โครงการ
การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ ผลของการทดแทนเนยด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสมต่อสมบัติของเค้กเนยสด

ชื่อนิสิต นายกฤษภาส โสภาลักษณ์
นางสาวกมลวรรณ อิงค์สกุลสุข
นางสาวชลากร อ่อนมณี

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

ปีการศึกษา 2563

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลของการทดแทนเนยด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสมต่อสมบัติของเค้กเนยสด

โดย

นายกฤษภาส โสภาลักษณ์

นางสาวกมลวรรณ อิงค์สกุลสุข

นางสาวชลากร อ่อนมณี

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิกานต์ กู้พงษ์ศักดิ์

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประจำปีการศึกษา 2563

Effect of butter replacement with blended edible oils on butter cake properties

Krisapas Sophalux

Kamolwan Ingsakunsuk

Chalakorn Onmanee

Project Advisor

Asst. Prof. Sasikan Kupongsak, Ph. D.

A Report Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Bachelor of Science Program in Food Technology

Department of Food Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2020

หัวข้อวิจัย ผลของการทดแทนเนยด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสมต่อสมบัติของเค้กเนยสด

โดย นายกฤษภาส โสภาลักษณ์

นางสาวกมลวรรณ อิงค์สกุลสุข

นางสาวชลากร อ่อนมณี

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิกานต์ กู้พงษ์ศักดิ์

ปีการศึกษา 2563

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อนุมัติให้รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

ประจำปีการศึกษา 2563

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา ธนานุวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิกานต์ กู้พงษ์ศักดิ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

หัวข้อวิจัย ผลของการทดแทนเนยด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสมต่อสมบัติของเค้กเนยสด

โดย นายกฤษภาส โสภาลักษณ์

นางสาวกมลวรรณ อิงค์สกุลสุข

นางสาวชลากร อ่อนมณี

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิกานต์ กู้พงษ์ศักดิ์

ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมี กายภาพ และลักษณะทางประสาทสัมผัสของเค้กเนยสดที่ทดแทนเนยด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสมที่ประกอบด้วยน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันรำข้าวในอัตราส่วน 50 : 50 w/w ด้วยอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ได้แก่ เนยและน้ำมันผสมสัดส่วน 100 : 0 (สูตรควบคุม), 70 : 30, 60 : 40 และ 50 : 50 w/w หลังจากนั้นคัดเลือกสูตรเค้กเนยสดที่ดีที่สุดเพื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ค่าน้ำอิสระและค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัส สมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าเพอร์ออกไซด์ และค่า Total Thiobarbituric acid reactive substances (Total TBARS) และสมบัติทางประสาทสัมผัสโดยทดสอบความชอบของผู้บริโภคในด้าน สี เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวม โดยใช้ 9-point hedonic scale จากนั้นทำการเก็บเค้กเนยสดสูตรที่ผ่านการคัดเลือกเทียบกับสูตรควบคุมเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี กายภาพทุกสัปดาห์ และศึกษาสมบัติด้านจุลชีววิทยา โดยวิเคราะห์ค่าเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการเก็บ จากผลการวิจัย พบว่าเค้กเนยสดสูตรที่ผ่านการคัดเลือก ได้แก่ สูตร 70 : 30 ในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าสูตร 70 : 30 มีค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ค่าสีแดง-เขียว (a*) ของสูตรควบคุมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) ของทั้งสองสูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ค่าน้ำอิสระของทั้งสองสูตร พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) จากค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัส พบว่าค่าความแข็งและค่าความเหนียวเป็นยางหรือกาวของสูตรควบคุมมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในขณะที่ สูตร 70 : 30 ค่าความแข็งและค่าความเหนียวเป็นยางหรือกาวมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ค่าการเกาะติดทั้งสองสูตรมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ค่าความยืดหยุ่นของสูตร 70 : 30 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในขณะที่สูตรควบคุมมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนค่าการยึดเกาะภายในทั้งสองสูตรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) สมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าเพอร์ออกไซด์ พบว่าสูตรควบคุมมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในช่วง 2 สัปดาห์แรก โดยที่มีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 2 หลังจากนั้นมีค่าลดลงในสัปดาห์ที่ 3 และเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) สำหรับสูตร 70 : 30 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในส่วนของค่า Total TBARS ของเค้กเนยสดสูตรควบคุม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในขณะที่สูตร 70 : 30 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วง 3 สัปดาห์แรก แต่มีค่าลดลงในสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และสมบัติทางจุลชีววิทยา พบว่าทั้งสองสูตรมีจำนวนจุลินทรีย์และยีสต์และราในช่วงเริ่มต้นและสิ้นสุดของการเก็บรักษาเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. ๔๕๙/๒๕๕๕)

Project Title	Effect of butter replacement with blended edible oils on butter cake properties
Student	Krisapas Sophalux
	Kamolwan Ingsakunsuk
	Chalakorn Onmanee
Study Program	Bachelor of Science in Food Technology
Advisor	Asst. Prof. Sasikan Kupongsak, Ph. D.
Academic Year	2020

Abstract

The objective of this research was to study the chemical, physical and sensory characteristics of butter cake which replaced the butter with edible oil blends that included coconut oil and rice bran oil at the ratio of 50 : 50 w/w. The butter was mixed with the edible oil blends at different ratio including the ratio of 100 : 0 (control), 70 : 30, 60 : 40 and 50 : 50 w/w. After that, the best ratio of blended oil was selected and stored at 4 °C for 4 weeks. The physical properties of butter cake included color, water activity and texture. Chemical properties included Peroxide value and Total Thiobarbituric acid reactive substance (Total TBARS). Sensory evaluation was evaluated by acceptance of consumer test including color, texture, odor, taste and overall preference by using a 9-point hedonic scale. Then, the best recipe was selected. After that the selected recipe and the control were stored for 4 weeks. The changes in physical and chemical properties were evaluated every week and the microbiological properties were measured at the beginning and final step of the storages. The results showed the best selected recipe of the butter cake was at 70 : 30 ratio. During storage, it was found that the brightness values (L*) were significantly increased ($p < 0.05$) for 70: 30 ratio, the red-green values (a*) of control were significantly increased ($p<0.05$) and the yellow-blue values (b*) of both recipes tended to increase significantly ($p<0.05$). For both recipes, water activity values were no significant ($p<0.05$) changes. The texture characteristics showed that hardness, adhesiveness and gumminess of the control tended to decrease significantly ($p<0.05$), while hardness and gumminess increased significantly ($p < 0.05$) for a ratio of 70 : 30 but adhesiveness was decreased significantly ($p<0.05$) for both recipes. The springiness of the 70 : 30 ratio was not changed significantly ($p<0.05$), but the springiness of the control tended to decline. Cohesiveness was no significant difference for both recipes. For Chemical properties, Peroxide value of the control was found to increase during the first two weeks with the highest value at week 2. After that there was a decrease at week 3 and increased at week 4 significantly ($p<0.05$). For the ratio at 70 : 30, it tended to increase significantly ($p<0.05$). The Total TBARS value of the control was no significant difference ($p<0.05$), while the 70 : 30 ratio tended to increase during the first three weeks but significantly decreased ($p<0.05$) at the last week. For the result of

microbiological properties, it was found that total plate count and yeast and mold of both recipes at the beginning and the end of the storages, were conformed with the requirement of the Thai community Product Standard.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้สนับสนุนเงินทุนวิจัยสำหรับโครงการนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิกานต์ กู้พงษ์ศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นและกำลังใจ ตลอดการงานวิจัยและกรุณาช่วยตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารทุก ๆ ท่านที่ช่วยแนะนำและให้ความช่วยเหลือในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัยให้เสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณเพื่อน ๆ นิสิตปริญญาตรีทุกท่านและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่ไม่ได้เอ่ยนาม ที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบทางประสาทสัมผัสรวมถึงความช่วยเหลือที่เป็นประโยชน์ในด้านต่าง ๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณพระคุณบิดา มารดา ญาติ พี่ น้อง ซึ่งให้การสนับสนุนในการศึกษา เป็นกำลังใจและช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

นายกฤษภาส โสภาลักษณ์

นางสาวกมลวรรณ อิงค์สกุลสุข

นางสาวชลากร อ่อนมณี

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

1.3 ขอบเขต / กรอบแนวคิดของการวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 2

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เค้กเนยสด 3

2.2 เนย 5

2.3 น้ำมันพืชสำหรับบริโภค 7

2.4 น้ำมันมะพร้าว 9

2.5 น้ำมันรำข้าว 11

2.6 น้ำมันพืชสำหรับบริโภคชนิดผสม 13

บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย (Materials and methods)

3.1. วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย 14

3.2. สารเคมี 14

3.3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 15

3.4. วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และเคมีของเค้กเนยสดแต่ละสูตร 16

3.5. ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย 18

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Result and discussion)

4.1. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเค้กเนยสดเพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดสำหรับการเก็บรักษา

4.1.1. ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

4.1.1.1. ค่าสี 21

4.1.1.2. ค่าน้ำอิสระ (Water activity) 22

4.1.1.3. ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสของเค้กเนยสด 22

4.1.2. ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

4.1.2.1. ค่า Peroxide Value และค่า Total Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) 23

4.1.3 ผลการวิเคราะห์การยอมรับทางประสาทสัมผัส 25

4.2. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเค้กเนยสดระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

4.2.1. ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

4.2.1.1. ค่าสี 27

4.2.1.2. ค่าน้ำอิสระ (Water activity) 28

4.2.1.3. ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสของเค้กเนยสด 30

4.2.2. ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

4.2.2.1. ค่า Peroxide Value และค่า Total Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) 31

4.2.3. ผลการวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา

4.2.3.1 การวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนยีสต์และรา 33

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1. สรุปผลการวิจัย 35

5.2. ข้อเสนอแนะ 36

เอกสารอ้างอิง 37

ภาคผนวก 41

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ร้อยละกรดไขมันแต่ละชนิดของกรดไขมันทั้งหมดที่มีอยู่ในเนย	6
2	ไขมันชนิดต่างๆในผลิตภัณฑ์เนยและมาร์การีนต่อ 15 กรัม	6
3	ชนิดและปริมาณของกรดไขมันในน้ำมันพืช 10 ชนิด (กรัม/100 กรัม)	8
4	องค์ประกอบของกรดไขมันชนิดต่างๆ โดยแบ่งตามจำนวนคาร์บอนในน้ำมันมะพร้าว	9
5	องค์ประกอบของกรดไขมันชนิดต่างๆโดยแบ่งตามพันธะคู่ที่พบในกรดไขมันของน้ำมันมะพร้าว	9
6	ร้อยละกรดไขมันแต่ละชนิดของกรดไขมันทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำมันรำข้าว	11
7	สูตรการทำเค้กเนยสด	18
8	ค่าการวัดสี (L* a* และ b*) ของตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมที่แตกต่างกัน	21
9	ค่าน้ำอิสระ (Water activity) ของตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมที่แตกต่างกัน	22
10	ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสของตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมที่แตกต่างกัน	23
11	ค่า Peroxide Value และค่า Total Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) ที่ได้จากตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมที่แตกต่างกัน	24
12	ค่าคะแนนความชอบด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรสชาติและความชอบโดยรวมของเค้กเนยสดในแต่ละสูตร	25
13	ค่าการวัดสี (L* a* และ b*) ของตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 100 : 0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ (สูตรควบคุม)	27

14 ค่าการวัดสี (L* a* และ b*) ของตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 70 : 30 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ 28

15 ค่าน้ำอิสระ (Water activity) ของตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 100 : 0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ (สูตรควบคุม) 28

16 ค่าน้ำอิสระ (Water activity) ของตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 70 : 30 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ 29

17 ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสของตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 100 : 0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ (สูตรควบคุม) 30

18 ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสของตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 70 : 30 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ 31

19 ค่า Peroxide Value และค่า Total Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) ที่ได้จากตัวอย่างเค้กเนยสดสูตรที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 100 : 0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ (สูตรควบคุม) 32

20 ค่า Peroxide Value และค่า Total Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) ที่ได้จากตัวอย่างเค้กเนยสดสูตรที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 70 : 30 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ 33

21 การวิเคราะห์จุลินทรีย์ Total plate count (Bacteria) ของตัวอย่างเค้กเนยสดทั้งสองสูตรเริ่มต้นและสิ้นสุดการเก็บรักษา 4 สัปดาห์ 34

22 การวิเคราะห์จุลินทรีย์ จำนวนยีสต์และรา Total plate count (Yeast and Mold) ของตัวอย่างเค้กเนยสดทั้งสองสูตรเริ่มต้นและสิ้นสุดการเก็บรักษา 4 สัปดาห์ 34

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงตัวอย่างเค้กเนยสดสำหรับให้ผู้ประเมินทดสอบ	56

บทที่ 1

บทนำ (Introduction)

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันประชากรส่วนใหญ่มีภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคที่ไม่ติดต่อ (Non-communicable diseases) เช่น โรคอ้วน โรคความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือดหัวใจตีบตัน และโรคหลอดเลือดสมอง เป็นต้น ซึ่งสาเหตุหลักของโรคที่กล่าวมานี้ คือ การบริโภคไขมันอิ่มตัวและคอเลสเตอรอลในปริมาณมากในผลิตภัณฑ์ขนมอบ ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยไขมันที่ใช้เป็นหลัก คือ เนย ซึ่งเป็นไขมันอิ่มตัว จึงมีการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีปริมาณไขมันอิ่มตัวและคอเลสเตอรอลต่ำ โดยยังคงรสชาติที่ดีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเพื่อเป็นอีกทางเลือกให้ผู้ที่ให้ความสนใจต่อสุขภาพ และยังลดค่าใช้จ่าย เนื่องจากเนยมีราคาต้นทุนที่สูง

เค้กเป็นอีกผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในกลุ่มผู้บริโภคทุกวัย ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ผลิตจากแป้งสาลี น้ำตาล เกลือ ผงฟู ไขมัน นม ไข่และกลิ่นรส ส่วนผสมเหล่านี้ เมื่อรวมกันจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อละเอียดและเบา ความสัมพันธ์โดยทั่วไปของส่วนผสมเหล่านี้จะต้องนำมาทำให้มีความสมดุลต่างกันไปตามชนิดของเค้กที่จะทำคุณภาพของเค้กขึ้นอยู่กับการใช้ส่วนผสมหรือวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี มีวิธีการผสมที่ถูกต้อง มีอุณหภูมิของแป้ง ระยะเวลาที่อบ และอุณหภูมิที่ใช้อบที่ถูกต้อง

ทางผู้จัดทำโครงการจึงให้ความสนใจที่จะศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบ คือ เค้กเนยสด โดยทดแทนเนยด้วยน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันรำข้าว เพราะเค้กเนยสดเป็นผลิตภัณฑ์ที่คนไทยส่วนใหญ่นิยมบริโภค ซึ่งเป็นการลดความเสี่ยงของโรคไม่ติดต่อต่าง ๆ และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและส่งผลที่ดีต่อสุขภาพ อีกทั้งยังเป็นการลดต้นทุนการผลิตอีกด้วย ทั้งนี้เพื่อเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภคที่รับประทานเค้กเนยสดเป็นประจำ และให้ความสนใจเกี่ยวกับสุขภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาสมบัติทางเคมี กายภาพและลักษณะทางประสาทสัมผัสของเค้กเนยสดที่ทดแทนเนยด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสมด้วยอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

2. เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทดแทนเนยด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสมในเค้กเนยสด โดยยังคงรสชาติที่ดีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยาระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

1.3 ขอบเขต/กรอบแนวคิดของการวิจัย

1. การผลิตเค้กเนยสด (Butter Cake) โดยการทดแทนเนยด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสม และปรับสัดส่วนระหว่างเนยและน้ำมันบริโภคผสม

2. ศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของเค้กเนยสด (Butter Cake) แต่ละสูตร และคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคโดยการประเมินทางประสาทสัมผัส

3. ศึกษาเสถียรภาพการเก็บรักษาของเค้กเนยสด (Butter Cake) ที่คัดเลือกที่อุณหภูมิแช่เย็นเป็นเวลา 4 สัปดาห์โดยวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้สูตรผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่มีปริมาณไขมันอิ่มตัวน้อยลง

2. เป็นทางเลือกใหม่แก่ผู้บริโภคที่รักสุขภาพและที่ชื่นชอบผลิตภัณฑ์เค้กเนยสด

3. ลดต้นทุนการผลิตเค้กเนยสด

4. สามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาด

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เค้กเนยสด (Butter cake)

จินตนาและคณะ (2553) ได้ให้ความหมายของเค้กไว้ว่า เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ทำจากแป้งสาลี น้ำตาล เกลือ ผงฟู ไขมัน นม ไข่ และกลิ่นรส ส่วนผสมเหล่านี้เมื่อรวมกันจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อละเอียดและเบา ความสัมพันธ์โดยทั่ว ๆ ไปของส่วนผสมเหล่านี้จะต้องนำมาทำให้มีความสมดุลต่างกันไปตามชนิดของเค้กที่ทำ

เค้กเนยสด หรือบัตเตอร์เค้ก (Butter Cake) เป็นเค้กที่มีส่วนผสมของเนยเป็นหลัก ส่วนผสมของขนมจะหนักที่สุดในเค้กประเภทต่าง ๆ ที่แบ่งตามเนื้อเค้ก เนื่องจากมีส่วนผสมของเนยค่อนข้างมาก ระหว่างผสมให้เข้ากันจึงเกิดฟองอากาศในเนื้อขนมน้อย จึงทำให้ได้เนื้อเค้กที่อบออกมาแล้วเนื้อละเอียดแน่น เหมาะกับการทำเค้กเนยสด เค้กหินอ่อน เค้กช็อคโกแลต และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการที่เค้กเนยหรือบัตเตอร์เค้กมีเนื้อแน่นและมีน้ำหนักมากกว่าเค้กชนิดอื่น จึงทำให้เค้กชนิดนี้เหมาะกับการนำไปทำเป็นเนื้อเค้กที่ต้องรับน้ำหนักของส่วนผสมอย่างอื่นที่ใส่ในเนื้อเค้ก เช่น เค้กผลไม้ (fruit cake) ที่มีส่วนผสมของผลไม้แห้งชิ้นเล็ก ๆ อย่างลูกเกด อินทผลัม เชอรี่ ฯลฯ ในเนื้อเค้กค่อนข้างเยอะ หากเราใส่ส่วนผสมเหล่านี้ในเค้กที่มีเนื้อค่อนข้างเบา จะทำให้เนื้อเค้กนั้นไม่สามารถรับน้ำหนักของส่วนผสมที่เราใส่เข้าไปได้ และทำให้ส่วนผสมจมลงไปกองอยู่ที่ก้นพิมพ์ ไม่ผสมรวมกับเนื้อเค้กตามต้องการ นอกจากนั้นการที่มีน้ำหนักของส่วนผสมอื่นในเนื้อเค้กไปกดตัวเนื้อเค้กเอาไว้ ยังทำให้เนื้อเค้กที่เบานั้นไม่ขึ้นฟูตอนอบเท่าที่ควรอีกด้วย โดยทั่วไปแล้วเค้กเนยสดหรือบัตเตอร์เค้กจะมีขั้นตอนการทำ คือ เริ่มจากตีเนยกับน้ำตาลจนขึ้นฟู แล้วจึงใส่ไข่ลงไปตี ตามด้วยใส่แป้งแล้วส่วนผสมที่เหลือลงไป

ไขมัน มีหน้าที่เพื่อจับอากาศไว้ขณะที่ผสมเค้ก อากาศที่ไขมันเก็บไว้ในระหว่างการตีมีหน้าที่เป็นตัวทำให้เค้กอ่อนนุ่ม ไขมันทุกชนิด ถือว่ามีหน้าที่ทำให้เค้กมีความนุ่ม นอกจากนี้ยังให้ความสมบูรณ์ของโครงสร้างในเค้ก เนยสดเป็นไขมันที่ให้กลิ่นรสดีที่สุดในจำนวนไขมันทุกชนิดที่ในการทำขนมอบ แต่มีค่าของการเป็นชอตเทนนิ่งต่ำ คือ เวลาผสมจะมีน้ำหนักเนื้อไม่เนียนเป็นครีมและมักไม่เข้ากันดี จึงนิยมใช้มาร์การีนหรือเนยขาวเป็นส่วนช่วยทำให้เนื้อเนียนเป็นครีม

คุณลักษณะที่ต้องการของเค้ก (มผช. ๔๕๙/๒๕๕๕)

1. ลักษณะทั่วไป

   ต้องมีรูปทรงที่ดี ไม่ยุบตัว ผิวหน้าและขอบของเค้กต้องเรียบ มีความหนาสม่ำเสมอ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

2. ลักษณะเนื้อสัมผัส

   ต้องมีลักษณะเนื้อที่ดีตามลักษณะเฉพาะของเค้กและส่วนประกอบที่ใช้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและชิม

3. สี

   ต้องมีสีดีตามธรรมชาติของเค้กและส่วนประกอบที่ใช้

4. กลิ่นรส

   ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของเค้กและส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นหืน รสเฝื่อน

5. ลิ่งแปลกปลอม

   ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6. วัตถุเจือปนอาหาร

   หากมีการใช้สีและวัตถุกันเสีย ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

7. จุลินทรีย์

   - จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
   - แซลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม
   - สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
   - บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
   - คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
   - เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธี MPN ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

- ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

เทคนิคการทำเค้กที่มีเนยเป็นส่วนผสมหลัก เนยสดควรจะแช่เย็นก่อนนำมาใช้ ในการตีเนยสดกับน้ำตาลให้ขึ้นฟูเบา ควรทำในห้องที่เย็น เพราะจะช่วยให้ตีขึ้นฟูได้ง่าย แต่ถ้าส่วนผสมเหลวอาจใช้น้ำแข็งรองก้นอ่างผสม หรือนำไปแช่ตู้เย็นจนเนยสดอยู่ตัวก่อนจึงนำมาตีต่อจนขึ้นฟูเบา ไม่ควรตีส่วนผสมแป้งนานเกินไป เพราะอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เนื้อเค้กเหนียว แน่น มีปริมาตรเล็กและหน้าแตก ไม่ควรเคลื่อนย้ายเค้กขณะที่อบอยู่ในเตา เพราะจะทำให้เค้กยุบตัวได้ ก่อนนำเข้าเตาอบควรกระแทกพิมพ์เพื่อไล่ฟองอากาศ ในการอบถ้าใช้อุณหภูมิต่ำเกินไป จะทำให้เนื้อหยาบ และหดตัว เนื่องจากใช้เวลาในการอบนานเกินไป และหากใช้อุณหภูมิสูงเกินไปในการอบ จะทำให้เค้กหน้านูน และแตก ผิวเค้กจะหนา เนื้อเค้กจะแน่น (คหกรรมศาสตร์ มศว, 2557)

2.2 เนย (Butter)

เนย (butter) หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนที่เป็นไขมันของนมซึ่งผ่านกรรมวิธีการผลิตและอาจเติมวิตามินหรือวัตถุอื่นที่จำเป็นต่อกรรมวิธีการผลิต (กระทรวงสาธารณสุข, 2544) เนยประกอบด้วยไขมันนมมากกว่า 80% มีปริมาณน้ำ (moisture content) ไม่เกิน 16% เป็นอิมัลชัน (emulsion) ชนิด water- in-oil emulsion ไขมันนมมีกรดไขมันสายสั้น (short-chain fatty acid) เช่น butyric acid, caproic acid ปริมาณมาก ทำให้เนยมีจุดหลอมเหลวต่ำ และเมื่อเกิดการหืน (rancidity) จะเกิดกลิ่นได้ง่าย จึงต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (cold storage) และต้องยอมรับว่าเนยเป็นวัตถุดิบที่สำคัญที่สุดของเค้กที่มีไขมันเป็นส่วนประกอบหลักมากกว่าเค้กชนิดอื่น ๆ เนยเป็นวัตถุดิบที่มีกลิ่นหอมอบอวลจึงเป็นปัจจัยสำคัญกับคุณภาพของกลิ่นเค้ก เนยเป็นไขมันธรรมชาติจะต้องเก็บรักษาอย่างดีจึงจะสามารถรักษาความสดของเนยไว้ได้ เนยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เนยชนิดเค็ม ที่จะเติมเกลือในขั้นตอนสุดท้ายของการทำประมาณร้อยละ 1 และเนยชนิดจืดที่ไม่ได้เติมเกลือ โดยเนยชนิดเค็มจะมีประสิทธิภาพการเก็บรักษาดีกว่าเนยชนิดจืด แต่ถ้าใช้เนยชนิดเค็มก็จะไม่สามารถใช้ในปริมาณมากได้ ส่วนผสมของเกลือจะทำให้รสชาติของเค้กแตกต่างออกไป ดังนั้นการใช้เนยจืดทำเค้กแล้วค่อยผสมเกลือต่างหากจะสามารถควบคุมรสชาติได้มากกว่า

ความสามารถในการดูดซึมและความสามารถในการกลมกลืนของเนย การสร้างเนื้อสัมผัสของเค้กให้มีความชุ่มฉ่ำนั้น ส่วนผสมจะต้องมีความเหลวในปริมาณมากและเนยก็จะเป็นตัวดูดซึมน้ำจากของเหลวได้เป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างเนยและน้ำเข้ากันได้เป็นอย่างดี โดยปกติแล้วไขมันกับน้ำจะมีคุณสมบัติที่เข้ากันไม่ได้ แต่ถ้าทำให้เนยกลายเป็นก้อนครีมแล้วเติมวัตถุดิบเหลว เช่น นมและไข่ไก่ ของเหลวจะกลายเป็นอนุภาคที่เล็กมากเนื่องจากการตีด้วยความเร็วต่อเนื่องและจะกระจายตัวเข้ากับเนยได้อย่างดีพร้อมทำให้เกิดการพองตัวที่สมบูรณ์และนุ่ม จึงทำให้เค้กมีความชุ่มฉ่ำและนุ่มได้ (ระริน, 2556)

ตารางที่ 1: ร้อยละกรดไขมันแต่ละชนิดของกรดไขมันทั้งหมดที่มีอยู่ในเนย

ชนิดของกรดไขมัน	%ของไขมันทั้งหมด
กรดไขมันอิ่มตัว (SFA)	67
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (MUFA)	29
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (PUFA)	4

ที่มา: Dairy Australia, 2019

ตารางที่ 2: ไขมันชนิดต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์เนยและมาร์การีนต่อ 15 กรัม

ชนิดของผลิตภัณฑ์	ไขมันทั้งหมด (กรัม)	ไขมันอิ่มตัว (กรัม)	ไขมันทรานส์ (กรัม)
เนย	3.80	2.50	0.21
มาร์การีน	9.88	6.19	0.16

ที่มา: วารีทิพย์ พึ่งพันธ์, 2559

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าการใช้ไขมันเนยและมาร์การีน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะให้ไขมันอิ่มตัวที่สูง รวมทั้งมีไขมันทรานส์อีกด้วย ดังนั้นถ้าผู้บริโภครับประทานในปริมาณมากจะทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ และโรคอ้วน

นันทยา จงใจเทศ และคณะ (2550) ร่วมกันวิจัยปริมาณไขมันทรานส์ในอาหารอบและทอดต่อน้ำหนัก 100 กรัม พบว่าเค้กเนยมีปริมาณไขมันทรานส์ 400 มิลลิกรัม / 100กรัม ปริมาณไขมันในเนยแข็ง (cheddar cheese) และเนยเหลวจืด (unsalted butter) พบว่ามีไขมันทรานส์ 1001 และ 2247 มิลลิกรัม / 100กรัม ตามลำดับ โดยมีการศึกษาวิจัยพบว่าไขมันทรานส์ที่เกิดจากกระบวนการเติมไฮโดรเจนให้ผลร้ายเช่นเดียวกับกรดไขมันอิ่มตัว โดยกรดไขมันทรานส์ ทำให้ระดับคอเลสเตอรอลรวม (total cholesterol) และคอเลสเตอรอลตัวไม่ดี (LDL-cholesterol) เพิ่มขึ้น แต่คอเลสเตอรอลตัวดี (HDL-cholesterol) ลดลง เพิ่มปัจจัยในการเกิดหลอดเลือดหัวใจ ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของอินซูลินลดลง

2.3 น้ำมันพืชสำหรับบริโภค (Edible vegetable oil)

ปัจจุบันไขมันที่สกัดจากผลผลิตทางการเกษตรประเภทพืชน้ำมัน (oil seed scops) ได้ถูกนำมาใช้เป็นน้ำมันบริโภค (edible oil) กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากน้ำมันพืชปราศจากคอเลสเทอรอล และยังมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงกว่าน้ำมันจากสัตว์ ทำให้ไม่เกิดโรคเส้นเลือดหัวใจตีบ ประกอบกับมีการขยายการผลิตพืชน้ำมันขึ้นทั่วโลก ทำให้มีวัตถุดิบที่สามารถนำไปสกัดน้ำมันได้มากขึ้น น้ำมันพืชสำหรับบริโภคที่จำหน่ายในท้องตลาดปัจจุบันมีมากมายหลายชนิด เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันปาล์ม น้ำมันเมล็ดทานตะวัน น้ำมันข้าวโพด น้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันมะกอก

พืชน้ำมันที่ใช้ในทางอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันสำหรับบริโภคมีหลายชนิดทั้งพืชยืนต้นและพืชล้มลุก ซึ่งแบ่งออกได้ดังนี้

1. น้ำมันจากส่วนผลของพืชยืนต้น ได้แก่ น้ำมันมะกอก (olive oil) และน้ำมันปาล์ม (palm oil)

2. น้ำมันจากส่วนเมล็ดของพืชยืนต้น ได้แก่ น้ำมันเมล็ดในปาล์ม (palm kernel oil) น้ำมันมะพร้าว (coconut oil) และน้ำมันเมล็ดนุ่น (kapok seed oil)

3. น้ำมันจากส่วนเมล็ดของพืชล้มลุก ได้แก่ น้ำมันเมล็ดฝ้าย (cottonseed oil) น้ำมันถั่วเหลือง (soybean oil) น้ำมันงา (sesame oil) น้ำมันถั่วลิสง (peanut oil) น้ำมันเมล็ดทานตะวัน (sunflower seed oil) น้ำมันเมล็ดดอกคำฝอย (safflower seed oil) น้ำมันรำข้าว (rice bran oil) (วิภาวรรณ ศรีมุข, 2545)

ตารางที่ 3: ชนิดและปริมาณของกรดไขมันในน้ำมันพืช 10 ชนิด (กรัม / 100 กรัม)

ชนิดของน้ำมัน	กรดไขมันอิ่มตัว			กรดไขมันไม่อิ่มตัว			
	ปาล์มิติก	สเตียริก	ทั้งหมด	โอเลอิก	ไลโนเลอิก	ไลโนเลนิก	ทั้งหมด
น้ำมันข้าวโพด	10.9	1.8	12.7	24.2	58.0	0.7	82.9
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	22.7	2.3	25.9	17.0	51.5	0.2	69.7
น้ำมันมะกอก	11.0	2.2	13.5	72.5	7.9	0.6	82.1
น้ำมันปาล์ม	43.5	4.3	49.3	36.6	9.1	0.2	46.3
น้ำมันถั่วลิสง	9.5	2.2	16.9	44.8	32.0	-	78.2
น้ำมันดอกคำฝอย (มีกรดไลโนเลอิกมาก)	6.2	2.2	9.1	11.7	74.1	0.4	86.6
น้ำมันดอกคำฝอย (มีกรดโอเลอิกมาก)	4.8	1.3	6.1	75.3	14.2	-	89.5
น้ำมันงา	8.9	4.8	14.2	39.3	41.3	0.3	81.4
น้ำมันถั่วเหลือง	10.3	3.8	14.4	22.8	51.0	6.8	81.2
น้ำมันทานตะวัน	5.9	4.5	10.3	19.5	65.7	-	85.2

ที่มา: วิภาวรรณ ศรีมุข. (2545)

K. Chowdhury และคณะ (2007) ได้ศึกษาองค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันบริโภค พบว่าในแง่ของเปอร์เซ็นต์ทั้งหมดของกรดไขมันจำเป็น (ไลโนเลอิกและไลโนเลนิก) น้ำมันถั่วเหลืองนั้นดีกว่า เมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์ทั้งหมดของกรดไขมันไม่อิ่มตัว (MUFA + PUFA) น้ำมันทานตะวันมีคุณสมบัติเหนือกว่าน้ำมันตัวอื่นที่ทำการทดสอบ กรดไขมันโดยเฉพาะไลโนเลอิกสูงต่ำ ความหลากหลายของโอเลอิกดูเหมือนจะเหมาะสำหรับการบริโภคเพื่อต่อสู้กับภาวะทุพโภชนาการ

Asim Syed (2016) น้ำมันและไขมันมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร พวกมันมีอิทธิพลต่อลักษณะทางกายภาพเคมีและชีวภาพของอาหาร ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์อาหารและนักวิทยาศาสตร์การอาหารมักสนใจที่จะทำความเข้าใจเกี่ยวกับอายุการเก็บรักษาของน้ำมันเนื่องจากอายุการเก็บรักษาของน้ำมันอาจมีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันนั้น แนวคิดที่ให้คำแนะนำเพิ่มเติมสำหรับน้ำมัน คือ ความคงตัวของชั้นวาง ความคงตัวในการเก็บรักษาเป็นคำที่สัมพันธ์กันซึ่งกำหนดความคงตัวออกซิเดชั่นของน้ำมัน เนื่องจากเกี่ยวข้องกับน้ำมันอื่น ๆ อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบความเสถียรในการออกซิเดชั่นของน้ำมันต่างชนิดกันไม่ได้ให้ภาพที่สมบูรณ์ว่าน้ำมันเหล่านี้จะทำงานอย่างไรในแง่ของผลกระทบต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป

2.4 น้ำมันมะพร้าว (Coconut oil)

น้ำมันมะพร้าว (coconut oil) คือ น้ำมันที่ได้จากการสกัดแยกน้ำมันจากเนื้อผลของต้นมะพร้าว (Cocos nucifera L.) ซึ่งเป็นพืชในตระกูลปาล์ม (Arecaceae หรือ Palmae) องค์ประกอบหลักของน้ำมันมะพร้าวเป็นกรดไขมันอิ่มตัว (มากกว่า 90% จากปริมาณกรดไขมันทั้งหมด) แต่กรดไขมันอิ่มตัวส่วนใหญ่ที่พบในน้ำมันมะพร้าวนั้นเป็นกรดไขมันที่มีขนาดโมเลกุลปานกลาง (medium chain fatty acid) เช่น กรดลอริก (lauric acid) ซึ่งเมื่อรับประทานและถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายแล้ว จะถูกเผาผลาญได้ดี จึงถูกสะสมในเนื้อเยื่อไขมัน (adipose tissue) ได้น้อยกว่ากรดไขมันที่มีขนาดโมเลกุลยาว (long chain fatty acid) เช่น กรดไลโนเลอิก (linoleic acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่พบมากในน้ำมันถั่วเหลือง เป็นต้น (ธนิกา ปฐมวิชัยวัฒน์ ,2553)

ตารางที่ 4: องค์ประกอบของกรดไขมันชนิดต่างๆ โดยแบ่งตามจำนวนคาร์บอนในน้ำมันมะพร้าว

กรดไขมัน	ร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด
Caprylic acid C(8:0)	5.8 $\pm$ 0.4
Capric acid C(10:0)	4.8 $\pm$ 0.3
Lauric acid C(12:0)	49.1 $\pm$ 1.6
Myristic acid C(14:0)	21.8 $\pm$ 1.1
Palmitic acid C(16:0)	8.4 $\pm$ 0.8
Stearic acid C(18:0)	2.8 $\pm$ 0.2
Oleic acid C(18:1)	6.1 $\pm$ 0.3
Linoleic acid C(18:2)	1.2 $\pm$ 0.2

ที่มา: Bhatnagar et al. (2009)

ตารางที่ 5: องค์ประกอบของกรดไขมันชนิดต่างๆโดยแบ่งตามพันธะคู่ที่พบในกรดไขมันของน้ำมันมะพร้าว

ชนิดของกรดไขมัน	ร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด
ไขมันอิ่มตัว (SFA)	92.7 $\pm$ 4.4
ไขมันขนาดกลาง (MCFA)	59.7 $\pm$ 2.3
ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (MUFA)	6.1 $\pm$ 0.3
ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (PUFA)	1.2 $\pm$ 0.2

ที่มา: Bhatnagar et al. (2009)

Narayanankutty และคณะ (2018) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับน้ำมันมะพร้าว โดยในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ได้รับการศึกษามากที่สุดและกลายเป็นอาหารที่มีประโยชน์และมีคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งได้รับการอธิบายก่อนหน้านี้ว่าเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ เมื่อศึกษาน้ำมันมะพร้าวสกัดบริสุทธิ์โดยอาศัยความรู้พื้นฐานของกรดไขมันห่วงโซ่ขนาดกลาง (MCFA) และสารต้านอนุมูลอิสระฟีนอลิกในปริมาณสูง แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการป้องกันและรักษาที่อาจเกิดขึ้นในหลายสภาวะ เช่น ไขมันในเลือดสูง ไขมันในตับ โรคเบาหวาน และมะเร็ง

Mikolajczak, N. (2017) ได้ทำการวิจัยพบว่าน้ำมันมะพร้าวมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีและส่งผลที่ดีต่อสุขภาพ คือ น้ำมันมะพร้าวมีปริมาณกรดไขมันสายสั้น ๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งดูดซึมได้ง่ายกว่า จึงให้พลังงานน้อยกว่ากรดไขมันสายยาว ลดความเสี่ยงที่เกิดโรคอ้วน และน้ำมันมะพร้าวยังมีสารประกอบ Sterol ที่ชื่อว่า Phytosterols ทำหน้าที่เป็นสาร antioxidant ป้องกันการเกิดเนื้องอก อีกทั้งยังสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้อีกด้วย

Savva S.C. และ Kafatos A. (2016) กล่าวว่าไขมันอิ่มตัวในน้ำมันมะพร้าวจะเพิ่ม HDL cholesterol ในเลือดมากกว่า LDL cholesterol เพื่อให้ระดับไขมันที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับคาร์โบไฮเดรตในอาหาร นอกจากนี้การบริโภคน้ำมันมะพร้าวช่วยลดอาการที่เกี่ยวข้องกับผลข้างเคียงในการทำเคมีบำบัดของผู้ป่วยมะเร็งเต้านมอีกด้วย

Shameena B. และคณะ (2016) ได้ทำการวิจัยพบว่าเมื่อเติมน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ลงในเค้กมัฟฟิน น้ำมันมะพร้าวจะช่วยเพิ่มความนุ่มและทำให้เกิดเนื้อเค้กที่ร่วน แต่ปัญหาที่พบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส คือ เค้กมัฟฟินที่ประกอบด้วย น้ำมันมะพร้าว 50 กรัมมีรสชาติที่เลี่ยน แต่อย่างไรก็ตามความสามารถในการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเค้กมัฟฟินยังคงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

2.5 น้ำมันรำข้าว (Rice bran oil)

รำข้าวมีลิพิดประมาณ 9 - 22% (เฉลี่ยประมาณ 15 - 20%) น้ำมันรำข้าวประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวประมาณ 15 - 20% กรดไขมันไม่อิ่มตัว 80 - 85% น้ำมันรำข้าวที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์แล้วมีสเตอรอลที่มีชื่อว่า โอรายซานอล (oryzanol) ซึ่งเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (antioxidant) นอกจากนี้มีโทโคฟีรอล (tocopherol) และโทโคไตรอีนอลส์ (tocotrienols) ในปริมาณสูงด้วย โดยชนิดที่มีมาก ได้แก่ แอลฟ่า (α), แกมม่า (γ) และเดลต้า (δ) นอกจากที่กล่าวมายังพบไฟโตสเตอรอลในน้ำมันรำข้าวอีกด้วย (ศรุดา สถิตวรพจนา, 2554) สารเหล่านี้เป็นไขมันที่มีคุณค่าต่อสุขภาพจากการที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน สารต้านออกซิเดชันที่มีในรำข้าวของข้าวทุกชนิดช่วยลดอนุมูลอิสระในร่างกายได้ จึงลดภาวะเครียดออกซิเดชั่น (oxidative stress) ที่เป็นสาเหตุของโรคเรื้อรังหลายชนิด เช่น โรคหลอดเลือด โรคมะเร็ง โรคเบาหวานฯ (อรุณศรีและคณะ, 2548)

ตารางที่ 6: ร้อยละกรดไขมันแต่ละชนิดของกรดไขมันทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำมันรำข้าว

ส่วนประกอบของกรดไขมัน (fatty acid composition)	ร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด
กรดไมริสติก(Myristic acid)	0.07
กรดปาล์มิติก (Palmitic acid)	20.0
กรดสเตียริก (Stearic acid)	2.1
กรดโอเลอิก (oleic acid)	42.7
กรดลิโนเลอิก (Linoleic acid)	33.1
กรดลิโนเลนิกอัลฟา (α-Linolenic acid)	0.45
กรดไขมันอิ่มตัว (SFA)	22.5
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (MUFA)	44
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (PUFA)	33.6

ที่มา: Orsavova et al., 2015

Michihiro S. และคณะ (1997) ได้ศึกษาในมนุษย์และสัตว์หลายชนิดแสดงให้เห็นว่าน้ำมันรำข้าว เป็นน้ำมันบริโภคที่เหมาะสำหรับการปรับปรุงระดับคอเลสเตอรอลในเลือดและสัดส่วนไลโปโปรตีนที่มีความคล้ายคลึงกับน้ำมันพืชที่ใช้กันทั่วไป เช่น น้ำมันข้าวโพดและน้ำมันดอกคำฝอย สิ่งที่น่าสนใจเป็นพิเศษ คือ การสังเกตว่าการผสมน้ำในรำข้าวกับน้ำมันดอกคำฝอยในสัดส่วนที่แน่นอน (7 : 3 w/w) จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของ hypocholesterolemic เมื่อเทียบกับผลของน้ำมันแต่ละชนิดเพียงอย่างเดียว แม้ว่ากลไกที่อยู่ภายใต้ผลกระทบนี้จะไม่ปรากฏให้เห็นในปัจจุบัน แต่การผสมอาจมีความสำคัญในทางปฏิบัติ ผลการผสมจะเกิดขึ้นในหนูที่กินอาหารที่อุดมด้วยคอเลสเตอรอลและยังทำให้คอเลสเตอรอลในตับลดลงอีกด้วย

Marlene M Mostและคณะ (2005) ได้กล่าวว่า รำข้าวที่ไม่ได้ถูกลดความเข้มข้นของไขมัน พบว่าคอเลสเตอรอลรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อบริโภคอาหารที่มีน้ำมันรำข้าวมากกว่าการบริโภคอาหารควบคุม ยิ่งไปกว่านั้นจากการบริโภคน้ำมันรำข้าว LDL คอเลสเตอรอลลดลง 7% (P <0.0004) ในขณะที่ HDL คอเลสเตอรอลไม่เปลี่ยนแปลง

Gulzar Ahmad Nayik และคณะ (2015) ได้กล่าวว่า น้ำมันรำข้าวถูกใช้อย่างกว้างขวางในฐานะน้ำมันบริโภคระดับพรีเมี่ยมในเอเชีย เป็นที่รู้จักกันดีในชื่อ "Heart Oil" ในประเทศญี่ปุ่น และได้รับสถานะเป็น "อาหารเพื่อสุขภาพ" หรือ "อาหารเพื่อสุขภาพ" ในประเทศตะวันตกน้ำมันรำข้าวถือเป็นน้ำมันปรุงอาหารที่ดีกว่าเนื่องจากมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- น้ำมันรำข้าวเป็นทางเลือกที่ดีเยี่ยมสำหรับผู้ที่มีการแพ้น้ำมันปรุงอาหารอื่น ๆ เนื่องจากไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้
- น้ำมันรำข้าวมีควัน (ไหม้) สูงมากทำให้เหมาะสำหรับทอดกระทะหรือผัด
- น้ำมันรำข้าวสร้างโพลีเมอร์ (หรือมีความมันน้อยกว่า) น้อยกว่าน้ำมันชนิดอื่น ๆ หมายถึงมีรสชาติที่ดีขึ้นและทำความสะอาดได้ง่ายขึ้น
- คุณสมบัติเฉพาะของน้ำมันรำข้าว คือ ไม่มีการดูดซึมน้ำมันมากกว่าน้ำมันชนิดอื่นที่เป็นน้ำมันที่บริโภคได้ในเชิงพาณิชย์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงรสชาติและความอร่อยของน้ำมันรำข้าว

2.6 น้ำมันพืชสำหรับบริโภคชนิดผสม (Edible Vegetable oil blends)

โดยธรรมชาติ น้ำมันพืชที่ใช้ในการปรุงอาหารจะมีส่วนผสมของกรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid, SFA) กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid, MUFA) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid, PUFA) ในสัดส่วนที่ต่างกันไป น้ำมันพืชที่มีกรดไขมันอิ่มตัวมาก ได้แก่ น้ำมันปาล์ม และน้ำมันมะพร้าว น้ำมันพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวในสัดส่วนที่มาก ได้แก่ น้ำมันเมล็ดทานตะวัน น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน ได้แก่ น้ำมันมะกอก น้ำมันดอกคำฝอย ด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยในปัจจุบัน ทำให้สามารถนำน้ำมันเดี่ยวสองชนิดมาผสมให้เป็นน้ำมันผสม และดึงจุดเด่นของน้ำมันแต่ละประเภทออกมา เกิดเป็นน้ำมันผสมที่มีสัดส่วนของกรดไขมันที่สมดุล เหมาะกับวิธีในการปรุงอาหารและยังส่งผลดีต่อร่างกาย โดยเฉพาะการลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจ โรคหลอดเลือดหัวใจ และโรคมะเร็ง

จากการศึกษาการผสมน้ำมันปาล์มแดงกับน้ำมันรำข้าวและน้ำมันงาในอัตราส่วน 33 : 35 : 32 w/w ส่งผลให้อัตราส่วนของไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid: SFAs) ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid: MUFAs) และไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid : PUFAs) มีค่าใกล้เคียงกับค่ากรดไขมันใน American Heart Association Guideline และการผสมน้ำมันพบว่ามีสารต้านออกซิเดชันธรรมชาติที่มาก โดยที่พบ γ-oryzanol มากที่สุด รองลงมา คือ tocopherols, sesamin และ carotenoids ตามลำดับ โดยที่ลักษณะประสาทสัมผัสของการผสมน้ำมันยังคงอยู่ และสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ได้มากกว่า 120 วัน (Chompoo et al., 2017)

Haridas U. และคณะ (2015) ได้กล่าวว่า การผสมน้ำมันเป็นการผสมผสานระหว่างความสามารถของน้ำมันบริโภคทั้งสองชนิดและเพื่อให้กรดไขมันมีความสมดุลมากยิ่งขึ้น ซึ่งได้ทำการวิจัยโดยผสมน้ำมันรำข้าวกับน้ำมันดอกคำฝอยในอัตราส่วน 70:30 และใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวกับสารต้านออกซิเดชั่นร่วมด้วย พบว่าน้ำมันผสมช่วยลดไขมันในเลือดและช่วยลดกระบวนการอักเสบของโรคต่างๆ

Padmavathy และคณะ (2001) ได้กล่าวว่าการผสมน้ำมันอย่างระมัดระวังสามารถเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงองค์ประกอบของกรดไขมันโดยรวมได้ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องทำให้กรดไขมันอิ่มตัวโดยการเติมไฮโดรเจนและทำให้เกิดกรดไขมันทรานส์ที่เป็นอันตราย นอกจากนี้ Chen และคณะ (2007) ได้กล่าวว่าการผสมน้ำมันพืชให้ความยืดหยุ่นมากขึ้นเพื่อให้มีคุณสมบัติในการทำงานหรือความต้องการทางโภชนาการที่ต้องการในอุตสาหกรรมอาหาร

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย (Materials and methods)

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1. แป้งแค้ก

3.1.2. ผงฟู

3.1.3. นมสด

3.1.4. กลิ่นวนิลลา

3.1.5. เนยชนิดเค็ม

3.1.6. มาร์การีน

3.1.7. น้ำตาลทราย

3.1.8. เกลือ

3.1.9. ไข่ไก่

3.2 สารเคมี

3.2.1. Ether

3.2.2. $K_2Cr_2O_7$

3.2.3. KI

3.2.4. HCl

3.2.5. $Na_2S_2O_3$

3.2.6. Acetic acid

3.2.7. Chloroform

3.2.8. Thio barbituric acid

3.2.9. Trichloro acetic acid

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.3.1. ถ้วยตวง / ช้อนตวง

3.3.2. เครื่องชั่ง

3.3.3. เตาอบไฟฟ้า

3.3.4. ถาดสำหรับอบ

3.3.5. พิมพ์เค้ก

3.3.6. ไม้พาย

3.3.7. กระดาษรองอบ

3.3.8. ถุง

3.3.9. เครื่องตีผสม

3.3.10. Chroma meter

3.3.11. Texture Analyzer

3.3.12. AquaLab series 3

3.3.13. Hot air oven

3.3.14. Water bath

3.3.15. Spectrophotometer

3.3.16. ชุดกลั่น

3.3.17. บิวเรต

3.3.18. ปิเปต

3.3.19. บีกเกอร์

3.3.20. หลอดทดลอง

3.3.21. Round bottle flask

3.3.22. Soxhlet extractor thimble

3.3.23. Stoppered erlenmeyer flask

3.3.24. Desicator

3.3.25. Centrifuge

3.4. วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ทางเคมี ทางประสาทสัมผัสและทางจุลชีววิทยาของเค้กเนยสดแต่ละสูตร รวมทั้งการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

3.4.1. การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

3.4.1.1. วัดสีด้วยเครื่อง Chroma Meter โดยใช้หัววัด CR - 400

3.4.1.2. วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture analysis) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 25 ºC

3.4.1.3. วัดค่า Water activity ด้วยเครื่องวัด a_w Aqua lab, series 3 ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 25 ºC

3.4.2. การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

3.4.2.1. การสกัดไขมันออกจากตัวอย่างด้วย Soxhlet Extractor

3.4.2.2. วัดค่า Peroxide ตามวิธีของ AOAC (1995)

3.4.2.3. วัดค่า Thiobabituric Acid Reactive Substances (TBARS). (Buege and Aust, 1978)

3.4.3. การวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา

3.4.3.1. ทำการทดสอบด้วยวิธี Total Plate Count โดยใช้วิธีตามแบบ Bacteriological Analytical Manual (BAM) โดยที่จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องน้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.4.3.2. ทำการทดสอบด้วยวิธี Yeast and Mold Count โดยใช้วิธีตามแบบ Bacteriological Analytical Manual (BAM) โดยที่จำนวนยีสต์และราต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.4.4. การวิเคราะห์สมบัติทางประสาทสัมผัส

3.4.4.1. วิเคราะห์ความชอบด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของเค้กเนยสดแต่ละสูตร โดยการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale กำหนดช่วงคะแนนตั้งแต่ 1-9 (9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 50 คน

3.4.4.2. คัดเลือกเค้กเนยสดที่ทดแทนเนยด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสมที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากการทดลองทางประสาทสัมผัส

3.4.5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.4.5.1. ออกแบบการทดลองแบบ การทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย Analysis of variance (ANOVA) และหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan’s multiple range test

3.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

3.5.1. การทำเค้กเนยสด

ตารางที่ 7: สูตรการทำเค้กเนยสด

ส่วนผสม	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)
แป้งแค้ก	500
ผงฟู	20
นมสด	475
กลิ่นวนิลลา	4
เนยสด	198
มาร์การีน	150
น้ำตาลทราย	585
เกลือ	4
ไข่ไก่	375

3.5.1.1. ชั่งน้ำหนักส่วนผสมต่าง ๆ ตามสูตรให้พร้อม

3.5.1.2. ร่อนแป้งเค้กกับผงฟู 1- 2 รอบ แล้วพักไว้

3.5.1.3. ตีเนยสดกับมาร์การีนให้เข้ากันด้วยเครื่องตีผสม ความเร็วปานกลาง แล้วเติมน้ำตาลกับเกลือ ตีให้น้ำตาลกับเกลือละลาย (สังเกตจากสีของเนยจะอ่อนลง)

3.5.1.4. เมื่อน้ำตาลกับเกลือละลายหมดแล้วใส่ไข่ไก่ นมสดและกลิ่นวนิลลาลงไป โดยค่อย ๆ ใส่ไข่ไก่ลงไปทีละฟอง ตีจนส่วนผสมเข้ากันดี

3.5.1.5. ปรับความเร็วเครื่องตีผสมเป็นความเร็วต่ำและค่อย ๆ ใส่แป้งและผงฟูที่พักไว้ลงไป ตีจนส่วนผสมเข้ากันดี

3.5.1.6. หลังตีเสร็จ ให้ตักใส่พิมพ์ที่มีกระดาษไขรองอยู่

3.5.1.7. นำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 170 ℃ 60 นาที จนเนื้อเค้กด้านในสุก

3.5.1.8. นำออกจากเตาอบและปล่อยให้เย็น

3.5.1.9. นำเค้กออกจากพิมพ์และปล่อยให้เย็นสนิท

3.5.1.10. เก็บใส่ถุงพลาสติกชนิด Low Density Polyethylene (LDPE)

3.5.1.11. ทำตัวอย่างเค้กเนยสดซ้ำ โดยทดแทนเนยด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสม (น้ำมันรำข้าวผสมน้ำมันมะพร้าวที่อัตราส่วน 50 : 50 w/w) ที่แตกต่างกัน 3 อัตราส่วน ดังนี้

เนย : น้ำมันรำข้าว ผสม น้ำมันมะพร้าว อัตราส่วน 70 : 30 w/w

เนย : น้ำมันรำข้าว ผสม น้ำมันมะพร้าว อัตราส่วน 60 : 40 w/w

เนย : น้ำมันรำข้าว ผสม น้ำมันมะพร้าว อัตราส่วน 50 : 50 w/w

3.5.1.12. วิเคราะห์สมบัติทางเคมี สมบัติทางกายภาพ และวิเคราะห์ความชอบด้าน สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ด้วยการทดสอบแบบ 9-Point Hedonic Scale กำหนดช่วงคะแนนตั้งแต่ 1-9 (9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 50 คน

3.5.1.13. คัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดหนึ่งสูตรและสูตรควบคุมนำมาเก็บที่อุณหภูมิแช่เย็น (2 - 4 ^{o}C) เป็นเวลา 4 สัปดาห์จากนั้น เก็บตัวอย่างระยะเวลา 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน แล้วนำไปทดสอบสมบัติทางเคมีและกายภาพ ตามข้อ 3.4.1. - 3.4.2. และสมบัติทางจุลินทรีย์ ตามข้อ 3.4.3. โดยวิเคราะห์ในช่วงเริ่มต้นและสิ้นสุดการเก็บรักษา

3.5.1.14. นำข้อมูลที่ได้คำนวณผ่านโปรแกรมทางสถิติ (SPSS) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างกัน ของข้อมูล

3.5.1.15. สรุปผล

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Result and discussion)

4.1. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเค้กเนยสดเพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดสำหรับการเก็บรักษา

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี กายภาพและประสาทสัมผัสของเค้กเนยสดสูตรต่าง ๆ ก่อนการคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด เพื่อนำไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติระหว่างการเก็บรักษา พบว่า

4.1.1. ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

4.1.1.1. ค่าสี

จากตารางที่ 8 พบว่า เค้กเนยสดทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ของค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง-เขียว (a*) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*)

ตารางที่ 8: ค่าการวัดสี (L* a* และ b*) ของตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมที่แตกต่างกัน

สูตรเนย : น้ำมันผสม	L^{*NS}	a^{*NS}	b^{*NS}
100 : 0	73.81 ± 1.47	-2.38 ± 0.58	26.66 ± 0.99
70 : 30	72.24 ± 1.31	-2.14 ± 0.28	25.44 ± 1.34
60 : 40	72.30 ± 1.50	-1.82 ± 1.20	27.37 ± 1.61
50 : 50	70.93 ± 1.66	-1.58 ± 0.76	26.86 ± 0.92

NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

4.1.1.2 ค่าน้ำอิสระ (Water activity)

จากตารางที่ 9 พบว่า เค้กเนยสดทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ของค่าน้ำอิสระ (Water activity)

ตารางที่ 9: ค่าน้ำอิสระ (Water activity) ของตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมที่แตกต่างกัน

สูตรเนย : น้ำมันผสม	ค่า Water activity^{NS}
100 : 0	0.932 ± 0.003
70 : 30	0.929 ± 0.008
60 : 40	0.924 ± 0.006
50 : 50	0.916 ± 0.014

NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

4.1.1.3 ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสของเค้กเนยสด

ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสของตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมที่แตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 10 พบว่า ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) มีค่าเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนน้ำมันผสมที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนค่าความแข็ง (Hardness) ค่าการเกาะติด (Adhesiveness) ค่าการยึดเกาะภายใน (Cohesiveness) และค่าความเหนียวเป็นยางหรือกาว (Gumminess) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เนื่องจากไขมันเป็นองค์ประกอบสำคัญในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ การใช้สัดส่วนของไขมันและน้ำมันที่ต่างกันจะทำให้ได้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่แตกต่างกัน

เมื่อเทียบในปริมาตรที่เท่ากันจะพบว่าเนยมีน้ำหนักมากกว่าน้ำมัน เนื้อเค้กที่ทำจากเนยจึงหนักและแน่นกว่า นอกจากนี้น้ำมันยังประกอบด้วยกรดไขมันเกือบ 100% ในทางกลับกันเนยส่วนใหญ่ประกอบด้วยไขมัน 80% อีก 20% เป็นองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบ 15% โดยประมาณ น้ำที่มีอยู่ในเนยจะช่วยเสริมโครงสร้างของกลูเตนในแป้งเค้ก ส่งผลให้เนื้อเค้กมีความหนาแน่นมากกว่าและนุ่มไม่เท่าเค้กที่ทำจากน้ำมัน (Joe Sevier, 2018) นอกจากนี้หากในผลิตภัณฑ์เค้กมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง จะเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับโปรตีน ซึ่งทำให้กลูเตนยืดหยุ่นมากขึ้น (T. V. Renzyaeva, 2013) โดยเค้กเนยสดสูตรควบคุมมีสัดส่วนองค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัว (SFA) ต่อกรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง (MUFA) ต่อกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง (PUFA) 16.8 : 7.2 : 1 ในขณะที่เค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนยและน้ำมันผสม 70 : 30,

60 : 40 และ 50 : 50 มีสัดส่วนองค์ประกอบไขมัน 8 : 3.5 : 1, 6.7 : 2.9 : 1 และ 5.8 : 2.5 : 1 ตามลำดับ จากสัดส่วนองค์ประกอบไขมันของเค้กเนยสดแต่ละสูตร พบว่าเมื่อมีสัดส่วนของน้ำมันผสมมากขึ้น สัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะมากขึ้น ดังนั้นเค้กเนยสดสูตรที่มีการทดแทนน้ำมันผสมมากขึ้นจะทำให้ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ของเค้กเนยสดมีค่าเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 10: ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสของตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมที่แตกต่างกัน

สูตรเนย : น้ำมันผสม	Hardness^{NS} (N)	Adhesiveness^{NS} (g.sec)	Springiness	Cohesiveness^{NS}	Gumminess^{NS} (N)
100 : 0	91.333 ± 5.954	-10.021 ± 2.142	0.504^{b}± 0.051	0.371 ± 0.028	33.875 ± 3.382
70 : 30	85.205 ± 5.516	-14.126 ± 2.979	0.554^{ab} ± 0.044	0.398 ± 0.012	33.848 ± 1.332
60 : 40	82.063 ± 9.209	-7.9480 ± 3.275	0.553^{ab} ± 0.010	0.358 ± 0.011	29.438 ± 3.723
50 : 50	78.650 ± 8.061	-10.082 ± 4.798	0.615^{a} ± 0.017	0.379 ± 0.026	29.741 ± 3.009

a,b,c,... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

4.1.2. ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

4.1.2.1. ค่า Peroxide Value และค่า Total Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)

จากตารางที่ 11 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของค่าเพอร์ออกไซด์ของเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมที่แตกต่างกันเรียงลำดับจากน้อยไปมาก คือ สูตรเนย : น้ำมันผสม 70 : 30, 100 : 0, 50 : 50 และ 60 : 40 ตามลำดับ เมื่อนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยอาศัยโปรแกรม SPSS พบว่าค่าเฉลี่ยของค่าเพอร์ออกไซด์ในตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมที่แตกต่างกันของสูตรเนย : น้ำมันผสม 100 : 0 และ 70 : 30 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในส่วนของค่าเฉลี่ยของค่าเพอร์ออกไซด์ของเค้กเนยสดสูตร 60 : 40 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับสูตร 100 : 0, 70 : 30 และ 50 : 50 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนของเนยที่ถูกทดแทนด้วยน้ำมันผสมที่มากขึ้น มีผลต่อค่าเพอร์ออกไซด์ เนื่องจากปริมาณของพันธะคู่ที่ไม่อิ่มตัวสูงจะเพิ่มขึ้น ทำให้น้ำมันมีความไม่เสถียรมากขึ้นและ

ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่ายขึ้น (Shirley et al, 2007) ทำให้ค่าเพอร์ออกไซด์ของเค้กเนยสดสูงขึ้นเมื่อมีการทดแทนด้วยน้ำมันในสัดส่วนที่สูง

ในส่วนของค่าเฉลี่ยของค่า Total Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) ในตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมที่แตกต่างกัน ค่า Total TBARS เป็นค่าที่วัดปริมาณ malonalaldehyde ที่มีอยู่ในน้ำมัน ซึ่งถือเป็นผลิตภัณฑ์ออกซิเดชันทุติยภูมิ จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับค่าเฉลี่ยของค่าเพอร์ออกไซด์ เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์ออกซิเดชันหลักของไขมัน นั่นคือไฮโดรเพอร์ออกไซด์อาจสลายตัวเป็นผลิตภัณฑ์ออกซิเดชันทุติยภูมิได้ (Bente และ Rune, 2011) โดยที่ไฮโดรเพอร์ออกไซด์เป็นสารประกอบที่ไม่เสถียรดังนั้นจึงมักจะสลายตัวเป็นอนุมูลอัลโคซีและเพอร์อกซี่ อนุมูลเหล่านี้จะถูกย่อยสลายไปเป็นสารประกอบทุติยภูมิ ซึ่งมีผลต่อการเสื่อมสภาพทางประสาทสัมผัส เช่น กลิ่นและรสชาติที่เกี่ยวข้องกับการออกซิเดชันของไขมัน นอกจากนี้อัลดีไฮด์ที่ไม่อิ่มตัวยังสามารถออกซิไดซ์ได้อีกและอาจเกิดผลิตภัณฑ์ที่ระเหยได้ (Ruben และคณะ, 2019) และเมื่อนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยอาศัยโปรแกรม SPSS พบว่าค่าเฉลี่ยของค่า Total Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) ของเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 11 : ค่า Peroxide Value และค่า Total Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) ที่ได้จากตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมที่แตกต่างกัน

สูตรเนย : น้ำมันผสม	Peroxide (meq peroxide /kg)	Total TBARS^{NS} (mg malonaldehyde/kg)
100 : 0	0.518^{c} ± 0.004	0.073± 0.022
70 : 30	0.517^{c} ± 0.003	0.064±0.023
60 : 40	1.560^{a} ± 0.020	0.090± 0.042
50 : 50	1.037^{b} ± 0.006	0.083± 0.031

a,b,c,... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

4.1.3 ผลวิเคราะห์การยอมรับทางประสาทสัมผัส

การประเมินทางลักษณะทางประสาทสัมผัสของเค้กเนยสดที่ปรับสัดส่วนเนย:น้ำมันผสม ทั้ง 4 สูตร ได้แก่ 100 : 0 70 : 30 60 : 40 50 : 50 โดยให้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ให้คะแนนความชอบด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวม โดยใช้ 9-point hedonic scale

จากตารางที่ 12 พบว่าลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและรสชาติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในขณะที่ด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยในด้านสี จะเห็นได้ว่าเค้กเนยสดที่มีการปรับสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมสูตร 100 : 0 มีค่าคะแนนความชอบสูงที่สุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับเค้กเนยสดสูตร 60 : 40 และ 50 : 50 แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับเค้กเนยสดสูตร 70 : 30 ในส่วนของด้านเนื้อสัมผัสพบว่าเค้กเนยสดที่มีการปรับสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมสูตร 50 : 50 มีค่าคะแนนความชอบสูงที่สุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับเค้กเนยสดสูตร 100 : 0 แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับเค้กเนยสดสูตร 70 : 30 และด้านความชอบโดยรวมพบว่า เค้กเนยสดที่มีการปรับสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมสูตร 70 : 30 มีค่าคะแนนความชอบสูงที่สุด

ตารางที่ 12: ค่าคะแนนความชอบด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรสชาติและความชอบโดยรวมของเค้กเนยสดในแต่ละสูตร

สูตรเนย : น้ำมันผสม	สี	เนื้อสัมผัส	กลิ่น^{NS}	รสชาติ^{NS}	ความชอบโดยรวม
100 : 0	7.2400^{a}± 1.1168	5.7800^{b}± 1.5817	6.0800± 1.7478	6.4600± 1.2969	6.3400^{b}± 1.2554
70 : 30	7.0200^{a}±1.2534	6.7200^{a}± 1.7028	6.5600± 1.5800	6.9600± 1.1773	6.9800^{a}± 1.1337
60 : 40	6.3600^{b}±1.3365	6.7200^{a}± 1.3099	6.2800± 1.4988	6.8400± 1.1669	6.7400^{ab}± 1.1395
50 : 50	6.2800^{b}±1.5391	6.8000^{a}± 1.4846	6.0000± 1.5779	6.5600± 1.5407	6.5400^{b}± 1.3433

a,b,c,... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากผลการทดลองวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ และลักษณะทางประสาทสัมผัสของเค้กเนยสดที่มีการปรับสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมที่แตกต่างกัน โดยแบ่งออกเป็นสูตรควบคุม ได้แก่ เค้กเนยสด สูตรเนย : น้ำมันผสม 100 : 0 และสูตรที่ปรับสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมที่แตกต่างกัน 3 สูตร ได้แก่ 70 : 30, 60 : 40 และ 50 : 50 ทางผู้วิจัยจึงทำการคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และสมบัติทางเคมีกายภาพ ได้แก่ 70 : 30 เทียบกับสูตรควบคุม เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สำหรับการเลือกสูตรเค้กเนยสดที่มีปริมาณสัดส่วนเนยและน้ำมันผสม 70 : 30 สำหรับการเก็บรักษาเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา ทางผู้วิจัยพิจารณาจากคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ค่าน้ำอิสระ (Water activity) และค่าลักษณะเนื้อสัมผัส จะเห็นได้ว่าค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ของเค้กเนยสดสูตร 100 : 0 (สูตรควบคุม) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับสูตร 70 : 30 และ สูตร 60 : 40 แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับ สูตร 50 : 50 ในส่วนของค่าสี ค่าน้ำอิสระ (Water activity) และค่าลักษณะเนื้อสัมผัสอื่น ๆ ได้แก่ ค่าความแข็ง (Hardness) ค่าการเกาะติด (Adhesiveness) ค่าการยึดเกาะภายใน (Cohesiveness) และค่าความเหนียวเป็นยางหรือกาว (Gumminess) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ในส่วนของคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าเพอร์ออกไซด์ และ ค่า Total Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) จะเห็นได้ว่าค่าเพอร์ออกไซด์ของเค้กเนยสดสูตร 100 : 0 (สูตรควบคุม) และ สูตร 70 : 30 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับสูตร 60 : 40 และ สูตร 50 : 50 และค่า Total TBARS ของเค้กเนยสดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และลักษณะทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม พบว่ากลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของเค้กเนยสดสูตร 70 : 30 มีค่าคะแนนความชอบสูงที่สุด

4.2. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเค้กเนยสดระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

4.2.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

4.2.1.1 ค่าสี

จากตารางที่ 13 พบว่าเค้กเนยสดสูตรควบคุม ค่าความสว่าง (L*) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนค่าสีแดง-เขียว (a*) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในส่วนของเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 70 : 30 มีค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่ค่าสีแดง-เขียว (a*) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เนื่องจากมีการทดแทนเนยด้วยน้ำมันผสม ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันมากขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการที่มีสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง (PUFA) มากขึ้น ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้เป็น malonalaldehyde ที่จะสามารถไปจับกับกรดอะมิโนของโปรตีนในเค้กเนยสด ส่งผลต่อค่าความสว่าง (L*) ให้เปลี่ยนไป ดังตารางที่ 14 (ปวันรัตน์และคณะ, 2561)

ตารางที่ 13: ค่าการวัดสี (L* a* และ b*) ของตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 100 : 0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่าง ๆ (สูตรควบคุม)

ระยะเวลาการเก็บรักษา	L^{*NS}	a*	b*
เริ่มต้น	73.29 ± 0.55	5.09^{b} ± 0.17	28.69^{c} ± 0.43
สัปดาห์ที่ 1	73.86 ± 1.12	5.41^{b} ± 0.68	29.64^{bc} ± 0.98
สัปดาห์ที่ 2	74.34 ± 0.62	5.87^{ab} ± 0.55	30.24^{ab} ± 0.57
สัปดาห์ที่ 3	74.32 ± 1.00	5.92^{a} ± 0.69	30.90^{a} ± 0.91
สัปดาห์ที่ 4	74.23 ± 1.15	5.72^{a} ± 0.40	30.24^{ab} ± 1.03

a,b,c,... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ตารางที่ 14: ค่าการวัดสี (L* a* และ b*) ของตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 70 : 30 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่าง ๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	L*	a*^{NS}	b*
เริ่มต้น	72.22^{b} ± 0.76	6.14 ± 0.53	29.35^{b} ± 1.06
สัปดาห์ที่ 1	73.81^{b} ± 1.30	6.05 ± 0.71	29.66^{ab} ± 0.94
สัปดาห์ที่ 2	73.84^{a} ± 0.65	5.62 ± 0.46	29.74^{ab} ± 1.04
สัปดาห์ที่ 3	73.86^{a} ± 0.71	5.82 ± 0.45	30.46^{a} ± 0.53
สัปดาห์ที่ 4	74.53^{a} ± 0.62	5.68 ± 0.37	29.71^{ab} ± 1.09

a,b,c,... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

4.2.1.2 ค่าน้ำอิสระ (Water activity)

จากตารางที่ 15 พบว่า ค่าน้ำอิสระ (Water activity) ของเค้กเนยสดสูตรควบคุม พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ตารางที่ 15 : ค่าน้ำอิสระ (Water activity) ของตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 100 : 0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่าง ๆ (สูตรควบคุม)

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ค่า Water activity^{NS}
เริ่มต้น	0.928 ± 0.002
สัปดาห์ที่ 1	0.928 ± 0.002
สัปดาห์ที่ 2	0.930 ± 0.003
สัปดาห์ที่ 3	0.931 ± 0.002
สัปดาห์ที่ 4	0.928 ± 0.002

a,b,c,... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 16 แสดงให้เห็นว่า ค่าน้ำอิสระ (Water activity) ของเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 70 : 30 พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ตารางที่ 16 : ค่าน้ำอิสระ (Water activity) ของตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 70 : 30 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่าง ๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ค่า Water activity^{NS}
เริ่มต้น	0.928 ± 0.002
สัปดาห์ที่ 1	0.929 ± 0.003
สัปดาห์ที่ 2	0.930 ± 0.003
สัปดาห์ที่ 3	0.929 ± 0.001
สัปดาห์ที่ 4	0.931 ± 0.003

NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

4.2.1.3 ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสของเค้กเนยสด

จากตารางที่ 17 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เค้กเนยสดสูตรควบคุมมีค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) และค่าความเหนียวเป็นยางหรือกาว (Gumminess) มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ค่าการเกาะติด (Adhesiveness) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่ค่าการยึดเกาะภายใน (Cohesiveness) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

ตารางที่ 17: ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสของตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 100 : 0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่าง ๆ (สูตรควบคุม)

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Hardness (N)	Adhesiveness (g.sec)	Springiness	Cohesiveness^{NS}	Gumminess (N)
เริ่มต้น	$93.216^{a} \pm 5.382$	$-40.036^{c} \pm 3.985$	$0.465^{a} \pm 0.030$	0.318 ± 0.004	$30.407^{a} \pm 1.877$
สัปดาห์ที่ 1	$92.991^{a} \pm 9.867$	$-40.095^{c} \pm 10.498$	$0.443^{ab} \pm 0.036$	0.311 ± 0.009	$28.845^{ab} \pm 2.709$
สัปดาห์ที่ 2	$91.663^{ab} \pm 7.975$	$-44.743^{bc} \pm 7.417$	$0.368^{c} \pm 0.034$	0.302 ± 0.018	$27.706^{ab} \pm 3.132$
สัปดาห์ที่ 3	$91.871^{ab} \pm 9.384$	$-75.348^{a} \pm 3.178$	$0.403^{abc} \pm 0.058$	0.289 ± 0.019	$26.528^{ab} \pm 2.237$
สัปดาห์ที่ 4	$76.331^{b} \pm 8.989$	$-53.214^{a} \pm 2.532$	$0.382^{bc} \pm 0.050$	0.290 ± 0.036	$24.104^{b} \pm 3.271$

a,b,c,... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 18 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่าความแข็ง (Hardness) ค่าการเกาะติด (Adhesiveness) และค่าความเหนียวเป็นยางหรือกาว (Gumminess) ในเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 70 : 30 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในขณะที่ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) และค่าการยึดเกาะภายใน (Cohesiveness) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

เนยมีลักษณะผลึกที่เล็กกว่าเมื่อเทียบกับผลึกของน้ำมันพืช ซึ่งผลึกขนาดเล็กนั้นเหมาะอย่างยิ่งในการรวมตัวกันของอากาศในแป้งเค้ก ส่งผลทำให้เกิดการสเตลลิ่งช้าลง (P. Gélinas และคณะ, 1999) ทำให้ช่วงแรกของการเก็บรักษาเค้กเนยสดสูตรควบคุมมีค่าความแข็ง (Hardness) เปลี่ยนแปลงน้อยกว่าเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 70 : 30

ตารางที่ 18: ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสของตัวอย่างเค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 70 : 30 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่าง ๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Hardness (N)	Adhesiveness (g.sec)	Springiness^{NS}	Cohesiveness^{NS}	Gumminess (N)
เริ่มต้น	73.983^{b} ± 3.854	-58.942^{b} ± 5.869	0.457 ± 0.033	0.319 ± 0.034	21.208^{b} ± 1.826
สัปดาห์ที่ 1	75.075^{b} ± 11.195	-59.529^{b} ± 4.466	0.426 ± 0.048	0.286 ± 0.002	21.444^{b} ± 3.106
สัปดาห์ที่ 2	85.970^{ab} ± 3.340	-69.609^{b} ± 6.834	0.423 ± 0.018	0.294 ± 0.002	25.234^{ab} ± 0.810
สัปดาห์ที่ 3	89.371^{a} ± 3.054	-89.197^{a} ± 4.769	0.462 ± 0.043	0.292 ± 0.014	26.059^{a} ± 0.404
สัปดาห์ที่ 4	78.733^{ab} ± 8.664	-84.596^{a} ± 7.071	0.409 ± 0.010	0.286 ± 0.012	22.547^{ab} ± 3.530

a,b,c,... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

4.2.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

4.2.2.1. ค่า Peroxide Value และ ค่า Total Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)

จากตารางที่ 19 พบว่าค่าเฉลี่ยของค่าเพอร์ออกไซด์ของเค้กเนยสดสูตรที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสมเท่ากับ 100 : 0 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ตลอดทั้ง 4 สัปดาห์โดยที่ค่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และมีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 2 หลังจากนั้นมีค่าลดลงในสัปดาห์ที่ 3 และเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 เพราะในการออกซิเดชันของไขมัน ค่าเพอร์ออกไซด์จะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในระยะเริ่มต้น แต่เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเหนี่ยวนำความเข้มข้นของเพอร์ออกไซด์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและลดลงจนเกือบเป็นศูนย์ (Labuza, 1975) และเนื่องจากเนยประกอบด้วยไขมันไม่อิ่มตัวไม่สูงมาก ซึ่งไขมันไม่อิ่มตัวเป็นสารตั้งต้นที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระโดยบริเวณพันธะคู่ถูกออกซิไดซ์กลายเป็นสารอนุมูลอิสระ ทำให้เกิดออกซิเดชันของไขมัน โดยที่ในเนยมี α-Tocopherol ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระขั้นต้น ซึ่งทำงานโดยการยุติปฏิกิริยาลูกโซ่อนุมูลอิสระด้วยการบริจาคไฮโดรเจนหรืออิเล็กตรอนให้กับอนุมูลอิสระและเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเสถียรภาพมากขึ้น (Frankel, 1998) ทำให้ค่าเพอร์ออกไซด์ มีค่าลดลงในช่วงหลัง ในระหว่างการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ค่าเพอร์ออกไซด์ของน้ำมันจะมีค่าสูงสุด หลังจากนั้นจะลดลง โดยค่าเพอร์ออกไซด์ที่สูงสุดจะแตกต่างกันไปตามองค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันและสภาวะของการเกิดออกซิเดชัน (Frankel, 2012) ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของค่า Total TBARS ของเค้กเนยสดสูตรนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และมีแนวโน้ม

เพิ่มสูงขึ้นจนถึงสัปดาห์ที่ 2 และลดลงเรื่อย ๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 4 จะเห็นได้ว่าค่า Total TBARS มีแนวโน้มคล้ายกับค่าเพอร์ออกไซด์ เนื่องจากโดยปกติแล้วไฮโดรเพอร์ออกไซด์มีความไม่เสถียร จะสลายตัวและผลิตภัณฑ์ออกซิเดชันทุติยภูมิประเภทอัลดีไฮด์ เช่น malonaldehyde ซึ่งถูกวัดค่าออกมาในรูปของค่า Total TBARS

ตารางที่ 19: ค่า Peroxide Value และค่า Total Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) ที่ได้จากตัวอย่างเค้กเนยสดสูตรที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 100 : 0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่าง ๆ (สูตรควบคุม)

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Peroxide (meq peroxide /kg)	Total TBARS^{NS} (mg malonaldehyde/kg)
เริ่มต้น	0.523^{c} ± 0.011	0.041± 0.007
สัปดาห์ที่ 1	0.695^{c} ± 0.306	0.046± 0.006
สัปดาห์ที่ 2	2.591^{a} ±0.002	0.065± 0.023
สัปดาห์ที่ 3	1.383^{b} ± 0.299	0.059± 0.011
สัปดาห์ที่ 4	1.547^{b} ± 0.514	0.055± 0.002

a,b,c,... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 20 พบว่าค่าเฉลี่ยของค่าเพอร์ออกไซด์ของเค้กเนยสดสูตรที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม เท่ากับ 70 : 30 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ตลอดทั้ง 4 สัปดาห์และมีค่าสูงที่สุดในสัปดาห์ที่ 4 เนื่องจากน้ำมันรำข้าวมีไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมด 80-85 % ของไขมันทั้งหมด ทำให้มีแนวโน้มการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้มากขึ้น ส่งผลให้ค่าเพอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นตลอดทั้ง 4 สัปดาห์ สำหรับค่าเฉลี่ยของค่า Total TBARS ของเค้กเนยสดสูตรนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) จนถึงสัปดาห์ที่ 3 และมีค่าลดลงในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์สุดท้าย ค่า Total TBARS มีค่าลดลงเนื่องจาก malonaldehyde สามารถเชื่อมข้ามหรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตได้ (Helaine, 2000)

ตารางที่ 20: ค่า Peroxide Value และค่า Total Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) ที่ได้จากตัวอย่างเค้กเนยสดสูตรที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสม 70 : 30 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Peroxide (meq peroxide /kg)	Total TBARS (mg malonaldehyde/kg)
เริ่มต้น	$0.724^{c} \pm 0.273$	$0.045^{c} \pm 0.008$
สัปดาห์ที่ 1	$1.383^{bc} \pm 0.296$	$0.054^{bc} \pm 0.006$
สัปดาห์ที่ 2	$1.897^{b} \pm 0.595$	$0.072^{ab} \pm 0.006$
สัปดาห์ที่ 3	$2.074^{b} \pm 0.008$	$0.087^{a} \pm 0.015$
สัปดาห์ที่ 4	$3.229^{a} \pm 0.180$	$0.058^{bc} \pm 0.009$

a,b,c,... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 19 และ 20 จะเห็นได้ว่าค่าเพอร์ออกไซด์และค่า Total TBARS ของเค้กเนยสดสูตรที่มีสัดส่วนเนย : น้ำมันผสมเท่ากับ 100 : 0 มีค่าน้อยกว่า สูตร 70 : 30 สำหรับสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษา ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในน้ำมันผสมประกอบด้วยน้ำมันรำข้าว ซึ่งมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่สูงกว่าเนย กรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นสารตั้งต้นที่ทำให้เกิดการออกซิเดชันของไขมัน ทำให้เกิดสารอนุมูลอิสระในปริมาณที่มากและเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่ได้มากกว่า

4.2.3 ผลการวิเคราะห์สมบัติจุลชีววิทยา

4.2.3.1 การวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนยีสต์และรา

จากตารางที่ 21 และ 22 พบว่า เค้กเนยสดทั้งสองสูตรมีจำนวนจุลินทรีย์ตั้งแต่เริ่มการเก็บรักษาและหลังการเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เค้ก มผช. ๔๕๙/๒๕๕๕ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2555) คือ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 10^{6} โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และมีจำนวนยีสต์และราไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ตารางที่ 21: การวิเคราะห์จุลินทรีย์ Total plate count (Bacteria) ของตัวอย่างเค้กเนยสดทั้งสองสูตร เริ่มต้นและสิ้นสุดการเก็บรักษา 4 สัปดาห์

สูตรเนย : น้ำมันผสม	Total plate count (Bacteria, CFU/g)	
	เริ่มต้นการเก็บรักษา	สิ้นสุดการเก็บรักษา
100 : 0	ไม่พบ	ไม่พบ
70 : 30	$< 10^6$ โคโลนีต่อกรัม	$< 10^6$ โคโลนีต่อกรัม

ตารางที่ 22: การวิเคราะห์จำนวนยีสต์และรา Total plate count (Yeast and Mold) ของตัวอย่างเค้กเนยสดทั้งสองสูตร เริ่มต้นและสิ้นสุดการเก็บรักษา 4 สัปดาห์

สูตรเนย : น้ำมันผสม	Total plate count (Yeast and Mold, CFU/g)	
	เริ่มต้นการเก็บรักษา	สิ้นสุดการเก็บรักษา
100 : 0	ไม่พบ	ไม่พบ
70 : 30	ไม่พบ	ไม่พบ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการทดแทนเนยด้วยน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันรำข้าวในเค้กเนยสดเพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดสำหรับการเก็บรักษาจากเค้กเนยสดทั้ง 4 สูตร ได้แก่ เค้กเนยสดที่มีสัดส่วนเนยและน้ำมันผสม 70 : 30 60 : 40 และ 50 : 50 w/w และเค้กเนยสดสูตรควบคุม จากการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัส สมบัติทางกายภาพและเคมี ผู้วิจัยสามารถคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดในการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ได้แก่ เค้กเนยสดสูตรที่มีการปรับสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมสูตร 70 : 30 โดยผู้วิจัยทำการเก็บเค้กเนยสดสูตรควบคุมไว้สำหรับเปรียบเทียบผลการทดลองในระหว่างการเก็บรักษา

จากผลการวิจัยสมบัติทางกายภาพ พบว่า ค่าสีของเค้กเนยสดสูตร 70 : 30 มีค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ค่าสีแดง-เขียว (a*) ของสูตรควบคุมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) ของทั้งสองสูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ค่าน้ำอิสระ พบว่าทั้งสองสูตร ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัส พบว่าค่าความแข็ง (Hardness) และค่าความเหนียวเป็นยางหรือกาว (Gumminess) ของสูตรควบคุมมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในขณะที่สูตร 70 : 30 ค่าความแข็ง (Hardness) และค่าความเหนียวเป็นยางหรือกาว (Gumminess) มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ค่าการเกาะติด (Adhesiveness) ทั้งสองสูตรมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ของสูตร 70 : 30 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่สูตรควบคุมมีแนวโน้มลดลงอย่างนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนค่าการยึดเกาะภายใน (Cohesiveness) ทั้งสองสูตรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากผลการวิจัยสมบัติทางเคมี พบว่า ค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide Value) ของสูตรควบคุมมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในช่วง 2 สัปดาห์แรก โดยที่มีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 2 หลังจากนั้นมีค่าลดลงในสัปดาห์ที่ 3 และเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) สำหรับเค้กเนยสดสูตรที่มีสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมสูตร 70 : 30 ค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide Value) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และมีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 ในส่วนของค่า Total TBARS ของเค้กเนยสดสูตรควบคุม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนเค้กเนยสดสูตรที่มีสัดส่วนเนยและน้ำมันผสมสูตร 70 : 30 มีค่า Total TBARS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วง 3 สัปดาห์แรกแต่มีค่าลดลงในสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากผลการวิจัยสมบัติทางจุลชีววิทยา พบว่าเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. ๔๕๙/๒๕๕๕) คือ จำนวนจุลินทรีย์ต้องน้อยกว่า 10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และจำนวนยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

5.2. ข้อเสนอแนะ

- ควรมีการศึกษาการทดแทนด้วยน้ำมันผสมชนิดอื่นๆ โดยที่ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เช่น น้ำมันผสมระหว่างน้ำมันมะกอกกับน้ำมันถั่วเหลือง

- นอกจากหาสัดส่วนของเนยและน้ำมันผสมที่มีผลต่อเค้กเนยสดในแง่ของสมบัติทางเคมี กายภาพ จุลชีววิทยา ตลอดจนการยอมรับของผู้บริโภคแล้ว ควรมีการศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ในแง่ของประโยชน์เชิงสุขภาพ เช่น การทดแทนสัดส่วนที่เหมาะแก่การที่ WHO แนะนำให้บริโภคไขมันและสัดส่วนของกรดไขมันที่เหมาะสมและดีต่อหัวใจที่ American Heart Association (AHA) แนะนำให้บริโภค เป็นต้น

- ควรมีการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ในสภาวะต่างๆและระยะเวลาที่มากขึ้น รวมทั้งบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. (2553). เบเกอรี่และเทคโนโลยีเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 11). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เจตนิพันธ์ บุณยสวัสดิ์, อมรรัตน์ เจริญชัย, วไลภรณ์ สุทธา, พจนีย์ บุญนา, ฐิติพร เพ็งวัน และจักราวุธ ภู่เสม. (2561). การพัฒนาตำรับเค้กเนยสดพลังงานต่ำ. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพฯ.

ธนิกา ปฐมวิชัยวัฒน์. บทความเผยแพร่ความรู้สู่ประชาชน น้ำมันมะพร้าว กับ การลดน้ำหนัก. ค้นเมื่อ 4 กันยายน 2563. จาก https://pharmacy.mahidol.ac.th/en/knowledge/article/17/

นันทยา จงใจเทศ, ภัทธิรา ยิ่งเลิศรัตนะกุล, ปิยนันท์ เผ่าม่วง และวารีทิพย์ พึ่งพันธ์. (2550). รายงานการศึกษาวิจัยปริมาณไขมันทรานส์ในอาหารอบและทอด. สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

ปิยวรรณ ศุภวิทิตพัฒนา. เทคโนโลยีนมและผลิตภัณฑ์. ค้นเมื่อ 15 กันยายน 2563. จาก http://elearning.psru.ac.th/courses/104/บทที่%2011/27_บทที่%2011.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท. Butter/เนย. ค้นเมื่อ 15 กันยายน 2563. จาก http: //www.foodnet worksolution.com/wiki/word/0750/butter-เนย

ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คหกรรมศาสตร์ มศว. (2557) เค้ก (Cake). วารสารคหกรรม มศว. 12(2): 5

วารีทิพย์ พึ่งพันธ์, นันทยา จงใจเทศ และปิยนันท์ อึ้งทรงธรรม. (2559). รายงานการศึกษาวิจัยปริมาณกรดไขมันทรานส์ในอาหารและผลิตภัณฑ์. สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

วิภาวรรณ ศรีมุข. (2545). น้ำมันพืชสำหรับบริโภค. วารสารกรมวิทยาศาสตร์. 50(160): 9-12.

ศรุดา สถิตวรพจนา. (2554). สมบัติและเสถียรภาพของมายองเนสที่ใช้น้ำมันผสมระหว่างน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันรำข้าวเป็นน้ำมันพื้นฐาน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อรุณศรี ปรีเปรม, ผดุงขวัญ จิตโรภาส และ บังอร ศรีพาณิชกุลชัย. (2548). รำข้าวที่มีคุณภาพ: คุณค่าต่อสุขภาพ. วารสารศูนย์บริการวิชาการ. 13(3): 4-9.

ภาษาอังกฤษ

AOAC. (1995). Official methods of analysis 16th Ed. Association of official analytical chemists. Washington DC: USA.

Alaa, and Azouz. (2011). Nutritional evaluation of children Egyptian school meal: I – Fat sources and fatty acids profile. Annals of Agricultural Sciences 56(2): 73–76

Arunaksharan, Narayanankutty, Soorya, Parathodilllam, Achuthan, C., and Raghavamenon. (2018). Health impacts of different edible oils prepared from coconut (Cocos nucifera): A comprehensive review. Trends in Food Science & Technology. 80: 1-7.

Bente, L.H. and Rune, B. (2011). Determination of lipid oxidation products in vegetable oils and marine omega-3 supplements. Food & Nutrition Research. 55: 10

Bhatnaga, A.S., Prasanth Kuma, P.K., Hemavathy, J., and Gopala Krishna, A.G. (2009). Fatty Acid Composition, Oxidative Stability, and Radical Scavenging Activity of Vegetable Oil Blends with Coconut Oil. Journal of the American Oil Chemists' Society. 86(7): 991-999

Buege, A., J., and Aust, D., S. (1978). Microsomal lipid peroxidation. Methods in Enzymology. 52: 302-310

Chowdhury, K., Banu, L., A., Khan, S., and Latif, A. (2007) Studies on the Fatty Acid Composition of Edible Oil. Bangladesh J. Sci. Ind. Res. 42(3): 311-316

Dairy Australia. BUTTER. Retrieved 22 March 2021, from https://www.dairy.com.au/products/butter

Frankel, E.N. (1998). Lipid oxidation (2nd ed.). Scotland.

Gonzalez, S., Duncan, S.E., Keefe, S.F.O., Sumner, S.S., Herbein, J.H. (2003). Oxidation and

Textural Characteristics of Butter and Ice Cream with Modified Fatty Acid Profiles. Journal of Dairy Science. 86(1): 70-77.

Gulzar, A. N., Ishrat, M., Amir, G. and Khalid Muzaffar (2015). Rice bran oil, the Future Edible Oil of India: A mini Review. Rice Research. 3(4): 1-3

Haridas, Upadya, Devaraju, C.J., and Shashank, R., Joshi. (2015). Anti-inflammatory properties of blended edible oil with synergistic antioxidants. Indian Journal of Endocrinology and Metabolism. 19(4): 511-519

Helaine, M.A. (2000). Handbook of Oxidants and Antioxidants in Exercise, Elsevier Science

Mayuree, C., Nanthina, D., and Patcharin, R. (2017). Properties of healthy oil formulated from red palm rice bran and sesame oils. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 41(2): 450-458

Ihsan, K. (2010). Effects of α-tocopherol, β-carotene and ascorbyl palmitate on oxidative stability of butter oil triacylglycerols. Journal of Food Chemistry. 123(3): 622-627

Most, M., Tulley, R., Morales, S., and Lefevre, M. (2005). Rice bran oil, not fiber, lowers cholesterol in humans. American Society for Clinical Nutrition. 81: 64-68

Natalia, M. (2017). Coconut oil in human diet – nutrition value and potential health benefits. Journal of Education, Health and Sport. 7(9): 307-319.

Orsava, J., Misurcova, L., Ambrozova, V.J., Vicha, R., and Micek, J. (2015). Fatty Acids Composition of Vegetable Oils and Its Contribution to Dietary Energy Intake and Dependence of Cardiovascular Mortality on Dietary Intake of Fatty Acids. International Journal of Molecular Sciences. 16(6): 12871-12890.

Rubén, D., Mirian, P., Mohammed, G., Francisco, J.B., Wangang, Z., José M.L. (2019). A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products. Antioxidants. 8(10): 429

Savva, S.C., and Kafatos, A. (2016). Vegetable Oils: Dietary Importance. Journal of Encyclopedia of Food and Health. 1: 365-372

Shameena, B., Monika, S., Musuvadi, R.M., and Ram, K.G. (2016). Effect of virgin coconut oil cake on physical, textural, microbial and sensory attributes of muffins. International Journal of Food Science & Technology. 52(2): 1-10

Shirley D. B., Hyun J. K., David B. M. (2007). Effects of Antioxidants on the Oxidative Stability of Oils Containing Arachidonic, Docosapentaenoic and Docosahexaenoic Acids. Journal of the American Oil Chemists' Society. 84: 363-368.

Sugano, M., and Tsuji, E. (1997). Rice Bran Oil and Cholesterol Metabolism. The Journal of Nutrition. 127(3): 521S–524S

Syed, A. Oxidative Stability and Shelf Life of Vegetable Oils Oxidative Stability and Shelf Life of Foods Containing Oils and Fats. Elsevier Inc. 2016. 187-207

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

มผช.๔๕๙/๒๕๕๕

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
เค้ก

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเค้กที่แต่งหน้าและไม่แต่งหน้า บรรจุในภาชนะบรรจุ โดยไม่ครอบคลุมถึงเค้กตรังที่ได้ประกาศเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแล้ว

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ เค้ก หมายถึง ขนมอบชนิดหนึ่งที่ทำจากแป้งสาลีหรือแป้งสาลีผสมแป้งชนิดอื่น น้ำตาล ไขมัน และไข่เป็นส่วนประกอบหลัก ผสมนม เกลือ ผงฟูหรือเบ้กกิ้งเพาเดอร์ (โซเดียมไบคาร์บอเนตผสมกรดหรือเกลือของกรด) เบ้กกิ้งโซดา (โซเดียมไบคาร์บอเนต) และส่วนประกอบอื่นที่เหมาะสม เช่น วัตถุแต่งกลิ่นรส ผลไม้ ผัก ถั่ว เครื่องเทศ ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปอบจนสุก อาจใส่ไส้ก่อนหรือหลังอบ อาจแต่งหน้าหรือนำมาประกบสลับกับครีม แยม หรืออื่นๆ เพื่อให้เป็นชั้น

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป
ต้องมีรูปทรงที่ดี ไม่ยุบตัว ผิวหน้าและขอบของเค้กต้องเรียบ มีความหนาสม่ำเสมอ กรณีมีการแต่งหน้าหรือนำมาประกบสลับกับครีม แยม หรืออื่นๆ เพื่อให้เป็นชั้น ต้องประณีต สวยงาม
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

๓.๒ ลักษณะเนื้อสัมผัส
ต้องมีลักษณะเนื้อที่ดีตามลักษณะเฉพาะของเค้กและส่วนประกอบที่ใช้
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและชิม

๓.๓ สี
ต้องมีสีดีตามธรรมชาติของเค้กและส่วนประกอบที่ใช้

๓.๔ กลิ่นรส
ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของเค้กและส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสเฝื่อน

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๘.๑ แล้ว ต้องไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

๓.๕ สิ่งแปลกปลอม
ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

๓.๖ วัตถุเจือปนอาหาร
หากมีการใช้สีและวัตถุกันเสีย ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

๓.๗ จุลินทรีย์

๓.๗.๑ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า ๑×๑๐^{๖} โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๒ แซลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๒๕ กรัม

๓.๗.๓ สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า ๑๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๔ บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๕ คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๖ เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า ๓ ต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๗ ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำเค้ก สถานประกอบการต้องได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุขและให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุเค้กในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

๕.๒ น้ำหนักสุทธิของเค้กในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก
การทดสอบให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุเค้กทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อผลิตภัณฑ์ (ตาม มผช.) อาจตามด้วยชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น เค้กกล้วยหอม เค้กเนยสด เค้กแครอท

(๒) ส่วนประกอบที่สำคัญ เป็นร้อยละของน้ำหนักโดยประมาณและเรียงจากมากไปน้อย

(๓) กรณีใช้วัตถุกันเสีย ให้ระบุข้อความว่า “ใช้วัตถุกันเสีย”

(๔) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม

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

(๖) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ควรเก็บในที่เย็น

(๗) เลขสารบบอาหาร

(๘) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง เค้กที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป ลักษณะเนื้อสัมผัส สี กลิ่นรส สิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ถึงข้อ ๓.๕ ข้อ ๕. และข้อ ๖. จึงจะถือว่าเค้กรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๖ จึงจะถือว่าเค้กรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๗ จึงจะถือว่าเค้กรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างเค้กต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ และข้อ ๗.๒.๓ ทุกข้อ จึงจะถือว่าเค้กรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบสีและกลิ่นรส

๘.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบเค้กอย่างน้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๘.๑.๒ วางตัวอย่างเค้กลงบนจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

๘.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ ๘.๑.๓)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	ระดับการตัดสิน	คะแนนที่ได้รับ
สี	สีดีตามธรรมชาติของเค้กและส่วนประกอบที่ใช้	๓
	สีพอใช้ใกล้เคียงกับสีตามธรรมชาติของเค้กและส่วนประกอบที่ใช้	๒
	สีผิดปกติหรือมีการเปลี่ยนสี	๑
กลิ่นรส	กลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของเค้กและส่วนประกอบที่ใช้	๓
	กลิ่นรสพอใช้ใกล้เคียงกับกลิ่นรสตามธรรมชาติของเค้กและส่วนประกอบที่ใช้	๒
	กลิ่นรสผิดปกติหรือมีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสเฝื่อน	๑

ภาคผนวก ก.
สุขลักษณะ
(ข้อ ๔.๑)

ก.๑ สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.๑.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขัง แฉะ และสกปรก

ก.๑.๑.๒ อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน

ก.๑.๑.๓ ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.๑.๒ อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.๑.๒.๑ พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.๑.๒.๒ แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน สำหรับวัตถุดิบ วัสดุบรรจุ ผลิตภัณฑ์รอการบรรจุ และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขาซึ่งเปิดสู่บริเวณที่ทำโดยตรง ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.๑.๒.๓ พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.๑.๒.๔ ห้องสุขา อ่างล้างมือมีจำนวนเหมาะสม มีอุปกรณ์เครื่องใช้สำหรับทำความสะอาด หรือฆ่าเชื้อโรค

ก.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.๒.๑ ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.๒.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด ก่อนและหลังการใช้งานต้องทำความสะอาดเหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง และเก็บไว้ในที่เหมาะสม

ก.๓ การควบคุมกระบวนการทำ

ก.๓.๑ วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ ต้องสะอาด มีคุณภาพดี ได้จากแหล่งที่เชื่อถือได้ ปลอดภัย จัดเก็บในภาชนะสะอาด ป้องกันการปนเปื้อนได้ แยกเก็บเป็นสัดส่วน

ก.๓.๒ การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.๓.๓ เครื่องชั่งที่ใช้ต้องตรวจสอบได้เที่ยงตรง

ก.๔ การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.๔.๑ น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.๔.๒ มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลง และฝุ่นผงในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.๔.๓ มีวิธีการป้องกันไม่ให้สัตว์เลี้ยง เช่น สุนัข แมว เข้าไปในบริเวณที่ทำ

ก.๔.๔ มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก.๔.๕ สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.๕ บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ก.๕.๑ ผู้ทำทุกคน ต้องมีสุขภาพดีทั้งร่างกายและจิตใจ รักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก

ก.๕.๒ ผู้ทำทุกคน ต้องไม่กระทำการใด ๆ ที่ไม่ถูกสุขลักษณะในสถานที่ทำ เช่น รับประทานอาหาร สูบบุหรี่

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ข.1 การวัดค่าลักษณะเนื่อสัมผัส

อุปกรณ์: Texture Analyzer รุ่น TA. TX2i

วิธีการวิเคราะห์:

1. เปิดคอมพิวเตอร์ และสวิตช์ด้านหลังเครื่อง Texture Analyzer ต่อแท่งหัววัดทรงกระบอก (Cylindrical probe) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (P/50)

2. Calibrate Force และ Calibrate Height โดย

Return Distance (mm): 40

Return Speed (mm/sec): 10

Contact Force (g): 10

3. เลือก Sample Project ที่ชื่อว่า Buttercake โดยมี T.A.settings เป็น

Test Model:

Option:

Pre - Test Speed:	1.00 mm/sec
Test Speed:	1.00 mm/sec
Post - Test Speed:	1.00 mm/sec
Target mode:	Strain
Strain:	80%
Time:	5.00 sec
Trigger Type:	Auto (Force)
Trigger Force:	5.0 g
Tare Mode:	Auto

Advance Option: On

Control Oven: Disabled

4. วางตัวอย่างเค้กเนยสดขนาด 30 x 30 x 20 มิลลิเมตร

5. เลือก run a test บันทึกค่าความแข็ง ค่าการเกาะติด ค่าการยึดเกาะภายใน ค่าความยืดหยุ่นและค่าความเหนียวเป็นยางหรือกาว

ข.2 **การวัดค่าสี**

อุปกรณ์: เครื่องวัดสี (Minolta Chroma Meter, แหล่งแสง D65, รุ่น CR-300, Japan)

วิธีการวิเคราะห์:

1. เลื่อนสวิตช์ Power ไปที่ตำแหน่ง ON พร้อมกดปุ่ม all data clear จนได้ยินเสียงสัญญาณ

2. กดปุ่ม Index Set ปรับเลือกแหล่งแสง ILLUMINANT D65 แล้วกดปุ่ม ENTER

3. กดปุ่ม Calibrate ตรวจสอบค่า Y, x และ y ให้ตรงตามแผ่น CALIBRATE และแหล่งแสงที่เลือกไว้ดังนี้

Y = 93.8 x = 0.3158 y = 0.3328

4. นำหัววัดวางบนแผ่น Calibrate สีขาว กดปุ่ม Measure Enter รอจนเกิด reflect 3ครั้ง

5. เมื่อ Calibrate เสร็จแล้ว กดปุ่ม Color space เพื่อเลือกระบบสีที่ต้องการใช้งาน คือ ระบบ CIE ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง-เขียว (a*) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*)

6. วัดค่าสีบนเค้กเนยสดทุกด้าน โดยกดปุ่ม Measure Enter

7. บันทึกค่า L* a* และ b*

ข.3 **การวิเคราะห์ค่า Water activity**

อุปกรณ์: เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ

วิธีการวิเคราะห์:

1. ทำการเปิดเครื่องแล้ววอร์มเครื่องเป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที
2. ชั่งตัวอย่างจำนวน 5 กรัม ลงในภาชนะพลาสติกแล้ววัดค่า
3. รอให้เครื่องส่งสัญญาณเตือนว่าวัดค่าเสร็จแล้ว และทำการบันทึกผล

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

ค.1 การวิเคราะห์ Peroxide Value

1. การสกัดไขมันจากเค้กเนยสด

การสกัดไขมันจากตัวอย่างเค้กเนยสดด้วยวิธี Soxhlet extractor

อุปกรณ์

- Soxhlet extractor
- Soxhlet extractor thimble
- Rotary evaporator
- Laboratory oven
- Round bottle flask
- Desiccator
- Pestle and Mortar

สารเคมี

- Petroleum ether

วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างเค้กเนยสดมาบดใน Pestle and mortar ให้ละเอียด
2. นำตัวอย่างเค้กเนยสดไปอบใน Laboratory oven ที่อุณหภูมิ 100± 5Ocจนกว่าตัวอย่างจะแห้ง เพื่อลดความชื้น
3. นำ Round bottle flask ขนาด 250 mL ที่อบแห้งแล้วมาชั่งน้ำหนัก
4. ชั่งน้ำหนัก ตัวอย่างเค้กเนยสดแห้งใน extraction thimble ให้ได้น้ำหนักประมาณ 30 กรัม แล้วปิดด้วยสำลี
5. นำ thimble ใส่ลงใน siphon ของ Soxhlet
6. ต่อขวดก้นแบน Soxhlet siphon และ condenser เข้าด้วยกัน
7. เท Petroleum ether ประมาณ 200-250 mL ลงใน siphon

8. สกัดที่อัตราการกลั่น 5-6 หยดต่อวินาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
9. นำ Round bottle flask ไปทำการระเหย Petroleum etherด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ แล้วนำไปทำให้แห้งใน Laboratory oven ที่อุณหภูมิ 100 ± 5 ℃ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้เย็นใน Desiccator
10. ชั่งน้ำหนักขวดก้นแบน บันทึกผล และหาปริมาณไขมันเค้กเนยสดเป็น %Fat

2. การวิเคราะห์ Peroxide Value ตามวิธี AOAC (1995)

หลักการ

ค่า Peroxide value (PV) หมายถึง จำนวนมิลลิลิตรสมบูรณ์ของเพอร์ออกไซด์ที่มีในไขมันหรือน้ำมัน 1 กิโลกรัม หรือจำนวนมิลลิลิตรของสารละลาย Sodium thiosulphate ความเข้มข้น 0.1 N ที่ใช้ในการไทเทรตไขมันหรือน้ำมัน 1 กรัม ถ้าค่า Peroxide value สูง แสดงว่าไขมันหรือน้ำมันเกิด oxidative rancidity มาก

อุปกรณ์

- Pipette
- Burette
- Beaker
- Erlenmeyer Flask
- Wash bottle

สารเคมี

- Acetic acid
- Chloroform
- Saturated solution of potassium iodide
- Sodium thiosulfate solution
- 1% soluble starch solution
- Hydrochloric Acid
- Potassium dichromate

วิธีหาความเข้มข้นของ สารStandard $Na_2S_2O_3$

1. ชั่ง $K_2Cr_2O_7$ ใน Erlenmeyer flask ให้ได้น้ำหนัก 0.10-0.12 g บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน แล้วเติมน้ำกลั่น 150 ml
2. เติม Sodium thiosulfate solution 2 mL ผสมให้เข้ากัน
3. เติมสารละลาย 1N HCl 20 mL ผสมให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที
4. ไตเตรทสารละลายด้วยสารละลาย Na2S2O3 ในบิวเรต โดยเติม $Na_2S_2O_3$ ประมาณ 80% ของปริมาตรสมมูลหรือจนสีน้ำตาล-เหลืองของไอโอดีนหายไป
5. เติม 1% soluble starch solution 1 mL แล้วค่อย ๆ ไทเทรตต่อ โดยจุดสมมูลคือจุดที่สารละลายเปลี่ยนจากสีเขียว-น้ำเงินเป็น เขียวใสและไม่มีสีในที่สุด
6. คำนวณความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย $Na_2S_2O_3$จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Normality of } Na_2S_2O_3 = \frac{wt.\ of\ K_2Cr_2O_7\ (g)\times 1000}{mL\ of\ Na_2S_2O_3\times 49.037}$$

วิธีการวิเคราะห์หาค่า Peroxide

1. ชั่งน้ำมันตัวอย่างให้ได้น้ำหนักประมาณ 5±0.05 gm. ใน Erlenmeyer flask บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
2. เติมสารละลาย acetic-chloroform 30 ml. ผสมให้เข้ากันแล้วเติม Saturated solution of potassium iodide 0.5 ml ตั้งทิ้งไว้ 1 นาที แล้วเติมน้ำกลั่น 30 mlโ
3. เติม 1% soluble starch solution 0.5 ml เป็น indicator $Na_2S_2O_3$
4. ค่อยๆไทเทรตเพื่อหาปริมาณไอโอดีนที่เกิดขึ้นด้วยสารละลาย $Na_2S_2O_3$ จุดยุติคือจุดที่สารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสารละลายใส
5. ทำการทดลองซ้ำกับ blank (น้ำกลั่น)
6. คำนวณค่า Peroxide value จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Peroxide value (meq.Peroxide/Kg)} = \frac{S\times N\times 1000}{gm.sample}$$

3. การวัดค่า Thio barbituric acid reactive substance / TBARS ตามวิธีของ Buege and Aust (1978)

หลักการ

Thio barbituric acid reactive substances (เรียกย่อว่า TBARS) เป็นสารที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิด (lipid oxidation) โดยการวัด ปริมาณแอลดีไฮด์ (aldehyde) ในรูปมาโลนาลแอลดีไฮด์ (malonal aldehyde) ที่มีอยู่ในน้ำมัน ซึ่งจัดเป็นอันตรายทางเคมี (chemical hazard) ในอาหาร

อุปกรณ์

- Test tube with screw cap
- Beaker
- Spectrophotometry
- Water bath
- Centrifuge
- Cuvette

สารเคมี

- Thio barbituric acid
- Trichloro acetic acid
- Hydrochloric acid

วิธีเตรียมสารละลาย TBARS

เตรียมสารละลายโดยชั่ง Thio barbituric acid 0.0375 ,b และ Trichloro acetic acid 15 g หลังจากนั้นเติม HCl 0.25 M 0.875 mL และปรับปริมาตรให้เป็น 100 mL

วิธีวิเคราะห์หาค่า TBARS

1. ชั่งตัวอย่าง 0.5 กรัม ลงในบีกเกอร์ขนาด 15 มิลลิลิตร ผสมกับ TBARS 2.5 มิลลิลิตร และโฮโมจิไนส์เป็นเวลา 2 นาที
2. เทตัวอย่างลงหลอดทดลอง แล้วนำไปในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 95 - 100 องศาเซลเซียส 10 นาที
3. ทำให้เย็นโดยไหลผ่านน้ำ 2 นาที
4. นำตัวอย่างเหวี่ยงแยกความเร็ว 3600 X g นาน 20 นาที
5. นำสารละลายใสมาวัดค่า Absorbance ที่ 532 nm
6. คำนวณหาค่า Total TBARS

$$Total\ TBARS\ (mg\ malonaldehyde/kg) = \frac{A}{1.56\times10^{6}\ M^{-1}cm^{-1}\times 1\ cm} \times \frac{1\ mole\ malondialdehyde\times L^{-1}}{1\ M} \times \frac{1\ L}{1000\ mL} \times \frac{vol\ of\ sol}{gram\ of\ sample} \times \frac{72.0636\ g\ malondialdehyde}{1\ mole\ malondialdehyde} \times \frac{1000\ mg}{1\ g} \times \frac{1000\ g}{1\ kg}$$

ภาคผนวก ง

วิเคราะห์สมบัติทางประสาทสัมผัส

ง.1 การวิเคราะห์การยอมรับทางประสาทสัมผัส

วิเคราะห์ความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ด้วยการทดสอบแบบ 9-Point Hedonic Scale กำหนดช่วงคะแนน 1-9 (9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบซึ่งเป็นผู้บริโภคทั่วไป 50 คน

ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างเค้กเนยสดสำหรับให้ผู้ประเมินทดสอบ

ง.2 แบบสอบถามในการประเมินผลทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์เค้กเนยสด

ชื่อผู้ทดสอบ_____ วันที่ทดสอบ____/____/_____

แบบทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของเค้กเนยสด

วิธีทำ : ให้ผู้ทดสอบกรอกรหัสตัวอย่างที่ได้รับทั้ง 4 ตัวอย่างตามลำดับที่เรียงไว้ หลังจากนั้นชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์เค้กเนยสด โดยชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวา ชิมทีละตัวอย่างและเมื่อต้องการจะเปลี่ยนตัวอย่างให้บ้วนปากด้วยน้ำเพื่อล้างรสตัวอย่างที่ชิมก่อนหน้านี้ หลังจากนั้นระบุระดับความพอใจของท่านตามหมายเลข 1-9 ในแต่ละคุณลักษณะ

ลักษณะคุณภาพ	ตัวอย่าง			
	รหัส_____	รหัส_____	รหัส_____	รหัส_____
สี				
เนื้อสัมผัส				
กลิ่น				
รสชาติ				
ความชอบโดยรวม				

*หมายเหตุ: 1= ไม่ชอบมากที่สุด 2=ไม่ชอบมาก 3=ไม่ชอบปานกลาง

4= ไม่ชอบเล็กน้อย 5= บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 6= ชอบเล็กน้อย

7= ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ประจำปีงบประมาณ 2563

ชื่อโครงการ ผลของการทดแทนเนยด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสมต่อสมบัติของเค้กเนยสด

(Effect of butter replacement with edible oil blends on butter cake properties)

นิสิตผู้ร่วมโครงการ นางสาวกมลวรรณ อิงค์สกุลสุข 6032502723

นายกฤษภาส โสภาลักษณ์ 6032505623

นางสาวชลากร อ่อนมณี 6032512023

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ผศ.ดร. ศศิกานต์ กู้พงษ์ศักดิ์

ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ในปัจจุบันประชากรส่วนใหญ่มีภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคที่ไม่ติดต่อ (Non-communicable diseases) เช่น โรคอ้วน โรคความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือดหัวใจตีบตัน และโรคหลอดเลือดสมอง เป็นต้น ซึ่งสาเหตุหลักของโรคที่กล่าวมานี้ คือ การบริโภคไขมันอิ่มตัวและคอเลสเตอรอลในปริมาณมาก ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยไขมันที่ใช้เป็นหลัก คือ เนยซึ่งเป็นไขมันอิ่มตัว จึงมีการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีปริมาณไขมันอิ่มตัวและคอเลสเตอรอลต่ำ โดยยังคงรสชาติที่ดีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเพื่อเป็นอีกทางเลือกให้ผู้ที่ให้ความสนใจต่อสุขภาพ และยังลดค่าใช้จ่าย เนื่องจากเนยมีราคาต้นทุนที่สูง

เค้กเป็นอีกผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในกลุ่มผู้บริโภคทุกวัย ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ผลิตจากแป้งสาลี น้ำตาล เกลือ ผงฟู ไขมัน นม ไข่และกลิ่นรส ส่วนผสมเหล่านี้ เมื่อรวมกันจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อละเอียดและเบา ความสัมพันธ์โดยทั่วไปของส่วนผสมเหล่านี้จะต้องนำมาทำให้มีความสมดุลต่างกันไปตามชนิดของเค้กที่จะทำคุณภาพของเค้กขึ้นอยู่กับการใช้ ส่วนผสมหรือวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี มีวิธีการผสมที่ถูกต้อง มีอุณหภูมิของแป้ง ระยะเวลาที่อบ และอุณหภูมิที่ใช้อบที่ถูกต้อง สำหรับส่วนผสมที่ใช้ในการทำเค้กนั้นแบ่งออกเป็น 2 พวกด้วยกัน คือ พวกที่ทำให้เกิดโครงสร้างของเค้ก ได้แก่ แป้ง ไข่ และนม ส่วนพวกที่ทำให้เค้กนุ่ม ได้แก่ น้ำตาล ไขมันและผงฟู ปัจจัยอีกอย่างหนึ่งที่สำคัญต่อคุณภาพที่ได้คือกรรมวิธีการตีผสมส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ด้วยกำลัง จังหวะ และระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้ได้เค้กที่มีคุณลักษณะทางด้านต่าง ๆ เช่น เนื้อสัมผัส สี กลิ่นรส ที่ดีหลังอบ

ไขมัน มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการจับอากาศไว้ในขณะที่ผสมเค้ก อากาศที่ไขมันเก็บไว้ในระหว่างการตีมีหน้าที่เป็นตัวทำให้เค้กอ่อนนุ่มมากกว่าตัวไขมันจริง ๆ ไขมันทุกชนิด ถือว่ามีหน้าที่ทำให้ขนมมีความนุ่ม ไขมันในการทำเค้กโดยทั่ว ๆ ไป (Zhou et al, 2011) นอกจากนี้ยังให้ความสมบูรณ์ของโครงสร้างในเค้กมี เนยสดเป็นไขมันที่ให้กลิ่นรสดีที่สุดในจำนวนไขมันทุกชนิดที่ในการทำขนมอบ แต่มีค่าของการเป็นชอตเทนนิ่งต่ำ คือ เวลาผสมจะมีน้ำหนักเนื้อไม่เนียนเป็นครีมและมักไม่เข้ากันดี จึงนิยมใช้มาร์การีนหรือเนยขาวเป็นส่วนช่วยทำให้เนื้อเนียนเป็นครีม

ตารางที่ 1: ไขมันชนิดต่างๆในผลิตภัณฑ์เนยและมาร์การีนต่อ 15 กรัม (วารีทิพย์ พึ่งพันธ์, 2559)

ชนิดของผลิตภัณฑ์	ไขมันทั้งหมด (กรัม)	ไขมันอิ่มตัว (กรัม)	ไขมันทรานส์ (กรัม)
เนย	3.80	2.50	0.21
มาร์การีน	9.88	6.19	0.16

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าการใช้ไขมันเนยและมาร์การีน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะให้ไขมันอิ่มตัวที่สูง รวมทั้งมีไขมันทรานส์อีกด้วย ดังนั้นถ้าผู้บริโภครับประทานในปริมาณมากจะทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดในหัวใจตีบ และโรคอ้วน

น้ำมันมะพร้าว (coconut oil) คือ น้ำมันพืชที่สกัดได้จากเนื้อในของมะพร้าว ซึ่งน้ำมันมะพร้าวมีปริมาณน้ำมันร้อยละ 63 - 68 โดยส่วนมากเป็นน้ำมันที่มีกรดไขมันอิ่มตัวประมาณร้อยละ 90 กรดไขมันอิ่มตัวที่พบมากในน้ำมันมะพร้าวคือ กรดลอริก (lauric acid)

จากงานวิจัยพบว่าน้ำมันมะพร้าวมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีและส่งผลที่ดีต่อสุขภาพ คือ น้ำมันมะพร้าวมีปริมาณกรดไขมันสายสั้น ๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งดูดซึมได้ง่ายกว่า จึงให้พลังงานน้อยกว่ากรดไขมันสายยาว ลดความเสี่ยงที่เกิดโรคอ้วน และน้ำมันมะพร้าวยังมีสารประกอบ Sterol ที่ชื่อว่า Phytosterols ทำหน้าที่เป็นสาร antioxidant ป้องกันการเกิดเนื้องอก อีกทั้งยังสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้อีกด้วย

ตารางที่ 2: ร้อยละกรดไขมันแต่ละชนิดของกรดไขมันทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำมันมะพร้าว (Orsavova et al., 2015)

ส่วนประกอบของกรดไขมัน (fatty acid composition)	% ของกรดไขมันทั้งหมด
กรดคาโปรอิก (Caproic acid)	0.52
กรดคาพรีลิก (Caprylic acid)	7.6
กรดคาพริก (Capric acid)	5.5
กรดลอริก (Lauric acid)	47.7
กรดไมริสติก (Myristic acid)	19.9
กรดปาล์มมิติก (Palmitic acid)	0
กรดสเตียริก (Stearic acid)	2.7
กรดโอลีอิก (Oleic acid)	6.2
กรดลิโนลีอิก (Linoleic acid)	1.6

น้ำมันรำข้าว (rice bran oil) เป็นน้ำมันพืชที่สกัดมาจากเปลือกแข็งสีน้ำตาลนอกของข้าว มีกรดไขมันอิ่มตัว 23% กรดไขมันไม่อิ่มตัวมีพันธะคู่เดี่ยว 45% และกรดไขมันไม่อิ่มตัวมีพันธะคู่หลายคู่ 32% จะเห็นได้ว่าน้ำมันรำข้าวมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นส่วนใหญ่

จากงานวิจัยพบว่าน้ำมันรำข้าวมีปริมาณของโอไรซานอล (γ-oryzanols), ไฟโตสเตอรอล (phytosterols) และวิตามินอีทั้งชนิด โทโคเฟอรอล (tocopherols) และโทโคไตรอินอล (tocotrienol) ซึ่งเป็นไขมันที่มีคุณค่าต่อสุขภาพจากการมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ลดสาเหตุของโรคเรื้อรังหลายชนิด เช่น โรคหลอดเลือด โรคมะเร็ง และโรคเบาหวาน นอกจากนี้น้ำมันรำข้าวช่วยบำรุงผิวหนังได้อีกด้วย

ตารางที่ 3: ร้อยละกรดไขมันแต่ละชนิดของกรดไขมันทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำมันรำข้าว (Orsavova et al., 2015)

ส่วนประกอบของกรดไขมัน (fatty acid composition)	% ของกรดไขมันทั้งหมด
กรดไมริสติก(Myristic acid)	0.07
กรดปาล์มิติก (Palmitic acid)	20.0
กรดสเตียริก (Stearic acid)	2.1
กรดโอเลอิก (oleic acid)	42.7
กรดลิโนเลอิก (Linoleic acid)	33.1
กรดลิโนเลนิกอัลฟา (α-Linolenic acid)	0.45

ทางผู้จัดทำโครงการจึงให้ความสนใจที่จะศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบ คือ เค้กเนยสด โดยทดแทนเนยด้วยน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันรำข้าว เพราะเค้กเนยสดเป็นผลิตภัณฑ์ที่คนไทยส่วนใหญ่นิยมบริโภค ซึ่งเป็นการลดความเสี่ยงของโรคไม่ติดต่อต่าง ๆ และเพิ่มคุณค่าทางโภชนการและส่งผลที่ดีต่อสุขภาพ อีกทั้งยังเป็นการลดต้นทุนการผลิตอีกด้วย ทั้งนี้เพื่อเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภคที่รับประทานเค้กเนยสดเป็นประจำ และให้ความสนใจเกี่ยวกับสุขภาพ

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาสมบัติทางเคมี กายภาพและลักษณะทางประสาทสัมผัสของเค้กเนยสดที่ทดแทนเนยด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสมด้วยอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

2. เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทดแทนเนยด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสมในเค้กเนยสด โดยยังคงรสชาติที่ดีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยาระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้สูตรผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดที่มีปริมาณไขมันอิ่มตัวน้อยลง
2. เป็นทางเลือกใหม่แก่ผู้บริโภคที่รักสุขภาพและที่ชื่นชอบผลิตภัณฑ์เค้กเนยสด
3. ลดต้นทุนการผลิตเค้กเนยสด
4. สามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาด

วิธีการดำเนินงาน

1. ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเค้กเนยสด และน้ำมันพืชที่จะนำมาผสม
2. วางแผนการทดลอง จัดเตรียมอุปกรณ์และวัตถุดิบที่จำเป็นในการทดลอง
3. ดำเนินงานตามแผนการทดลองที่เตรียมไว้และเก็บผลการทดลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

    3.1 ทดลองทำเค้กเนยสดสูตรควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4: สูตรการทำเค้กเนยสด

ส่วนผสม	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)
แป้งแค้ก	500
ผงฟู	20
นมสด	475
กลิ่นวนิลลา	4
เนยสด	250
มาร์การีน	185
EC25K	50
น้ำตาลทราย	585
เกลือ	4
ไข่ไก่	375

3.2 ทดลองทำเค้กเนยสดตามสูตรจากตารางที่ 4 โดยใช้สัดส่วนเนยต่อน้ำมันบริโภคชนิดผสมดังต่อไปนี้

เนย : น้ำมันรำข้าว ผสม น้ำมันมะพร้าว อัตราส่วน 100 : 0 w/w (Control)

เนย : น้ำมันรำข้าว ผสม น้ำมันมะพร้าว อัตราส่วน 70 : 30 w/w

เนย : น้ำมันรำข้าว ผสม น้ำมันมะพร้าว อัตราส่วน 60 : 40 w/w

เนย : น้ำมันรำข้าว ผสม น้ำมันมะพร้าว อัตราส่วน 50 : 50 w/w

หมายเหตุ อัตราส่วนของน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 50 : 50 w/w

3.3 ทดสอบสมบัติทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และประสาทสัมผัสของเค้กเนยสดที่ผลิตได้ดังต่อไปนี้

3.3.1. วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่

3.3.1.1. วัดสีด้วยเครื่อง Chroma Meter

3.3.1.2. วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture analysis) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 25 °C

3.3.1.3. วัดค่า Water activity ด้วยเครื่องวัด aw Aqua lab, series 3 ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 25 °C

3.3.2 วิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่

3.3.2.1. Peroxide Value (AOAC, 1995)

3.3.2.2. Thiobabituric Acid Reactive Substances (TBARS) (Buege and Aust, 1978)

3.3.3 วิเคราะห์สมบัติทางจุลินทรีย์

3.3.3.1. ตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหารโดยใช้วิธี Total Plate Count โดยที่จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.3.3.2. ตรวจวัดปริมาณราและยีสต์ในอาหารโดยใช้วิธี Yeast & Mold Count โดยที่จำนวนราและยีสต์ในอาหารต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.3.4 วิเคราะห์สมบัติทางประสาทสัมผัส

3.3.4.1. จัดทำ Sensory test ของเค้กเนยสดสูตรควบคุมกับเค้กเนยสดที่ปรับสัดส่วนน้ำมันเพื่อเลือกเค้กเนยสดที่มีการปรับสัดส่วน แล้วยังคงเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค โดยประเมินผลทางประสาทสัมผัสความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคจำนวน 50 คน โดยใช้ 9-point hedonic scale

3.4 ศึกษาผลของการทดแทนเนยด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสมที่มีต่ออายุการเก็บรักษาของเค้กเนยสดที่ผลิตได้ โดยคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดหนึ่งสูตร (โดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และประสาทสัมผัส) และสูตรควบคุม นำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิแช่เย็น (2-4 °C) เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เก็บตัวอย่างระยะเวลา 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน แล้วนำไปทดสอบสมบัติต่าง ๆ (ข้อ3.3.1-3.3.3)

3.5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ของสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ ทางจุลชีววิทยา และประสาทสัมผัส โดยออกแบบการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย Analysis of variance (ANOVA) และหาความแตกต่างโดยใช้ Duncan Multiple Range Test (DMRT)

4. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อสรุปผลการทดลอง จัดทำรายงานและนำเสนอผลงานทางวิชาการ

ระยะเวลาการดำเนินงาน

กิจกรรม	**มิ.ย. 63**	**ก.ค. 63**	**ส.ค. 63**	**ก.ย. 63**	**ต.ค. 63**	**พ.ย. 63**	**ธ.ค. 63**	**ม.ค. 64**	**ก.พ. 64**	**มี.ค. 64**	**เม.ย. 64**	**พ.ค. 64**
ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง												
วางแผนการทดลองจัดเตรียมอุปกรณ์และวัตถุดิบที่จำเป็นในการทดลอง												
ทดลองทำเค้กเนยสดสูตรมาตราฐานและสูตรที่ปรับสัดส่วนน้ำมัน												
จัดทำ Sensory test ของเค้กเนยสดสูตรควบคุมกับเค้กเนยสดที่ปรับสัดส่วนน้ำมัน												
ทดสอบลักษณะทางกายภาพทางเคมีชีวภาพทางจุลินทรีย์												

ของเค้กเนยสดที่ผลิตได้												
ศึกษาผลของการทดแทนเนยด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสมที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของเค้กเนยสดที่ผลิตได้												
สรุปผลการทดลอง จัดทำรายงาน และนำเสนอผลงาน												

งบประมาณ

1. ค่าวัตถุดิบ

วัตถุดิบ	ปริมาณที่ใช้	ราคา(บาท)
แป้งเค้ก	4 กิโลกรัม	284
ผงฟู	200 กรัม	58
นมสด	4 ลิตร	215
กลิ่นวนิลลา	280 ml	22
เนยสด	2.3 กิโลกรัม	1025
มาร์การีน	1.8 กิโลกรัม	272
EC25K	450 กรัม	160
น้ำตาลทราย	5 กิโลกรัม	110
ไข่ไก่ เบอร์ 2	70 ฟอง	385
น้ำมันรำข้าว	3 ลิตร	750
น้ำมันมะพร้าว	3 ลิตร	177
รวม	3458	

2. ค่าสารเคมี

รายการ	ราคา(บาท)
Hydrochloric Acid (37%) ปริมาตร 2.5 L	700
Chloroform (99.8%) ปริมาตร 2.5 L	2000
Acetic acid (99.8%) ปริมาตร 2.5L	792
Potassium Iodide 100 g	550
Sodium Thiosulphate 100 g	420
รวม	4462

3. ค่าอุปกรณ์

รายการ	ราคา(บาท)
แป้นพิมพ์	360
ถ้วยกระดาษขนาด 4 ออนซ์	120
กระดาษไข	35
รวม	515

4. หมวดค่าใช้จ่ายทั่วไป

รายการ	ราคา(บาท)
ค่าเดินทางในการจัดหาวัตถุดิบและข้อมูล	300
ค่าสำเนาเอกสาร	200
ค่าส่งตรวจการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์	1500
รวม	2000

รวมยอดสุทธิ 10435 บาท

เอกสารอ้างอิง

วารีทิพย์ พึ่งพันธ์, นันทยา จงใจเทศ และปิยนันท์ อึ้งทรงธรรม. (2559). **รายงานการศึกษาวิจัยปริมาณกรดไขมันทรานส์ในอาหารและผลิตภัณฑ์.** สำนักโภชนาการ กรมอานามัย กระทรวงสาธารณสุข

อรุณศรี ปรีเปรม, ผดุงขวัญ จิตโรภาส และ บังอร ศรีพาณิชกุลชัย. (2548). **รำข้าวที่มีคุณภาพ: คุณค่าต่อสุขภาพ.** วารสารศูนย์บริการวิชาการ. 13(3): 4-9.

Mikolajczak, N. (2017). **Coconut oil in human diet – nutrition value and potential health benefits**. Journal of Education, Health and Sport. 7(9): 307-319.

Orsava, J., Misurcova, L., Ambrozova, V.J., Vicha, R., and Micek, J. (2015)**. Fatty Acids Composition of Vegetable Oils and Its Contribution to Dietary Energy Intake and Dependence of Cardiovascular Mortality on Dietary Intake of Fatty Acids.** International Journal of Molecular Sciences. 16(6): 12871-12890.

Rios, V.R., Pessanha, F.D.M., Almeida, F.P., Viana, L.C., and Lannes, S.C.S. (2014). **Application of fats in some food products.** Food Science and Technology. 34(1): 3-15.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นายกฤษภาส โสภาลักษณ์

ตำแหน่ง หัวหน้าโครงการ

วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีที่สำเร็จการศึกษา 2563

โทรศัพท์ 085 129 5770

Email krisapas11@gmail.com

ชื่อ-สกุล นางสาวกมลวรรณ อิงค์สกุลสุข

ตำแหน่ง ผู้ร่วมวิจัย

วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีที่สำเร็จการศึกษา 2563

โทรศัพท์ 083 132 6111

Email kamolwan2723@gmail.com

ชื่อ-สกุล นางสาวชลากร อ่อนมณี

ตำแหน่ง ผู้ร่วมวิจัย

วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีที่สำเร็จการศึกษา 2563

โทรศัพท์ 080 658 2149

Email 6032512023@student.chula.ac.th