมาเนื้อแน่นและหนัก

2.2.1.3 การเตรียมพิมพ์ พิมพ์ที่ใช้ในการทำขนมอบนั้นจะต้องสะอาดและแห้ง ไม่มีรูรั่ว พิมพ์ที่สกปรกจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบได้มีกลิ่นไม่ดีและอาจทำให้เกิดเชื้อราได้ พิมพ์ที่โป่งหรือเป็นรูจะทำให้ผลิตภัณฑ์อบสุกไม่สม่ำเสมอและเอาออกจากพิมพ์ยาก พิมพ์ที่ใช้ควรมีขนาดที่สูตรกำหนดให้ และต้องเตรียมพิมพ์ให้พร้อมตามสูตรที่กำหนดไว้ เช่น ต้องทาพิมพ์ด้วยไขมัน

หรือไม่ ในกรณีที่ต้องทาพิมพ์ด้วยไขมันควรใช้ไขมันที่ใหม่และไม่มีการปนเปื้อน นอกจากนี้ อาจรองก้นพิมพ์ด้วยกระดาษไขเพื่อให้ขนมหลุดจากพิมพ์ได้ง่าย

2.2.1.4 การอบ ผลลัพท์ที่ได้จากการอบจะมีคุณภาพดีเมื่อตั้งอุณหภูมิของตู้อบให้ได้ตามที่กำหนดไว้ก่อน ควรนำผลิตภัณฑ์เข้าเตาอบและออกจากเตาอบในเวลาที่เหมาะสม โดยทั่วไปขนมที่อบนานเกินหรืออบไม่เพียงพอมักเกิดจากความไม่ระมัดระวังหรือเกิดจากการขาดความรู้ของผู้อบ ดังนั้น ควรปฏิบัติตามสูตรที่กำหนดไว้ ในระหว่างการอบไม่ควรเปิดเตาอบบ่อย ๆ เพราะจะทำให้สูญเสียความร้อนและอาจทำให้เค้กยุบตัวได้ เมื่ออบสุกแล้ว ควรทิ้งไว้ให้เย็นก่อนบรรจุ ในช่วงนี้ ควรมีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้ดี เนื่องจากจะมีเชื้อจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ได้

2.2.1.5 การบรรจุหีบห่อ การวางขนมจำหน่ายในปัจจุบัน นิยมห่อขนมด้วยวัสดุต่าง ๆ และออกแบบต่าง ๆ กัน ตามความเหมาะสม การห่อขนมก่อนที่จะใส่ถุงพลาสติกขายนั้นเป็นที่นิยมนมาก เนื่องจาก ถูกสุขลักษณะ สะดวกต่อการจับถือและจัดเก็บ ขนมเก็บได้นาน โดยที่ยังคงความสดอยู่ และผู้ซื้อสามารถมองเห็นลักษณะของผลิตภัณฑ์

วัสดุที่จะนำมาทำภาชนะห่อ จะต้องพิจารณาถึงว่า วัสดุนั้นจะเก็บความสด ความนุ่มได้นานเพียงใด มีการสูญเสียความชื้นหรือการซึมผ่านของไอน้ำและออกซิเจนเท่าไร วัสดุมีความบางใส มองเห็นผลิตภัณฑ์ได้ชัดหรือไม่ การผนึกโดยใช้ความร้อนเป็นเช่นใด

2.2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเค้ก

2.2.2.1 แป้งสาลี เป็นโครงสร้างของเค้ก และเป็นตัวช่วยรวมส่วนผสมอื่น ๆ ให้เข้ากัน แป้งสาลีที่ใช้ในการทำเค้กส่วนใหญ่ไม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อน และมีปริมาณโปรตีนต่ำประมาณ 7-9% ผงแป้งละเอียดและได้ผ่านการฟอกสีอย่างดี เหมาะที่จะใช้สำหรับเป็นแป้งเค้ก แป้งที่ได้รับการฟอกแล้วจะสามารถดูดน้ำตาล น้ำและไขมันได้มากกว่าแป้งที่ไม่ได้รับการฟอก ความเป็นกรดของแป้งเค้กควรมี pH 5.2

2.2.2.2 น้ำตาล เป็นตัวช่วยให้เค้กมีความนุ่มและหวาน เพราะน้ำตาลมีผลทำให้โปรตีนในแป้งอ่อนตัว ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของเค้ก และช่วยให้เค้กมีคุณภาพในการเก็บดีขึ้น เนื่องจากน้ำตาลมีคุณสมบัติในการเก็บความชื้นที่ดี ในการทำเค้กควรใช้น้ำตาลชนิดละเอียดเพื่อที่จะละลายได้อย่างสมบูรณ์ในการผสม ปัจจัยที่ทำให้น้ำตาลละลายมีอยู่ 4 ประการ คือ (1) เวลาที่ใช้ผสม (2) อุณหภูมิในระหว่างการผสม (3) ขนาดของเม็ดน้ำตาล และ (4) ปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในส่วนผสม

2.2.2.3 เกลือ ช่วยเน้นรสชาติของส่วนผสมอื่น ๆ ให้เด่นชัดและช่วยให้เด็กมีความแข็งแรงขึ้น เพราะเกลือมีผลต่อกลูเตนของแป้ง จึงอาจกล่าวได้ว่า เป็นตัวช่วยสร้างโครงสร้างของเด็กอีกด้วย

2.2.2.4 ไขมัน เป็นตัวที่เก็บอากาศในส่วนผสมเค้กที่ผสมแล้ว อากาศที่ไขมันเก็บไว้ในระหว่างการตีครีมนั้น มีหน้าที่เป็นตัวทำให้เค้กอ่อนนุ่ม ไขมันที่เป็นอิมัลซิไฟเซอร์หนึ่งจะสามารถเติมน้ำในส่วนผสมได้มากกว่าปกติ ซึ่งจะช่วยให้เด็กมีความชุ่มชื้นมากขึ้น มีกลิ่นธรรมชาติ ไม่มีกลิ่นรุนแรงและถ้าเป็นเนยขาวก็ควรมีสีขาวบริสุทธิ์ เนยสดเป็น ไขมันที่ให้กลิ่นรสที่ดีที่สุด แต่มีคุณสมบัติในการเป็นครีมค่อนข้างต่ำ เด็กที่ทำด้วยเนยสดล้วน ๆ จึงมักจะมีปริมาณไม่ดีและมีเนื้อเค้กหยาบกว่าเด็กที่ทำด้วยเนยขาวที่มีคุณภาพสูง ซึ่งมีคุณลักษณะในการเป็นครีมที่ดี แต่จะไม่มีกลิ่นรสที่ดีเหมือนเนยสด ด้วยเหตุผลนี้จึงมักนิยมใช้เนยสดส่วนหนึ่งเพื่อช่วยในด้านกลิ่นรสและเนยส่วนหนึ่งผสมเข้าไปเพื่อช่วยในด้านเนื้อสัมผัสและปริมาณของเด็ก

2.2.2.5 ไข่ ช่วยให้เกิด โครงสร้าง ความชื้น กลิ่นรส สี และคุณค่าทางอาหารแก่เค้ก โครงสร้างที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากการรวมตัวของโปรตีนในไข่ในระหว่างการอบ นอกจากนั้นอากาศที่ไข่เก็บไว้ในระหว่างการตีก็ช่วยให้เกิดการขึ้นฟูอีกด้วย

2.2.2.6 ของเหลว ที่ใช้ในสูตรเค้ก อาจอยู่ในรูปของน้ำ นํ้านม หรือ ไข่ก็ได้ ความชื้นทำหน้าที่หลายอย่าง เช่น ละลายน้ำตาล ทำให้กลูเตนเกิดขึ้น ทำให้ผงฟูเกิดปฏิกิริยาที่ควรเป็น และช่วยควบคุมความหนืดและอุณหภูมิของส่วนผสม นอกจากนั้น ยังช่วยสร้าง โครงสร้างและความอ่อนนุ่มให้แก่เค้กอีกด้วย ส่วนของน้ำในสูตรควรจะต้องปรับให้พอดีกับความชื้นที่มีอยู่ในส่วนผสมอื่น ๆ ด้วย

2.2.2.7 กลิ่นรส เติมนลงไปเพื่อให้เกิดกลิ่นรสเฉพาะอย่าง การเลือกใช้กลิ่นรสต้องเลือกให้เหมาะสมกับชนิดของเด็กที่ทำ ปริมาณของกลิ่นรสที่ใช้มีผลต่อกลิ่นรสของเด็กที่อบเสร็จแล้ว จึงควรชั่งตวงด้วยความระมัดระวัง

2.2.3 นมวัวและนมถั่วเหลือง

ปัจจุบันมีรายงานว่า เด็กไทยมีการแพ้นมวัวเพิ่มขึ้น (สภากาชาดไทย, มปป.) จึงมีการรณรงค์ให้ดื่มนมถั่วเหลือง ซึ่งเป็นเครื่องดื่มที่ให้ธาตุเหล็กและวิตามินบีหนึ่งมากกว่านมวัวในปริมาณที่เท่ากัน นมถั่วเหลืองดีกว่านมวัวตรงที่มีเส้นใยอาหารด้วย แต่มีข้อด้อย คือ มีแคลเซียมน้อยกว่า นอกจากนั้นนมถั่วเหลืองยังเหมาะกับผู้ที่ต้องการลดความอ้วน เพราะมีสารอาหาร โปรตีน เท่ากับนมวัว แต่มีพลังงานน้อยกว่า เนื่องจากมีไขมันต่ำกว่า ดังแสดงในตารางที่ 4 และตารางที่ 5 นอกจากนี้นมถั่วเหลืองยังมีฤทธิ์ด้านการเกิดมะเร็ง ป้องกันมะเร็งในต่อมลูกหมาก ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ และช่วยชะลอการเสื่อมของเซลล์ได้

บรรจบ (มปป.) เสนอความเห็นว่ คนไทยวันนี้ไม่จำเป็นต้องคิมนม(วัว) ประเด็นแรก คือนมเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคอ้วน ไขมันสูง โรคหัวใจหลอดเลือด นมวัว มาจากสัตว์ จึงมีโคเลสเตอรอลและกรดไขมันอิ่มตัว ทำให้ความเสี่ยงเพิ่มขึ้น ประเด็นที่สอง นมเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคมะเร็ง ซึ่งเรื่องนี้ยืนยันด้วยงานวิจัยมากมาย กลไกการแพ้เป็นได้หลายสาเหตุ เช่น แพ้แล็กโตสในนม อีกกรณีคือแพ้เคซีนและ Betalactoglobulin ในนม โปรตีนในนมไม่สามารถย่อยและดูดซึมได้หมด ด้านโภชนาการมีค่าว่า Net Protein Utilization (NPU) เช่น นมมี NPU 82% แสดงว่า มี 18% ที่ดูดซึมไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ และจับกับน้ำดีเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ซึ่งถูกแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ย่อยสลาย ทำให้เกิดการบวมเฝ้า สารตัวนี้ยังเป็น immune complex ที่กระตุ้นปฏิกิริยาภูมิแพ้เฉพาะถิ่นขึ้นที่เยื่อลำไส้ของคน ประเด็นที่สาม นมอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคกระดูกผุ ปกติแล้วอาหารที่มีแคลเซียม:ฟอสฟอรัส ในอัตราส่วน 2:1 หรือมากกว่านั้น จึงจะป้องกันโรคกระดูกผุ แต่นมวัวมีแคลเซียมต่อฟอสฟอรัส ในอัตราส่วน 1.27:1 ฟอสฟอรัสที่สูงเกินนี้จะกระตุ้นในพาราไทรอยด์หลังฮอร์โมน ดึงแคลเซียมจากกระดูกไปเพื่อให้สมดุลกับฟอสฟอรัส นอกจากนี้ ภาวะโปรตีนล้นเกินก่อให้เกิดการสูญเสียแคลเซียมออกทางปัสสาวะ ปัจจุบันนี้ คนไทยรับประทานเนื้อสัตว์ซึ่งมีฟอสฟอรัสสูงกว่าแคลเซียม 8-20 เท่า การคิมนมเพิ่มก็ยิ่งเพิ่มภาวะสูญเสียแคลเซียมจากกระดูก ประเด็นสุดท้ายคือ นมเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคมะเร็ง ซึ่งมีงานวิจัยทางระบาดวิทยาหลายผลงานได้ยืนยันเรื่องนี้ และในปี พ.ศ.2540 กองทุนวิจัยมะเร็งโลก (World Cancer Research Fund, WCRF) และสถาบันมะเร็งแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (American Institute for Cancer Research, AICR) ได้สรุปว่า นมและผลิตภัณฑ์นมเป็นปัจจัยหนึ่งในการเพิ่มความเสี่ยงต่อมะเร็ง นอกจากนี้นมถั่วเหลืองมีสารไฟโตอีสโตรเจน ช่วยลดอาการใกล้หมดประจำเดือน ช่วยป้องกันมะเร็งอีกด้วย ข้อดีของนมถั่วเหลือง นอกเหนือจากด้านสุขภาพแล้วยังมีผลโดยตรงต่อภาวะเศรษฐกิจของประเทศอย่างน้อย 3 ข้อ คือ 1. เป็นการอาศัยอาหารพื้นถิ่นมาแก้ปัญหาขาดอาหารในชนบท เป็นแนวทางของการให้ท้องถิ่นพึ่งตนเอง 2. ถั่วเหลืองสามารถเพาะปลูกได้ทั่วไป ช่วยพัฒนาคุณภาพของผืนดิน ช่วยเกษตรกรมีรายได้ 3. ลดการสูญเสียดุลการค้ากับต่างประเทศเพราะปัจจุบันรัฐบาลต้องจ่ายเงินปีละนับหมื่นล้านบาทเพื่อซื้อนมเข้ามา

นมถั่วเหลืองมักมีกลิ่นถั่ว ซึ่งกลิ่นถั่วเกิดจากเอนไซม์ในถั่วเหลือง คือ lipoxidase (lipoxygenase) เอนไซม์จะทำปฏิกิริยากับพันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในขณะแช่หรือบดถั่ว ทำให้เกิดสารประกอบที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่าง ๆ ที่ระเหยได้ เช่น Carbonyl compound ได้แก่ n-hexanal iso-pentanol และ n-heptanol สารประกอบที่ระเหยเหล่านี้เป็นสาเหตุให้เกิดกลิ่นถั่ว กลไกที่ทำให้เกิดสารระเหยนี้ เนื่องมาจาก ในถั่วเหลืองมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่เป็นจำนวนมาก ส่วนมากเป็นกรดลิโนเลอิก (linoleic) ซึ่งเป็นสารที่ถูกออกซิไดส์ด้วยก๊าซออกซิเจนได้ง่ายและจะละลายอยู่ในถั่วเหลืองกลายเป็นสารที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติของถั่วเหลือง สารที่เกิดจากการสลายตัวของกรดลิโนเลอิกนี้ ส่วนมากเป็น เอน-เฮกซานอล มีสารนี้เพียงเล็กน้อยก็เพียงพอที่จะทำให้เกิดกลิ่นและ

รสชาติเฉพาะตัวของถั่วเหลืองนี้ออกมาได้หมด การกำจัดกลิ่นถั่วเหลือง อาจทำได้โดยบดถั่วเหลือง ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 80-100°C นาน 10 นาที (วิชาการคอกทคอม, มปป.)

ตารางที่ 2.3 ส่วนประกอบและคุณค่าอาหารของนมวัวและนมถั่วเหลือง

| ชนิดของนม | ส่วนประกอบ (กรัม / 250 มิลลิลิตร) | | | | | พลังงาน (กิโลแคลอรี) |
|------------------|-----------------------------------|--------|--------------|-------|----------|-------------------------|
| | น้ำ | โปรตีน | น้ำตาลแลคโตส | ไขมัน | แคลเซียม | |
| นมวัว | 219 | 8.5 | 12.3 | 8 | 295 | 155 |
| นมถั่ว เหลือง | 217 | 6.3 | * | 2.8 | 48 | 135 |

* นมถั่วเหลือง ไม่มีน้ำตาลแลคโตส จะมีน้ำตาลชนิดอื่นหรือน้ำตาลทรายที่มีการเติมลงไปในส่วนปริมาณที่เพิ่มขึ้นกับผู้ประกอบการแต่ละคน

ที่มา : ประไพศรี (มปป.)

ตารางที่ 2.4 ส่วนประกอบของอาหารและค่าพลังงานในอาหารต่อมวล 100 กรัม

| อาหาร | ค่าพลังงาน kcal | โปรตีน | ไขมัน | คาร์โบไฮเดรต | เส้นใย | แร่ธาตุ | | | วิตามิน | | | |
|---------------------------|--------------------|--------|-------|--------------|--------|----------|----------|-------|---------|------|------|---|
| | | | | | | แคลเซียม | ฟอสฟอรัส | เหล็ก | A | B1 | B2 | C |
| นมถั่วเหลือง (ไม่หวาน) | 37 | 2.8 | 1.5 | 3.6 | 0.1 | 18 | 96 | 1.2 | 50 | 0.05 | 0.02 | 0 |
| นมวัว | 62 | 3.4 | 3.2 | 4.9 | 0 | 118 | 99 | 0.1 | 141 | 0.04 | 0.16 | 1 |

ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมการศึกษาตามอัธยาศัย สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ (2548)

จากตารางที่ 2.3 และ 2.4 ซึ่งเปรียบเทียบให้เห็นคุณค่าทางโภชนาการระหว่างนมวัว และนมถั่วเหลือง จะเห็นว่าปริมาณน้ำไม่มีความแตกต่างกัน โปรตีนในนมถั่วเหลืองต่ำกว่านมวัว โปรตีนในนมถั่วเหลืองจะไม่ค่อยคงที่ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของถั่วเหลืองและน้ำที่ใช้เตรียมนมถั่วเหลือง แต่ก็มีค่าใกล้เคียงนมวัว เพียงแต่โปรตีนของนมถั่วเหลืองเป็นโปรตีนจากพืชซึ่งเป็นโปรตีนชนิดที่ไม่สมบูรณ์ คุณภาพค้อยกว่าโปรตีนจากนมวัว น้ำตาลแลคโตสมีเฉพาะในนมวัว หรือนมจากสัตว์เท่านั้น ในนมถั่วเหลืองจะเป็นน้ำตาลชนิดอื่น รวมทั้งน้ำตาลทรายที่มีการเติมลงไป

เหลือง สำหรับไขมันในนมถั่วเหลืองมีต่ำกว่านมวัว แคลเซียมในนมถั่วเหลืองมีประมาณ 1 ใน 6 หรือ ร้อยละ 16 ของนมวัวเท่านั้น

สำหรับองค์การทางอาหารและเกษตรกรรมของนานาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) ได้แสดงองค์ประกอบและคุณค่าทางโภชนาการระหว่างนมถั่วเหลืองดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 คุณค่าทางโภชนาการและองค์ประกอบของกรดไขมันของนมวัวและนมถั่วเหลือง

| คุณค่าทางโภชนาการต่อ 100 กรัม | นมวัว | | นมถั่วเหลือง (Soy milk) |
|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| | นมครบส่วน (Whole milk) | นมพร่องมันเนยครึ่ง (Semi-skimmed) | |
| โปรตีน (กรัม) | 3.4 | 3.5 | 3.6 |
| ไขมัน (กรัม) | 3.5 | 1.5 | 2.3 |
| คาร์โบไฮเดรต (กรัม) | 4.6 | 5.4 | 3.4 |
| พลังงาน (กิโลจูล, kJ) | 269 | 208 | 204 |
| พลังงาน (กิโลแคลอรี, kcal) | 64 | 49 | 49 |
| คลอโรสเตอรอล (มิลลิกรัม) | 10 | 5 | 0 |
| แลคโตส (กรัม) | 4.6 | 5.4 | 0 |
| องค์ประกอบของกรดไขมัน | | | |
| กรดไขมันอิ่มตัว (%) | 63. | 63.5 | 14.0 |
| กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิด Poly (%) | 3.0 | 3.0 | 63.5 |
| กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิด Mono (%) | 33.5 | 33.5 | 21.6 |

ที่มา : Agriculture Department, FAO (n.d)

2.2.4 เนยสดและมาร์การีน

การเลือกใช้ไขมันในการทำเค้กนั้นนิยมใช้น้ำมันเนยสด เพราะเนยสดจะให้กลิ่นและรสชาติที่ดีที่สุด แต่ต้นทุนในการผลิตแพง ถ้าต้องการลดต้นทุนการผลิตอาจใช้น้ำมันเนยสดผสมมาร์การีน หรือใช้มาร์การีนล้วนแล้วแต่กลิ่นนมเนยเพิ่ม ทำให้ต้นทุนในการผลิตลดลงได้โดยคุณลักษณะของเค้กไม่ค่อยลงน้ก

เนยสด (Butter) ได้จากการแยกมันเนยออกจากนม อาจทำจากนมวัว หรือนมจากสัตว์ชนิดอื่นได้ วิธีการแยก คือ คนแรง ๆ ให้ไขมันที่กระจายอยู่ในนมมารวมตัวกันแยกออกจาก

ส่วนที่เป็นน้ำได้ ส่วนวิธีที่ผลิตเนยในโรงงานอุตสาหกรรมคือ นำครีมเฉาะที่มีคุณภาพดีมาลดกรด ด้วยการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนต แมกนีเซียมออกไซด์ หรือแคลเซียมคาร์บอเนต ใช้ขบวนการพาสเจอร์ไรส์ในการฆ่าจุลินทรีย์ที่ไม่คืออก แล้วเติมเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมลงไป บ่มไว้ประมาณ 3-4 ชั่วโมง ในระยะนี้จุลินทรีย์จะเจริญเติบโต แล้วจะผลิตกรดแลคติกทำให้มีกลิ่นและรสชาติดี ค่อมานำครีมไปปั่นจนได้เนยเหลว แยกเนยออกจากส่วนที่เป็นน้ำ แล้วเติมเกลือลงไป 2.5-3% เพื่อช่วยทำให้สามารถเก็บเกลือได้นานขึ้น ตีให้เข้ากัน และห่อด้วยกระดาษอลูมิเนียมหรือกระดาษไข แล้วเก็บไว้ในตู้เย็น เนยสดประกอบด้วย ไขมัน 80% มีสีเหลือง มีกลิ่นรสหวาน เนยสดใช้ได้ดีที่สุดใน การให้กลิ่นรสแต่มีคุณสมบัติด้อยในการเป็นครีม คือ เนยสดจะตีเป็นครีมไม่ดีและขาดความเป็นเนื้อเดียวกัน แล็กที่ทำจากเนยสดล้วน จึงมีปริมาณต่ำ เนื้อแล็กหยาบ แต่มีรสชาติหอมหวานน่ารับประทาน

สำหรับไขมันหรือมาร์การีน (Compound lard or Margarine) ได้มาจากการใช้น้ำมันพืช แทนไขมันจากนม โดยการเติมไฮโดรเจนลงไปน้ำมันพืช ทำให้น้ำมันพืชมีกรดไขมันอิ่มตัวสูงขึ้น จึงเป็นของแข็งได้มากขึ้น มาร์การีนมีทั้งสีขาวและสีเหลือง ผลิตขึ้นมาให้แทนเนยสด โดยมีการปรุงแต่งให้มีรูปร่างลักษณะและกลิ่นรสใกล้เคียงกับเนยสดมากที่สุด จึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “เนยเทียม”

เป็นที่ทราบกันว่า คนไทยเสียชีวิตด้วยกลุ่มของโรคหัวใจและหลอดเลือดสูง เช่น หัวใจวาย หัวใจขาดเลือด หลอดเลือดหัวใจตีบ หลอดเลือดแดงแข็ง เป็นต้น ซึ่งเป็นผลมาจากภาวะโภชนาการเกิน ดังนั้น หนึ่งในวิธีการลดความเสี่ยง คือ ลดภาวะไขมันสูงในเลือด ซึ่งในอดีตนักวิชาการด้านโภชนาการแนะนำให้เพิ่มการบริโภคกรดไขมันไม่อิ่มตัวและลดการบริโภคกรดไขมันอิ่มตัว สำหรับคนรักสุขภาพส่วนใหญ่ จะคิดว่าไขมันนั้นอันตรายและไม่ควรบริโภค แต่จะงดบริโภคไขมันเลยไม่ได้เพราะไขมันยังมีกรดไขมันจำเป็นบางตัวที่เป็นประโยชน์ต่อทุกระบบในร่างกายและขาดไม่ได้ หากขาดกรดไขมันที่จำเป็น อาการที่จะเกิดขึ้นก็คือ ผมและผิวแห้ง การมองเห็นเสียไป สมอที่ควบคุมพฤติกรรมและการรับรู้บกพร่อง ระบบขับถ่ายเสีย ฮอรโมนไม่สมดุล นอกจากนี้ไขมันยังช่วยให้ร่างกายดูดซึมวิตามินได้ด้วย คือ วิตามิน A, D, E และ K ดังนั้น ผู้ที่รักสุขภาพจึงลดอาหารที่มีไขมันและเลี่ยงกรดไขมันอิ่มตัว เพราะไขมันชนิดนี้จะกระตุ้นให้ตับสร้างคอเลสเตอรอลชนิด LDL ซึ่งเป็นชนิดที่เป็นโทษต่อร่างกาย ยิ่งมีมาก ร่างกายขับทิ้งไม่ไหว ทำให้ตกค้างอยู่ตามผนังหลอดเลือด ส่งผลต่อระบบหัวใจและการไหลเวียนโลหิตเสื่อมโทรม เป็นผลให้เกิดความเสี่ยงต่อการเป็นอัมพาตจากโรคเส้นเลือดหัวใจ หรือเสียชีวิตก่อนวัยอันควร และยังลดสมรรถนะการบำบัดโรคของร่างกายด้วย แต่กรดไขมันอิ่มตัวจะไม่มีพันธะคู่ (double bond) ที่จะให้ออกซิเจนในอากาศลงไปรวมตัวให้เกิดอนุมูลอิสระ สารก่อมะเร็งจึงเกิดได้น้อยกว่า นอกจากนี้กรดไขมันอิ่มตัวยังป้องกันการเสื่อมของร่างกายได้มากกว่าอีกด้วย และในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์และนักโภชนาการ ค้นพบว่า น้ำมันประเภทที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงจะแตกตัวในความร้อนสูงได้ง่าย

ทำให้เกิดอนุมูลอิสระมาก มาร์گارีนซึ่งผลิตจากกรดไขมันไม่อิ่มตัวกลับพบกรดไขมันชนิดหนึ่งซึ่งมีสภาพเหมือนกรดไขมันอิ่มตัวแต่ไม่ใช่กรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันนี้เกิดจากความไม่สมบูรณ์ของกระบวนการเติมไฮโดรเจนลงในน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง นักวิชาการเรียกกรดไขมันนี้ว่า กรดไขมันทรานส์ แพทย์และนักโภชนาการของประเทศแคนาดาได้ติดตามปัญหาของกรดไขมันทรานส์ พบว่า กรดไขมันทรานส์สร้างปัญหาโรคหัวใจและหลอดเลือดรุนแรงกว่ากรดไขมันอิ่มตัว เนื่องจากกรดไขมัน ทรานส์ส่งเสริมการทำงานของเอนไซม์ cholesterol acyltransferase ซึ่งเป็นเอนไซม์สำคัญในการเมตาบอลิซึมของคลอเรสเตอรอล ทำให้ระดับคลอเรสเตอรอลรวม (total cholesterol) และคลอเรสเตอรอลตัวไม่ดี (LDL-cholesterol) เพิ่มขึ้น (นันทยา, 2549) เป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจ (Coronary heart disease) จากนั้น จึงเริ่มมีการรณรงค์ให้ลดการบริโภคกรดไขมันทรานส์ เมื่อความรู้นี้เข้าสู่ประเทศสหรัฐอเมริกา นักวิชาการชาวอเมริกันเริ่มสนใจกรดไขมันทรานส์กันมากขึ้น และปัจจุบันนี้ได้มีการกำหนดให้ระบุปริมาณกรดไขมันทรานส์บนฉลากโภชนาการ ซึ่งประเทศแคนาดาบังคับใช้เมื่อ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2548 และประเทศสหรัฐอเมริกาบังคับใช้เมื่อ 1 มกราคม พ.ศ. 2549

การเปรียบเทียบเนยสดและมาร์گارีน แสดงดังตารางที่ 2.6 และภาพที่ 2.3

ตารางที่ 2.6 ปริมาณแคลอรี ไขมันและคลอเรสเตอรอลของเนยสดเปรียบเทียบกับมาร์گارีน

| | พลังงาน (kcal) | ไขมัน ทั้งหมด (กรัม) | กรดไขมัน อิ่มตัว (กรัม) | ไขมันทรานส์ (กรัม) | คลอ เรสเตอรอล (มิลลิกรัม) |
|--|-------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| เนยสด (1 ช้อนโต๊ะ) | 102 | 11 | 7 | 0.3 | 33 |
| มาร์گارีนชนิด Soft- tub (1 ช้อนโต๊ะ) | 60 | 6 | 1 | 0-0.5 | 0 |

ที่มา : ดัดแปลงจาก Tsang (2006)

2.2.5 การเก็บรักษาวัตถุดิบ มีหลักการคือ เก็บอาหารชั้นในที่ชื้น เก็บอาหารแห้งในที่แห้ง และเก็บอาหารเน่าเสียง่ายในตู้เย็นและควรห่อวัตถุดิบนั้นด้วยพลาสติกหรือใส่ภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด เพื่อป้องกันความชื้นและการสูญเสียกลิ่นรส ตัวอย่างการเก็บรักษาของแต่ละวัตถุดิบแสดงดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 วิธีการเก็บรักษาวัตถุดิบที่ใช้ทำขนมเค้ก

| วัตถุดิบ | อุณหภูมิที่เก็บ | วิธีการเก็บรักษา | อายุการใช้งาน |
|-----------|-----------------|--|---------------|
| แป้ง | 20-29 °C | เก็บในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิดและเก็บในที่แห้ง | 4-6 เดือน |
| เนยสด | 6-8 °C | เก็บในตู้เย็น ห่างจากช่องที่มีกลิ่นแรง | 2-3 เดือน |
| มาร์การีน | อุณหภูมิห้อง | เก็บในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิดกันฝุ่นละออง ห้ามโดนแสงแดดและอากาศเพราะสีจะเปลี่ยนและเกิดกลิ่นเหม็นหืนได้ | 3-4 เดือน |
| ไข่ | 6-8 °C | ใช้ผ้าสะอาดเช็ดสิ่งสกปรกออก วางส่วนกว้างอยู่ด้านบน | 5 สัปดาห์ |
| นมสด | 4-6 °C | เก็บในภาชนะแก้วหรือพลาสติกเมื่อเหลือจากการใช้ | 1-2 สัปดาห์ |
| EC 25K | 8 °C | ควรเก็บในตู้เย็นอย่าเก็บในที่ร้อนจะทำให้เยิ้มและแยกชั้น | 6 เดือน |

ที่มา : ประดิษฐ์และสุภาวดี (มปป.)

2.2.6 การเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอบ สาเหตุหลักมี 3 ประการดังนี้

2.2.6.1 สเตลิง (staling) ส่วนใหญ่จะเกิดกับขนมปัง สเตลิงเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและเคมี ทำให้เปลือกขนมปังเหนียวไม่กรอบ ส่วนเนื้อร่วนและสีขาวขุ่น โดยไม่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียน้ำ กลิ่นเริ่มผิดปกติ อะมิโลสจะแยกตัวจากเม็ดสตาร์ชและเกิดเป็นตะกอนขาวขุ่น กลูเตนเกิดการสูญเสียน้ำ การเสื่อมเสียนี้จะเริ่มต้นตั้งแต่ขนมปังออกจากเตาอบ การใช้ Modified Atmosphere Package (MAP) สามารถช่วยชะลอการเสื่อมเสียนี้ได้บ้าง

2.2.6.2 การเพิ่มขึ้นหรือการลดลงของความชื้น ผลิตภัณฑ์ขนมอบโดยทั่วไปมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สมดุลประมาณร้อยละ 78-97 (หรือ a_w 0.78-0.97) เมื่อเก็บไว้ในอากาศจะมีแนวโน้มสูญเสียน้ำทำให้เนื้อสัมผัสร่วนและแห้ง นอกจากนี้ การบรรจุผลิตภัณฑ์ขนมอบในภาชนะปิด อาจเกิดหยดน้ำภายในภาชนะ เป็นสาเหตุให้ผิวผลิตภัณฑ์เปียกชื้นมากขึ้น เชื้อราเจริญเติบโตได้ง่าย ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขโดยการเลือกวัสดุบรรจุที่มีอัตราการซึมผ่านไอน้ำเหมาะสม

2.2.6.3 เชื้อจุลินทรีย์ สาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมอบเสื่อมเสีย คือ เชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งเชื้อราเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญที่สุด บางกรณีอาจจะพบเชื้อแบคทีเรียและเชื้อยีสต์บ้างซึ่งมีสาเหตุมาจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไม่สะอาดและสุขอนามัยของคนงานไม่ดี เชื้อแบคทีเรียที่พบมาก เช่น *Serratia marcescens*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Bacillus licheniformis*

และ *Bacillus mesentericus* ส่วนแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเป็นพิษตรวจพบน้อยมาก ถ้าพบส่วนใหญ่จะเป็นแค่ไส้ครีมต่าง ๆ เช่น *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* และ *Salmonella* เชื้อยีสต์ที่ตรวจพบมักเป็นสายพันธุ์ที่ทนแรงออสโมติกได้ เช่น *Saccharomyces baillii* var. *Osmophilus* จะสร้างแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เนื่องจากเชื้อราเป็นสาเหตุสำคัญที่สุดของการเสื่อมเสียคุณภาพ ดังนั้นอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมอบจึงมักกำหนดจากระยะเวลาที่สังเกตไม่พบเชื้อราบนผลิตภัณฑ์ นิยมเรียกว่า Mould free shelf life (งามทิพย์, 2538)

2.3 กากถั่วเหลืองหรือโอคารา (Soy milk residue or Okara)

โอคารา คือ ส่วนของกากถั่วเหลือง ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการทำน้ำเต้าหู้หรือนมถั่วเหลือง ซึ่งการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองในครัวเรือน จะทำการแช่ถั่ว บด และกรองเอาน้ำนมถั่วเหลืองออกมาแล้วจึงนำไปต้ม น้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จะมีกลิ่นถั่วแรง ซึ่งกลิ่นถั่วเกิดจากการทำงานของเอนไซม์ lipoxygenase (lipoixdase) เป็นเอนไซม์ในถั่วเหลือง เอนไซม์นี้จะทำปฏิกิริยากับพันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในขณะแช่หรือบดถั่ว ทำให้เกิดสารประกอบที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่าง ๆ กัน เช่น n-hexanol iso-pentanol และ n-heptanol สารประกอบเหล่านี้ระเหยได้จึงเป็นสาเหตุให้เกิดกลิ่นถั่ว กรดไขมันไม่อิ่มตัวในถั่วเหลืองส่วนมากเป็นกรดลิโนเลอิก (linoleic) ซึ่งถูกออกซิไดส์ด้วยก๊าซออกซิเจนได้ง่ายและจะละลายอยู่ในถั่วเหลืองกลายเป็นสารที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติเฉพาะของถั่วเหลือง สารที่เกิดจากการสลายตัวของกรดลิโนเลอิกนี้ส่วนมากเป็น n-hexanol แม้จะมีปริมาณเล็กน้อย ก็เพียงพอที่จะทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติเฉพาะของถั่วเหลืองได้ ดังนั้น หากต้องการกำจัดกลิ่นถั่วในถั่วเหลืองสามารถทำได้โดยบดถั่วเหลืองในน้ำร้อนอุณหภูมิ 80-100°C เป็นเวลา 10 นาที เพื่อทำลายเอนไซม์ lipoxygenase (lipoixdase) นอกจากนี้ การผลิตในระดับอุตสาหกรรมยังทำการกำจัดอากาศเพื่อให้เกิดการเหินของน้ำมันในถั่วเหลืองลดลงด้วย

2.3.1 ความหมายของโอคารา

วิกิพีเดีย (2551) ให้คำจำกัดความว่า โอคารา(okara) หรือ soy pulp มีลักษณะเป็นซีลือบเปียกสีขาวหรือค่อนข้างเหลือง ประกอบด้วยส่วนที่ไม่ละลายน้ำของถั่วเหลืองซึ่งเป็นส่วนที่เหลือบนตะแกรงจากการแยกเอาน้ำนมถั่วเหลืองออกไป

Shurtleff and Aoyagi (1980) อธิบายว่า โอคารา อ่านออกเสียงว่า oh-KAR-uh เป็นคำภาษาญี่ปุ่นและใช้เป็นคำเรียกทั่วไป ในประเพณีโบราณของประเทศญี่ปุ่น โอคาราเป็นอาหารพื้นบ้าน ซึ่งชาวญี่ปุ่นกำหนดชื่อเรียกโดยเคมิกซอร์ o นำหน้าคำว่า kara ซึ่งแปลว่า แกลบหรือรำ (shell,hull or husk) กลายเป็น okara ที่แปลว่า แกลบหรือรำที่บริสุทธิ (the honorable shell) ในอดีต

okara มีชื่อว่า kirazu หมายความว่า ไม่สามารถตัดได้ ซึ่งเป็นคำตรงข้ามกับเต้าหู้ (tofu) ที่สามารถตัดได้ ในแต่ละประเทศเรียก okara แตกต่างกันไป เช่น ประเทศจีนเรียก okara ว่า douzha ซึ่งแปลว่า กากถั่วเหลือง (soy lees) ประเทศอินโดนีเซีย เรียกว่า ampas tahu ซึ่งแปลว่า ส่วนที่เหลือทิ้งจากเต้าหู้ (tofu residue) ชาวฟิลิปปินส์ เรียกว่า sepal ชาวเกาหลี เรียกว่า piji ส่วนคนไทยเรียก okara ว่า tao-hu tor

โอคารามีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษหลายชื่อ อาจเนื่องจากตัวโอคาราเองยังไม่ใช่อาหาร จึงมีคนเรียกแตกต่างกันไป เช่น tofu cakes, tofu cake or kara, the residue from soymilk, the residue left from making soymilk, the ground soybean pulp, the residue pulp หลังจากนั้นในปีพ.ศ. 2517 The Farm แนะนำให้ใช้คำว่า soy pulp ในการตีพิมพ์เรื่องเกี่ยวกับ soyfoods ต่อมาในปีพ.ศ. 2518 Shurtleff และ Aoyagi แนะนำให้ใช้คำภาษาญี่ปุ่นว่า okara ใน Book of Tofu หลังจากนั้นอุตสาหกรรม soyfoods ของอเมริกาก็ใช้ทั้งคำว่า okara และ soy pulp แต่มีแนวโน้มที่ใช้คำว่า okara เนื่องจากง่ายต่อการจำมากกว่า ค่อนข้างเป็นกลางและดูเชิญชวนเมื่อใช้อธิบายในอาหาร ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา คำว่า pulp และ residue ก็ไม่ค่อยได้ใช้ในวงการทำอาหาร

ในทวีปยุโรป เริ่มใช้คำว่า okara กันอย่างกว้างขวาง ตั้งแต่ปี พ.ศ.2518

2.3.2 ลักษณะและองค์ประกอบทางเคมีของโอคารา

โอคารามีลักษณะเป็นขี้เลื่อยเปียกสีขาวอมเหลือง แสดงภาพดังภาพที่ 2.3 โอคาราเป็นส่วนที่ไม่ละลายน้ำจากกระบวนการแยกน้ำมันถั่วเหลือง มีปริมาณไขมันต่ำแต่มีใยอาหารสูง

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการ แสดงผลดังตารางที่ 2.8 และ 2.9 พบว่า โอคารายังมีคุณค่าทางโภชนาการอยู่สูง คือ มีโปรตีนและใยอาหารสูง นอกจากนี้โปรตีนที่เหลืออยู่ในโอคารายังเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพ แต่ปริมาณของโปรตีนที่สกัดได้มีปริมาณต่ำ เมื่อใช้กากถั่วเหลือง 100 กรัม จะได้โปรตีนออกมา 11-12 กรัม (ประมาณ 11-12% ของน้ำหนักกากถั่วเหลืองสด) ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง

ปริมาณโอคาราที่ได้จากการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองถือว่ามีความสูง ถ้าระบบการกำจัดไม่ดีพอ จะก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสุขลักษณะของโรงงานตามมาทันที เช่น ก่อให้เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ เป็นแหล่งของแมลงวันและเชื้อโรคต่างๆ โรงงานอุตสาหกรรมบางแห่งนิยมนอบแห้งโอคาราเพื่อขายเป็นอาหารสัตว์ แต่การผลิตในครัวเรือนส่วนใหญ่จะทิ้ง มีบ้างที่นำไปทำเป็นอาหารสัตว์



ภาพที่ 2.3 โอคาราสด (wet okara)

ที่มา : Maki (2006)

ตารางที่ 2.8 องค์ประกอบทางเคมีของโอคารา

| ต่อ 100 กรัมของ wet okara | | |
|-----------------------------|------|------------------------------------|
| พลังงาน (กิโลแคลอรี) | 77.0 | กรัม |
| น้ำ (water) | 81.6 | กรัม |
| โปรตีน (Protein) | 3.2 | กรัม (16% protein on a dry basis) |
| คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) | 12.5 | กรัม |
| ใยอาหาร (Fiber) | 4.1 | มิลลิกรัม (21% fiber on dry basis) |
| แคลเซียม (Calcium) | 80.0 | มิลลิกรัม |
| เหล็ก (Iron) | 1.3 | มิลลิกรัม |
| ไทอะมีน (Thiamin) | 0.02 | มิลลิกรัม |
| ไรโบฟลาวิน (Riboflavin) | 0.02 | มิลลิกรัม |
| ไนอะซิน (Niacin) | 0.1 | |

ที่มา : Soy 20/20 (n.d)

ตารางที่ 2.9 คุณค่าทางโภชนาการของกากถั่วเหลืองที่เหลือจากการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง

| องค์ประกอบ | ปริมาณ |
|------------------------|--------|
| พลังงาน (แคลอรี) | 437.0 |
| โปรตีน (กรัม) | 41.9 |
| ไขมัน (กรัม) | 16.7 |
| คาร์โบไฮเดรต (กรัม) | 29.7 |
| ใยอาหาร (กรัม) | 9.4 |
| เถ้า (กรัม) | 2.3 |
| แคลเซียม (มิลลิกรัม) | 600.0 |
| โปแตสเซียม (มิลลิกรัม) | 560.0 |
| ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม) | 370.0 |
| เหล็ก (มิลลิกรัม) | 14.4 |
| แมงกานีส (มิลลิกรัม) | 4.4 |

ที่มา : สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร (2538)

จากตารางที่ 2.7 และตารางที่ 2.8 พบว่า โอคารายังคงมีสารอาหารเหลืออยู่ ซึ่งมีประโยชน์มากกว่าการนำไปทำเป็นอาหารสัตว์ จึงมีงานวิจัยที่นำโอคาราไปใช้ในกระบวนการหมัก เช่น

Akihiro *et al.* (1993) นำโอคาราหมักกับเชื้อ *Bacillus subtilis* NB22 เพื่อผลิต Iturin ซึ่งเป็น Antifungal Peptide Antibiotic โดยควบคุมอุณหภูมิและความชื้น พบว่า ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ผลิตได้มากที่สุด ต่อมาในปี 1995 ได้นำโอคาราหมักกับเชื้อ *Bacillus subtilis* RB14 เพื่อผลิต Iturin A และ Surfactin พบว่า ที่อุณหภูมิต่ำ (25 องศาเซลเซียส) ได้ผลผลิตมากที่สุด

นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยที่เป็นการสกัดโปรตีนจากโอคาราไปใช้ประโยชน์ เช่น

Ma *et al.* (1997) ได้สกัดโอคารา ที่ pH 9.0 อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ได้โปรตีน 53% นำไปไอโซเลตโดย isoelectric precipitation ที่ pH 4.5 แล้วทำการอบแห้งและเอาไขมันออก ได้โปรตีนมากกว่า 80% โปรตีนไอโซเลตที่ได้จากโอคารามีกรดอะมิโนจำเป็นใกล้เคียงกับ FAO และมีความสามารถในการละลายทั้งในกรดและด่างต่ำกว่าโปรตีนไอโซเลตจากถั่วเหลืองที่เป็นระดับอุตสาหกรรม นอกจากนี้ก็ยังพบคุณสมบัติในการดูดซับน้ำ การเป็นอิมัลซิไฟเออร์ การเป็นฟอง

ฉัชชา (2545) ได้ผลิตโปรตีนไอโซเลตจากโอคาราแห้ง (ความชื้นประมาณ 4%) พบว่า เมื่อสกัดโปรตีนที่ pH 9.0 อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส โปรตีนที่สกัดได้มีน้อยมากจนไม่สามารถ

ตกตะกอนได้ที่ isoelectric point และตะกอนของโอคาราที่แยกได้ยังคงชุ่มน้ำไม่สมบูรณ์ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีนที่ได้จากโอคาราสด ในระยะเวลา 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง กับการสกัดโปรตีนจากโอคาราแห้งในปริมาณที่เท่ากับที่ได้จากโอคาราสด จะต้องใช้เวลาในการสกัดมากกว่า 5 ชั่วโมง

นอกจากโอคาราจะเป็นวัตถุดิบชนิดใหม่ในโลกนี้แล้ว ยังถือเป็นชนิดใหม่ในอวกาศด้วย เพราะนักศึกษจากมหาวิทยาลัยไอโอวาสเตต (Iowa State University) ได้พัฒนา Pizza Crust ที่ทำมาจากโอคารา ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนสูงและอุดมไปด้วยใยอาหาร (high-protein product rich in fiber) และได้รับรางวัลชนะเลิศในการประกวดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ของ NASA Food Technology Commercial Space Center (FTCSC) ในปี ค.ศ. 2002 (Saunders, 2002)

เนื่องจากโอคารายังคงมีสารอาหารและความชื้นสูง ทำให้เสื่อมเสียได้ง่าย โอคาราสดสามารถใช้ได้ดีภายใน 1 วัน หรือทำการผ่านไอน้ำ หรือแช่แข็งทันทีก่อนเก็บในห้องเย็น หากต้องการให้มีการเก็บรักษานานขึ้นจำเป็นต้องนำโอคาราเข้าสู่กระบวนการอบแห้งที่เหมาะสม แต่โอคาราค่อนข้างไวต่อความร้อน และเน่าเปื่อยได้ง่ายในขณะเปียก ดังนั้น กระบวนการอบแห้งต้องทำอย่างระมัดระวัง มีงานวิจัยเกี่ยวกับการอบแห้งโอคารา เช่น Coronel and Tobinaga (2004) ทำการอบแห้งโอคาราโดยใช้สเปาท์เบด ภายใต้อากาศที่มีอุณหภูมิ 72-94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-12 นาที จะได้อคาราแห้งที่ยังคงคุณค่าทางโภชนาการอยู่สูง และ สักกมน (2547) ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการอบแห้งกากถั่วเหลืองโดยใช้เจดสเปาท์เบดของอนุภาค คูลซ์ พบว่า การใช้อนุภาคคูลซ์ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการอบแห้งได้โดยเฉพาะในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ ใช้อนุภาคคูลซ์ชนิดแอกทิฟ (มอลโตเด็กซ์ทริน DE=28) ช่วยเพิ่มอัตราการอบแห้งได้ดีกว่าอนุภาคคูลซ์ชนิดแพสซีฟ (ซิลิกาเจล) ในส่วนของการผลิตกากถั่วเหลืองอบแห้งในช่วงอุณหภูมิต่ำสำหรับนำไปใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารมนุษย์ พบว่า การอบแห้งร่วมกับการใช้อนุภาคคูลซ์ชนิดแอกทิฟ ให้กากถั่วเหลืองอบแห้งที่มีความสามารถในการดูดน้ำกลับและระดับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ต่อมา Lescano *et al.* (2005) ทำการอบแห้งโอคาราโดยใช้สเปาท์เบดด้วยอนุภาคเฉื่อย อนุภาคเฉื่อยที่ใช้คือ polypropylene ปริมาณอนุภาคเฉื่อยต่อปริมาณโอคารา เท่ากับ 1000-1500 g. ต่อ 300-500 g. อุณหภูมิลมร้อนอยู่ที่ 60 องศาเซลเซียส ได้อคาราแห้งมีขนาดอนุภาคระหว่าง 0.672-0.723 mm.

อย่างไรก็ตาม การอบแห้งโอคาราต้องใช้อุณหภูมิสูง ทำได้ค่อนข้างยากและค่าใช้จ่ายสูง Saito (n.d) ได้พัฒนาโอคาราใหม่ เป็น Okara Paste ซึ่งถือเป็นวัตถุดิบธรรมชาติที่มีใยอาหารเป้าหมายหลักก็เพื่อเพิ่มเส้นใยในอาหาร Okara Paste นี้สามารถใช้ได้กับอาหารทุกประเภท ช่วยปรับปรุงด้านรสชาติและรสของอาหารชนิดนั้น ๆ นอกจากนี้แล้วเมื่อผสม Okara Paste กับน้ำมัน จะไม่เกิดการตกตะกอน เพราะส่วนของน้ำและน้ำมันในตัวโอคาราเองได้รวมเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว

การประยุกต์ใช้โอคาราในผลิตภัณฑ์อาหารจะมีประโยชน์ในด้านการเพิ่มเส้นใยให้กับผลิตภัณฑ์อาหาร ใยอาหารในโอคารา ถือเป็นแหล่งของใยอาหารที่ดี (good source of dietary fiber) เป็นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งประกอบด้วยเซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) และลิกนิน (lignin) นอกจากนี้โอคาราแล้วยังมีการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารมาใช้เป็นแหล่งของใยอาหาร เช่น แคนสับปะรด เปลือกถั่วเหลือง กากมะพร้าว โดยการแทนที่บางส่วนของส่วนผสมหลักชนิดใดชนิดหนึ่งลงในสูตรมาตรฐาน ซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค หรือลดปริมาณของส่วนผสมที่เป็นแหล่งของไขมันหรือลดปริมาณน้ำตาลเพื่อลดพลังงาน

การเลือกใช้วัตถุดิบที่เป็นแหล่งของใยอาหาร ควรเลือกให้เหมาะสมกับชนิดของผลิตภัณฑ์ และควรใช้ในระดับที่ผู้บริโภคยอมรับได้ ผลจากการเติมใยอาหารลงในผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้น และพลังงานต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ปกติ แต่อาจมีผลกระทบต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านขนาด รูปร่าง สี กลิ่น รสชาติ หรือลักษณะเนื้อสัมผัส จนอาจทำให้การยอมรับของผู้บริโภคลดลง

2.3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำโอคารามาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร

ทัศนีย์ (2542) พัฒนาผลิตภัณฑ์หมูขอที่มีใยอาหารต่ำให้มีใยอาหารสูงขึ้น ด้วยการเสริมใยอาหารตามธรรมชาติ ได้แก่ ใยถั่วเหลือง ใยสับปะรด และใยชานอ้อย พบว่า ผู้ทดสอบชิมยอมรับหมูขอที่เสริมด้วยใยถั่วเหลืองร้อยละ 3.0 ใยสับปะรดร้อยละ 1.5 และใยชานอ้อยร้อยละ 1.5 โดยหมูขอเสริมใยถั่วเหลืองได้รับการยอมรับสูงกว่าใยสับปะรดและใยชานอ้อย และมีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้นจาก 1.21 กรัม/100 กรัม เป็น 4.91 กรัม/100 กรัม เมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของหมูขอเสริมใยถั่วเหลืองที่มีการใส่สารกันเสีย 3 ชนิด คือ โซเดียมเบนโซเอท ร้อยละ 0.1 โพแทสเซียมซอร์เบต ร้อยละ 0.1 และส่วนผสมระหว่างโซเดียมเบนโซเอท ร้อยละ 0.05 กับโพแทสเซียมซอร์เบต ร้อยละ 0.05 พบว่า สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (31-34 องศาเซลเซียส) นาน 2 วัน ส่วนการเก็บรักษาด้วยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส หมูขอเสริมใยถั่วเหลืองที่ไม่ใส่สารกันเสียสามารถเก็บได้นาน 35 วัน ในขณะที่หมูขอเสริมใยถั่วเหลืองใส่สารกันเสีย สามารถเก็บได้นานไม่น้อยกว่า 63 วัน และชนิดของสารกันเสียที่ใช้ให้ผลไม่แตกต่างกัน

กุลวดี และคณะ (2543) ได้ผลิตอาหารขบเคี้ยวโดยใช้ใยอาหารเข้มข้นจากกากถั่วเหลืองทั้งที่ไม่ได้สกัดและสกัดเอาน้ำมันออก พบว่า การใส่ใยอาหารเข้มข้นทำให้อาหารขบเคี้ยวมีใยอาหารและโปรตีนเพิ่มขึ้น ในการทดสอบหาความชอบและการยอมรับของผู้ชิม พบว่า การใส่ใยอาหารและไม่ใส่ใยอาหาร ไม่มีความแตกต่างกัน แต่การเติมใยอาหารจะช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร ไม่ให้ติดฟันขณะเคี้ยว ทำให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของตัวอย่างอาหารที่เติมใยอาหารเข้มข้นลงไป ปริมาณไม่เกินร้อยละ 10 มีคะแนนความชอบมากกว่าตัวอย่างอาหารที่ไม่ได้เติมใยอาหารเข้มข้น

Genta *et al.* (2002) นำไอคารามาใช้ในการผลิตลูกอม (nougat candy) โดยผสมไอคารา ถั่วลิสง กลูโคส น้ำมันที่ผ่านกระบวนการไฮโดรชัน น้ำตาลและกลิ่นธรรมชาติ พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบและยอมรับสูตรที่มีการเติมไอคาราน้อยที่สุด (ไอคารา 18.3% และถั่วลิสง 27.4%)

เรวดี (2545) พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเข้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นจากกากถั่วเหลืองที่เหลือจากการผลิตน้ำมันถั่วเหลือง ได้สูตรที่เหมาะสม ดังนี้ แป้งข้าวโพดร้อยละ 38.5 แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 21.56 แป้งกากถั่วเหลืองร้อยละ 16.94 น้ำตาลร้อยละ 8 นมผงร้อยละ 5 แบนะแซร์ร้อยละ 4 โกโก้ผงร้อยละ 3 เกลือร้อยละ 2.5 กลิ่นช็อกโกแลตร้อยละ 0.5 และมีการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต 2 กรัม ต่อส่วนผสมแห้ง 100 กรัม ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบรวมในระดับชอบเล็กน้อย และยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 86

พรพิมล และคณะ (2546) ทำการผลิตขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่ได้จากการทำนมถั่วเหลืองระดับครัวเรือน พบว่า สามารถใช้กากถั่วเหลืองได้ 160 กรัม ในสูตรขนม และสามารถเก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ ถุงเมเทอร์ไลท์ หรือ ถุงโพลีโพรพิลีน ก็ได้ ที่อุณหภูมิห้องอยู่ได้นานอย่างน้อย 28 วัน

โชษิตา และคณะ (2546) ศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองแทนการใช้แป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน พบว่า สามารถใช้กากถั่วเหลืองแทนแป้งสาลีได้ 100% และเพิ่มปริมาณน้ำ 30% ปรับอัตราส่วนของกะทิคือน้ำเป็น 50:30 จะได้ขนมทองม้วนที่มีโปรตีนและเส้นใยมากกว่า และมีไขมันน้อยกว่าขนมทองม้วนจากแป้งสาลี

กานดา (2547) ได้ใช้ไอคาราเพื่อทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้เนย พบว่า สามารถใช้ไอคาราทดแทนแป้งสาลีได้ 80% และใช้ไอคาราแห้งทดแทนแป้งสาลีได้ 30% และ ในคุกกี้ที่ใช้ไอคาราแห้งสามารถเติมน้ำได้ 10% สามารถใช้มาการีนทดแทนเนยสดได้ 100%

2.3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำเอาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร

นอกจากไอคาราแล้ว ยังมีวัสดุเหลือทิ้งหลายชนิด เช่น เปลือกถั่วเหลือง แขน สับประค นำมาใช้ในงานวิจัยเพื่อเพิ่มใยอาหารให้กับผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น

ธนพร (2540) ได้พัฒนาสูตรขนมปังเสริมใยอาหารโดยใช้เปลือกถั่วเหลือง พบว่า สามารถใช้เปลือกถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีได้ 15% และเมื่อเพิ่มปริมาณเปลือกถั่วเหลืองทำให้ปริมาณขนมปังลดลง เพิ่มปริมาณน้ำในสูตร 5-10% ของน้ำหนักแป้ง ก็ทำให้ปริมาณขนมปังเพิ่มขึ้น แต่ไม่สามารถปรับปรุงให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสดีขึ้นได้

สุชาดา (2541) พัฒนาสูตรโคนัทเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองและผลต่ออาการน้ำมันที่ใช้ทอด พบว่า สามารถใช้ปริมาณเปลือกถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลี ได้มากที่สุด คือ 30% ในผลิตภัณฑ์โคนัทเค้ก และ 15% ในผลิตภัณฑ์โคนัทบิสคัต และผลิตภัณฑ์โคนัททั้งสองสูตรที่เสริม

ใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองนี้มีใยอาหารสูงกว่าสูตรคั้นแบบ จากการศึกษาระสิทธิภาพในการลดการอมน้ำมันในชั้นคอนทอค โดยใช้ค่า Oil Uptake Ratio พบว่า เมื่อใช้เปลือกถั่วเหลืองทดแทนบางส่วนของแป้งสาลี ในสูตรโคนัทชีสที่ไม่สามารถลดการอมน้ำมันลงได้ ส่วนสูตรโคนัทเค้ก สามารถลดการอมน้ำมันได้ประมาณร้อยละ 5-23

Prakongpan (1998) ทำการสกัดเส้นใยอาหาร (dietary fiber) และเซลลูโลสจากแกนสับประรด การสกัดใช้แอลกอฮอล์ ได้ใยอาหาร 99.8% dry basis และเซลลูโลส 95.2% dry basis ทั้งสองชนิดมีค่า a_w 0.25 ใยอาหารมี pH 6.2 ส่วนเซลลูโลสมี pH 4.0 รูปร่างของใยอาหารที่ได้มีขนาดแตกต่างกันและต่างกับใยอาหารอุตสาหกรรม ทำการเสริมใยอาหารที่ได้ในผลิตภัณฑ์โคนัท พบว่าความชื้นของโคนัทที่เสริมใยอาหารหลังทอดสูงกว่า แต่ค่า oil-uptake ในระหว่างทอดน้อยกว่าโคนัทที่ไม่ได้เสริมใยอาหาร และทดลองเสริมใยอาหารนี้ในเบอร์เกอร์เนื้อ พบว่า ใยอาหารเพียงเล็กน้อย ประมาณ 2% ก็ทำให้น้ำหนักของเบอร์เกอร์หลังการทำเพิ่มขึ้น

พิชญากรณ์ (2542) พัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กเนยเสริมใยอาหารจากกากสับประรด พบว่าปริมาณกากสับประรดมีผลต่อลักษณะเค็กล้วนความแน่นเนื้อ ความรู้สึกมีเส้นใยและความชอบโดยรวม สามารถเติมปริมาณกากสับประรดได้สูงสุด 10% และการเติมกากสับประรดผง 10% ไม่มีผลต่อค่าความสูง ปริมาตรจำเพาะ และ hardness แต่มีผลต่อค่าความหนืดของส่วนผสมเหลว , springiness และ cohesiveness เค้กเนยเสริมกากสับประรด 10% ประกอบด้วย ไข่ 2.13% คาร์โบไฮเดรต 49.35% ไขมัน 26.08% ใยอาหาร 0.75% โปรตีน 1.14 % และความชื้น 20.55 % เมื่อทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส ผู้บริโภครู้สึกว่าความชอบรวมเฉลี่ยมีค่า 6.27 คะแนน คือมีความชอบเล็กน้อย ต่อมา Seekeow (2001) ได้เสริมใยอาหารจากชานอ้อยในคุกกี้และเค้ก พบว่าสำหรับคุกกี้ สามารถใช้ชานอ้อยทดแทนแป้งสาลีได้ 5% ส่วนเค้ก ใช้ชานอ้อยทดแทนแป้งสาลีได้ 20% เค้กที่เสริมชานอ้อยมีเนื้อสัมผัสหยาบซึ่งแตกต่างจากเค้กที่ไม่ใส่ชานอ้อยอย่างเห็นได้ชัด แต่เค้กที่เสริมชานอ้อยให้ใยอาหาร 2.5 g. ต่อปริมาณที่แนะนำให้บริโภค นอกจากนี้พลังงานยังลดลง 4% แต่ราคาของวัตถุดิบในการผลิตเค้กเสริมใยอาหารจากชานอ้อยสูงกว่าเค้กที่ไม่ได้ใช้ชานอ้อย

2.4 การทดสอบอาหารด้วยประสาทสัมผัส (ปราณี, 2547)

มนุษย์รู้จักใช้ประสาทสัมผัสบอกตนเองและบอกผู้อื่น ในการตัดสินใจว่า อาหารหรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มีสี กลิ่น รส ลักษณะเนื้อสัมผัส และความพอใจในระดับต่าง ๆ ได้ ตั้งแต่แรกเกิดมนุษย์ค่อย ๆ พัฒนาการเรียนรู้และการรับรู้ผ่านระบบประสาทสัมผัสของมนุษย์เองจนเกิดความแม่นยำเสมอเหมือนมนุษย์ที่มีประสาทสัมผัสเป็นอุปกรณ์ทดสอบอาหาร จนกระทั่งเกิดเป็นหลักการของศาสตร์สำคัญที่สามารถใช้งานร่วมกับกิจกรรมต่าง ๆ ทุกระดับ ของภาคการวิจัยและ

ภาคการผลิต และวงการอุตสาหกรรมอาหารต้องยอมรับว่า ผลิตภัณฑ์อาหารที่ไม่ผ่านการทดสอบด้วยประสาทสัมผัสของมนุษย์เสมือนเป็นสินค้าที่ไม่มีใครรู้จักหรือสินค้าตาบอด (blind product)

2.4.1 ยุทธวิธีของการใช้ประสาทสัมผัสเพื่อวิเคราะห์คุณภาพอาหาร

2.4.1.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการ หมายถึง การกำหนดขอบเขตของงาน เช่น งานการควบคุมคุณภาพอาหารในสายการผลิต งานการติดตามอายุผลิตภัณฑ์

2.4.1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ของการทดสอบหรือวิธีทดสอบเฉพาะ หมายถึง การกำหนดเป้าหมายของวิธีทดสอบ เช่น กรณีงานควบคุมคุณภาพ อาจจะต้องเลือกวิธีการทดสอบความแตกต่างรวมของผลิตภัณฑ์ในแต่ละรุ่นของการผลิตซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการติดตามความสม่ำเสมอด้านคุณภาพรวมที่ต้องการจะควบคุม

2.4.1.3 กระบวนการทดสอบด้วยประสาทสัมผัส

2.4.1.3.1 การเตรียมตัวอย่างหรือการคัดกรองตัวอย่าง ตัวอย่างอาหารที่เตรียมเพื่อการทดสอบในวิธีต่าง ๆ ต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของวิธีทดสอบนั้น ๆ เช่น ในวิธีทดสอบความแตกต่างรวม (overall difference test) ของน้ำผลไม้ ชา กาแฟ ให้พิจารณาตามลักษณะธรรมชาติของการบริโภคผลิตภัณฑ์

2.4.1.3.2 การเตรียมแบบทดสอบ แบบทดสอบสำหรับงานการประเมินคุณภาพด้วยประสาทสัมผัส จัดเป็นอุปกรณ์สำคัญที่จะสื่อระหว่างผู้ทดสอบกับอาหารที่ทดสอบ ดังนั้น สิ่งสำคัญ คือ ภาษาที่ใช้ในแบบสอบถาม และคำถามที่ต้องการคำตอบ ซึ่งต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

2.4.1.3.3 การเลือกวิธีทดสอบ วิธีทดสอบด้วยประสาทสัมผัส แบ่งเป็น 2 ประเภท

1. การทดสอบเชิงวิเคราะห์ (analytical test) ได้แก่ การวิเคราะห์เชิงคุณภาพและการวิเคราะห์เชิงปริมาณ วิธีนี้ใช้ผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกหัดเพียงพอที่จะให้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้ว่า มีความแม่นยำ

2. การทดสอบความพอใจและการยอมรับ (affective test) การทดสอบแบบนี้ต้องใช้ผู้ทดสอบจำนวนมากและไม่ต้องผ่านขั้นตอนการฝึกหัด เพียงแค่คัดเลือกหรือสุ่มจากผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย เพราะผู้ทดสอบ คือ ผู้บริโภคผลิตภัณฑ์

2.4.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลเชิงสถิติ การวิเคราะห์ข้อมูลให้พิจารณาจากข้อมูลที่รวบรวมจากการทดสอบในแต่ละวิธีของการทดสอบ โดยพิจารณาควบคู่กับวัตถุประสงค์ของวิธีทดสอบในข้อ 2.4.1.2 จากนั้นพิจารณากับข้อมูลแวดล้อมอื่น ๆ เช่น ข้อมูลทาง

สังคม คุณภาพทางโภชนาการ นำมาประกอบกันและพิจารณาควบคู่กับวัตถุประสงค์ของโครงการ ในข้อ 2.4.1.1 เพื่อจะได้ทราบถึงความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ช่วยให้สรุปภาพรวมของการทดสอบด้วยประสาทสัมผัสที่เป็นระบบเครื่องช่วยได้ชัดเจนขึ้น เพื่อจะได้ข้อมูลที่ใช้อ้างอิงได้

2.4.2 การจำแนกวิธีการทดสอบด้วยประสาทสัมผัส แบ่งเป็น 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ

2.4.2.1 วิธีทดสอบเชิงวิเคราะห์ (Analytical method) เป็นวิธีการใช้มนุษย์เป็นเสมือนอุปกรณ์หรือเครื่องจักร (machines) ไม่ใช่เป็นผู้บริโภค ดังนั้น มนุษย์เครื่องจักรทำหน้าที่อธิบายรายละเอียด จำแนกความแตกต่างตามสเกลที่คำถามกำหนดไว้ แบ่งเป็น 2 วิธี คือ

2.4.2.1.1 การทดสอบความแตกต่าง(Discriminative test / Difference test) แบ่งเป็น

1. Overall difference test ได้แก่ Triangle test, Two-out-of-five test, Duo-trio test, Simple difference test, “A” – “not A” test, Difference – from – control test, Similarity test

2. Attribute difference test ได้แก่ Directional paired comparison test of 2 samples, Ranking test (>2 samples), Multisample difference test

3. Sensitivity test ได้แก่ Threshold test, Dilution test

2.4.2.1.2 การทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive test) ได้แก่ Scoring test, Ratio scaling/magnitude estimation test, QDA, Flavor/Texture profile test

2.4.2.2 วิธีทดสอบการยอมรับ (Affective method) เป็นวิธีการทดสอบการตอบรับของมนุษย์ในฐานะผู้บริโภคตัวจริง ได้แก่ Preference test, Acceptance test / Hedonic test / Just About Right (JAR) test

ในงานวิจัยนี้ เลือกใช้ การทดสอบการยอมรับ โดยใช้วิธีทดสอบฮีโดนิค (Hedonic test) แบบ 5 จุด และวิธีทดสอบสเกลพอดี (Just-about-right, JAR test) แบบ 3 จุด ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 สเกลลีโคนิกและสเกลพอดีที่ใช้ในการทดสอบการยอมรับ

| สเกลลีโคนิกแบบ 5 จุด | สเกลพอดีแบบ 3 จุด |
|------------------------------------|--------------------------|
| 1 ไม่ชอบมาก (dislike very much) | 1 น้อยเกินไป (too light) |
| 2 ไม่ชอบ (dislike) | 2 พอดี (just right) |
| 3 เฉย ๆ (neither like nor dislike) | 3 มากเกินไป (too strong) |
| 4 ชอบ (like) | |
| 5 ชอบมาก (like very much) | |

ที่มา : ปราณี (2547)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 แป้งข้าวหอมมะลิ ของสถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอุตสาหกรรม เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ

3.1.1.2 ไข่ไก่ เบอร์ 1 ของซีพี

3.1.1.3 นมข้นจืด ตราเรือใบ

3.1.1.4 นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำ ของสถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ

3.1.1.5 น้ำตาลทรายป่น ตราอิมพีเรียล

3.1.1.6 เนยสดชนิดจืด ตราออร์คิด

3.1.1.7 มาร์การีนสูตรเพิ่มกลิ่นเนยสด ตราเบสท์ฟูลล์

3.1.1.8 กลิ่นเนย ตราวินเนอร์

3.1.1.9 กากถั่วเหลืองสดหรือ โอคารา จากร้านขายน้ำเต้าหู้ของคุณบุญเลิศ ในหมู่บ้านบัวทอง 4 อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี

3.1.1.10 สารอิมัลซิไฟเออร์ (EC 25K) ของบริษัท อเมริกันเบเกอร์

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเค้กเนยสด

3.1.2.1 เครื่องครัว เช่น ถ้วย ช้อน พายพลาสติก ถาดอบขนม และตราชั่งน้ำหนัก

3.1.2.2 เครื่องผสม ยี่ห้อ KENWOOD รุ่น HM 400 PK 097/AD

3.1.2.3 พิมพ์ขนม

3.1.2.4 คู่ออบ

3.1.3 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.1.3.1 เครื่องวัด water activity (Novaxina, Switzerland)

3.1.3.2 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer TA-XT2, United Kingdom)

3.1.3.3 เครื่องวัดสี (Minolta CR-300, Japan)

3.1.4 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.1.4.1 คู่ออบลมร้อน (Memmert UM 400, Germany)

- 3.1.4.2 เตาเผาถ่าน (Carbolite furnace, Germany)
- 3.1.4.3 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (WTW Innolab, Germany)
- 3.1.4.4 เครื่องมือชุดวิเคราะห์โปรตีน (Gerhardt, Germany)
- 3.1.4.5 เครื่องมือชุดวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (Gerhardt, Germany)
- 3.1.4.6 เครื่องมือชุดวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย (Velp-CSF6, Italy)
- 3.1.4.7 เครื่องมือวัดสี (Chromameter, Japan)

3.1.5 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- 3.1.5.1 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (TOMY SS-245, Japan)
- 3.1.5.2 ตู้บเพาะเชื้อ (Mettler, Germany)
- 3.1.5.3 อุปกรณ์เครื่องแก้ว
- 3.1.5.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ สำหรับการหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์ รา

3.1.6 อุปกรณ์สำหรับการทดสอบอายุการเก็บรักษา

- 3.1.6.1 ถุงพลาสติกชนิด polypropylene (PP) ความหนา 0.07 มิลลิเมตร คราหมาก รุก
- 3.1.6.2 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์
- 3.1.6.3 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.1.7 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- 3.1.7.1 ผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิเสริมใยโอคารา
- 3.1.7.2 แบบทดสอบ

3.2 สถานที่ดำเนินการทดลอง

3.2.1 การทดสอบทางห้องปฏิบัติการ ดำเนินการที่ ห้องปฏิบัติการสาขาสุขภาพอาหาร และห้อง ปฏิบัติการเคมีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.2.2 การทดสอบผู้บริโภค ดำเนินการที่ บริษัท ไทยฟู้ดส์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

3.3 วิธีการทดลอง

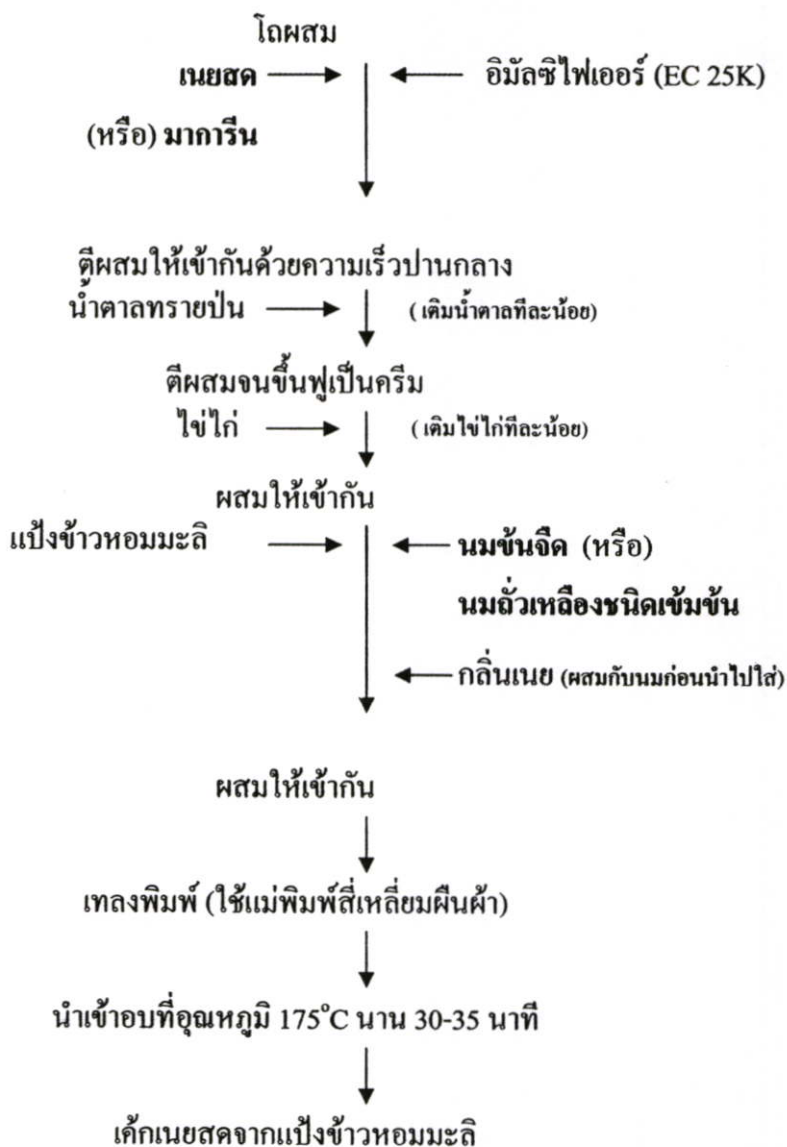
3.3.1 การศึกษาการใช้น้ำมันถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำทดแทนนมข้นจืดและมาการีนทดแทนเนยสด

ทำการเตรียมเค้กเนยจากแป้งข้าวหอมมะลิทั้งหมด 4 สูตร ได้แก่ เค้กสูตรควบคุม (ใช้นมข้นจืดและเนยสด) เค้ก A (ใช้น้ำมันถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำและเนยสด) เค้ก B (ใช้นมข้นจืดและมาการีน) และเค้ก C (ใช้น้ำมันถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำและมาการีน) โดยใช้สูตรของส่วนผสมต่าง ๆ ดังตารางที่ 3.1 และวิธีการผลิตเค้ก ดังภาพที่ 3.1 หลังจากนั้นนำไปทดสอบการยอมรับโดยใช้วิธีทดสอบสเกลพอคี้ (Just-about-right) แบบ 3 จุด (จุด 1 น้อยเกินไป – จุด 3 มากเกินไป) และทดสอบความชอบโดยใช้วิธีทดสอบฮีโดนิค (Hedonic) ระดับ 5 จุด (ช่วงคะแนน 1 ไม่ชอบมาก – 5 ชอบมาก) ในปัจจัยคุณภาพ คือ สี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ กับผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 12 คน ค่าที่ได้แต่ละปัจจัยนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ ANOVA โดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design (RCBD) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 11 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test และนำผลเฉลี่ยของแต่ละคุณลักษณะไปทำกราฟไฮแมงมุม เพื่อวิเคราะห์สูตรเค้กที่มีคะแนนใกล้เคียงกับเค้กสูตรควบคุมมากที่สุด

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมในการทำเค้กเนยสดจากแป้งข้าวหอมมะลิ

| ลำดับ | วัตถุดิบ | เค้กสูตรควบคุม | | เค้ก A | | เค้ก B | | เค้ก C | |
|-------|---------------------------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|
| | | ปริมาณ (กรัม) | ปริมาณ (%) | ปริมาณ (กรัม) | ปริมาณ (%) | ปริมาณ (กรัม) | ปริมาณ (%) | ปริมาณ (กรัม) | ปริมาณ (%) |
| 1 | แป้งข้าวหอมมะลิ | 300 | 27.6 | 300 | 27.6 | 300 | 27.6 | 300 | 27.6 |
| 2 | น้ำตาลทรายป่น | 200 | 18.4 | 200 | 18.4 | 200 | 18.4 | 200 | 18.4 |
| 3 | นมข้นจืด | 68 | 6.3 | - | - | 68 | 6.3 | - | - |
| 4 | นมถั่วเหลืองชนิดเข้มข้นไขมันต่ำ | - | - | 68 | 6.3 | - | - | 68 | 6.3 |
| 5 | เนยสด | 173 | 15.9 | 173 | 15.9 | - | - | - | - |
| 6 | มาการีน | - | - | - | - | 173 | 15.9 | 173 | 15.9 |
| 7 | ไข่ไก่ | 300 | 27.6 | 300 | 27.6 | 300 | 27.6 | 300 | 27.6 |
| 8 | EC 25 K | 40 | 3.7 | 40 | 3.7 | 40 | 3.7 | 40 | 3.7 |
| 9 | กลิ่นเนย | 6 | 0.5 | 6 | 0.5 | 6 | 0.5 | 6 | 0.5 |

ที่มา : คัดแปลงจากสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร (2548)



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทำเค้กเนยสดจากแป้งข้าวหอมมะลิ

ที่มา : ดัดแปลงจากสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร (2548)

3.3.2 การศึกษาปริมาณของโอคาราที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนยแป้งข้าวหอมมะลิ

3.3.3.1. การตรวจสอบคุณภาพของโอคารา

ทำการเก็บตัวอย่าง โอคาราจากแหล่งผลิตน้ำเต้าหู้ในช่วงเวลาที่ได้อาคารา เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ในระหว่างที่รอการตรวจสอบคุณภาพให้นำโอคารามา เก็บรักษาไว้ในช่องแช่เย็นของตู้เย็น (อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส) เก็บตัวอย่างโอคาราสองอาทิตย์ ต่อครั้ง จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 2 กิโลกรัม ในแต่ละครั้ง เช็กปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โยอาหาร และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่มีในโอคารา แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นคุณภาพของโอคาราที่ได้จากการทำน้ำเต้าหู้

3.3.3.2. การเตรียมและการตรวจสอบคุณภาพผงโอคารา มีการเตรียม 2 วิธี ดังนี้

ในงานวิจัยที่มีการนำเอาโอคาราไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารนั้น มีวิธีการเตรียมโอคาราหลายวิธี สำหรับงานวิจัยที่ต้องการโอคาราเพื่อเพิ่มเส้นใยอาหารให้กับผลิตภัณฑ์ มักจะเตรียมโอคาราโดยการล้างโอคาราก่อนอบเพื่อให้ได้เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ส่วนงานวิจัยที่นำโอคาราไปทดแทนแป้งในผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ มักจะเตรียมโอคาราโดยการนึ่งโอคาราก่อนอบเพื่อลดกลิ่นฉุนหรือนำโอคาราไปอบโดยตรง ดังนั้น ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำโอคารามาเพิ่มเส้นใยอาหารให้กับผลิตภัณฑ์และต้องการแทนที่แป้งข้าวหอมมะลิ จึงทดลองเตรียมสองวิธี ดังนี้

วิธีการที่ 1 ใช้วิธีการเตรียมของทัศนีย์ (2542) โดยทำการชั่งน้ำหนักโอคาราแล้วนำมาล้างน้ำจนกระทั่งน้ำล้างใส หลังจากนั้นอบให้แห้งโดยเครื่องอบแห้งลมร้อน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำมาบดให้ละเอียด และร่อนด้วยตะแกรงร่อน ผงที่ผ่านตะแกรงร่อน ตั้งชื่อว่า ผงโอคารา กำหนดให้เป็น ผงโอคารา A ทำการชั่งน้ำหนัก และตรวจสอบคุณภาพโดยเช็คปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่า TBARS

วิธีการที่ 2 ใช้วิธีการเตรียมของมาลี (2541) โดยทำการชั่งน้ำหนักโอคาราแล้วนำโอคารามาปั่นบนไอน้ำเดือดนาน 30 นาที นำไปเกลี่ยบาง ๆ บนถาด อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำไปบดให้ละเอียด และร่อนด้วยตะแกรงร่อน ผงที่ผ่านตะแกรงร่อน ตั้งชื่อว่า ผงโอคารา กำหนดให้เป็น ผงโอคารา B ทำการชั่งน้ำหนัก และตรวจสอบคุณภาพโดยเช็คปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่า TBARS

การเก็บรักษาผงโอคารา

บรรจุผงโอคาราที่ได้จากแต่ละวิธีการลงในถุงพลาสติก PP ขนาด 5x8 นิ้ว ความหนา 0.07 มิลลิเมตร ใช้มีอริคลมออกให้เหลือน้อยที่สุดแล้วมัดปากถุงด้วยหนังยางรัดของให้แน่น แล้วเก็บรักษาตัวอย่างในช่องแช่เย็นของตู้เย็น (อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส) เพื่อรอการตรวจสอบคุณภาพในขั้นต่อไป

3.3.3.3. การตรวจสอบคุณภาพผงโอคาราในขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส

ทำการตรวจสอบคุณภาพของผงโอคาราซึ่งบรรจุในถุงพลาสติก polypropylene จากข้อ 3.3.2.2 ในระหว่างการเก็บรักษาในช่องแช่เย็นของตู้เย็น (อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส) ทุก 3 วัน จนครบ 9 วัน โดยตรวจสอบค่าปริมาณความชื้น และค่า TBARS

3.3.3.4. การผลิตเค้กเนยสดโดยการแทนที่แป้งข้าวหอมมะลิด้วยผงโอคารา

ในงานวิจัยส่วนใหญ่ที่มีการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น เปลือกถั่วเหลือง แคนสับประรด ชานอ้อย มาเสริมในผลิตภัณฑ์อาหาร อัตราส่วนที่ผู้บริโภครับอยู่ ในช่วงร้อยละ 8-30 ดังนั้น งานวิจัยนี้ทำการทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิในสูตรด้วยผงโอคาราที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อ 3.3.2.2 ในอัตราส่วน คือ ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิ 10 15 20 25 และ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้ง ใช้สูตรเค้กเนยจากแป้งข้าวหอมมะลิที่ได้รับการยอมรับจากข้อ 3.3.1 และตัวอย่างควบคุม คือ ไม่ใช้ผงโอคารา ทำการผลิตเค้กดังภาพที่ 3.1 จากนั้นทำการทดสอบผลทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีทดสอบสเกลพอดี (Just-about-right) แบบ 3 จุด (จุด 1 น้อยเกินไป – จุด 3 มากเกินไป) และวิธีทดสอบฮีโดนิค (Hedonic) ระดับ 5 จุด (ช่วงคะแนน 1 ไม่ชอบมาก – 5 ชอบมาก) ในปัจจัยคุณภาพ คือ สี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 12 คน ทดลอง 3 ซ้ำ ค่าที่ได้แต่ละปัจจัยนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ ANOVA โดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design (RCBD) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 11 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) และนำผลเฉลี่ยของแต่ละคุณลักษณะไปทำกราฟไขแมงมุม เพื่อวิเคราะห์สูตรของเค้กเนยสดแป้งปลายข้าวหอมมะลิเสริมโยโคาราที่มีคะแนนการยอมรับมากที่สุด

3.3.3 การศึกษาคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์

ทำการเตรียมเค้กเนยสดแป้งข้าวหอมมะลิที่มีการเติมผงโอคารา (ตั้งชื่อว่า เค้กเนยโอคารา) ที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุดจากข้อ 3.3.2.4 โดยเตรียมตัวอย่างเค้กจำนวนสองชุด ชุดที่หนึ่งสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพและเคมี อีกหนึ่งชุดสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ สำหรับตัวอย่างชุดที่หนึ่ง เตรียมโดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างเค้กประมาณ 200 กรัม ต่อถาด ใส่ถาด PP ขนาด 6x9 นิ้ว ริดลมออกให้เหลือน้อยที่สุดด้วยมือ แล้วทำการปิดผนึกให้สนิทด้วยเครื่องปิดผนึก สำหรับตัวอย่างเค้กชุดที่สองเตรียมเช่นเดียวกับชุดที่ 1 แต่ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 30 กรัมต่อถาด ตัวอย่างเค้กชุดที่สองนี้ ให้เตรียมสองชุดย่อยสำหรับการวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมดและการวิเคราะห์ฮีสต์และรานำมาทดสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.3.3.1. คุณภาพด้านกายภาพ ได้แก่ ค่า water activity นำตัวอย่างเค้กซึ่งบดหยาบ ๆ ใส่ในตลับพลาสติกประมาณ 80% ของตลับ แล้วนำไปวัดค่าโดยใช้เครื่อง Thermoconstanter รุ่น novasina ตามวิธีการดังแสดงในภาคผนวก ค.

3.3.3.2. คุณภาพด้านเคมี ได้แก่

- 1) ปริมาณไขมัน โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างเค็กที่ผ่านการอบไล่ความชื้นแล้ว 5 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ที่ผ่านการอบแล้ว นำไปวัดค่าโดยใช้วิธีการวัดปริมาณไขมัน ดังแสดงในภาคผนวก ค.
- 2) ปริมาณโปรตีน โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างเค็ก 1 กรัม ใส่ในขวดย่อยโปรตีน นำไปวัดค่าโดยใช้วิธีการวัดปริมาณโปรตีน ดังแสดงในภาคผนวก ค.
- 3) ปริมาณเยื่อใย โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างเค็กที่ผ่านการอบไล่ความชื้นแล้ว ประมาณ 1 กรัม นำไปวัดค่าโดยใช้วิธีการวัดปริมาณเยื่อใย ดังแสดงในภาคผนวก ค.
- 4) ความชื้น โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างเค็กประมาณ 5 กรัม ใส่ในจานหาความชื้นที่ผ่านการอบแล้ว นำไปอบตามวิธีการวัดความชื้น ดังแสดงในภาคผนวก ค.
- 5) ค่าสี ($L^* a^* b^*$) โดยปรับระบบการวัดสีของเครื่อง Chromameter ให้เป็น $L a b$ แล้ววางปลายของหัววัดให้แนบกับผิวของตัวอย่างเค็ก
- 6) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยเตรียมสารละลายของตัวอย่าง 10% w/v (ใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย) แล้วทำการวัดค่า pH โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง

3.3.3.3. คุณภาพด้านจุลินทรีย์ ได้แก่

- 1) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) โดยชั่งตัวอย่างเค็ก 25 กรัม เติมสารละลายเปปโตนร้อยละ 0.01 จำนวน 225 มิลลิลิตร นำเข้าเครื่องตีผสมอาหารนาน 1 นาที จะได้ความเจือจางของตัวอย่างเค็กเป็น 1:10 แล้วทำการเจือจางตัวอย่างนี้ด้วยสารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ในหลอดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วจนได้ระดับความเจือจางที่ต้องการ จากนั้นใช้ปิเปตคูดตัวอย่างอาหารจำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ตามวิธีการดังแสดงในภาคผนวก ค.
- 2) ยีสต์และรา (Yeast and Mold) โดยชั่งตัวอย่างเค็ก 25 กรัม เติมสารละลายเปปโตนร้อยละ 0.01 จำนวน 225 มิลลิลิตร นำเข้าเครื่องตีผสมอาหารนาน 1 นาที จะได้ความเจือจางของตัวอย่างเค็กเป็น 1:10 แล้วทำการเจือจางตัวอย่างนี้ด้วยสารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ในหลอดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วจนได้ระดับความเจือจางที่ต้องการ จากนั้นใช้ปิเปตคูดตัวอย่างอาหารจำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar ตามวิธีการดังแสดงในภาคผนวก ค.

3.3.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

ทำการเตรียมผลิตภัณฑ์เค้กเนยโอคาราโดยใช้สูตรที่ได้จากข้อ 3.3.2.4 มาศึกษาอายุการเก็บรักษา สำหรับการตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส ให้บรรจุตัวอย่าง

เค็กประมาณ 200 กรัมต่อถุง ในถุงพลาสติกชนิด PP ขนาด 6x9 นิ้ว รีดลมออกด้วยมือให้เหลือน้อยที่สุด แล้วทำการปิดปากถุงให้สนิทด้วยเครื่องปิดผนึก(sealer) สำหรับการตรวจสอบด้านจุลินทรีย์ ให้บรรจุตัวอย่างเค็กประมาณ 30 กรัมในถุงพลาสติกชนิด PP รีดลมออกด้วยมือให้เหลือน้อยที่สุด แล้วทำการปิดปากถุงให้สนิทด้วยเครื่องปิดผนึก(sealer) จากนั้นนำตัวอย่างเค็กเหล่านี้ไปเก็บรักษาที่ 3 สภาวะ คือ ที่อุณหภูมิห้อง (30-35 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิแช่เย็นในตู้เย็น (8-10 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิแช่แข็งในช่องแช่แข็งของตู้เย็น (-5 ถึง -10 องศาเซลเซียส) สำหรับการตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพและเคมี ให้ทำการสุ่มตัวอย่างทุก 3 วัน เป็นระยะเวลา 9 วัน ส่วนการตรวจสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์และประสาทสัมผัส ให้ทำการสุ่มตัวอย่างทุก 2 วัน เป็นระยะเวลา 10 วัน ตรวจสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.3.4.1. ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ตามที่ระบุไว้ในข้อ 3.3.3.1

3.3.4.2. ตรวจสอบคุณภาพทางเคมี โดยการวัดค่า TBARS (Kirk and Sawyer,1991)

3.3.4.3. ตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ ตามที่ระบุไว้ในข้อ 3.3.3.3

3.3.4.4. ตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส สำหรับตัวอย่างเค็กจากอุณหภูมิแช่แข็งและแช่เย็นในตู้เย็นต้องนำมาตั้งไว้ให้คลายความเย็นก่อนที่อุณหภูมิห้องแล้วจึงทำการตรวจสอบ ส่วนตัวอย่างเค็กที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสามารถตรวจสอบได้เลย โดยใช้วิธีทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบฮีโดนิค(Hedonic scale) ระดับ 5 จุด (ช่วงคะแนน 1 ไม่ชอบมาก – 5 ชอบมาก) ในปัจจัยคุณภาพ คือ สี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์

ค่าคุณภาพต่าง ๆ ที่ได้จากการตรวจสอบคุณภาพแต่ละด้าน นำมาวิเคราะห์เพื่อประเมินอายุการเก็บรักษาของเค็กเนยไอคาราที่เก็บรักษาไว้ในสภาวะต่าง ๆ กัน

3.3.5 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค็กเนยไอคารา

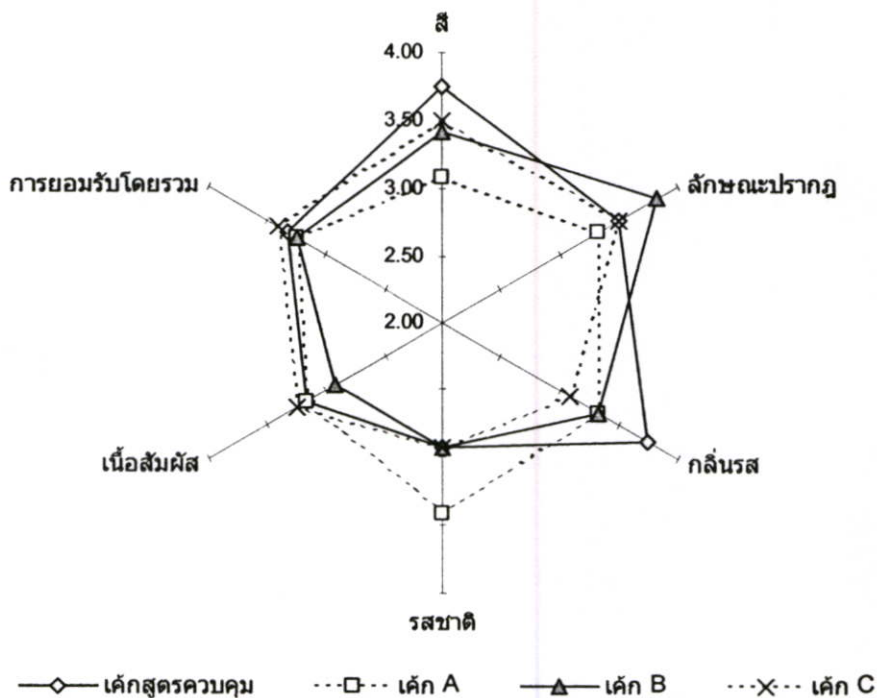
ทำการเตรียมตัวอย่างเค็กเนยไอคาราโดยใช้สูตรที่ได้จากข้อ 3.3.2.4 นำมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 100 คน ไม่จำกัดเพศและอายุ ซึ่งเป็นพนักงานของบริษัท ไทยฟู้ดส์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ใช้วิธีทดสอบฮีโดนิค (Hedonic) ระดับ 5 จุด (ช่วงคะแนน 1 ไม่ชอบมาก – 5 ชอบมาก) แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากการทดสอบโดยใช้สถิติ

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลการใช้น้ำมันถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำทดแทนนมข้นจืดและมาร์การีนทดแทนเนยสดในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดแป้งข้าวหอมมะลิ

จากการนำนมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำทดแทนนมข้นจืด (ซึ่งทำจากนมวัว) และมาร์การีนทดแทนเนยสดในเค้กเนยแป้งข้าวหอมมะลิสุตรควบคุม เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เค้กเนยแป้งข้าวหอมมะลิที่ผู้บริโภคไม่สามารถรับประทานนมวัว และเพื่อเพิ่มเส้นใยอาหารและลดปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ ราคาของมาร์การีนยังถูกกว่าเนยสด จึงเป็นการลดต้นทุนการผลิตอีกด้วย นำตัวอย่างเค้กทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยการทดสอบความชอบ (5-point hedonic scale) และการทดสอบความพอดี (just about right) ใช้ผู้ทดสอบ 12 คน ได้คะแนนคุณภาพเฉลี่ยของการทดสอบความชอบ แสดงดังตารางที่ ข1 (ภาคผนวก ข) และภาพที่ 4.1 ในขณะที่ผลการทดสอบความพอดี ซึ่งมีคะแนน 3 ระดับ คือ น้อยเกินไป พอดี และมากเกินไป ผลการทดสอบความพอดี แสดงในตารางที่ ข2 (ภาคผนวก ข)



ภาพที่ 4.1 กราฟใยแมงมุมของผลคะแนนความชอบเฉลี่ยของเค้กเนยสดแป้งข้าวหอมมะลิ โดยใช้น้ำมันถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำและมาร์การีน

ผลการใช้นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำทดแทนนมชั้นจืด พบว่า จากผลการทดสอบความพอดี ผู้ทดสอบส่วนใหญ่รู้สึกว่าการเคี้ยวรสเค็มซึ่งใช้นมชั้นจืดมีสีเหลืองพอดีแล้วซึ่งมีคะแนนสูงถึงร้อยละ 75 ในขณะที่เค้กสูตร A ซึ่งใช้นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำมีสีเหลืองค่อนข้างน้อยเกินไป สีของเค้กที่ได้ออกน้ำตาลเข้มมากกว่าสีเหลืองเล็กน้อย สำหรับคุณลักษณะด้านอื่น ๆ ผู้ทดสอบให้ความรู้สึกรู้สึกว่า เค้กสูตรควบคุมและเค้กสูตร A มีความพอดีแล้ว ร้อยละความพอดีของเค้กทั้งสองชนิดนี้ไม่แตกต่างกันมากนัก

สำหรับผลการทดสอบความชอบ พบว่า เค้กสูตรควบคุมซึ่งใช้นมชั้นจืด มีคะแนนความชอบเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านสี ลักษณะปรากฏ และกลิ่นรสมากกว่าเค้กสูตร A ซึ่งใช้นมถั่วเหลืองเพียงเล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสีของเค้ก A มีสีเหลืองสวายน้อยกว่าเค้กสูตรควบคุม เป็นผลมาจากสีของนมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำมีสีขาวออกคล้ำ แต่สีของนมชั้นจืดมีสีขาวอมน้ำตาลอ่อน และนมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำยังไม่มีย่านตาลแลคโตส มีเพียงน้ำตาลทรายหรือน้ำตาลชนิดอื่น ส่งผลให้สีของเค้ก A ที่ใช้นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำคือยกว่าสีของเค้กสูตรควบคุมที่ใช้นมชั้นจืดซึ่งมีน้ำตาลแลคโตสช่วยในการเกิดปฏิกิริยามอลลาร์ด (maillard reaction) และคาราเมลไลเซชัน (caramelization reaction) ทำให้มีสีเหลืองสวายน้อยกว่า ส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่นรสนั้น เค้กสูตรควบคุมมีคะแนนความชอบเฉลี่ยมากกว่าเล็กน้อย เป็นผลมาจากนมชั้นจืดจะมีปริมาณแร่ธาตุ วิตามิน และไขมันมากกว่า ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ดีกว่าเค้ก A ที่ใช้นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำ อย่างไรก็ตามคะแนนความชอบเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ในการผลิตเค้กนั้น นมมีหน้าที่ช่วยให้การเกิดสีของผลิตภัณฑ์ที่ดี ซึ่งเป็นผลมาจากน้ำตาลในนม ช่วยเพิ่มปริมาตรให้แก่ผลิตภัณฑ์ และช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหาร เนื่องจากในนมจะมีแร่ธาตุและวิตามินต่าง ๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสที่ดีขึ้น นอกจากนี้ในองค์ประกอบของนมมีโปรตีน ทำให้เกิดกลูเตนซึ่งมีผลกับโครงสร้างของเค้ก ส่วนของน้ำในนมจะช่วยรวมส่วนผสมต่าง ๆ ให้เข้าด้วยกัน ช่วยให้ผลิตภัณฑ์เค้กมีความแข็งและความนุ่มทั้งสองอย่างได้ ดังนั้น สามารถใช้นมชั้นจืดหรือนมถั่วเหลืองเข้มข้นได้ ถึงแม้ว่านมถั่วเหลืองจะมีปริมาณแร่ธาตุและวิตามินต่ำกว่านมวัว ส่งผลให้กลิ่นและรสของผลิตภัณฑ์คือยกว่าผลิตภัณฑ์เค้กเนยที่ใช้นมชั้นจืด แต่การใช้นมถั่วเหลืองจะได้ปริมาณของไขมันและกรดไขมันอิ่มตัวต่ำกว่านมวัว ซึ่งส่งผลต่อความนุ่มของเค้กที่อาจจะลดลงได้ แต่เป็นผลดีสำหรับสุขภาพของผู้บริโภค นอกจากนี้ การใช้นมถั่วเหลืองยังช่วยเพิ่มเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์เค้กเนยแป้งข้าวหอมมะลิอีกด้วย

ผลการใช้มาร์การีนทดแทนเนยสด พบว่า เค้กสูตร B ซึ่งใช้มาร์การีนจะมีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏมากกว่าเค้กสูตรควบคุมซึ่งใช้นมชั้นจืด เพียงเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เป็นผลมาจากมาร์การีนมีคุณสมบัติในด้านสีให้

ขึ้นฟูมากกว่าเนยสด นอกจากนี้ มาร์การีนไม่จำเป็นต้องแช่เย็น สามารถนำมาตีให้ขึ้นฟูได้เลยและระยะเวลาในการตีให้ขึ้นฟูก็สั้นกว่าเนยสด ทำให้เค้กสูตร B มีเนื้อฟูและเนียนมากกว่า แต่เค้กสูตร B มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่นรสน้อยกว่าเค้กสูตรควบคุมเล็กน้อย เป็นผลมาจากมาร์การีนจะมีกลิ่นและรสชาติคืดอกกว่าเนยสด ถึงแม้ว่าในงานวิจัยนี้เลือกใช้มาร์การีนสูตรเพิ่มกลิ่นเนยสด ผู้ทดสอบยังคงชอบเค้กสูตรควบคุมซึ่งใช้เนยสดมากกว่า อย่างไรก็ตาม เค้กทั้งสองสูตรนี้ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สำหรับผลการทดสอบความพอดีเค้กสูตร B มีร้อยละความพอดีไม่แตกต่างจากเค้กสูตรควบคุม

สำหรับเค้กสูตร C ที่ใช้ทั้งนมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำและมาร์การีนมีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีและกลิ่นรสน้อยกว่าเค้กสูตรควบคุมเพียงเล็กน้อย แต่คะแนนความชอบเฉลี่ยของทุกคุณลักษณะระหว่างเค้กสูตร C และเค้กสูตรควบคุมซึ่งใช้นมข้นจืดและเนยสดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ดังนั้น จากผลการศึกษานี้สามารถใช้นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำทดแทนนมข้นจืดและมาร์การีนทดแทนเนยสดในเค้กสูตรควบคุมได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกานดา (2547) ที่สามารถใช้มาร์การีนทดแทนเนยสดได้ 100% ในผลิตภัณฑ์คุกกี้ไอศคารา

4.2 ผลการศึกษาปริมาณของไอศคาราที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนยแป้งข้าวหอมมะลิ

4.2.1 ผลคุณภาพของไอศคารา

นำไอศคาราแสดงดังภาพที่ 4.2 จากการผลิตน้ำเต้าหู้ของร้านคุณบุญเลิศ ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.1



ภาพที่ 4.2 ลักษณะของไอศคาราจากร้านขายน้ำเต้าหู้ของคุณบุญเลิศ

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของโอคารา

| รายการ | % ความชื้น | % โปรตีน | % ไขมัน | % เถ้า | % เยื่อใย | % คาร์โบไฮเดรต | pH |
|-------------|---------------|-------------|------------|-----------|--------------|-------------------|----------|
| ผลวิเคราะห์ | 82.7±0.35 | 3.0±0.09 | 2.2±0.13 | 0.5±0.11 | 1.2±0.13 | 11.7±0.10 | 5.7±0.02 |

หมายเหตุ ตัวเลขรายงานเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.1 พบว่า โอคารายังคงมีสารอาหารต่าง ๆ เหลืออยู่ ซึ่งผลวิเคราะห์ใกล้เคียงกับข้อมูลของ Soy 20/20 (n.d) ที่ได้วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของโอคารา(wet okara) ไว้ในตารางที่ 2.7 บทที่ 2 และมีปริมาณเยื่อใยเพียงพอที่จะนำโอคาราไปใช้ประโยชน์ในการเป็นแหล่งใยอาหารต่อไปได้

4.2.2 ผลของปริมาณผงโอคาราที่ได้จากการเตรียมโอคาราวิธีต่าง ๆ

ผลการเตรียมโอคาราจากทั้งสองวิธีการ พบว่า ปริมาณของผงโอคาราที่ได้แตกต่างกัน โดยผงโอคารา A จากวิธีการที่ 1 ซึ่งเป็นการนำโอคารามาล้างน้ำจนกระทั่งน้ำล้างใส จะมีการสูญเสียของโอคาราในระหว่างการล้างน้ำทำให้ได้ปริมาณของผงโอคาราน้อยกว่าผงโอคารา B จากวิธีการที่ 2 ที่นำโอคาราไปนึ่งโดยตรง แสดงผลดังตารางที่ 4.2 แต่ลักษณะของโอคาราจากวิธีการที่ 1 หลังการล้างจะมีสีขาวใส ในขณะที่ลักษณะของโอคาราจากวิธีการที่ 2 หลังการนึ่งยังคงมีสีขาวขุ่นเช่นเดียวกับโอคาราสด ส่งผลให้ผงโอคารา A มีสีเหลืองอ่อน ส่วนผงโอคารา B มีสีเหลืองน้ำตาล อาจมาจากปริมาณโปรตีนที่เหลือค้างในโอคาราทำให้มีสีเหลืองเข้มกว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลวิเคราะห์โปรตีนของผงโอคารา B มีค่ามากกว่าผงโอคารา A ดังแสดงในตารางที่ 4.3 นอกจากนี้ลักษณะของกากที่เหลือจากการแยกขนาดของโอคารา B ยังมีขนาดค่อนข้างใหญ่กว่ากากโอคารา A เนื่องจากการลักษณะของโอคารา A หลังล้างมีสีขาวใสดังที่กล่าวไปแล้ว คาดว่ามีใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำค่อนข้างสูงทำให้แต่ละอนุภาคไม่เกาะกัน สามารถบดให้แตกได้ง่ายขึ้น ลักษณะของผงโอคาราจากแต่ละวิธีการแสดงดังภาพที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 ปริมาณของผงโอคาราจากการเตรียมโอคาราที่แตกต่างกัน

| วิธีการ | ปริมาณผงโอคารา (%) |
|--|--------------------|
| วิธีการเตรียมผงโอคารา A ⁽¹⁾ | 8±0.65 |
| วิธีการเตรียมผงโอคารา B ⁽²⁾ | 10±0.35 |

หมายเหตุ ตัวเลขรายงานเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ + ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

⁽¹⁾ วิธีการเตรียมโอคาราวิธีการที่ 1 ตามวิธีการของทัศนีย์ (2542)

⁽²⁾ วิธีการเตรียมโอคาราวิธีการที่ 2 ตามวิธีการของมาลี (2541)



ภาพที่ 4.3 ลักษณะของผงโอคาราและกากที่เหลือจากการแยกขนาด

แถวบน : ผงโอคารา A แถวล่าง : ผงโอคารา B

ขวามือ : ลักษณะของผงโอคารา ซ้ายมือ : ลักษณะกากที่เหลือจากการแยกขนาด

4.2.3 คุณภาพของผงโอคารา

จากการนำผงโอคารา A และ B ซึ่งเตรียมจากสองวิธีการที่แตกต่างกันนี้ ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี แสดงผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 องค์ประกอบทางเคมีของผงโอคาราต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง

| ชนิดของ ผงโอคารา | ความชื้น (%) | โปรตีน (%) | ไขมัน (%) | เถ้า (%) | เยื่อใย (%) | คาร์โบไฮเดรต (%) | pH |
|---------------------|-----------------|---------------|--------------|-------------|----------------|---------------------|----------|
| ผงโอคารา A | 8.3±0.15 | 22.3±0.18 | 12.3±0.15 | 3.1±0.16 | 11.6±0.26 | 54.0±0.17 | 6.6±0.07 |
| ผงโอคารา B | 6.9±0.18 | 29.7±0.19 | 8.1±0.16 | 3.8±0.18 | 11.1±0.23 | 51.6±0.20 | 6.6±0.08 |

หมายเหตุ ตัวเลขรายงานเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ผงโอคารา A มีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าผงโอคารา B แต่มีปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรตมากกว่าผงโอคารา B เป็นผลมาจากการล้างโอคาราด้วยน้ำจะทำให้ปริมาณโปรตีนสูญเสียไปกับน้ำ แต่การล้างน้ำไม่ทำให้ปริมาณไขมันลดลงเนื่องจากไขมันไม่

ละลายในน้ำ เมื่อคิดเป็นน้ำหนักแห้งวิธีการล้างน้ำจึงมีปริมาณไขมันมากกว่า สำหรับปริมาณคาร์โบไฮเดรต โยอาหารของโอคาราเป็นโยอาหารที่ไม่ละลายน้ำและมีโครงสร้างเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน เมื่อคิดเป็นน้ำหนักแห้ง ผงโอคารา A จากการล้างน้ำจึงมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากกว่าผงโอคารา B ส่วนปริมาณเยื่อใย (crude fiber) ผงโอคารา A มีมากกว่าผงโอคารา B เล็กน้อย และมีสูงถึง 11% ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งของโยอาหารได้

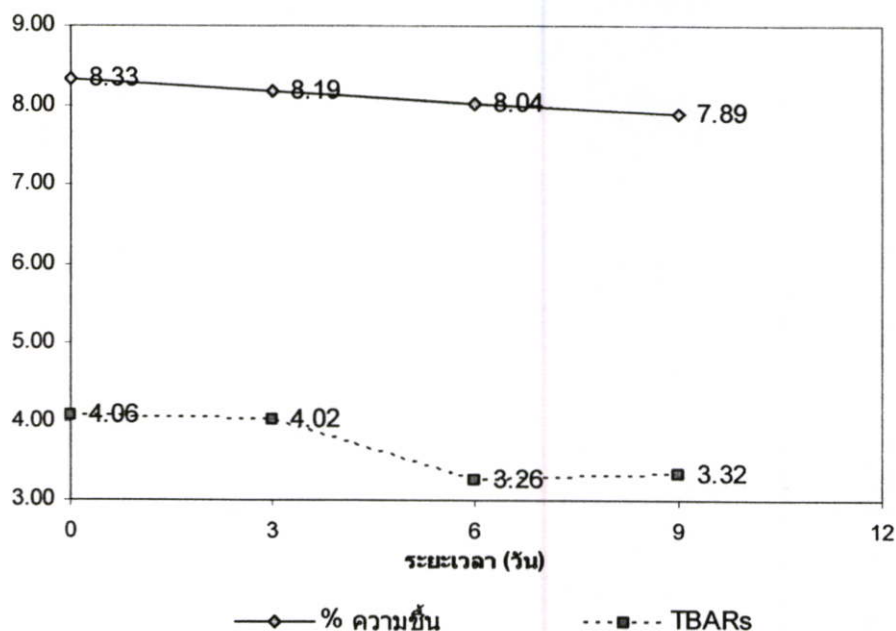
สำหรับกลิ่นของผงโอคาราซึ่งทดสอบโดยการดม พบว่า ผงโอคารา B มีกลิ่นฉุนแรงกว่าผงโอคารา A ดังนั้น วิธีการล้างโอคาราด้วยน้ำหลาย ๆ ครั้ง (น้ำประมาณ 20 ลิตรต่อโอคาราสด 1 กิโลกรัม) สามารถลดกลิ่นฉุนได้มากกว่าการนึ่งโอคาราสดน้ำหนัก 1 กิโลกรัม บนน้ำเดือด นาน 30 นาที

ในงานวิจัยต้องการนำผงโอคาราไปใช้เพิ่มเส้นโยอาหารให้กับผลิตภัณฑ์เค้ก โดยการแทนที่แป้งข้าวหอมมะลิ ดังนั้น จึงเลือกใช้ผงโอคารา A ในการศึกษาขั้นต่อไป

4.2.4 คุณภาพของผงโอคาราเมื่อทิ้งไว้เป็นระยะเวลาต่าง ๆ กันที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส

เนื่องจากผงโอคารายังคงมีปริมาณไขมันเหลืออยู่ ดังนั้น เมื่อเก็บรักษาในช่องแช่เย็นของตู้เย็น (อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส) เป็นเวลานาน ๆ อาจเกิดกลิ่นเหม็นหืน ซึ่งกลิ่นเหม็นหืนนี้เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน โดยปกติจะเกิดปฏิกิริยาแบบออกโทออกซิเดชัน (autooxidation) และจะเกิดเร็วขึ้นเมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น ความร้อน แสงสว่าง เป็นต้น ค่าที่ใช้ติดตามการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน คือ ค่า TBARs ซึ่งวัดได้เป็นมิลลิกรัมของมาโลนัลดีไฮด์ (malonaldehyde) ในตัวอย่าง 1 กิโลกรัม

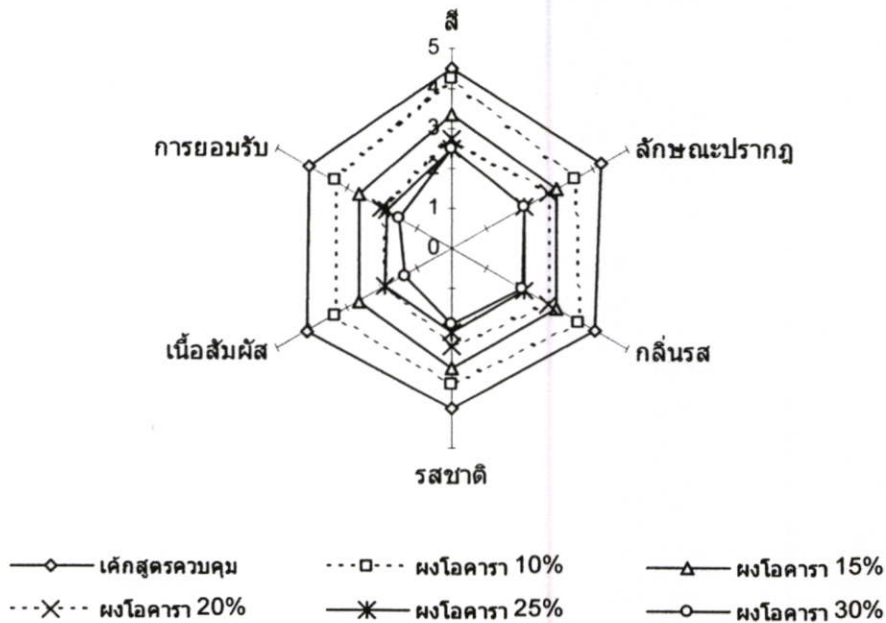
จากการตรวจสอบคุณภาพของผงโอคารา เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน พบว่า ค่าปริมาณความชื้นในแต่ละช่วงเวลาไม่แตกต่างกัน และค่า TBARs ลดลงเพียงเล็กน้อย แสดงผลดังภาพที่ 4.4 อาจเป็นผลมาจากปริมาณของผงโอคารามีเพียง 50 กรัมต่อถุง และการบรรจุผงโอคาราในถุงพลาสติก pp จะทำการรีดลมออกจากถุงให้เหลือน้อยที่สุด ซึ่งปริมาณก๊าซออกซิเจนจะน้อยลงด้วย การเก็บรักษาผงโอคาราที่อุณหภูมิแช่เย็น (8-10 องศาเซลเซียส) จะช่วยยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันให้ช้าลง นอกจากนี้ ระยะเวลาในการเก็บรักษาเพียง 9 วัน อาจจะน้อยเกินไป จึงไม่เห็นผลการเปลี่ยนแปลงอย่างเด่นชัด



ภาพที่ 4.4 คุณภาพของผงโอคาราเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลาต่างกัน

4.2.5 ผลการผลิตเค้กเนยสดโดยการแทนที่แป้งข้าวหอมมะลิด้วยผงโอคารา

จากการนำผงโอคารามาทดแทนปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิในอัตราส่วน 10% 15% 20% 25% และ 30% ตามลำดับในเค้กสูตรควบคุม เพื่อเสริมใยอาหารและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดแป้งข้าวหอมมะลิ ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้การทดสอบความชอบ (5-point hedonic scale) และการทดสอบความพอดี (just about right) ใช้ผู้ทดสอบ 12 คน ได้คะแนนคุณภาพของการทดสอบความชอบ แสดงดังตารางที่ ข3 (ภาคผนวก ข) และภาพที่ 4.5 สำหรับผลการทดสอบความพอดี แสดงดังตารางที่ ข4 (ภาคผนวก ข)



ภาพที่ 4.5 กราฟใยแมงมุมของคะแนนความชอบเฉลี่ยของเด็กเนยแป้งข้าวหอมมะลิที่มีการทดแทนด้วยโอคารา

จากผลการทดสอบความพอดี พบว่า เมื่อปริมาณผงโอคารามากขึ้น ทำให้กลิ่นรสของเค้กที่กลั่นนม กลิ่นเนย รสนม และรสเนย น้อยเกินไป และลักษณะเนื้อสัมผัสมีความหยาบกระด้างมากขึ้น

สำหรับผลการทดสอบความชอบ พบว่า เมื่อใช้ปริมาณผงโอคาราแตกต่างกัน คะแนนความชอบทุกด้าน คือ ด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ความชอบด้านสี ปริมาณผงโอคารามากขึ้นทำให้เค้กมีสีเหลืองอมน้ำตาลมากขึ้น เป็นผลมาจากสีเหลืองของผงโอคาราแทนที่สีขาวของแป้งข้าวหอมมะลิ โดยการใช้ผงโอคาราทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิตั้งแต่ร้อยละ 15 ขึ้นไป ให้ผลคะแนนความชอบเฉลี่ยแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สำหรับเค้กที่ใช้ผงโอคารา 10% มีสีเหลืองไม่แตกต่างจากที่เค้กสูตรควบคุม ทำให้คะแนนความชอบเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ความชอบด้านลักษณะปรากฏ เมื่อใช้ปริมาณผงโอคาราต่างกัน ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยการแทนที่แป้งข้าวหอมมะลิด้วยผงโอคาราในผลิตภัณฑ์เค้ก ทำให้ลักษณะปรากฏของเค้กเนยดูไม่เรียบเนียน เนื้อเค้กมีความหยาบเพิ่มขึ้น ปริมาณความหยาบของเนื้อเค้กเพิ่มตามปริมาณของผงโอคาราที่ใช้

ความชอบด้านกลิ่นรส เมื่อใช้ปริมาณผงโอคาราต่างกัน ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยเค้กเนยจะมีกลิ่นของถั่วเหลืองมากขึ้นตามปริมาณของผงโอคาราที่เพิ่มขึ้น ซึ่งในสูตรมีการใช้นมถั่วเหลืองทำให้กลิ่นรสของถั่วเหลืองแรงขึ้น นอกจากนี้ ผงโอคาราผ่านการอบแห้งมาแล้ว (อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 6 ชั่วโมง) ทำให้มีโอกาสเกิดกลิ่นหืนได้เร็วขึ้น ผู้ทดสอบรู้สึกว่าการกลั่นของถั่วเหลืองแรงกว่ากลิ่นของนมเนย เมื่อปริมาณผงโอคารามากขึ้น นอกจากนี้ กลิ่นถั่วที่สัมผัสได้ มีกลิ่นไม่หอม ค่อนข้างจะให้ความรู้สึกเหม็นหืน ทำให้คะแนนความชอบของเค้กเนยที่มีผงโอคารามากขึ้นลดลงตามลำดับ

ความชอบด้านรสชาติ เมื่อใช้ปริมาณผงโอคาราต่างกัน ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 การแทนที่แป้งข้าวหอมมะลิด้วยผงโอคาราในเค้กเนย ทำให้รสสัมผัสและรสเนยของเค้กลดลงอย่างเห็นได้ชัด ยังมีการใช้ผงโอคารามากกว่า 20% ขึ้นไป รสชาติของเค้กเนยยิ่งแย่ลง ทำให้คะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับเฉยถึงไม่ชอบ

ความชอบด้านเนื้อสัมผัส เมื่อใช้ปริมาณผงโอคาราต่างกัน ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยการแทนที่แป้งข้าวหอมมะลิด้วยผงโอคารา จะทำให้ปริมาณของแป้งข้าวหอมมะลิลดลงส่งผลให้ความอ่อนนุ่มของเค้กลดลง นอกจากนี้ ผงโอคารายังดูดซับน้ำในส่วนผสม ทำให้เนื้อสัมผัสของเค้กแห้งและร่วนขึ้น ซึ่งผู้ทดสอบให้ความเห็นว่า โดยปกติเนื้อสัมผัสของเค้กเนยควรมีความอ่อนนุ่มและให้ความชุ่มฉ่ำในปากขณะเคี้ยว ดังนั้น ยังมีการใช้ผงโอคารามากขึ้น เนื้อสัมผัสก็มีความหยาบเพิ่มขึ้น ทำให้คะแนนความชอบลดลงอย่างเห็นได้ชัดตั้งแต่การใช้ผงโอคารา 15% เป็นต้นไป โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับเฉยถึงไม่ชอบ

จากคุณลักษณะที่กล่าวมา พบว่า เมื่อ % ผงโอคาราเพิ่มขึ้น ทำให้สีด้านบนของผลิตภัณฑ์เค้กมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น เนื้อเค้กมีสีเหลืองเข้มขึ้น ความเนียนของเนื้อเค้กลดลง กลิ่นและรสของถั่วเหลืองกลบกลิ่นและรสของนมเนย ลักษณะเนื้อสัมผัสของเค้กมีความนุ่มและยืดหยุ่นลดลง มีความร่วนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ความชุ่มฉ่ำในปากขณะเคี้ยวเค้กและความรู้สึกเหมือนมีน้ำมันเคลือบในปากหลังกลืนเค้กก็ลดลงอีกด้วย ทำให้คะแนนความชอบเฉลี่ยของการยอมรับโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบเฉลี่ยของการยอมรับโดยรวม พบว่า การแทนที่แป้งข้าวหอมมะลิด้วยผงโอคารา 10% ในเค้กเนยแป้งข้าวหอมมะลิตั้งอยู่ในช่วงเฉยถึงชอบ และผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านคุณลักษณะต่าง ๆ มากกว่าเปอร์เซ็นต์อื่นและใกล้เคียงเค้กเนยสด แป้งข้าวหอมมะลิตูตรควบคุมมากที่สุด ดังนั้น ปริมาณผงโอคาราที่เหมาะสมในการแทนที่แป้งข้าวหอมมะลิ คือ 10%

4.3 ผลคุณภาพของเค้กเนยแป้งข้าวหอมมะลิที่มีการทดแทนบางส่วนด้วยโอคารา

ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้นี้ กำหนดชื่อเป็น เค้กเนยโอคารา ซึ่งจากผลการทดสอบข้อ 4.2.5 พบว่า เค้กเนยที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ เค้กเนยที่มีการแทนที่แป้งข้าวหอมมะลิด้วยผงโอคารา 10% (กำหนดชื่อเป็น เค้กเนยโอคารา) จึงทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ แสดงผลคุณภาพดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบคุณภาพของเค้กเนยแป้งข้าวหอมมะลิและเค้กเนยโอคารา

| ปัจจัยคุณภาพ | เค้กเนยสดแป้งปลายข้าวหอมมะลิ* | เค้กเนยโอคารา |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| คุณภาพด้านกายภาพ | | |
| ค่า Water activity | - | 0.84 |
| คุณภาพด้านเคมี | | |
| ความชื้น (%) | 24.4 | 21.7 |
| ปริมาณไขมัน (%) | 40.1 | 21.6 |
| ปริมาณโปรตีน (%) | 9.6 | 5.8 |
| ปริมาณเยื่อใย (%) | 0.7 | 0.9 |
| ปริมาณใยอาหาร (%) | 1.1 | 3.1 |
| ค่าสี L* a* b* | 77.14 +5.81 +38.67 | 53.27 +7.08 +40.71 |
| ค่าความเป็นกรด-ด่าง (10%w/w) | - | 7.3 |
| คุณภาพด้านจุลินทรีย์ | | |
| ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g) | น้อยกว่า 250 | 230 |
| ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g) | น้อยกว่า 10 | 5 |

หมายเหตุ * ข้อมูลจากงานวิจัยของอุศมา สุนทรนฤงษ์ (2545) ตัวเลขรายงานเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ พบว่า เค้กเนยโอคารามีค่า water activity (a_w) เท่ากับ 0.84 ซึ่งใกล้เคียงกับเค้กโดยทั่วไปที่มีค่า a_w เท่ากับ 0.83 (อรอนงค์, 2540) ดังนั้น เค้กเนยโอคารานี้ มีปริมาณน้ำอิสระที่เชื้อราและเชื้อยีสต์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ แต่เชื้อแบคทีเรียไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ซึ่งปริมาณ a_w ต่ำสุด ที่เชื้อแบคทีเรียเจริญเติบโตได้คือ 0.90

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเคมี พบว่า เค้กเนยโอคารามีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าเค้กเนยสูตรต้นแบบเนื่องจาก เค้กเนยโอคาราใช้นมถั่วเหลืองซึ่งมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่านมข้นจืด ถึงแม้ว่าผงโอคาราจะมีโปรตีนมากกว่าแป้งข้าวหอมมะลิแต่ปริมาณผงโอคาราที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิมิเพียง 10% ซึ่งไม่ช่วยให้โปรตีนเพิ่มขึ้นมากนัก สำหรับปริมาณไขมัน พบว่า เค้กเนยโอคารามีปริมาณไขมันน้อยกว่าเค้กเนยสูตรต้นแบบ เป็นผลมาจากนมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำมีปริมาณไขมันน้อยกว่านมข้นจืด นอกจากนี้มาร์การีนยังมีปริมาณไขมันน้อยกว่าเนยสด ส่งผลให้เค้กเนยโอคารามีปริมาณไขมันน้อยกว่า แต่เค้กเนยโอคารามีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้น ดังนั้น การใช้ผงโอคาราทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิเพียง 10% ทำให้ปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้นเกือบ 3 เท่า

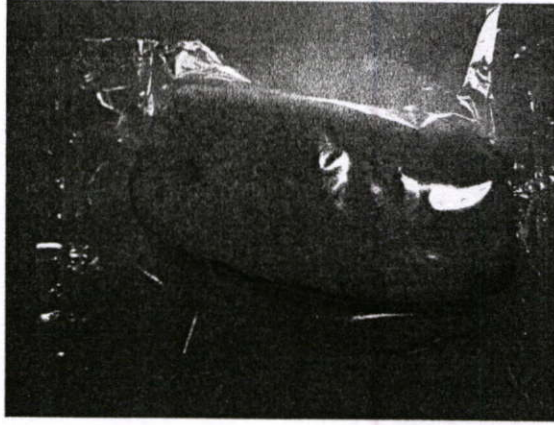
ผลการวิเคราะห์ค่า L^* (ความสว่าง) ค่าสี a^* (สีแดง - สีเขียว) และค่าสี b^* (สีเหลือง - สีน้าเงิน) พบว่า เค้กเนยโอคารามีค่า L^* ลดลง แต่มีค่าสี a^* b^* เพิ่มขึ้น เนื่องจากผงโอคารามีสีเหลืองแต่แป้งข้าวหอมมะลิมิสีขาว เมื่อนำผงโอคาราไปทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิ จึงทำให้เค้กมีค่าความสว่างลดลงและมีค่าสีเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เค้กเนยโอคารามีสีเหลืองอมน้ำตาล

ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดค่า พบว่า เค้กเนยโอคารามีค่าความเป็นกรดค่า (pH) ประมาณ 7.3 ซึ่งสอดคล้องกับขนมเค้กโดยทั่วไปควรมีค่าความเป็นกรดค่าอยู่ในช่วงเป็นกลาง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ พบว่า ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง เค้ก เลขที่ มผช.459/2549 ไว้ว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และจำนวนยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2549) แสดงว่า เค้กเนยโอคารานี้มีความปลอดภัยในการบริโภค

4.4 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของเค้กเนยโอคารา

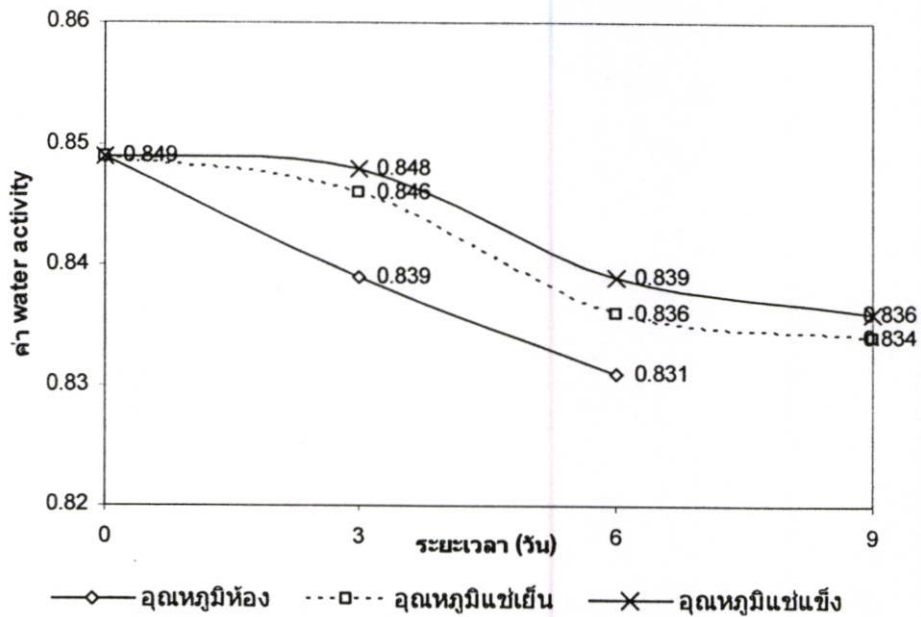
สภาพของเค้กเนยโอคาราที่บรรจุในถุง PP เพื่อนำมาทดสอบอายุการเก็บรักษา แสดงดังภาพที่ 4.6 ทำเก็บรักษาที่ 3 สภาวะ คือ อุณหภูมิห้อง (30-35 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิแช่เย็น (8-10 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิแช่แข็ง (-5 ถึง -10 องศาเซลเซียส) โดยสุ่มตัวอย่างทุก 3 วัน เป็นเวลา 9 วัน เพื่อวัดค่าคุณภาพด้านกายภาพและเคมี และทำการสุ่มตัวอย่างทุก 2 วัน เป็นเวลา 10 วัน เพื่อวัดค่าคุณภาพด้านจุลินทรีย์และประสาทสัมผัส



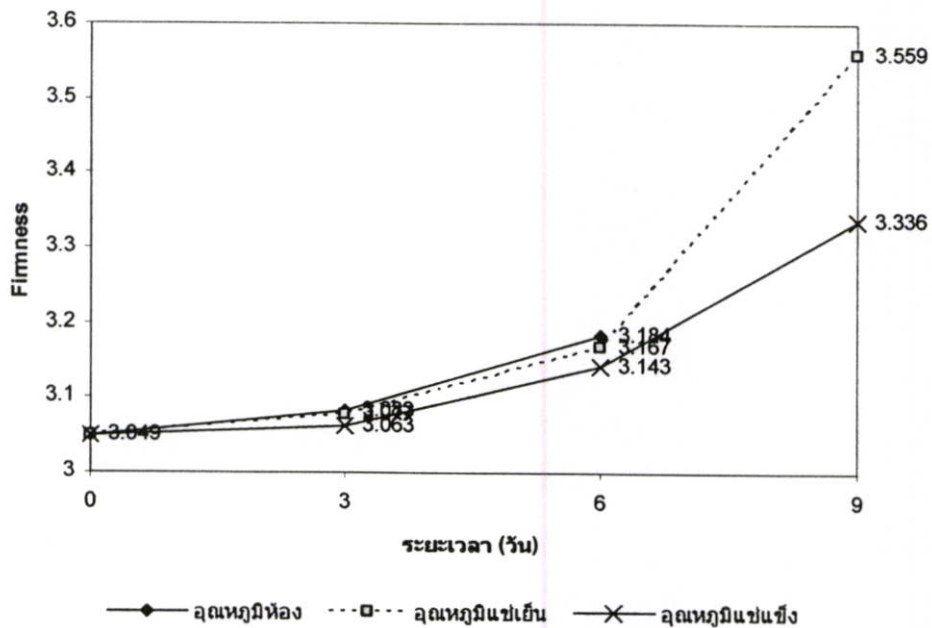
ภาพที่ 4.6 เค้กเนยไอคาราในถุงพลาสติกชนิด PP

4.4.1 คุณภาพด้านกายภาพ

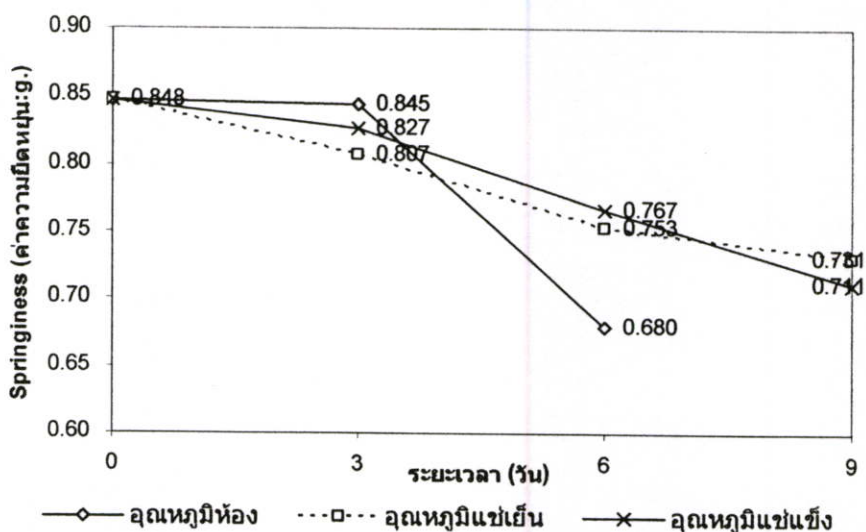
ผลการทดสอบ พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศรอบอาหารต่ำกว่าปริมาณน้ำอิสระในอาหาร ส่งผลให้ความชื้นของอาหารจากส่วนในแพร่ออกมาสู่ผิวหน้าของอาหารเพื่อให้เกิดความสมดุล เมื่อเป็นเช่นนั้นาน ๆ เข้า ความชื้นของอาหารจะลดลง ปริมาณน้ำอิสระในอาหารลดลงด้วย (สุมาลี, 2541) และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงจะมีการสูญเสีย น้ำเร็วกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้ การเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น ทำให้ค่าแรงกคมี แนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากค่าความแข็งของเนื้อในจะเพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากการเกิดรีโทรเกรเดชันของแป้ง กลูเตนเกิดการสูญเสีย น้ำ มีผลให้โครงสร้างแข็งตัวขึ้นส่งผลให้เนื้อในขนมมีลักษณะแข็งไม่ นุ่ม (อรอนงค์, 2540) การยืดหยุ่นตัวของเค้กลดลง เนื่องจาก ถุง PP มีคุณสมบัติไม่เพียงพต่อการ ป้องกันการผ่านเข้าออกของความชื้นได้ จึงทำให้ความชื้นที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ผ่านออกมาได้ ผลิตภัณฑ์จึงมีความแข็งเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่า a_w และค่าความยืดหยุ่นมีแนวโน้มลดลงแต่ค่าความแข็ง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบสภาวะการเก็บรักษาทั้งสามสภาวะ พบว่า ถ้าอุณหภูมิของการ เก็บรักษาที่สูงความชื้นในอาหารเกิดการสูญเสียน้อยลง ทำให้ค่า a_w และค่าความยืดหยุ่นของการ เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็งมากกว่าอุณหภูมิแช่เย็นและอุณหภูมิห้องตามลำดับ และค่าความแข็งของ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็งน้อยกว่าอุณหภูมิแช่เย็นและอุณหภูมิห้องตามลำดับ แสดงผลดังภาพ ที่ 4.7 4.8 และ 4.9



ภาพที่ 4.7 ค่า water activity ของเค้กเนยโอคาราเมื่อเก็บรักษาอุณหภูมิต่างกันเป็นระยะเวลาต่างกัน
 หมายเหตุ : ไม่มีผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเค้กที่เก็บรักษาภาวะอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 9 วัน เนื่องจากตัวอย่างเกิดการเสื่อมเสียจากเชื้อจุลินทรีย์



ภาพที่ 4.8 ค่าความแข็งของเค้กเนยโอคาราเมื่อเก็บรักษาอุณหภูมิต่างกันเป็นระยะเวลาต่างกัน
 หมายเหตุ : ไม่มีผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเค้กที่เก็บรักษาภาวะอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 9 วัน เนื่องจากตัวอย่างเกิดการเสื่อมเสียจากเชื้อจุลินทรีย์

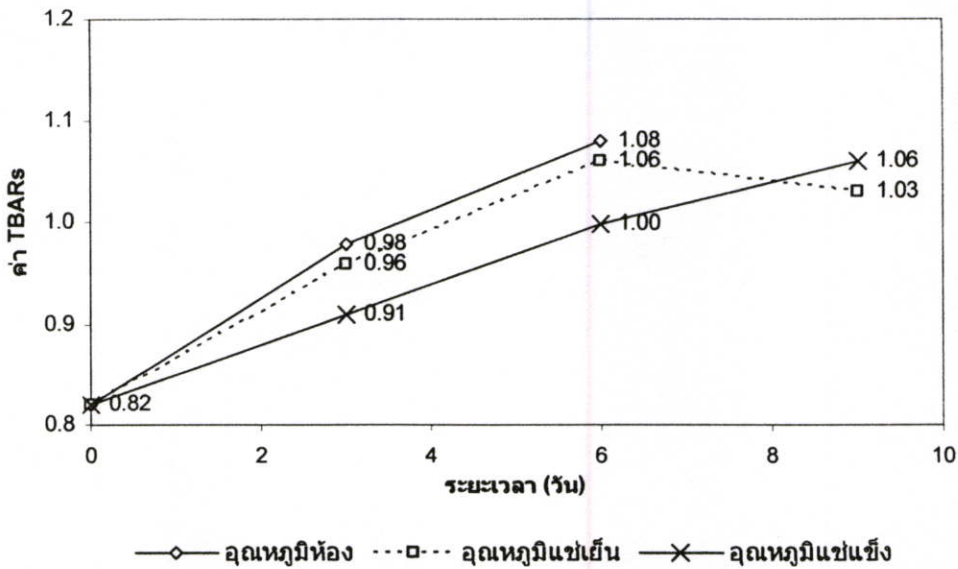


ภาพที่ 4.9 ค่าความยืดหยุ่นของเค้กเนยไอศกรีมเมื่อเก็บรักษาอูหนงมิต่างกันเป็นระยะเวลาต่างกัน
หมายเหตุ : ไม่มีผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเค้กที่เก็บรักษาภาวะอูหนงมิห้องเป็นระยะเวลา 9 วัน เนื่องจากตัวอย่างเกิดการเสื่อมเสียจากเชื้อจุลินทรีย์

4.4.2 คุณภาพด้านเคมี

ทำการทดสอบค่า TBARs (Thiobarbituric acid reactive substance) ซึ่งค่า TBARs เป็นค่าที่ใช้ติดตามการเกิดออกซิเดชันของไขมัน โดยค่า TBARs วัดได้เป็นมิลลิกรัมของมาโลนัลดีไฮด์ (malonaldehyde) ในตัวอย่าง 1 กิโลกรัม เมื่อเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเกิดสารประกอบคาร์บอนิล ซึ่งทำให้เกิดการเหม็นหืนและสารที่สำคัญที่ทำให้เกิดกลิ่นหืน คือ มาโลนัลดีไฮด์ (malonaldehyde) ระดับค่า TBARs ที่ยอมรับได้ในอาหารทั่วไป คือ 20 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ในตัวอย่าง 1 กิโลกรัม (Shamberger *et al.*, 1977)

ผลการทดสอบคุณภาพ พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น ค่า TBARs มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แสดงผลดังภาพที่ 4.10 สำหรับสภาวะการเก็บรักษาทั้งสามอูหนงมิ พบว่า การเก็บรักษาที่อูหนงมิห้องจะมีค่า TBARs สูงกว่า เนื่องจากผลิตภัณฑ์เค้กมีโอกาสสัมผัสก๊าซออกซิเจนและไอน้ำในบรรยากาศมากกว่า มีความร้อนและแสงที่ช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันให้เร็วขึ้น นอกจากนี้ ถุง PP ไม่สามารถป้องกันป้องกันการซึมผ่านเข้าออกของน้ำและก๊าซออกซิเจนได้ 100% น้ำและก๊าซออกซิเจนจึงซึมเข้าไปทีละน้อย สำหรับการเก็บรักษาที่อูหนงมิแช่เย็นและอูหนงมิแช่แข็ง ได้ค่าไม่แตกต่างกันมากนัก อาจเนื่องมาจาก ปริมาณผงไอศกรีมมีเพียง 10% ในเค้กเนยแป้งปลายข้าวหอมมะลิ ซึ่งอาจจะน้อยจนไม่เห็นความแตกต่าง นอกจากนี้ เค้กเนยไอศกรีมมีการใช้นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำและมาร์การีน ส่งผลให้เค้กเนยไอศกรีมมีปริมาณไขมันลดลง การเกิดกลิ่นหืนจึงเกิดได้น้อยลง



ภาพที่ 4.10 ค่า TBARs ของเค้กเนยโอคาราเมื่อเก็บรักษาอุณหภูมิต่างกันเป็นระยะเวลาต่างกัน
 หมายเหตุ : ไม่มีผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเค้กที่เก็บรักษาภาวะอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 9 วัน เนื่องจากตัวอย่างเกิดการเสื่อมเสียจากเชื้อจุลินทรีย์

4.4.3 คุณภาพด้านจุลินทรีย์

เชื้อจุลินทรีย์เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมอบเกิดการเสื่อมเสียคุณภาพมากที่สุด เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุหลักคือ เชื้อรา ซึ่งเชื้อราที่พบเป็นกลุ่ม xerophilic fungi ได้แก่ Eurotium, Aspergillus และ Penicillium (สุวิมล, 2546)

โดยปกติอุณหภูมิของการอบขนมสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ แต่หลังจากการอบอาจเกิดการปนเปื้อนจากสภาพอากาศ อุปกรณ์ เครื่องมือ วิธีการขนอมรักษา (handling) ผลิตภัณฑ์ก่อนการบรรจุ รวมไปถึงพนักงานบรรจุ ดังนั้น หากมีระบบ GMP ที่ดี เช่น การควบคุมสภาพแวดล้อมให้สะอาด การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ที่สะอาด รวมไปถึงพนักงานมีสุขลักษณะที่ดี จะทำให้เชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ได้น้อยลง

จากการศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ของเค้กเนยโอคารา โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์เค้ก ซึ่งกำหนดให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2549) พบว่าเค้กเนยโอคาราน้ำหนัก 30 กรัม ที่บรรจุในถุง PP ปิดผนึกสนิท ดังภาพที่ 4.5 เก็บรักษาในภาวะอุณหภูมิห้องได้ไม่เกิน 3 วัน เนื่องจากในวันที่ 2 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ยังไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด ส่วนวันที่ 3 ยังไม่พบเชื้อจุลินทรีย์บนผลิตภัณฑ์ แต่วันที่ 4 เค้กมีการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ คือ มีเชื้อราขึ้นที่บริเวณเนื้อเค้ก (จุดสีดำเล็ก ๆ) ซึ่งผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อยีสต์และราในวันที่ 4 มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นพบว่า สามารถเก็บรักษาได้นานถึง 10 วัน

โดยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรามิค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็ง พบว่า สามารถเก็บรักษาได้นานมากกว่า 10 วัน โดยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน เช่นเดียวกัน แสดงผลคังตารางที่ 4.5 สำหรับตัวอย่างเชื้อราที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เค้กเนยโอคาราเกิดการเสื่อมเสียคุณภาพ แสดงคังภาพที่ 4.10

อุณหภูมิเป็นปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมปัจจัยหนึ่งที่สำคัญและมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนในอาหารและเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิประมาณ 35°C สำหรับเชื้อราและเชื้อยีสต์โดยทั่วไปมักเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 20-35°C (สุวิมล, 2546) ดังนั้น การเก็บรักษาที่สภาวะอุณหภูมิห้องจะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นและแช่แข็ง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ สำหรับการเก็บรักษาอาหารแบบแช่เยือกแข็งซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมในปัจจุบันทำให้ยืคอายุของอาหารได้นานขึ้น จะต้องลดอุณหภูมิให้ต่ำลงจนถึงระดับที่สิ่งมีชีวิตไม่สามารถดำเนินปฏิกิริยาชีวเคมีต่อไปได้ เชื้อจุลินทรีย์ที่ปะปนมาหยุดการทำงานโดยไม่มีมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้นกับอาหาร ซึ่งอุณหภูมิของการแช่เยือกแข็งควรรักษาอยู่ในระดับ -18 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า (รุ่งนภา, 2540) แต่ในงานวิจัยนี้ อุณหภูมิแช่แข็งเป็นอุณหภูมิของช่องแช่แข็งในตู้เย็นซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ -5 ถึง -10 องศาเซลเซียส และในช่วงที่ทำการทดลองเป็นช่วงฤดูร้อนที่มีอากาศร้อนมาก ดังนั้น เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้อย่างช้า ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.5 จะพบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ

การเก็บรักษาเค้กเนยโอคาราในสภาวะอุณหภูมิห้อง สามารถเก็บได้ 2-3 วันนั้น ระยะเวลาที่สั้นลงอาจเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมของห้องที่ทำการบรรจุซึ่งเป็นห้องปกติทั่วไป ไม่มีควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ ซึ่งห้องบรรจุในโรงงานอุตสาหกรรมมักเป็นห้องสะอาด (clean room) นอกจากนี้ การบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ยังมีความร้อนสะสมอยู่เล็กน้อยในภาชนะปิด ในระหว่างการเก็บรักษาอาจเกิดหยดน้ำภายในภาชนะบรรจุเป็นสาเหตุให้ผิวผลิตภัณฑ์เปียกชื้นมากขึ้น ส่งผลให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ง่ายขึ้น ทำให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มีค่าสูง

ตารางที่ 4.5 ค่าคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของเค้กเนยไอศคาราในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน

| เวลา (วัน) | ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g) | | | ปริมาณยีสต์และรา (cfu/g) | | |
|---------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| | อุณหภูมิห้อง (30-35°C) | อุณหภูมิแช่เย็น (8-10°C) | อุณหภูมิแช่แข็ง (-5 ถึง -10°C) | อุณหภูมิห้อง (30-35°C) | อุณหภูมิแช่เย็น (8-10°C) | อุณหภูมิแช่แข็ง (-5 ถึง -10°C) |
| 0 | < 250 | < 250 | < 250 | < 10 | < 10 | < 10 |
| 2 | 7.9×10^3 | 7.4×10^2 | 3.2×10^2 | < 10 | < 10 | < 10 |
| 4 | 8.3×10^4 | 1.5×10^3 | 3.8×10^2 | 1.1×10^2 | < 10 | < 10 |
| 6 | 2.5×10^5 | 9.2×10^3 | 6.9×10^2 | 6.7×10^3 | < 10 | < 10 |
| 8 | 1.7×10^6 | 3.6×10^4 | 6.5×10^3 | 1.4×10^4 | 5.2×10 | < 10 |
| 10 | 4.9×10^8 | 1.4×10^5 | 8.7×10^3 | 2.5×10^5 | 9.3×10 | < 10 |

หมายเหตุ ตัวเลขรายงานเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ



ภาพที่ 4.11 ตัวอย่างเชื้อราบนงานเพาะเชื้อที่พบบนเค้กเนยไอศคาราเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 วัน

4.4.4 คุณภาพด้านประสาทสัมผัส

จากการทดสอบความชอบ (5-point hedonic scale) ของผู้ทดสอบจำนวน 12 คน โดยตั้งเกณฑ์การยอมรับผลิตภัณฑ์โดยคะแนนความชอบเฉลี่ยของทุกคุณลักษณะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 3.0 ผลคะแนนความชอบเฉลี่ยของการทดสอบความชอบแสดงดังตารางที่ 4.6 รายละเอียดของผลการทดสอบมีดังนี้

ด้านความเข้มข้นและการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยของแต่ละอุณหภูมิในช่วงเวลาเดียวกันไม่แตกต่างกัน แสดงว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่ำไม่แตกต่างกัน

ด้านกลิ่นหืน พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความเข้มข้นของกลิ่นหืนในตัวอย่างเค้กที่เก็บรักษาทั้งสามสภาวะอยู่ในระดับไม่มีกลิ่นหืนถึงมีกลิ่นหืนเล็กน้อย ตัวอย่างเค้กที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่ำกว่าจะมีค่าความเข้มข้นของกลิ่นหืนน้อยกว่าตัวอย่างเค้กที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิสูง นอกจากนี้ ระยะเวลาในการเก็บไม่มีผลต่อค่าความเข้มข้นของกลิ่นหืน อาจเนื่องจาก ตัวอย่างเค้กเนยไอคารามีปริมาณไขมันต่ำ การเกิดกลิ่นหืนจะน้อยลง

ด้านกลิ่นรสและการยอมรับด้านกลิ่นรส พบว่า ผู้ทดสอบยังคงให้การยอมรับตัวอย่างเค้กที่เก็บรักษาในสภาวะแช่เย็นและแช่แข็ง เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น คะแนนความชอบเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง โดยผู้ทดสอบยังคงให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เค้กเมื่อเก็บในสภาวะแช่เย็นและแช่แข็งเป็นเวลา 8 และ 10 วัน ตามลำดับ

ด้านความอ่อนนุ่มและการยอมรับด้านเนื้อสัมผัส คุณลักษณะด้านนี้เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดเนื่องจาก ตัวผลิตภัณฑ์เค้กเนยไอคาราเองจะมีปริมาณไขมันจากผงไอคาราเพิ่มขึ้น ทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความหยาบเพิ่มขึ้น ซึ่งคุณลักษณะที่ดีของเค้กควรมีเนื้อสัมผัสที่เนียนนุ่ม ให้ความรู้สึกชุ่มฉ่ำในปากขณะเคี้ยว จากผลการทดสอบด้านเนื้อสัมผัสของเค้กเนยไอคารา พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบเฉลี่ยกับตัวอย่างเค้กที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่ำแช่แข็งมากกว่าอุณหภูมิต่ำแช่เย็น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น คะแนนความชอบเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากเนื้อในของเค้กมีความแข็งเพิ่มขึ้น ดังได้กล่าวในข้อ 4.4.1 ดังนั้น สามารถเก็บรักษาในสภาวะแช่เย็นและแช่แข็งได้เป็นเวลา 6 และ 8 วัน ตามลำดับ โดยคะแนนความชอบเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.0 และอยู่ในระดับเฉย

ด้านการยอมรับโดยรวม พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบเฉลี่ยกับตัวอย่างเค้กที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่ำแช่เย็นเป็นเวลา 2 วัน อยู่ในระดับเฉยถึงชอบ ซึ่งให้ผลเดียวกันกับตัวอย่างเค้กที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่ำแช่เย็นเป็นเวลา 6 วัน และตัวอย่างเค้กที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิต่ำแช่แข็งเป็นเวลา 10 วัน

ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากเกณฑ์การยอมรับผลิตภัณฑ์โดยคะแนนความชอบเฉลี่ยของการยอมรับทุกคุณลักษณะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 3.0 (คะแนนอยู่ในระดับเฉยขึ้นไป) พบว่า เค้กเนย

โอคาราสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิแช่เย็น และอุณหภูมิแช่แข็ง ได้นาน 2 6 และ 8 วัน ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 คะแนนความชอบเฉลี่ยของเค้กเนยโอคาราในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน เป็นระยะเวลาต่างกัน

| คุณลักษณะ | ระยะเวลา (วัน) | อุณหภูมิห้อง (30-35°C) | อุณหภูมิแช่เย็น (8-10°C) | อุณหภูมิแช่แข็ง (-5 ถึง -10°C) |
|------------------------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| ความเข้มข้นสีเหลือง | 0 | 3.8 | 3.8 | 3.8 |
| | 2 | 3.7 | 3.8 | 3.8 |
| | 4 | - | 3.8 | 3.8 |
| | 6 | - | 3.7 | 3.8 |
| | 8 | - | 3.7 | 3.8 |
| | 10 | - | 3.5 | 3.6 |
| การยอมรับด้านลักษณะ ปรากฏ | 0 | 3.8 | 3.8 | 3.8 |
| | 2 | 3.7 | 3.8 | 3.8 |
| | 4 | - | 3.8 | 3.8 |
| | 6 | - | 3.6 | 3.7 |
| | 8 | - | 3.5 | 3.6 |
| | 10 | - | 3.5 | 3.6 |
| กลิ่นหืน* | 0 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |
| | 2 | 1.3 | 1.3 | 1.2 |
| | 4 | - | 1.4 | 1.3 |
| | 6 | - | 1.4 | 1.3 |
| | 8 | - | 1.4 | 1.4 |
| | 10 | - | 1.5 | 1.5 |
| การยอมรับด้านกลิ่น | 0 | 3.7 | 3.7 | 3.7 |
| | 2 | 3.3 | 3.6 | 3.7 |
| | 4 | - | 3.5 | 3.7 |
| | 6 | - | 3.3 | 3.4 |
| | 8 | - | 3.0 | 3.2 |
| | 10 | - | 3.0 | 3.0 |

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

| คุณลักษณะ | ระยะเวลา (วัน) | อุณหภูมิห้อง (30-35°C) | อุณหภูมิแช่เย็น (8-10°C) | อุณหภูมิแช่แข็ง (-5 ถึง -10°C) |
|--------------------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| รสชาติ | 0 | 3.7 | 3.7 | 3.7 |
| | 2 | 3.3 | 3.6 | 3.7 |
| | 4 | - | 3.4 | 3.5 |
| | 6 | - | 3.1 | 3.3 |
| | 8 | - | 3.0 | 3.3 |
| | 10 | - | 2.9 | 3.2 |
| การยอมรับด้านรสชาติ | 0 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |
| | 2 | 3.0 | 3.5 | 3.5 |
| | 4 | - | 3.3 | 3.3 |
| | 6 | - | 3.1 | 3.1 |
| | 8 | - | 3.0 | 3.0 |
| | 10 | - | 3.0 | 3.0 |
| ความอ่อนนุ่ม | 0 | 3.3 | 3.3 | 3.3 |
| | 2 | 2.9 | 3.3 | 3.3 |
| | 4 | - | 3.2 | 3.3 |
| | 6 | - | 3.0 | 3.1 |
| | 8 | - | 2.8 | 3.0 |
| | 10 | - | 2.6 | 2.6 |
| การยอมรับด้านเนื้อสัมผัส | 0 | 3.4 | 3.4 | 3.4 |
| | 2 | 3.1 | 3.4 | 3.4 |
| | 4 | - | 3.1 | 3.1 |
| | 6 | - | 3.0 | 3.0 |
| | 8 | - | 2.5 | 3.0 |
| | 10 | - | 2.5 | 2.7 |

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

| คุณลักษณะ | ระยะเวลา (วัน) | อุณหภูมิห้อง (30-35°C) | อุณหภูมิแช่เย็น (8-10°C) | อุณหภูมิแช่แข็ง (-5 ถึง -10°C) |
|-----------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| การยอมรับโดยรวม | 0 | 3.6 | 3.6 | 3.6 |
| | 2 | 3.3 | 3.3 | 3.3 |
| | 4 | - | 3.2 | 3.3 |
| | 6 | - | 3.0 | 3.3 |
| | 8 | - | 2.8 | 3.0 |
| | 10 | - | 2.8 | 3.0 |

หมายเหตุ - หมายถึง ตัวอย่างเกิดการเสื่อมเสียคุณภาพจากเชื้อจุลินทรีย์แล้ว

* ค่าคะแนนกลิ่นหืน : 1 = ไม่มีกลิ่นหืน 2 = มีกลิ่นหืนน้อย 3 = มีกลิ่นหืนปานกลาง
4 = มีกลิ่นหืนมาก 5 = มีกลิ่นหืนมากที่สุด

เมื่อพิจารณาค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์และประสาทสัมผัสในระหว่างการเก็บรักษาของเค้กเนยไอศกรรำน้ำหนัก 30 กรัม ที่บรรจุถุงพลาสติกชนิด PP ปิดผนึกสนิท พบว่า คุณภาพทางจุลินทรีย์ของเค้กเนยไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน สามารถเก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิห้อง อุณหภูมิแช่เย็น และอุณหภูมิแช่แข็ง ได้นาน 2 8 และ 10 วัน ตามลำดับ แต่ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ตัวอย่างเค้กที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิแช่เย็นและแช่แข็งที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบสามารถเก็บได้นานเพียง 6 และ 8 วัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคให้ความสำคัญด้านรสชาติมากกว่า ดังนั้น เมื่อใช้ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นเกณฑ์หลัก สรุปได้ว่า อายุการเก็บรักษาของเค้กเนยไอศกรรมาที่อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิแช่เย็น และอุณหภูมิแช่แข็ง เท่ากับ 2 6 และ 8 วัน ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาของเค้กเนยไอศกรราระหว่างคุณภาพทางจุลินทรีย์และคุณภาพทางประสาทสัมผัส

| สภาวะการเก็บรักษา | อายุการเก็บรักษา (วัน) | |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|
| | ผลคุณภาพทางจุลินทรีย์ | ผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส |
| อุณหภูมิห้อง (30-35 °C) | 2 | 2 |
| อุณหภูมิแช่เย็น (8-10 °C) | > 10 | 6 |
| อุณหภูมิแช่แข็ง (-5 ถึง -10 °C) | > 10 | 8 |

4.5 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้กเนยโอคารา

เมื่อนำผลิตภัณฑ์เค้กเนยโอคารา ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ซึ่งไม่จำกัดเพศและอายุ โดยการทดสอบความชอบ (5-point hedonic scale) พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชาย 38 คน และเพศหญิง 62 คน ในช่วงอายุต่าง ๆ กัน ซึ่งกลุ่มอายุ 21-25 ปี มีจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามมากที่สุด (ร้อยละ 30) รองลงมา คือ กลุ่มอายุ 26-30 ปี (ร้อยละ 26) ข้อมูลของผู้บริโภค แสดงดังตารางที่ 4.8

ผลการทดสอบ พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยของสี่ ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ และการยอมรับ โดยรวมของผลิตภัณฑ์เค้กเนยโอคาราอยู่ในช่วง 3.2-3.8 ในระดับเฉย ๆ ถึงชอบ แต่คะแนนความชอบเฉลี่ยของลักษณะเนื้อสัมผัสมีเพียง 2.9 ซึ่งอยู่ในระดับเฉย ๆ ถึงไม่ชอบ ผู้ตอบแบบสอบถามยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 76 และไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 24 ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.9

ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์เค้กเนยโอคาราในแง่ที่ว่า เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ มีปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นและปริมาณไขมันต่ำ นอกจากนี้ยังมีกลิ่นหอมของข้าวและกลิ่นถั่วเล็กน้อย ซึ่งแตกต่างจากเค้กเนยทั่วไป ผู้บริโภคสนับสนุนให้ผลิตเค้กที่ทำจากแป้งข้าวหอมมะลิมากขึ้น เป็นการส่งเสริมให้ใช้แป้งข้าวหอมมะลิที่สามารถผลิตได้ภายในประเทศไทยและสนับสนุนการแปรรูปวัสดุที่เหลือทิ้งจากการผลิตน้ำเต้าหู้ในครัวเรือน คือ โอคารา ให้มีคุณค่ามากขึ้น สำหรับสาเหตุที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์มาจากลักษณะเนื้อสัมผัสของเด็กเนยโอคาราที่ค่อนข้างหยาบ ส่งผลให้ความอร่อยของผลิตภัณฑ์ลดลง ซึ่งความอร่อยเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกซื้อของผู้บริโภค

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลของผู้บริโภคที่ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์เค้กเนยโอคารา

| ปัจจัย | เพศ | | อายุ | | | | | |
|------------------|-----|------|-----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| | ชาย | หญิง | 15- 20 ปี | 21-25 ปี | 26-30 ปี | 31-35 ปี | 36-40 ปี | >40 ปี |
| ความถี่ (ร้อยละ) | 38 | 62 | 10 | 30 | 26 | 13 | 10 | 11 |

ตารางที่ 4.9 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้บริโภคจากการทดสอบผลิตภัณฑ์เค้กเนยโอคารา

| ปัจจัย | คะแนนความชอบเฉลี่ย |
|---------------------------|--------------------|
| สี | 3.8 |
| ลักษณะปรากฏ | 3.3 |
| กลิ่นรส | 3.5 |
| รสชาติ | 3.3 |
| ลักษณะเนื้อสัมผัส | 2.9 |
| ความชอบโดยรวม | 3.2 |
| การยอมรับ (ร้อยละ) | |
| ยอมรับ | 76 |
| ไม่ยอมรับ | 24 |

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. สามารถใช้น้ำมันถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำทดแทนนมข้นจืดและมาการีนทดแทนเนยสดในเค้กเนยแป้งข้าวหอมมะลิสูตรควบคุมได้ 100% ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเด็กเนยแป้งข้าวหอมมะลิที่ใช้น้ำมันถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำและมาการีนใกล้เคียงกับเค้กสูตรควบคุมที่ใช้นมข้นจืดและเนยสด
2. สามารถเตรียมผงโอคาราได้ทั้งสองวิธี คือ วิธีการที่ 1 เป็นการล้างโอคาราจนกระทั่งน้ำล้างใส แล้วจึงนำไปอบแห้งและบดให้ละเอียด ส่วนวิธีการที่ 2 เป็นการนึ่งโอคาราบนน้ำเดือด แล้วจึงนำไปอบแห้งและบดให้ละเอียด โดยทั้งสองวิธีนี้ได้ปริมาณเชื้อไขของผงโอคาราท่ากับร้อยละ 11.6 และ 11.1 ตามลำดับ
3. สามารถใช้ปริมาณผงโอคาราทดแทนบางส่วนของแป้งข้าวหอมมะลิได้ร้อยละ 10 โดยผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คะแนนการยอมรับโดยรวมอยู่ในระดับเฉยถึงชอบ
4. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเค้กเนยโอคารา มีดังนี้ ความชื้น 21.7% ปริมาณไขมัน 21.6% ปริมาณโปรตีน 5.8% ปริมาณเชื้อไข 0.9% ปริมาณใยอาหาร 3.1% ค่าสี Lab 53.27 +7.08 +40.71 ค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.3 ค่า water activity 0.8 ค่าความแข็ง 3.05 กรัม ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 250 โคโลนีต่อกรัม และปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม เค้กเนยโอคารานี้มีปริมาณไขมันลดลงเกือบ 50% และมีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้น 3 เท่า
5. สามารถเก็บรักษาเค้กเนยโอคาราน้ำหนัก 30 กรัม บรรจุในถุงพลาสติกชนิด Polypropylene (PP) ปิดผนึกสนิท ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง (30-35 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิแช่เย็น (8-10 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิแช่แข็ง (-5 ถึง -10 องศาเซลเซียส) ได้นาน 2 6 และ 8 วันตามลำดับ
6. ผลการทดสอบผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่า ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์เค้กเนยโอคาราร้อยละ 76 มีคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับเฉยถึงชอบ

บรรณานุกรม

- กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2546. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- กัมปนาท มุขดี. 2533. การวิจัยและพัฒนาข้าวในเขตพื้นที่ความรับผิดชอบของศูนย์วิจัยข้าว ปทุมธานี. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์ กรุงเทพฯ. 90 น.
- กานดา แซ่จิ๋ว. 2547. การใช้ประโยชน์จากโอคราเพื่อทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้เนย. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- กุลวดี ครอบพาณิชย์ ประชา บุญญศิริกุล สุมาลัย ศรีคำไลทอง ช่อลัดดา เทียงพุก และอุดม กาญจนปกรณชัย. 2543. การศึกษาการผลิตอาหารขบเคี้ยวโดยใช้ใยอาหารเข้มข้นจากกากนม ถั่วเหลือง. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- งามชื่น คงเสรี. 2537. ศักยภาพข้าวไทยสู่การแปรรูป. เอกสารการประชุมวิชาการ เรื่อง ศักยภาพ ข้าวไทย ทิศทางใหม่สู่อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 32 สาขา อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- งามชื่น คงเสรี. 2543. ข้าวกล้องสำเร็จรูปปรุงรสโอเคียเจ๋งแข่งกับบะหมี่, 13 น. ใน เหมวดี พลรัฐ (ผู้ รวบรวม). ช่องทางทำกิน. หนังสือพิมพ์เดลินิวส์ ฉบับวันพุธที่ 23 สิงหาคม 2543.
- งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2538. ก๊าซกับบรรจุภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ลินคอร์น โปรโมชั่น.
- จิตธนา แจ่มเมฆ. 2537. ขนบแป้งแป้งข้าวเจ้า, น.27-32. เอกสารการประชุมวิชาการ เรื่อง ศักยภาพ ข้าวไทย ทิศทางใหม่สู่อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 32 สาขา อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2546. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ไชยดา พันธุ์ธรรม พิมพ์พันธ์ วิโรจน์ศิริ รังสียา ค่อพล และอินทิรา แซ่โค้ว. 2546. การศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองแทนการใช้แป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

- ณัชชา สุพิชญางกูร. 2545. การศึกษาคุณลักษณะโปรตีนจากโอคารา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- ทัศนีย์ ซาเจียมเจน. 2542. หมูยอเสริมใยอาหาร. วารสารอาหารและยา, 9(2) : 17-25.
- ธนพร มหาสุวรรณวงศ์. 2540. การศึกษาพัฒนาสูตรขนมปังเสริมใยอาหารโดยใช้เปลือกถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาอาหารและโภชนาการเพื่อการพัฒนา, มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.
- นันทยา จงใจเทศ. 2549. ปริมาณไขมันทรานส์ในอาหารอบและทอด. Available at <http://nutrition.anamai.moph.go.th/temp/files/trans.doc> . 21 April 2008
- บรรจบ ชุณหสวัสติกุล. มปป. คีมนม มีคุณ หรือ คีมนม มีโทษ. Available at <http://www.sarakadee.net/feature/1999/04/milk01.htm> . 12 August 2006
- ประดิษฐ์ คำหนองไม้ และ สุภาวดี รอดศิริ. มปป. บทเรียนสำเร็จรูปเรื่อง เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ขนมอบ. Available at <http://courseware.rmutl.ac.th/course/109/unit501.html>. 25 April 2008
- ประไพศรี สิริจักรวาล. มปป. นมถั่วเหลือง คุณค่าเหมือนนมวัวหรือ? . Available at <http://www.healthnet.in.th/text/forum2/soilbean/index.html> . 5 July 2006.
- ปราณี อ่านเปรื่อง. 2547. หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ปริศนา สุวรรณภรณ์ เนื้อทอง วานานูวัช วราภามหากาญจนกุล วาณี ชนเห็นชอบ และธงชัย สุวรรณสิขณณ์. 2544. การพัฒนาคุณภาพและการเก็บรักษาขนมปังแป้งข้าวเจ้า. ในรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การใช้แป้งข้าวทดแทนแป้งสาลีในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. ทุนอุดหนุนวิจัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปี 2544. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พรพิมล อินทะโชติ อักษรภักดิ์ สัมผัสชัยมงคล และสุภัททง เสริมสาธณสวัสดิ์. 2546. การผลิตขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- เพ็ญขวัญ ชมปริศา วิชัย หฤทัยธนาสันดี ธงชัย สุวรรณสิขณณ์ กนกวรรณ ดันสกุล และฉันทน กุกิจ. 2547. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปีงบประมาณ 2547 โครงการวิจัยรหัส รหัส ๘-๖ (๘ผก.) 12-47. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พิชญภรณ์ พุ่มไพศาลชัย. 2542. การเสริมใยอาหารจากกากถั่วประคนในผลิตภัณฑ์เค้กเนย. วิทยานิพนธ์. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

- ภูวนัย เล็กจินดา และนริศรา พิชัยวัฒน์พร. 2547. **ศึกษาอัตราการใช้แป้งข้าวเจ้าและแป้งถั่วเขียวในการทำเค้กเนย.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- รุ่งนภา วิสิษฐุศรการ. 2540. **การประเมินอายุการเก็บของอาหาร.** ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- เรวดี เทพประดิษฐ์. 2545. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเข้าสำเร็จรูปชนิดแผ่นจากกากถั่วเหลืองที่เหลือจากการผลิตน้ำมันถั่วเหลือง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วิกิพีเดีย. 2551. **Okara (food).** Available at [http://en.wikipedia.org/wiki/Okara_\(food\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Okara_(food)). 25 April 2008
- วิชาการคอตคอม. มปป. **ปริมาณนมถั่วเหลืองและสารช่วยคงตัวที่เหมาะสม.** Available at <http://mail.vcharkarn.com/varticle/18948> . 25 April 2008.
- วิชัย หฤทัยธนาสันต์ เพ็ญขวัญ ชมปริดา กล้าณรงค์ ศรีรอด ธงชัย สุวรรณลิขิต ณัฏฐิธีระวนิช และศรีเวียง ทิพกานนท์. 2544. **การใช้แป้งข้าวทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์อาหาร.** ทนุอุดหนุนวิจัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปี 2544. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- คันสนีย์ เนียมเปรม. 2543. **การพัฒนาแป้งข้าวหอมมะลิผสมแป้งบุกสำหรับผลิตภัณฑ์ขนมจีน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศูนย์ส่งเสริมการศึกษาตามอัธยาศัย สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. 2548. **ตารางแสดงส่วนประกอบของอาหารและค่าพลังงานในอาหารบางชนิดต่อมวล 100 กรัม.** Available at http://ebook.nfe.go.th/ebook/pdf/020/0020_90.pdf . 1 July 2006
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2549. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เค้ก เลขที่ มผช. 459/2549.** Available at http://www.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps459_49.pdf . 25 April 2008
- สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. 2538. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 129น.
- สภาอากาศไทย. มปป. **อาหารไทยเพื่อสุขภาพ.** Available at http://www.redcross.or.th/pr/pr_news.php4?db=3&naid=737. 1 July 2006

- ศักดิ์มน เทพหัสดิน ณ อยุธยา. 2547. การอบแห้งกากถั่วเหลืองโดยใช้เจตสเปาท์เทคโนโลยีของอนุภาค
 กูดซับ. Available at <http://rde.biotech.or.th/rdedocs/Proposal/1191PP/AbstractCTh.doc>. 10 July
 2006.
- สัมพันธ์ รอดศรี. 2547. การพัฒนาขนมขบเคี้ยวจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิผสมแป้งมันเทศและงา
 ดำป่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
 กรุงเทพฯ.
- สุชาดา สุกกระ. 2541. การพัฒนาสูตรโคนัทเสริมใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองและผลต่อการอม
 น้ำมันที่ใช้ทอด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาอาหารและโภชนาการเพื่อการพัฒนา,
 มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.
- สุวิมล กิรติพิบูล. 2546. จุลินทรีย์กับการควบคุมสุขลักษณะการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร.
 พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์ ส.เอเชียเพรส.
- อุศมา สุนทรนฤรังษี. 2545. การพัฒนาผลิตภัณฑ์บัทเทอร์เค้กจากข้าวหอมมะลิ. วิทยานิพนธ์
 ปริญญาโท. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
 กรุงเทพฯ.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2540. ข้าวสาดี : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สำนักพิมพ์
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
 กรุงเทพฯ.
- อมรรัตน์ เจริญชัย. มปป. โภชนาการเพื่อสุขภาพ : นมถั่วเหลือง. Available at <http://www.yingthai-mag.com/detail.asp?ytcolumnid=380&ytissueid=597&ytcolcatid=3&ytauthorid=43>. 5
 July 2006.
- Agriculture Department, FAO Corporate document repository. n.d. **Soymilk and Related
 Products**. Available at <http://www.fao.org/docrep/t0532e/t0532e09.htm>. 15 July 2006
- Akihiro, O., A. Takashi and S. Makoto. 1993. **Production of the Antifungal Peptide Antibiotic,
 Iturin by *Bacillus subtilis* NB22 in Solid State Fermentation.** *J. of Fermentation and
 Bioengineering*. 75(1) : 23-27.
- AOAC. 1995. **Official Method of Analysis**. 15th ed. The Association of Official Analytical
 Chemists. Arlington, Virginia.
- AOAC. 2000. **Official Method of Analysis of AOAC International**. 14th ed., Association of
 Official Analysis Chemists, Virginia.

- Bandola, D. 1991. **Application of Wheat and Rice Composite Flour in Breadmaking**. M.S. Thesis. Asian Institute of Technology, Bangkok.
- BAM. 2001. **Yeasts, Molds and Mycotoxins**. Available at <http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-18.html> . 25 April 2008.
- Bean, M.M, E.A. Elliston-Hoops and K.D. Nishita. 1983. **Rice Flour Treatment for Cake-baking Applications**. *Cereal Chemistry*. 60 : 445-449.
- Bond, A. E. 2004. **Consumer Sensory Characteristics of Butter Cake Made From Wheat and Rice Flours**. Available at <http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-07072004-130134>. 5 July 2006.
- Coronel, E.L. and S. Tobinaga. 2004. **Drying The Okara In A Spouted Bed**. Available at <http://www.feq.unicamp-br/~ids2004/volC/pp%201767-1775.pdf> . 5 July 2006.
- Delgado, C. 1977. **Improvement of Rice Bread**. M.S.Thesis. University of California, Davis, C.A. Genta, H.D, M.L Genta, N.V Alvarez and M.S. Santana. 2002. **Production and Acceptance of a Soy candy**. *J. of Foodengineering*. 53 : 199-202.
- Kirk, R.S. and Sawyer, R. 1991. **Pearson's Composition and Analysis of Foods**. Longman Scientific and Technical.
- Knight, J.W. 1969. **The Starch Industry**. Pergamon Press, Oxford. 189 p.
- Lescano, C.A.A. , S.C.S. Rocha and V. Fraile . 2005. **Drying Of The Soymilk Residue "OKARA" In Spouted Bed**. Available at http://www.enpromer2005.eq.ufrj.br/nukleo/pdfs/0338_artigo_enpromer.pdf . 5 July 2006
- Ma, C.Y. , W.S. Liu, K.C. Kwok and F. Kwok . 1997. **Isolation and Characterization of Proteins from Soymilk Residue (Okara)**. *Food Research International* , 29(8) : 799-805.
- Maki. 2006. **Milking the Soybean ; Part 3 : Okara**. Available at http://www.justhungry.com/2006/04/milking_the_soy.html . 5 August 2006.
- O'Toole, D.K. 1999. **Characteristics and Use of Okara, the Soybean Residue from Soymilk Production – A Review**. *J. Agric. Food Chem.* 47:363-371.
- Prakongpan, T. 1998. **The Extraction and Application of Dietary Fiber and Cellulose from Pineapple cores**. Available at <http://www.grad.mahidol.ac.th/share/thesis/detail.php?ind=822>. 15 July 2006.

- Saito. n.d. **A Remarkable Food Material “Okara paste”**. Available at <http://www.saitoku.com/okara/okara.html>. 1 July 2006.
- Saunders, M. 2002. **Space Pizza Crust Wins NASA Contest**. Available at <http://www.iowastatedaily.com/news/2002/04/24/News/Space.Pizza.Crust.Wins.Nasa.Contest-1090897.shtml>. 15 July 2006
- Seekeow, P. 2001. **Formulation of Dietary Fiber Enriched Cake Using Sugarcane Bagasse**. Available at <http://www.grad.mahidol.ac.th/share/thesis/detail.php?ind=2814>. 15 July 2006.
- Shamberger, R.J. , B.A. Shamberger and C.E. Wills. 1977. **Malonaldehyde content of food**. *J.Nutr.*107:1404-1409
- Soy 20/20. n.d. **OKARA : Overview of Current Utilization**. Available at <http://www.soy2020.ca/pdfs/OverviewOfOkaraUtilization.pdf> . 5 July 2006
- Tsang, G. R.D.. 2006. **Butter or Margarine which one is better for my health?**. Available at <http://www.healthcastle.com/butter-or-margarine.shtml>. 1 July 2006.
- Varavinit, S. and S. Shobsngob . 2000. **Comparative Properties of Cakes Prepared from Rice Flour and Wheat Flour**. *European Food Research and Technology*. 211(2) : 117-120
- Wansuksri, R., S. Chotineeranat, K. Piyachomkwan and K. Sriroth. 1999. **Protein in rice flour and its effect on rice starch hydrolysis**. *In the 5th Asia-Pacific Biochemical Engineering Conference 1999 and The 11th Annual Meeting of the Thai Society for Biotechnology*, 15-18 November 1999, Arcadia Hotel&Resort, Phuket, Thailand. p. 209.
- Shurtleff W. and A. Aoyagi. 1980. *History of Soybeans and Soyfoods*. Available at http://www.soyinfocenter.com/HSS/soybean_fiber_products.php. 25 April 2008
- Yammonta, P. 2002. **Substitution of Wheat Flour with Hom Mali Rice Flour in Cake Products**. Available at <http://www.grad.mahidol.ac.th/share/thesis/detail.php?ind=4124>. 15 July 2006.

ภาคผนวก ก
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

1. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบความพอดี

ผลิตภัณฑ์ เค้กเนยสดจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิ

ชื่อ วันที่

คำแนะนำ

ท่านจะได้รับตัวอย่างที่มีรหัสกำกับ กรุณาใส่รหัสตัวอย่าง และชิมตัวอย่าง แล้วประเมินผลลงในตารางข้างล่าง โดยให้ท่านกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความพอดีของท่าน
รหัสตัวอย่าง

| ลักษณะเฉพาะ | ระดับความพอดี | | |
|-------------------|---|--|---|
| สีเหลือง | <input type="checkbox"/> เหลืองซีด ไม่สวย | <input type="checkbox"/> เหลืองสวยพอดี | <input type="checkbox"/> เหลืองเข้มเกินไป |
| กลิ่นนม | <input type="checkbox"/> ไม่มีกลิ่นนม | <input type="checkbox"/> กลิ่นนมพอดี | <input type="checkbox"/> กลิ่นนมมากเกินไป |
| กลิ่นเนย | <input type="checkbox"/> ไม่มีกลิ่นเนย | <input type="checkbox"/> กลิ่นเนยพอดี | <input type="checkbox"/> กลิ่นเนยมากเกินไป |
| รสนม | <input type="checkbox"/> ไม่มีรสนม | <input type="checkbox"/> รสนมพอดี | <input type="checkbox"/> รสนมมากเกินไป |
| รสเนย | <input type="checkbox"/> ไม่มีรสเนย | <input type="checkbox"/> รสเนยพอดี | <input type="checkbox"/> รสเนยมากเกินไป |
| ลักษณะเนื้อสัมผัส | <input type="checkbox"/> หยิบกระด้าง | <input type="checkbox"/> เนียนนุ่มพอดี | <input type="checkbox"/> นุ่ม และ มากเกินไป |
| ข้อเสนอแนะ : | | | |

2. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบความชอบ

ผลิตภัณฑ์ เด็กเนยสดจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิ

ชื่อ วันที่

คำแนะนำ

ท่านจะได้รับตัวอย่างที่มีรหัสกำกับ กรุณาใส่รหัสตัวอย่าง และชิมตัวอย่าง แล้วประเมินผล
ลงในตารางข้างล่าง โดยให้ท่านใส่คะแนนตามระดับความชอบของแต่ละหัวข้อลงในช่องคะแนน
ซึ่งคะแนนแต่ละระดับความชอบมีดังนี้

| | | |
|-----------|-----------------|---|
| ชอบมาก | ให้คะแนนเท่ากับ | 5 |
| ชอบ | ให้คะแนนเท่ากับ | 4 |
| เฉย ๆ | ให้คะแนนเท่ากับ | 3 |
| ไม่ชอบ | ให้คะแนนเท่ากับ | 2 |
| ไม่ชอบมาก | ให้คะแนนเท่ากับ | 1 |

| ลักษณะเฉพาะ | คะแนน | | | | | |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | รหัส | รหัส | รหัส | รหัส | รหัส | รหัส |
| สี | | | | | | |
| ลักษณะ ปรากฏ | | | | | | |
| กลิ่นรส | | | | | | |
| รสชาติ | | | | | | |
| เนื้อสัมผัส | | | | | | |
| การยอมรับ โดยรวม | | | | | | |
| ข้อเสนอแนะ | | | | | | |

3. แบบทดสอบผู้บริโภคร

แบบทดสอบผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดจากแป้งปลายข้าวหอมมะลิเสริมใยโอคารา

ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบ : เพศ _____ อายุ _____ ปี วันที่ทดสอบ _____

คำชี้แจง

ท่านจะได้รับตัวอย่างเค้ก กรูณาชิมตัวอย่างเค้ก แล้วประเมินผลลงในตารางข้างล่าง โดยให้ท่านใส่คะแนนตามระดับความชอบของแต่ละหัวข้อลงในช่องคะแนน ซึ่งคะแนนแต่ละระดับความชอบ มีดังนี้

ชอบมาก = 5 ชอบ = 4 เฉย ๆ = 3 ไม่ชอบ = 2 ไม่ชอบมาก = 1

| คุณลักษณะ | สี | ลักษณะปรากฏ | กลิ่นรส | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | ความชอบโดยรวม |
|--------------------|--|-------------|---------|--------|-------------|---------------|
| คะแนน | | | | | | |
| การยอมรับผลิตภัณฑ์ | ยอมรับ ไม่ยอมรับ สาเหตุที่ไม่ยอมรับ | | | | | |
| ข้อเสนอแนะ | | | | | | |

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงผลการทดสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ

ตารางที่ ข1 ผลคะแนนคุณภาพเฉลี่ยของการทดสอบความชอบของเด็กเนยแข็งข้าวหอมมะลิ โดยใช้นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำทดแทนนมข้นจืดและมาการีนทดแทนเนยสด

| ตัวอย่างเค้ก | คะแนนคุณภาพเฉลี่ยของการทดสอบความชอบ | | | | | การยอมรับโดยรวม ^{NS} |
|----------------|-------------------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------------|
| | สี ^{NS} | ลักษณะปรากฏ ^{NS} | กลิ่นรส ^{NS} | รสชาติ ^{NS} | เนื้อสัมผัส ^{NS} | |
| เค้กสูตรควบคุม | 3.8±0.62 | 3.5±0.67 | 3.8±1.05 | 2.9±0.79 | 3.2±1.03 | 3.3±0.78 |
| เค้ก A | 3.1±0.90 | 3.3±0.98 | 3.3±0.88 | 3.4±0.51 | 3.2±1.03 | 3.3±0.86 |
| เค้ก B | 3.4±1.08 | 3.8±0.83 | 3.3±0.88 | 2.9±0.79 | 2.9±0.97 | 3.3±0.86 |
| เค้ก C | 3.5±0.79 | 3.5±0.52 | 3.1±1.16 | 2.9±0.90 | 3.3±0.75 | 3.4±0.99 |

หมายเหตุ เค้ก A = เค้กเนยที่ใช้นมถั่วเหลืองชนิดเข้มข้นทดแทนนมข้นจืด

เค้ก B = เค้กเนยที่ใช้นมมาการีนชนิดไขมันต่ำทดแทนเนยสด

เค้ก C = เค้กเนยที่ใช้นมถั่วเหลืองชนิดเข้มข้นและมาการีนชนิดไขมันต่ำ

NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ข2 ผลการทดสอบความพอดีของเด็กเนยสดแข็งข้าวหอมมะลิโดยใช้นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำทดแทนนมข้นจืดและมาการีนทดแทนเนยสด

| คุณลักษณะ | ร้อยละความพอดีของผู้ทดสอบ | | | |
|-----------------|---------------------------|--------|--------|--------|
| | เค้กสูตรควบคุม | เค้ก A | เค้ก B | เค้ก C |
| สีเหลือง | | | | |
| น้อยเกินไป | 25.0 | 58.3 | 0.0 | 8.3 |
| พอดี | 75.0 | 41.7 | 50.0 | 58.3 |
| มากเกินไป | 0.0 | 0.0 | 50.0 | 33.3 |
| กลิ่นนม | | | | |
| น้อยเกินไป | 58.3 | 58.3 | 16.7 | 33.3 |
| พอดี | 41.7 | 41.7 | 58.3 | 58.3 |
| มากเกินไป | 0.0 | 0.0 | 25.0 | 8.3 |

ตารางที่ ข2 (ต่อ)

| คุณลักษณะ | ร้อยละความพอใจของผู้ทดสอบ | | | |
|--------------------|---------------------------|--------|--------|--------|
| | เด็กสุตรควบคุม | เด็ก A | เด็ก B | เด็ก C |
| กลิ่นเนย | | | | |
| น้อยเกินไป | 33.3 | 33.3 | 33.3 | 25.0 |
| พอดี | 66.7 | 58.3 | 58.3 | 66.7 |
| มากเกินไป | 0.0 | 8.3 | 8.3 | 8.3 |
| รสนม | | | | |
| น้อยเกินไป | 75.0 | 41.7 | 33.3 | 33.3 |
| พอดี | 25.0 | 58.3 | 50.0 | 66.7 |
| มากเกินไป | 0.0 | 0.0 | 16.7 | 0.0 |
| รสเนย | | | | |
| น้อยเกินไป | 33.3 | 50.0 | 41.7 | 25.0 |
| พอดี | 66.7 | 41.7 | 50.0 | 66.7 |
| มากเกินไป | 0.0 | 8.3 | 8.3 | 8.3 |
| เนื้อสัมผัส | | | | |
| น้อยเกินไป | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 16.7 |
| พอดี | 50.0 | 33.3 | 33.3 | 66.7 |
| มากเกินไป | 0.0 | 16.7 | 16.7 | 16.7 |

หมายเหตุ เด็ก A = เด็กเนยสุตรใช้นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำทดแทนนมข้นจืด
 เด็ก B = เด็กเนยสุตรใช้มาการีนชนิดทดแทนเนยสด
 เด็ก C = เด็กเนยสุตรใช้นมถั่วเหลืองเข้มข้นชนิดไขมันต่ำและมาการีน

ตารางที่ ข3 ผลคะแนนคุณภาพเฉลี่ยของการทดสอบความชอบของเค้กเนยสดแป้งข้าวหอมมะลิที่มี การทดแทนบางส่วนด้วยผงโอคารา

| ตัวอย่างเค้ก | คะแนนคุณภาพเฉลี่ยของการทดสอบความชอบ | | | | | |
|--------------|-------------------------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| | สี | ลักษณะ ปรากฏ | กลิ่นรส | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | การยอมรับ โดยรวม |
| ผงโอคารา 0% | 4.5 ^a | 4.3 ^a | 4.1 ^a | 4.0 ^a | 4.2 ^a | 4.1 ^a |
| ผงโอคารา 10% | 4.3 ^a | 3.5 ^b | 3.7 ^{ab} | 3.4 ^b | 3.3 ^b | 3.3 ^b |
| ผงโอคารา 15% | 3.3 ^b | 3.0 ^c | 3.0 ^{bc} | 3.0 ^b | 2.7 ^c | 2.7 ^c |
| ผงโอคารา 20% | 2.7 ^c | 2.6 ^c | 2.6 ^{cd} | 2.3 ^c | 1.8 ^d | 1.9 ^d |
| ผงคารา 25% | 2.5 ^c | 2.2 ^d | 2.2 ^d | 2.1 ^c | 1.9 ^d | 1.9 ^d |
| ผงโอคารา 30% | 2.5 ^c | 2.1 ^d | 2.0 ^d | 1.9 ^c | 1.3 ^d | 1.5 ^d |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่กำกับต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

ตารางที่ ข4 ผลการทดสอบความพอใจ(%) ของเค้กเนยสดแป้งข้าวหอมมะลิที่มีการทดแทนบางส่วน ด้วยโอคารา

| คุณลักษณะ | ร้อยละความพอใจของผู้ทดสอบ | | | | | |
|-----------------|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | ผงโอคารา 0% | ผงโอคารา 10% | ผงโอคารา 15% | ผงโอคารา 20% | ผงโอคารา 25% | ผงโอคารา 30% |
| สีเหลือง | | | | | | |
| น้อยเกินไป | 0 | 8 | 33 | 42 | 50 | 25 |
| พอดี | 100 | 58 | 50 | 50 | 50 | 33 |
| มากเกินไป | 0 | 33 | 17 | 8 | 0 | 42 |
| กลิ่นนม | | | | | | |
| น้อยเกินไป | 0 | 8 | 8 | 42 | 50 | 58 |
| พอดี | 92 | 92 | 92 | 58 | 50 | 42 |
| มากเกินไป | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| กลิ่นเนย | | | | | | |
| น้อยเกินไป | 0 | 8 | 0 | 42 | 50 | 83 |
| พอดี | 100 | 92 | 92 | 58 | 50 | 17 |
| มากเกินไป | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ตารางที่ ข4 (ต่อ)

| คุณลักษณะ | ร้อยละความพอดีของผู้ทดสอบ | | | | | |
|--------------------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | ผงโอคารา | ผงโอคารา | ผงโอคารา | ผงโอคารา | ผงโอคารา | ผงโอคารา |
| | 0% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% |
| รสหนม | | | | | | |
| น้อยเกินไป | 0 | 8 | 8 | 50 | 67 | 50 |
| พอดี | 92 | 92 | 92 | 50 | 33 | 50 |
| มากเกินไป | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| รสเนย | | | | | | |
| น้อยเกินไป | 0 | 0 | 0 | 50 | 67 | 83 |
| พอดี | 100 | 92 | 92 | 50 | 33 | 17 |
| มากเกินไป | 0 | 8 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| เนื้อสัมผัส | | | | | | |
| หยาบ | | | | | | |
| กระด้าง | 0 | 17 | 42 | 83 | 92 | 100 |
| เนียนนุ่ม | | | | | | |
| พอดี | 100 | 83 | 58 | 17 | 8 | 0 |
| น้ำและ แฉะ | | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ตารางที่ ข5 ผลการทดสอบคุณภาพด้านกายภาพของเค้กเนยโอคาราเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างกัน

| เวลา (วัน) | ค่าความแข็ง (g) | | | ค่าความยืดหยุ่น (g) | | |
|---------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| | อุณหภูมิห้อง (30-35°C) | อุณหภูมิแช่เย็น (8-10°C) | อุณหภูมิแช่แข็ง (-5 ถึง -10°C) | อุณหภูมิห้อง (30-35°C) | อุณหภูมิแช่เย็น (8-10°C) | อุณหภูมิแช่แข็ง (-5 ถึง -10°C) |
| 0 | 3.049±0.010 | 3.049±0.010 | 3.049±0.010 | 0.848±0.016 | 0.848±0.016 | 0.848±0.016 |
| 3 | 3.083±0.011 | 3.063±0.015 | 3.077±0.017 | 0.845±0.016 | 0.807±0.016 | 0.827±0.021 |
| 6 | 3.184*±0.015 | 3.143±0.015 | 3.167±0.014 | 0.680*±0.018 | 0.753±0.016 | 0.767±0.015 |
| 9 | ** | 3.336±0.013 | 3.559±0.016 | ** | 0.731±0.018 | 0.711±0.018 |

หมายเหตุ ตัวเลขรายงานเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* เริ่มมีเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นบ้างแล้ว

** ไม่ได้วิเคราะห์ เนื่องจากตัวอย่างมีเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นมาก

ตารางที่ ๖ ผลการทดสอบคุณภาพด้านเคมีของเค้กเนยโอคาราเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างกัน

| เวลา (วัน) | ค่า water activity | | | ค่า TBARS | | |
|------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| | อุณหภูมิห้อง (30-35°C) | อุณหภูมิแช่เย็น (8-10°C) | อุณหภูมิแช่แข็ง (-5 ถึง -10°C) | อุณหภูมิห้อง (30-35°C) | อุณหภูมิแช่เย็น (8-10°C) | อุณหภูมิแช่แข็ง (-5 ถึง -10°C) |
| 0 | 0.849±0.013 | 0.849±0.01 | 0.849±0.013 | 0.82±0.02 | 0.82±0.02 | 0.82±0.02 |
| 3 | 0.839±0.013 | 0.846±0.01 | 0.848±0.007 | 0.98±0.03 | 0.96±0.02 | 0.91±0.02 |
| 6 | 0.831*±0.010 | 0.836±0.01 | 0.839±0.009 | 1.08*±0.02 | 1.06±0.01 | 1.00±0.02 |
| 9 | ** | 0.834±0.01 | 0.845±0.011 | ** | 1.03±0.01 | 1.06±0.02 |

หมายเหตุ ตัวเลขรายงานเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* เริ่มมีเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นบ้างแล้ว

** ไม่ได้วิเคราะห์ เนื่องจากตัวอย่างมีเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นมาก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ

A. ทางกายภาพ

1. ค่า Water activity โดยใช้เครื่อง Thermoconstanter รุ่น Novaxina ประเทศสวีเดนแลนด์ มีวิธีการดังนี้

- 1) หมุนปุ่มสี่เหลี่ยมของเครื่อง Thermoconstanter ในตำแหน่งที่ 1
- 2) นำถาดพลาสติก (sample cup) มาใส่สารตัวอย่างให้ได้ปริมาตรประมาณ 80-90%
- 3) นำถาดตัวอย่างมาใส่ไว้ใน Measuring chamber
- 4) ปิดฝาให้เรียบร้อย
- 5) Set อุณหภูมิ ให้ได้ตามที่ต้องการ เช่น ถ้าต้องการควบคุมตัวอย่างให้ได้ 25°C ก็ให้ตั้งปุ่มสี่เหลี่ยมขวามือให้ได้หมายเลข 190 เป็นต้น
- 6) จากนั้น รอจนกระทั่งอ่านอุณหภูมิได้ตามที่ตั้งไว้และ Relative humidity ของอากาศที่วัดได้อยู่ในสภาวะที่สมดุล (Equilibrium) กับสารตัวอย่าง สภาวะนี้เรียกว่า Equilibrium Relative Humidity (ERH) เมื่อหารด้วย 100 ก็จะได้ค่า Aw (water activity) ตามต้องการ

2. ลักษณะเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส รุ่น TA-XT2 ผลิตในประเทศอังกฤษ
วิธีการ

- 1) ติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ากับเครื่องวัดเนื้อสัมผัส
- 2) ทำการ calibrate force โดยใช้ค้อนน้ำหนักขนาด 5 กิโลกรัม
- 3) ประกอบหัววัดรูปทรงกระบอก (probe) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร เข้ากับเครื่องวัดเนื้อสัมผัส
- 4) ทำการ calibrate probe โดยตั้งระยะ probe ไว้ที่ 40 มิลลิเมตร
- 5) เลือกรูปแบบการวัดเป็น

| | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| Mode : Measure force in compression | Distance format : 50% strain |
| Option : Texture profile analysis | Strain : 12.5 mm. |
| Force unit : 10 g. | Graph type : Force VS Time |
| Test speed : 1 mm/s | |

6) วางชิ้นเล็กขนาด $35 \times 35 \times 25 \text{ mm}^3$ บนแท่นวัดครั้งละ 1 ชิ้น ให้อยู่ในลักษณะ cross section ทุกครั้ง เมื่อเริ่มการวัด เครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงกราฟที่วัดได้ออกมาเป็นค่าสูงสุด (max force) ได้ผลออกมาเป็นค่าความแข็ง (hardness) มีหน่วยเป็นกรัม

B. ทางเคมี

1. ปริมาณไขมัน (Crude fat) โดยใช้เครื่อง Gerhardt S306 AK

การใช้เครื่องวิเคราะห์ไขมัน

1. ตรวจสอบปลั๊กไฟของเครื่องสกัดไขมัน อย่างทำความสะอาด และ Air pump
2. ตั้งอุณหภูมิที่ส่วนควบคุมอุณหภูมิของอ่างทำความเย็นไปที่ $10-15^\circ\text{C}$ รอให้อุณหภูมิ

อุปกรณ์

- 1) อุปกรณ์สกัดไขมัน (Soxhlet apparatus) ประกอบด้วย บีกเกอร์สำหรับใส่ตัวทำละลาย เครื่องควบแน่น (Condenser) และเตาให้ความร้อน (heating mantle)
- 2) หลอดใส่ตัวอย่าง (extraction thimble)
- 3) สำลี
- 4) ตู้อบไฟฟ้า
- 5) เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด
- 6) โถดูดความชื้น

วิธีการ

- 1) อบบีกเกอร์สำหรับหาไขมัน ซึ่งมีขนาดความจุ 150 มิลลิลิตรในตู้อบไฟฟ้า ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
- 2) ชั่งน้ำหนักให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 3-5 กรัม โดยใช้กระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักรองรับ ห่อตัวอย่างให้มีชนิดด้วยกระดาษกรองแล้วใส่ลงใน extraction thimble คลุมด้วยสำลีที่ปราศจากไขมันในช่อง thimble เพื่อให้การกระจายตัวของสารทำละลายสม่ำเสมอ
- 3) นำ extraction thimble ใส่ลงในเครื่อง soxhlet
- 4) เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ลงในบีกเกอร์หาไขมันประมาณ 150 มิลลิลิตร ประกอบเครื่อง soxhlet เข้าด้วยกัน
- 5) ให้ความร้อน ทำการสกัดไขมันจากตัวอย่างนานประมาณ 3-4 ชั่วโมง โดยปรับความร้อนให้หยดของสารทำละลายกลั่นจาก condenser มีอัตรา 150 หยดต่ออนาที
- 6) กลั่นเอาปิโตรเลียมอีเทอร์ออกจากไขมัน นำขวดกลั่นและไขมันไปอบที่อุณหภูมิ $80-90^\circ\text{C}$ องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก ทำการอบซ้ำนานครั้งละ 30 นาที และชั่งน้ำหนัก จนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ คำนวณปริมาณไขมันจากสูตร

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันที่สกัดได้}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

2. ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

- 1) ขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask) ขนาด 250-300 มิลลิลิตร
- 2) ชุดกลั่น โปรตีน (semi-microdistillation apparatus)
- 3) ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร (volumetric flask)
- 4) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร
- 5) ปิบเปต (volumetric pipette) ขนาด 5,10 มิลลิลิตร
- 6) บิวเรต (burette) ขนาด 25 มิลลิลิตร
- 7) ลูกแก้ว
- 8) กระจกทรง

วิธีการ

- 1) ชั่งตัวอย่างอาหารแห้งและสกัดไขมันแล้ว 0.2-0.7 กรัม (ขึ้นอยู่กับปริมาณไนโตรเจนที่มี) ลงในขวดย่อยโปรตีนขนาด 250 มิลลิลิตร
- 2) ใส่ตัวเร่งปฏิกิริยา 5 กรัม (คอปเปอร์ซัลเฟต : โปแตสเซียมซัลเฟต = 1:9 หรือปรอทออกไซด์ 0.7 กรัม)
- 3) เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปย่อยบนเตาไฟฟ้า ภายใต้ตู้ดูดควัน
- 4) ให้ความร้อนจนกระทั่งสารละลายในขวดใส ทิ้งไว้ให้เย็น
- 5) เทสารละลายที่ย่อยแล้วลงในขวดกลั่น ถ้างขวดย่อยโปรตีนด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้ง ต่อขวดกลั่นเข้ากับหลอดควบแน่นด้วยน้ำที่มีปลายท่อจุ่มลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 150 มิลลิลิตร ที่บรรจุกรดบอริก 10 มิลลิลิตร (ละลายบอริก 40 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร) พร้อมกับหยดสารอินดิเคเตอร์ผสมระหว่างเมทธิลเรดและเมทธิลีนบลู (2:1) 2-3 หยด
- 6) เทสารละลายค้างโซเดียมไฮดรอกไซด์ 45% 20 มิลลิลิตร ลงในขวดให้ความร้อน กลั่นสารตัวอย่าง จนเก็บปริมาตรในขวดรูปชมพู่ได้ประมาณ 30 มิลลิลิตร เอาขวดออกก่อนปิดไฟ
- 7) นำสารละลายจากการกลั่นไปไตเตรทด้วยกรดกำมะถัน 0.1N
- 8) ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งให้ทำแบลนด์ โดยใช้แป้ง น้ำตาลที่บริสุทธิ์ หรือน้ำกลั่นแทนตัวอย่างอาหาร

$$\% \text{ โปรตีน} = \frac{1.4 (V_1 - V_2) N \times \text{ค่า factor}}{W}$$

N = ความเข้มข้นของกรดมาตรฐาน

V_1 = ปริมาณ(มิลลิลิตร) ของกรดกำมะถันที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง

V_2 = ปริมาณ(มิลลิลิตร) ของกรดกำมะถันที่ใช้ในการไตเตรทเบลงค์

W = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์

Factor = 6.25 (น้ำหนักกรัมสมมูลย์ของไนโตรเจน = 14.007)

3. ปริมาณเยื่อใย (Crude fiber) (AOAC, 2000)

วิธีการ

- 1) ใช้ตัวอย่างที่ได้จากการหาคความชื้นแล้ว หรือผ่านการอบในตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่ แล้วทำให้เย็นในเดสสิเคเตอร์ (dessicator)
- 2) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่บดแล้ว 1 ± 0.001 กรัม
- 3) เติมกรดซัลฟูริก 1.25% ที่ร้อน 150 มิลลิลิตร (ทำให้ร้อนโดยการอุ่นใน hot plate เพื่อลดเวลาที่ใช้ในการย่อย)
- 4) เติม n-octanol 3-5 หยด
- 5) ทำการย่อยเป็นเวลา 30 นาที
- 6) กดปุ่ม vacuum เพื่อถ่ายกรดซัลฟูริกออก
- 7) ล้างตัวอย่างด้วย Deionized water ที่ทำให้ร้อน 30 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง โดยกดปุ่ม Compressed Air เพื่อกวาดตัวอย่างให้กระจาย
- 8) หลังจากล้างน้ำสุดท้ายแล้ว เติม โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 1.25% จำนวน 150 มิลลิลิตร แล้วหยด n-octanol 3-5 หยด
- 9) ทำการย่อยเป็นเวลา 30 นาที
- 10) ทำการกรองและล้างตัวอย่างเหมือนข้อ 7 หลังจากล้างด้วยน้ำกลั่นครั้งสุดท้ายแล้วให้ล้างด้วย acetone 25 มิลลิลิตร พร้อมทั้งกดปุ่ม Compressed Air เพื่อกวาดตัวอย่างให้กระจายด้วย
- 11) นำ Crucible ออกจากเครื่อง แล้วชั่งน้ำหนักหลังจากอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักจะคงที่ น้ำหนักของตัวอย่างที่ได้นี้เป็นน้ำหนัก F1
- 12) นำไปเผาแล้ว โดยนำตัวอย่างที่เหลือจากการหาเยื่อใย ไปเผาใน Muffle ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทำการชั่งน้ำหนักอีกครั้ง (F2)

$$\% \text{ Crude Fiber} = \frac{F1 - F2}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

4. ความชื้น (AOAC, 2000)

วิธีการ

1) อบงานหาความชื้นชนิดอลูมิเนียมพร้อมด้วยฝาปิดในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 ± 5 องศาเซลเซียส นานประมาณ 30 นาที ทิ้งให้เย็นในเคสสิเคเตอร์ (dessicator) ที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักงานและฝาปิดให้ได้น้ำหนักแน่นอน

2) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนใส่งานอลูมิเนียม ประมาณ 1-3 กรัม นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 ± 5 องศาเซลเซียส นานประมาณ 4 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในเคสสิเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนักให้แน่นอน ทำการอบซ้ำจนกระทั่ง 30 นาที และชั่งน้ำหนักจนกว่าจะได้น้ำหนักคงที่ น้ำหนักที่หายไป คือ ความชื้น นำมาคำนวณเป็นร้อยละคิดเทียบจากน้ำหนักของตัวอย่างอาหารเริ่มต้น จากสูตร

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

5. TBARS (Kirk and Sawyer, 1991)

อุปกรณ์

- 1) เครื่องปั่นอาหาร
- 2) กระบอกตวง 50 ml.
- 3) ปิเปต 50 ml.
- 4) อุปกรณ์ชูดกลั่น
- 5) Volumetric flask 50 ml.
- 6) หลอดทดลองขนาดเล็กพร้อมฝาปิด
- 7) Vortex mixer
- 8) Spectrophotometer

สารเคมี

- 1) กรดไฮโดรคลอริก 4 M
- 2) สารกันหืน
- 3) TBARS reagent เตรียมโดย ชั่ง TBARS 0.2883 กรัม ละลายใน glacial acetic acid 90% ปรับปริมาตรเป็น 100 ml.

วิธีการ

- 1) ปั่นตัวอย่างอาหาร 10 กรัม ร่วมกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นาน 2 นาที
- 2) นำตัวอย่างที่ปั่น ถ่ายใส่ขวดกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่น 47.5 ml.
- 3) เติมไฮโดรคลอริก 4 M จำนวน 2.5 มิลลิลิตร (เพื่อปรับ pH ให้เป็น 1.5)

- 4) เติมน้ำสารกันเหินและ glass beads
- 5) ต่อเข้ากับชุดกลั่นและรองรับที่ปลายชุดกลั่นด้วย volumetric flask 50 ml.
- 6) ทำการให้ความร้อนกับตัวอย่าง และกลั่นตัวอย่างจนกระทั่งได้สารละลายที่กลั่นได้ 50 ml. (ไม่ควรใช้เวลาเกิน 10 นาที)
- 7) เขย่าขวดสารละลายที่กลั่นได้ให้เข้ากัน และปิเปตมา 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาดเล็ก
- 8) เติม TBARS reagent 5 ml. ปิดฝา แล้วผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixer
- 9) นำไปต้มในน้ำเดือดนาน 35 นาที แล้วทำให้เย็นทันที
- 10) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 538 nm. โดยใช้เครื่อง spectrophotometer
- 11) คำนวณค่า TBARS value จากสูตร

$$\text{TBARS value (mg. malonaldehyde / Kg. sample)} = 7.8D$$

D = ค่า Absorbance ของตัวอย่าง

C. ทางจุลินทรีย์

1. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) (AOAC, 1995)

วิธีการเตรียมตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม โดยวิธี aseptic technique เติมน้ำสารละลายเปปโตน 0.01% ในน้ำลงไป 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้ blender หรือ stomacher ในขั้นตอนนี้จะได้สารละลายตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจาง 1:10 จากนั้น ทำการเจือจางลงครั้งละ 10 เท่า โดยใช้สารละลายเปปโตน จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม

วิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar จำนวน 23.5 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร ละลายโดยการต้มจนเดือด แล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C นาน 15 นาที

วิธีการวิเคราะห์

- 1) ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจางต่าง ๆ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่ปลอดเชื้อ โดยหาความเจือจางละ 2 จาน
- 2) เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) ที่หลอมละลายและมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อจานละ 15 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน (เทคนิค pour plate) ตั้งทิ้งไว้ให้แข็งตัว กลับจานเพาะเชื้อ
- 3) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
- 4) ตรวจสอบจำนวนโคโลนีบนจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนี 30-300 โคโลนี บันทึกผล

5) หาค่าเฉลี่ยแล้วคูณด้วย dilution factor ของความเจือจางที่นับจำนวนได้แล้วคำนวณเป็นจำนวน โคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง

6) รายงานผลเป็นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในรูป CFU ต่อตัวอย่าง 1 กรัม (CFU/1 g.)

2. ยีสต์และรา (Yeast and Mold) (BAM, 2001)

วิธีการเตรียมตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม โดยวิธี aseptic technique เติมน้ำสารละลายเปปโตน 0.01% ในน้ำลงไป 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน โดยใช้ blender หรือ stomacher ในขั้นตอนนี้จะได้สารละลายตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจาง 1:10 จากนั้น ทำการเจือจางลงครั้งละ 10 เท่า โดยใช้สารละลายเปปโตน จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม

วิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar จำนวน 39.0 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร ละลายโดยการต้มจนเดือด แล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C นาน 15 นาที ปรับค่าความเป็นกรดด้วย Tartaric acid 14 มิลลิลิตร ขณะอาหารเลี้ยงเชื้อมีอุณหภูมิประมาณ 45°C

วิธีการ

1) ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจางต่าง ๆ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใส่บนจานเพาะเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้วและผ่านการเทอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) และทิ้งไว้ให้แข็งจนผิวหน้าแห้ง

2) เกลี่ยตัวอย่างอาหารบนอาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าวด้วยเทคนิค spread plate

3) นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

4) ตรวจสอบจำนวนโคโลนีบนจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนี 25-250 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในรูป CFU ต่อตัวอย่าง 1 กรัม (CFU/1 g.)

ภาคผนวก ง

ประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เค้ก มาตรฐานเลขที่ มผช.๔๕๘/๒๕๔๘

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะเค้กที่อาจแต่งหน้าหรือสอดไส้ บรรจุในภาชนะบรรจุ ไม่ครอบคลุมถึงเค้กครั้งที่ได้ประกาศเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแล้ว

๒. บทนิยาม ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ เค้ก หมายถึง ขนมอบชนิดหนึ่งที่ทำจากแป้งสาลี น้ำตาล ไขมัน และไข่ เป็นส่วนประกอบหลัก ผสมนม เกลือ ผงฟู และส่วนประกอบอื่นที่เหมาะสม เช่น สารแต่งกลิ่นรส ผลไม้ ผัก ถั่ว เครื่องเทศ ผสมให้เข้ากัน นำไปอบที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม อาจแต่งหน้าหรือสอดไส้ด้วย

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป

ต้องมีรูปร่างที่สมบรูณ์ ไม่ยุบตัว กรณีมีการแต่งหน้าหรือสอดไส้ ต้องประณีต สวยงาม

๓.๒ สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของเค้ก

๓.๓ กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของเค้ก ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสเฟื่อน

๓.๔ ลักษณะเนื้อสัมผัส

ต้องมีลักษณะเนื้อที่ดีเป็นไปตามลักษณะเฉพาะของเค้กแต่ละชนิด เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๘.๑ แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า ๓ และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

๓.๕ สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

๓.๖ วัตถุเจือปนอาหาร

๓.๖.๑ ห้ามใช้วัตถุกันเสียทุกชนิดเว้นแต่กรณีที่ดีมากับวัตถุคิบให้เป็นไปตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

๓.๖.๒ หากมีการใช้สีผสมอาหาร ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

๓.๗ จุลินทรีย์

๓.๗.๑ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๒ สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๓ บาซิลลัส ซีเรียส ต้องน้อยกว่า ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๔ ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำเค้ก ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุเค้กในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

๕.๒ น้ำหนักสุทธิของเค้กในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุเค้กทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็น

ได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น เค้ก เค้กกล้วยหอม เค้กเนยสด เค้กแครอท

(๒) ส่วนประกอบที่สำคัญ

(๓) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

(๔) น้ำหนักสุทธิ

(๕) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

(๖) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ควรเก็บในที่เย็น

(๗) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าจดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

ประวัติผู้วิจัย

นางทศพร ดอกคำ เกิดวันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2516 ที่อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2538 เข้าทำงานที่บริษัท ไทยฟู้ดส์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ซึ่งผลิตกรดกลูตามิก ผงชูรส และวัตถุดิบปรุงแต่งรสอาหาร ตั้งอยู่ที่อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม ในฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ และฝ่ายผลิต ตามลำดับ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539-2547 ปีพ.ศ. 2543 สมรสกับนายบัญชา ดอกคำ พนักงานตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย มีธิดา 2 คน จากนั้นในปีพ.ศ. 2547 เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสาขาวิชาการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง