โครงการ
การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ ผลของการทดแทนมากาธีนในคุกกี้ด้วยน้ำมันบริโภค

ชื่อนิสิต นางสาวบัณฑิตา สุขสว่าง

นางสาววิกวานี เทพปรียากุลกาล

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

ปีการศึกษา 2562

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลของการทดแทนมาการีนในคุกกี้ด้วยน้ำมันบริโภค

โดย

นางสาวบัณฑิตา สุขสว่าง 5932537223

นางสาววิฒวานี เทพปรียากุลกาล 5932563523

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิกานต์ กู้พงษ์ศักดิ์

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประจำปีการศึกษา 2562

EFFECT OF REPLACING MARGARINE IN COOKIES WITH EDIBLE OIL

Bantita Suksawang

Witavanee Tappreyakunkarn

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 2019

หัวข้องานวิจัย ผลของการทดแทนมาการีนในคุกกี้ด้วยน้ำมันบริโภค

โดย นางสาวบัณฑิตา สุขสว่าง

นางสาววิฉวานี เทพปรียากุลกาล

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิกานต์ กู้พงษ์ศักดิ์

ปีการศึกษา 2562

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อนุมัติให้รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
ประจำปีการศึกษา 2562

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา ธนานุวงศ์)
หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิกานต์ กู้พงษ์ศักดิ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

หัวข้องานวิจัย ผลของการทดแทนมาการีนในคุกกี้ด้วยน้ำมันบริโภค

โดย นางสาวบัณฑิตา สุขสว่าง

นางสาววิฒวานี เทพปรียากุลกาล

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิกานต์ กู้พงษ์ศักดิ์

ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยาและลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่ใช้น้ำมันบริโภคได้แก่ น้ำมันรำข้าวและน้ำมันมะพร้าวที่สัดส่วน 100:0, 50:50 และ 0:100 w/w โดยมีคุกกี้สูตรมาการีนเป็นตัวควบคุม จากนั้นคัดเลือกสูตรคุกกี้ที่ดีที่สุดเพื่อทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าการแผ่กระจาย ค่าน้ำอิสระ สีและลักษณะทางเนื้อสัมผัสประกอบด้วยค่าความแข็ง (Hardness)และค่าความเปราะหรือค่าความกรอบ (Fracturability) ทางเคมีได้แก่ ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value) และค่า Thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) และด้านประสาทสัมผัสโดยทดสอบความชอบของผู้บริโภคในด้านสี กลิ่น รส เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยใช้ Seven-point hedonic scale จากนั้นเก็บคุกกี้สูตรที่ผ่านการคัดเลือกเป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี ทุกๆ สัปดาห์ ส่วนสมบัติทางจุลชีววิทยาจะวัดเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการเก็บรักษา จากผลการวิจัยพบว่า คุกกี้สูตรที่ผ่านการคัดเลือก ได้แก่ สูตร 100:0, 50:50 และสูตรมาการีน ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าการแผ่กระจาย ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ค่าสี พบว่าค่าความสว่าง (L*) ของคุกกี้ทั้ง 3 สูตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ค่าสีแดง-เขียว (a*) สูตรมาการีนและ 50:50 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่าง มีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) สูตรมาการีนและ 100: 0 มีแนวโน้มลดลงแต่สูตร 50:50 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ค่าน้ำอิสระ พบว่าทั้ง 3 สูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ค่าลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่า ค่าความแข็ง ทั้ง 3 สูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และค่าความเปราะหรือค่าความกรอบ สูตรมาการีนและ 50:50 มีแนวโน้มลดลงแต่สูตร 100:0 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าเปอร์ออกไซด์ พบว่าทั้ง 3 สูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และค่า TBARS พบว่าสูตรมาการีนและสูตร 50:50 มีแนวโน้มลดลงในช่วงแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่สำหรับสูตร 100:0 มีค่าไม่คงที่ และสมบัติจุลชีววิทยาพบว่า ทั้ง 3 สูตรมีจำนวนจุลินทรีย์ในช่วงเริ่มต้นและสิ้นสุดการเก็บรักษาเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.๑๑๘/๒๕๕๕

Project Title Effect of replacing margarine in cookies with edible oil

Student Bantita Suksawang

Witavanee Tappreyakunkarn

Study Program Bachelor of Science in Food Technology

Advisor Asst. Prof. Sasikan Kupongsak, Ph. D.

Academic Year 2019

ABSTRACT

The objective of this research was to study the physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of cookie using edible oil blend between rice bran oil and coconut oil at the ratio of 100:0 50 : 50 and: 0 : 100 w/w. Margarine cookie recipe was used as a control. By replacing margarine with the edible oil, the best ratio of blended oil was selected and the selected recipes was stored for 4 weeks. The physical properties of cookies including cookie spread ratio, color, water activity, textural quality in terms of hardness and fracturability were evaluated. For the chemical properties, peroxide value and Thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) were determined. The acceptance of consumers was used in sensory evaluation in terms of color, texture, taste and overall preference by using a seven-point hedonic scale test. The microbiological properties including total plate count (Bacteria) and total plate count (Yeast and mold) were measured at initial and final storage time. From the study, cookie using edible oil blends between rice bran oil and coconut oil at the ratio of 100:0 and 50:50 and a control were selected. During storage, the physical properties such as spread ratio had no significant changes ($p \leq 0.05$). The results of color values showed that the brightness (L*) were increased significantly ($p \leq 0.05$) for all 3 samples. while the red values (a*) were increased in a control and 50:50 ratio and the yellow value (b*) was decreased significantly ($p \leq 0.05$) in a control and 100:0 ratio but the yellow value was increased for 50:50 ratio. For all 3 samples, water activity values were increased significantly ($p \leq 0.05$). The texture characteristics for all 3 samples showed that the hardness increased significantly ($p \leq 0.05$) while the fracturability decreased in a control and 50:50 ratio but increased significantly for 100:0 ratio. For chemical properties, the result showed that the peroxide value for all 3 samples increased significantly ($p \leq 0.05$). The TBARS values for a control and 50:50 ratio were decreased significantly ($p \leq 0.05$) in the initial week of storage and increased significantly ($p \leq 0.05$) after the first week of storage while the TBARS value of the 100:0 ratio was inconstant. For the result of microbiological analysis at initial and 4-week storages, it was found that total plate counts of bacteria and yeast and mold were abided by the values recommended by the community product standards.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้สนับสนุนเงินทุนวิจัยสำหรับโครงการนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิกานต์ กู้พงษ์ศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นและกำลังใจ ตลอดการทำงานวิจัย และกรุณาช่วยตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารทุกๆท่าน ที่ช่วยแนะนำและให้ความช่วยเหลือในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัยให้เสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณพี่นิสิตปริญญาโท เพื่อนๆร่วมสถาบันทุกท่านและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่ไม่ได้เอ่ยนาม ที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบทางประสาทสัมผัสรวมถึงความช่วยเหลือที่เป็นประโยชน์ในด้านต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติ พี่ น้อง ซึ่งให้การสนับสนุนในการศึกษา เป็นกำลังใจและช่วยเหลือในทุกๆด้านแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

นางสาวบัณฑิตา สุขสว่าง 5932537223

นางสาววิฒวานี เทพปรียากุลกาล 5932563523

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 บทนำ (Introduction)

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

1.3 ขอบเขต/กรอบแนวคิดของการวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 2

บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature review)

2.1 ไขมันทรานส์ (Trans fat) 3

2.2 มาการีน (Margarine) 3

2.3 คุกกี้ (Cookie) 4

2.4 น้ำมันพืชสำหรับบริโภค (Vegetable oil) 6

2.5 น้ำมันมะพร้าว (Coconut oil) 9

2.6 น้ำมันรำข้าว (Rice bran oil) 12

บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย (Materials and methods)

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย 15

3.2 สารเคมี 15

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ 16

3.4 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ทางเคมี ทางจุลชีววิทยา ทางประสาทสัมผัสของคุกกี้แต่ละสูตรและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ 17

3.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย 18

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and discussion)

4.1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างคุกกี้เพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดสำหรับเก็บรักษา

4.1.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

4.1.1.1 คุณภาพของคุกกี้ 20

4.1.1.2 ค่าสี 21

4.1.1.3 ค่าน้ำอิสระ (Water activity) 22

4.1.1.4 ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสของคุกกี้ 22

4.1.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

4.1.2.1 Peroxide Value และ ค่า Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) 23

4.1.3 ผลวิเคราะห์การยอมรับทางประสาทสัมผัส 24

4.2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างคุกกี้ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ (1 เดือน)

4.2.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

4.2.1.1 คุณภาพของคุกกี้ 26

4.2.1.2 ค่าสี 28

4.2.1.3 ค่าน้ำอิสระ (Water activity) 30

4.2.1.4 ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสของคุกกี้ 32

4.2.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

4.2.2.1 Peroxide Value และ ค่า Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) 34

4.2.3 ผลการวิเคราะห์สมบัติจุลชีววิทยา

4.2.3.1 ทดสอบจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนยีสต์และรา 36

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ (Conclusions and recommendations)

5.1 สรุปผลการวิจัย 38

5.2 ข้อเสนอแนะ 39

เอกสารอ้างอิง 40

ภาคผนวก 43

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบของกรดไขมันที่พบในน้ำมันพืชทั่วไป	8
2	องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันมะพร้าว	10
3	องค์ประกอบของกรดไขมันชนิดต่างๆในน้ำมันรำข้าว	13
4	สูตรการทำคุกกี้	18
5	ผลของไขมันและน้ำมันต่อคุณภาพของคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันที่แตกต่างกัน	20
6	ค่าการวัดค่าสี (L* a* และ b*) ของคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันที่แตกต่างกัน	21
7	ค่าน้ำอิสระ (Water activity) ที่ได้จากตัวอย่างคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันที่แตกต่างกัน	22
8	ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสของคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันที่แตกต่างกัน	23
9	Peroxide Value และค่า TBARS ที่ได้จากตัวอย่างคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันที่แตกต่างกัน	23
10	ค่าความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม จากตัวอย่างคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันที่แตกต่างกัน	25
11	ผลของไขมันและน้ำมันต่อคุณภาพของคุกกี้สูตรมาการีน (Control) ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	27
12	ผลของไขมันและน้ำมันต่อคุณภาพของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ100 : 0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	27
13	ผลของไขมันและน้ำมันต่อคุณภาพของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมัน มะพร้าว เท่ากับ 50 : 50 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	28
14	ค่าสี (L* a* และ b*) ของคุกกี้สูตรมาการีน (Control) ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	29
15	ค่าสี (L* a* และ b*) และค่าน้ำอิสระ (Water activity) ของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 100 : 0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	29

16	ค่าสี (L* a* และ b*) และค่าน้ำอิสระ (Water activity) ของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 50 : 50 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	30
17	ค่าน้ำอิสระ (Water activity) ของคุกกี้สูตรมาการีน (Control) ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	30
18	ค่าน้ำอิสระ (Water activity) ของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 100 : 0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	31
19	ค่าน้ำอิสระ (Water activity) ของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 50 : 50 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	31
20	ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสของคุกกี้สูตรมาการีน (Control) ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	32
21	ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัส Hardness และค่า Fracturability ของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 100 : 0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	33
22	ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัส Hardness และค่า Fracturability ของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 50 : 50 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	33
23	Peroxide Value และค่า TBARS ของคุกกี้สูตรมาการีน (Control) ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	35
24	Peroxide Value และค่า TBARS ของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 100 : 0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	35
25	Peroxide Value และค่า TBARS ของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 50 : 50 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	36
26	ค่าการวิเคราะห์จุลินทรีย์ Total plate count (Bateria) ของคุกกี้ทั้ง 3 สูตร ก่อนและหลังการเก็บรักษา 4 สัปดาห์	37
27	ค่าการวิเคราะห์จุลินทรีย์ Total plate count (Yeast and Mold) ของคุกกี้ทั้ง 3 สูตรก่อนและหลังการเก็บรักษา 4 สัปดาห์	37

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1, 2	ตัวอย่างคุกกี้สำหรับให้ผู้ประเมินทดสอบและผู้ประเมินที่มาร่วมทำการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส ตามลำดับ	56

บทที่ 1

บทนำ (Introduction)

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

คุกกี้เป็นขนมยอดนิยมที่หลายคนชอบบริโภคกันเป็นอย่างมาก แต่อาจมีผู้ผลิตบางรายใช้มาการีนที่มีส่วนประกอบของไขมันอันตรายอย่างไขมันทรานส์มาใช้ในการผลิตคุกกี้ ซึ่งไขมันทรานส์ (Trans Fat) เกิดจากกระบวนการแปรรูปของกรดไขมันไม่อิ่มตัวให้เป็นกรดไขมันอิ่มตัวสูง เพื่อให้น้ำมันเป็นของแข็งในอุณหภูมิห้อง เก็บรักษาได้นานและไม่มีกลิ่นเหม็นหืน อาจพบได้ใน มาการีน เนยขาว ครีมเทียม หรือผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ต่างๆ ไขมันทรานส์เป็นตัวการในการนำไปสู่โรคหัวใจและหลอดเลือดซึ่งเป็นสาเหตุการเสียชีวิตด้วยโรคร้ายอันดับต้นๆของประเทศไทย ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาผลของการทดแทนมาการีนในคุกกี้ด้วยน้ำมันบริโภคผสมระหว่างน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันรำข้าว ซึ่งเป็นน้ำมันบริโภคที่สามารถพบเจอได้ง่ายในท้องตลาดบ้านเราและมีคุณประโยชน์มากมาย น้ำมันมะพร้าวมีขนาดโมเลกุลขนาดกลางทำให้ร่างกายสามารถดูดซึมได้อย่างรวดเร็ว อุดมไปด้วยกรดไขมันอิ่มตัวที่เป็นตัวสำคัญในการกระตุ้นเมตาบอลิซึมการเผาผลาญแคลอรีจึงเป็นการลดการสะสมไขมันภายในร่างกาย และยังมีข้อดีในการช่วยลดไขมันไม่ดี (LDL) เพิ่มไขมันดี (HDL) ให้กับร่างกาย ส่วนน้ำมันรำข้าวอุดมไปด้วยวิตามินหลากหลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย มีสารสกัดแกมมาโอริซานอล (Gramma Oryzanol) ที่มีคุณสมบัติช่วยลดคอเลสเตอรอลในหลอดเลือดหรือในกระแสเลือดและเสริมระบบไหลเวียนของเลือดให้เป็นปกติ อีกทั้งยังอุดมไปด้วยกรดไลโนเลอิก ที่สามารถช่วยกระตุ้นให้ร่างกายสามารถดูดซึมกรดอะมิโนไปใช้ได้มากยิ่งขึ้น ทำให้ระบบประสาทและสมองทำงานได้ดีขึ้นอีกด้วย จากประโยชน์ที่มากมายของน้ำมันทั้งสองชนิดนี้ในการวิจัยผู้วิจัยจึงคำนึงถึงองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันเป็นหลักเพื่อให้ผู้บริโภคได้รับคุณค่าทางอาหารมากที่สุดและไม่ส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการทดแทนมาการีนด้วยน้ำมันบริโภคในคุกกี้

2. เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมี กายภาพ จุลชีววิทยา และลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่ใช้น้ำมันบริโภค

1.3 ขอบเขต/กรอบแนวคิดของการวิจัย

งานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

1. การผลิตคุกกี้โดยการแปรอัตราส่วนของน้ำมันที่เป็นองค์ประกอบและคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคโดยการประเมินทางประสาทสัมผัส
2. เพื่อศึกษาเสถียรภาพการเก็บรักษาของคุกกี้ที่คัดเลือกที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทราบสมบัติที่เหมาะสมของคุกกี้ที่ได้จากการใช้น้ำมันบริโภคชนิดผสมที่แตกต่างกันเป็นส่วนประกอบ
2. ได้ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ทดแทนมาการีนด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสมที่มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature review)

2.1. ไขมันทรานส์ (Trans fat) (วิมล ศรีศุข, 2555)

ไขมันทรานส์ได้มาจากกระบวนการเติมไฮโดรเจน (Hydrogenation) เพื่อเปลี่ยนน้ำมันพืชที่มีลักษณะเป็นของเหลว ให้กลายเป็นไขมันพืชที่มีลักษณะกึ่งแข็ง (plastic fats) ทั้งนี้เนื่องจากไฮโดรเจนจะไปจับกับพันธะคู่ (Double bond) ในสูตรโครงสร้างของกรดไขมัน ทำให้น้ำมันมีความอิ่มตัว (Saturation) สูงขึ้น ในกระบวนการนี้มักจะดำเนินไปอย่างไม่สมบูรณ์ (partial hydrogenation) ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกรดไขมันบางส่วนจากกรดไขมันชนิดซิส (*cis*-fatty acids หรือ ที่เรียกว่า *cis*-isomers) ไปเป็นชนิดทรานส์ (trans-fatty acids) เมื่อสิ้นสุดกระบวนการผลิตปริมาณกรดไขมันชนิดทรานส์อาจเพิ่มขึ้นจาก 0 % (ในน้ำมันพืชที่เป็นของเหลว) ไปเป็น 26.8-59.1% ของรูปแบบ (isomers) ทั้งหมด โดยส่วนใหญ่มักอยู่ในกระบวนการผลิตเนยเทียม มาการีนหรือไขมันพืชที่เรียกว่าชอร์ตเทนนิ่ง เนื่องจากจะช่วยให้ขนมอบ เช่น คุกกี้ มีความแข็งแรง คงรูป มีความกรอบมากกว่า มีความเปราะน้อยกว่าการใช้เนย (Butter) และมีกลิ่นเนยที่ไม่รุนแรงกว่าการใช้เนยแท้ซึ่งเป็นที่พอใจของคนไทยส่วนใหญ่ นอกจากนี้อาหารทอดต่างๆ เช่น ไก่ทอด มันฝรั่งทอด (French fries) ขนมขบเคี้ยวทอด/อบที่มีลักษณะแห้งที่ผิวนอก ไม่เยิ้มน้ำมัน หากปริมาณกรดไขมันชนิดทรานส์ในอาหารสูงเพียงพอ จะสามารถเพิ่มระดับคอเลสเตอรอลชนิดไม่ดี (LDL-cholesterol) ในปริมาณประมาณ 4 % ของพลังงานหรือมากกว่า และลดระดับคอเลสเตอรอลชนิดดี (HDL-cholesterol) ในเลือดได้ ในปริมาณประมาณ 5 - 6 % ของพลังงานหรือมากกว่า เมื่อทำการทดลองเปรียบเทียบกับอาหารควบคุมที่ปราศจากกรดไขมันชนิดทรานส์ ดังนั้น การรับประทานอาหารที่มีกรดไขมันชนิดทรานส์ในปริมาณสูง จะมีผลเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด

2.2. มาการีน (Margarine) (Chrysan M, 2005)

มาการีนหรือเนยเทียม ผลิตจากน้ำมันพืช (vegetable oil) เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด เป็นต้น ซึ่งมีส่วนประกอบหลักคือ ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) โดยมีปริมาณของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง และมีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง นำมาผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจน (Hydrogenation) ทำให้มีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวมากขึ้น และเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของเหลวกึ่งแข็งเช่นเดียวกันกับการผลิตเนยขาว

แต่มาการีนจะมีการนำมาปรุงแต่งสี กลิ่นและรสให้คล้ายกับเนยสด (butter) สามารถใช้แทนเนยสดได้ จึงเป็นที่นิยมใช้ในทำคุกกี้มากกว่าเนยขาว

2.3. คุกกี้ (Cookie)

คุกกี้ หมายถึง ขนมอบชนิดหนึ่งที่ทำจากแป้งสาลีหรือแป้งสาลีผสมกับแป้งชนิดอื่นผสมกับน้ำตาล ไขมันหรือน้ำมัน ไข่ เบกกิ้งโซดา (โซเดียมไบคาร์บอเนต)ผงฟูหรือเบกกิ้งพาวเดอร์ (โซเดียมไบคาร์บอเนต ผสมกรดหรือเกลือของกรด) นม วัตถุแต่งกลิ่นรส เกลือ อาจมีส่วนผสมอื่น เช่น โกโก้ เมล็ดธัญพืช สมุนไพร ผลไม้แห้ง กุ้งแห้งป่น ปลาหย็องป่น ผสมให้เข้ากัน ทำเป็นชิ้นโดยการหยอด หั่น ปั้น กดด้วยพิมพ์ หรือวิธีอื่นที่เหมาะสม แล้วนำไปอบจนสุก อาจใส่ไส้หรือตกแต่งหน้าด้วยส่วนประกอบต่างๆ เช่น แยม ผลไม้ น้ำตาลไอซิ่ง ช็อกโกเลต ธัญพืช ลูกเกด ถั่ว ผลไม้แห้ง ก่อนหรือหลัง

<u>คุณลักษณะที่ต้องการของคุกกี้</u> (มผช.๑๑๘/๒๕๕๕)

1. ลักษณะทั่วไปต้องมีลักษณะเป็นชิ้น ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงที่ดีและมีขนาด ใกล้เคียงกัน อาจแตกหักได้เล็กน้อย ไม่มีส่วนที่ไหม้ และมีส่วนผสมอื่นเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก กรณีมีไส้ต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลากและ ต้องไม่ล้นหรือทะลุออกมายกเว้นกรณีที่ต้องการให้เห็นส่วนที่เป็นไส้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

2. ลักษณะเนื้อสัมผัส ต้องกรอบ ร่วน การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและชิม

3. สี ต้องมีสีดีตามธรรมชาติของคุกกี้และส่วนประกอบที่ใช้

4. กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของคุกกี้และส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน

5. สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6. ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

7. วัตถุเจือปนอาหาร

7.1 ห้ามใช้วัตถุกันเสียทุกชนิด เว้นแต่กรณีที่ติดมากับวัตถุดิบให้เป็นไปตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

7.2 หากมีการใช้สีผสมอาหาร ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมาย

กำหนดการทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

8. จุลินทรีย์

8.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

8.2 แซลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

8.3 สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

8.4 บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

8.5 คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

8.6 เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

8.7 ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

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

Khatkar (2018) ได้ทำการศึกษาผลขององค์ประกอบกรดไขมันและสมบัติของโครงสร้างจุลภาคของไขมันและน้ำมันที่มีต่อสมบัติทางเนื้อสัมผัสของคุณภาพโดว์และคุกกี้ โดยวิเคราะห์จากน้ำมันและไขมัน 6 ชนิด ได้แก่ เนย , ไขมันที่เติมไฮโดรเจน, น้ำมันปาล์ม, น้ำมันมะพร้าว, น้ำมันถั่วลิสงและน้ำมันทานตะวัน พบว่าน้ำมันทานตะวันเป็นน้ำมันที่ไม่อิ่มตัวมากที่สุดโดยมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว 88.39% ขนาดโครงสร้างจุลภาคของไขมันและน้ำมันทั้งหมดอยู่ในช่วง 1 ถึง 20 μm ซึ่งน้ำมันมะพร้าวมีขนาดใหญ่ที่สุดและน้ำมันปาล์มมีขนาดเล็กที่สุด น้ำมันปาล์มพบว่ามีโครงสร้างรูปแท่งขนาดเล็กและจัดเรียงแบบสุ่ม ในขณะที่น้ำมันทานตะวันและน้ำมันถั่วลิสงมีโครงสร้างจุลภาคทรงรี ขนาดใหญ่จัดเรียงแบบกระจัดกระจาย และผลการศึกษาพบว่าน้ำมันทานตะวันได้แป้งที่นุ่มที่สุด การแพร่กระจายของคุกกี้ใหญ่ที่สุดและเนื้อสัมผัสของคุกกี้แข็งที่สุด ในขณะที่ไขมันที่เติมไฮโดรเจนจะได้แป้งที่แข็งที่สุดแป้ง การแพร่กระจายต่ำสุดและได้คุกกี้ที่มีเนื้อสัมผัสนุ่มที่สุด

2.4. น้ำมันพืชสำหรับบริโภค (Vegetable oil) (ธารดาว ทองแก้ว, 2546)

น้ำมันพืชเป็นส่วนประกอบที่สำคัญสำหรับใช้ในการประกอบอาหาร โดยในน้ำมันพืชมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ กรดไขมัน ซึ่งอัตราส่วนของกรดไขมันแต่ละชนิดในน้ำมันบริโภคนั้นส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค การเลือกน้ำมันที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพจึงต้องคำนึงถึงสัดส่วนของกรดไขมันในน้ำมันพืชแต่ละชนิด น้ำมันพืชทุกชนิดไม่มีคอเลสเตอรอล แต่จะมีส่วนประกอบของกรดไขมันที่แตกต่างกันโดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid) เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว
2. กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid) เช่น น้ำมันมะกอก น้ำมันรำข้าว
3. กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid) เช่น น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง

ไขมันอิ่มตัว ประกอบด้วย กรดไขมันที่มีสูตรโครงสร้างของการจับกันของธาตุคาร์บอนในลักษณะแขนเดี่ยว (single bond) ทำให้กรดไขมันนั้นอิ่มตัวด้วยไฮโดรเจน กรดไขมันอิ่มตัวจะพบมากในไขมันที่มาจากสัตว์ และน้ำมันพืชบางชนิด

ไขมันไม่อิ่มตัว ประกอบด้วย กรดไขมันที่มีสูตรโครงสร้างของการจับกันของธาตุคาร์บอน ในลักษณะแขนคู่ (double bond) จึงสามารถจับไฮโดรเจนเพิ่มได้อีก ๒ อะตอม ต่อ ๑ แขนคู่ และในจำนวนกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีอยู่ในน้ำมันพืชจะมีกรดไขมันอยู่ ๓ ชนิดที่จำเป็นต่อร่างกายอย่างมาก ซึ่งเรียกว่ากรดไขมันจำเป็น เพราะร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ นั่นคือ กรดไลโนเลอิก (Linoleic acid) กรดไลโนเลนิก (Linolenic acid) และกรดอะราคิโดนิก (Arachidonic acid)

กรดไลโนเลอิกจะช่วยในการเจริญเติบโตของเด็ก ช่วยสร้างผนังของหลอดเลือดให้แข็งแรง มีความยืดหยุ่น และช่วยลดระดับไขมันในหลอดเลือด การกินอาหารที่ให้กรดไลโนเลอิกในขนาดที่เหมาะสมอย่างสม่ำเสมอ จะสามารถควบคุมระดับคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ ผู้ที่ขาดกรดไขมันไลโนเลอิก อาจมีอาการผิวหนังลอกหลุด ปริมาณของเกล็ดเลือดต่ำลง มีไขมันคั่งในตับและ ถ้าผู้ป่วยมีบาดแผลอยู่บาดแผลนั้น จะหายช้า ส่วนเด็กที่ขาดกรดไขมันไลโนเลอิกจะไม่ค่อยเจริญเติบโต สำหรับกรดไขมันไม่อิ่มตัว (กรดไลโนเลนิก) มีทั้งในพืช เช่น น้ำมันคาโนลา น้ำมันถั่วเหลือง เป็นต้น แต่ส่วนใหญ่พบมากในอาหารจำพวกสัตว์ เช่น ปลาทะเล และปลาน้ำจืด

สำหรับกรดไขมันอิ่มตัว ควรบริโภคในปริมาณน้อยๆ คือ ไม่เกิน ๒๐ กรัมใน ๑ วัน การกินไขมันอิ่มตัวเป็นประจำหากเกินความต้องการของร่างกาย จะก่อให้เกิดภาวะไตรกลีเซอไรด์และโคเลสเตอรอลในเลือดสูง ทำให้หลอดเลือดตีบจนเลือดไหลเวียนไม่สะดวก เป็นเหตุให้เกิดภาวะหลอดเลือดตีบและแข็ง ทำให้เกิดภาวะ

หัวใจขาดเลือดหรือเป็นอัมพาตได้ และในบางคนที่มีการไหลเวียนของโคเลสเตอรอลสูงเป็นประจำ จะทำให้เกิดโรคนิ่วในถุงน้ำดีอีกด้วย

สัดส่วนของกรดไขมันที่เหมาะสมกับการบริโภคแต่ละวันคือต้องมีอัตราส่วนของ SFA : MUFA : PUFA น้อยกว่าเท่ากับ 10 : 10-15 :10 ของพลังงานที่ได้รับ ซึ่งได้รับการรับรองจากองค์การอนามัยโลก (WHO) องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO)และสมาคมโรคหัวใจแห่งสหรัฐอเมริกา (AHA)

หลักในการเลือกบริโภคน้ำมันพืช (วิภาวรรณ ศรีมุข, 2547) มีปัจจัยหลักดังต่อไปนี้

1. น้ำมันพืชที่มีกรดไขมันอิ่มตัวสูง เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว เหมาะสำหรับการทอดจะช่วยให้อาหารกรอบ ไม่เหม็นหืนง่าย

2. น้ำมันพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันทานตะวัน น้ำมันรำข้าว น้ำมันข้าวโพด เหมาะสำหรับการประกอบอาหารโดยทั่วไป

3. บริโภคน้ำมันพืชหลายชนิด เพราะน้ำมันพืชแต่ละชนิดมีองค์ประกอบสำคัญแตกต่างกัน

4. เลือกซื้อน้ำมันพืชที่บรรจุในภาชนะที่สะอาดไม่มีรอยแตก และเลือกขนาดบรรจุเล็กดีกว่าขนาดใหญ่

5. ใส่ในภาชนะที่ปิดสนิท ภาชนะบรรจุควรมีฉลากแจงชนิดของน้ำมันและเลขทะเบียนอาหาร

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของกรดไขมันที่พบในน้ำมันพืชทั่วไป (ที่มา : Dhyani et all, 2018)

Vegetable Oil	Fatty acid composition (%)			
	SFA	MUFA	PUFA	PUFA/SFA
Coconut oil	90.84	7.24	1.90	0.02
Corn oil	16.60	33.67	49.74	3
Cottonseed oil	28.17	19.66	52.16	1.85
Groundnut oil	19.27	53.77	26.96	1.40
Mustard oil	5.73	66.98	27.28	4.76
Palm olein	44.84	43.62	11.54	0.26
Rice bran oil	23.63	43.71	32.66	1.38
Safflower oil	9.19	14.04	76.78	8.39
Soybean oil	15.90	24.77	59.33	3.73
Sunflower oil	11.39	25.92	62.69	5.51

SFA หมายถึง กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid)

MUFA หมายถึง กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid)

PUFA หมายถึง กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid)

Dhyani, A และคณะ (2018) ได้กล่าวถึงการใช้น้ำมันพืชชนิดผสม ซึ่งในปัจจุบันไขมันและน้ำมันเป็นส่วนประกอบพื้นฐานของอาหารหลากหลายชนิด การใช้น้ำมันพืชเพียงชนิดเดียวยังขาดคุณสมบัติหรือประสิทธิภาพในการใช้งานเนื่องจากมีโครงสร้างทางกายภาพ ทางเคมี และทางโภชนาการที่ต่ำ จึงมีการผลิตน้ำมันเพื่อสุขภาพโดยใช้วิธีการผสมน้ำมันพืช ซึ่งวิธีการนี้ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากการผสมน้ำมันพืชนั้นเป็นวิธีการที่ง่าย ช่วยลดต้นทุนการผลิต และช่วยยืดเสถียรภาพของการเก็บรักษา การผสมน้ำมันพืชเป็นการปรับปรุงโครงสร้างของกรดไขมันให้มีความเสถียรมากขึ้นและยังเพิ่ม

คุณค่าทางโภชนาการซึ่งส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภคและไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดและโรคอ้วน

Nasirullah และคณะ (2010) ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวให้มีสถานะเป็นของเหลวแม้ในอุณหภูมิต่ำ โดยใช้วิธีการผสมน้ำมะพร้าวกับน้ำมันรำข้าวและน้ำมันดอกคำฝอย ซึ่งใช้หลักการ Interesterification เพื่อปรับปรุงโครงสร้างทางเคมีและกายภาพของน้ำมันมะพร้าวให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานและเป็นของเหลวแม้จะเป็นฤดูหนาว โดยน้ำมันรำข้าวและน้ำมันดอกคำฝอยนั้นอุดมไปด้วยกรดโอเลอิก (oleic acid), กรดไลโนลิก (linoleic acid) กรดไลโนเลนิก (Linolenic acid) และ โอไรซานอล (Oryzanol) ซึ่งกรดไขมันเหล่านี้ส่งผลดีต่อสุขภาพ จึงทำให้ช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในน้ำมะพร้าว

2.5. น้ำมันมะพร้าว

น้ำมันมะพร้าว (coconut oil) คือน้ำมันที่ได้จากการสกัดแยกน้ำมันจากเนื้อผลของต้นมะพร้าว (Cocos nucifera L.) ซึ่งเป็นพืชในตระกูลปาล์ม (Arecaceae หรือ Palmae) องค์ประกอบหลักของน้ำมันมะพร้าวเป็นกรดไขมันอิ่มตัว (มากกว่า 90%จากปริมาณกรดไขมันทั้งหมด) แต่กรดไขมันอิ่มตัวส่วนใหญ่ที่พบในน้ำมันมะพร้าวนั้นเป็นกรดไขมันที่มีขนาดโมเลกุลปานกลาง (medium chain fatty acid) เมื่อบริโภคเข้าไปจะเปลี่ยนเป็นพลังงานอย่างรวดเร็ว ไม่สะสมในร่างกายและยังเร่งกระบวนการเผาผลาญอาหารอีกด้วย (ธนิกา ปฐมวิชัยวัฒน์, 2553)

น้ำมันมะพร้าวมีกรดลอริกสูง (Lauric acid) กรดลอริกสามารถเปลี่ยนเป็นสาร momolaurin ในร่างกาย ซึ่งเป็นสารตัวเดียวกับที่อยู่ในน้ำนมมารดา ที่ช่วยสร้างภูมิคุ้มกันให้กับทารกในระยะ 6 เดือนแรกที่ร่างกายยังไม่สร้างระบบภูมิคุ้มกันทำให้เด็กระยะแรกเกิดที่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรคได้ สาร momolaurin สามารถฆ่าเชื้อโรคได้ทั้งแบคทีเรีย เชื้อรา โปรโตซัวและไวรัส น้ำมันมะพร้าวจึงสามารถเป็นสารปฏิชีวนะต่อต้านกับเชื้อโรคได้ และน้ำมันมะพร้าวยังมีวิตามินอีที่มีอนุภาพสูง เป็น antioxidant ที่ต่อต้านอนุมูลอิสระซึ่งเป็นโมเลกุลที่เปลี่ยนสภาพ ทำให้เซลล์ผิดปกติอันเป็นเหตุของการเกิดโรคที่เกี่ยวกับความเสื่อมของร่างกายโดยเฉพาะโรคหัวใจและโรคมะเร็ง (ณรงค์ โฉมเฉลา, 2548)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของกรดไขมันชนิดต่างๆในน้ำมันมะพร้าว

กรดไขมัน	% ของกรดไขมันทั้งหมด
Lauric (12:0)	47
Myristic (14:0)	18
Palmitic (16:0)	9
Stearic (18:0)	3
Oleic (18:1)	6
Linoleic (18:2)	2

ที่มา : Scientificpsychic. (2019)

มาตรฐานน้ำมันมะพร้าว

น้ำมันมะพร้าวเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 57 (พ.ศ. 2524) เรื่อง น้ำมันมะพร้าว กำหนดให้น้ำมันมะพร้าวที่ผลิตเพื่อจำหน่าย นำเข้าเพื่อจำหน่าย หรือที่จำหน่าย เพื่อใช้รับประทานหรือใช้ปรุงแต่งอาหาร ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

1. ค่าของกรด (acid value) ไม่เกิน 4.0 มิลลิกรัม โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อน้ำมัน 1 กรัม สำหรับน้ำมันมะพร้าวที่ทำโดยวิธีธรรมชาติ และไม่เกิน 0.6 มิลลิกรัม โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อน้ำมัน 1 กรัม สำหรับน้ำมันมะพร้าวที่ทำโดยวิธีผ่านกรรมวิธี
2. ค่าเพอร์ออกไซด์ (peroxide value) ไม่เกิน 10.0 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม
3. มีส่วนประกอบของกรดไขมันเป็นร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด โดยใช้วิธีก๊าซลิควิดโครมาโตกราฟฟี หรือ จี แอล ซี (Gas Liquid Chromatography หรือ G L C) ดังนี้

กรดคาโปรอิค (Caproic acid)	ไม่เกิน 1.2
กรดคาปรีลิค (Caprylic acid)	ระหว่าง 3.4 ถึง 15
กรดคาปริค (Capric acid)	ระหว่าง 3.2 ถึง 15

กรดลอริค (Lauric acid)	ระหว่าง 41 ถึง 56
กรดไมริสติค (Myristic acid)	ระหว่าง 13 ถึง 23
กรดปาล์มมิติค (Palmitic acid)	ระหว่าง 4.2 ถึง 12
กรดสเตียริค (Stearic acid)	ระหว่าง 1.0 ถึง 4.7
กรดโอลีอิค (Oleic acid)	ระหว่าง 3.4 ถึง 12
กรดไลโนลีอิค (Linoleic acid)	ระหว่าง 0.9 ถึง 3.7

4. ค่าสปอนิฟิเคชัน (saponification value) ระหว่าง 248 ถึง 265 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมัน 1 กรัม
5. ค่าไอโอดีนแบบวิจส์ (Iodine value, Wijs) ระหว่าง 6 ถึง 11
6. สารที่สปอนิฟายไม่ได้ (unsaponifiable matter) ไม่เกินร้อยละ 1.5 ของน้ำหนัก
7. สิ่งที่ระเหยได้ (volatile matter) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก
8. ปริมาณสบู่ (soap content) ไม่เกินร้อยละ 0.005 ของน้ำหนัก
9. มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะสำหรับน้ำมันมะพร้าว
10. มีสิ่งอื่นที่ไม่ละลาย (insoluble impurities) ไม่เกินร้อยละ 0.05 ของน้ำหนัก
11. ไม่มีกลิ่นหืน
12. ไม่มีน้ำมันแร่

Boemeke, L และคณะ (2015) ได้กล่าวถึงน้ำมันมะพร้าวซึ่งอุดมไปด้วยกรดไขมันอิ่มตัว (SFA) โดยมีสัดส่วนประมาณ 90% ขององค์ประกอบทั้งหมด ซึ่งมีส่วนช่วยในการพัฒนาในเรื่องของโรคหัวใจและหลอดเลือด น้ำมันมะพร้าวประกอบด้วยสายโซ่ขนาดกลางซึ่งถูกดูดซึมได้ที่ลำไส้เล็กส่งไปยังตับเพื่อเป็นแหล่งพลังงานและยังมี Flavonoids and Polyphenols ที่มีส่วนช่วยในการลดความเครียดในปฏิกิริยาออกซิเดชั่นซึ่งเกี่ยวข้องกับสาเหตุในการเกิดโรคต่างๆเช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคมะเร็งและโรคเบาหวาน เป็นต้น

Mikolajczak, N. (2017) ได้กล่าวถึงน้ำมันมะพร้าวซึ่งได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในประเทศโปแลนด์ น้ำมันมะพร้าวประกอบด้วยกรดไขมันคือกรดลอริค (ประมาณ 50% ของกรดทั้งหมด) ในขณะที่สัดส่วนของกรดไขมันโซ่กลางอื่น ๆ (Myristic, Caprylic, Capric) ก็มีปริมาณสูงถึง 5-20% นอกจากนี้น้ำมันมะพร้าวที่ไม่ผ่านการกลั่นเป็นแหล่งที่มีคุณค่าของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิดเช่น Sterols, Tocol และ

Phenolic compounds โดยจากการศึกษาพบว่าน้ำมันมะพร้าวมีส่วนช่วยในเรื่อง ผิวหนัง หัวใจ สมอง และตับ น้ำมันมะพร้าวมีความสำคัญทั้งในการป้องกันและรักษาโรคมะเร็งช่วยในการลดไขมันในร่างกายและยังช่วยลดกิจกรรมทางชีวภาพของแบคทีเรีย ไวรัสและเชื้อรา

ปุญญิศา. (2557) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการทดลองนำน้ำมันมะพร้าวมาทดแทนครีมในการผลิตไอศกรีม โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาอัตราส่วนน้ำมันต่อครีมที่เหมาะสมกับการผลิต และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ผลการวิจัยพบว่าอัตราส่วนของน้ำมันที่เพิ่มขึ้นทำให้เนื้อสัมผัสของไอศกรีมเนียนขึ้น อัตราการละลายมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของมะพร้าว ไม่พบจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายและการยอมรับของผู้บริโภคด้านประสาทสัมผัสในคุณลักษณะต่างๆได้แก่ รสชาติ กลิ่น สี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

2.6. น้ำมันรำข้าว (ศิริพร เหลืองกอบกิจ, 2550)

น้ำมันรำข้าวเป็นน้ำมันที่ได้มาจากรำข้าวมีปริมาณ 18 - 22% ของรำข้าว ในรำข้าวประกอบด้วยจมูกข้าว (rice germ) เยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (seed coat) และเยื่ออลูโลน (alulone layer) มีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่ไม่ค่อยมีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง เนื่องจากคุณภาพของรำข้าวจะเสื่อมลงอย่างรวดเร็วหลังจาก กระบวนการขัดสีข้าวแล้วอันเนื่องมาจากการทำงานของเอนไซม์ โดยเฉพาะเอนไซม์ไลเปส และรำข้าวมี กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนสูง เกิดออกซิเดชั่นง่าย ทำให้เกิดกลิ่นหืน

มีผู้วิจัยคิดวิธีการหลายวิธีที่จะคงสภาพของรำข้าว และสกัดเอาน้ำมันออกมาให้ได้ปริมาณที่เพิ่มขึ้น เช่น การใช้ความร้อนด้วย microwave การใช้ความร้อนด้วยเตาอบไฟฟ้า (KO S-N et al, 2003) การใช้ความร้อนด้วย microwave จะเพิ่ม oil yield ได้ถึง 18.4 % ขณะที่ปกติจะมีปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ประมาณ 17.6% ปริมาณวิตามินอีเพิ่มขึ้น แต่การให้ความร้อนเป็นระยะเวลานานจะทำให้เกิดการทำลายวิตามินอีได้เช่นกัน น้ำมันรำข้าวดิบ (crude rice bran oil) และน้ำมันรำข้าวบริสุทธิ์ เมื่อได้รับความร้อน นาน 8 ชั่วโมง จะยังคงเหลือวิตามินอีในน้ำมันประมาณ 50 และ 30% ตามลำดับ เท่านั้น

น้ำมันรำข้าวประกอบด้วยสารหลักคือ กรดไขมัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว กรดไขมันที่พบในน้ำมันรำข้าว แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณกรดไขมันชนิดต่างๆที่พบในน้ำมันรำข้าว

กรดไขมัน	ปริมาณกรดไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	กรดไขมัน	ปริมาณกรดไขมัน (เปอร์เซ็นต์)
Oleic acid	41.17	Lignoceric acid	0.24
Linoleic acid	39.73	Behenic acid	0.23
Palmitic acid	14.35	Myristic acid	0.23
Linolenic acid	1.50	Palmitoleic acid	0.15
Strearic acid	1.27	Pentadecanoic acid	0.04
Eicosamonoenoic acid	0.56	Heptadecanoic acid	0.04
Arachidic acid	0.45	Eicosadienoic acid	0.03

ที่มา : ศิริพร เหลืองกอบกิจ. (2550)

นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระได้แก่ phytosterol, oryzanol, ferulic acid, triterpene alcohols, tocopherols และ tocotrienols เป็นต้น

Ali A., & Devarajan S. (2017) ได้กล่าวถึงน้ำมันรำข้าวว่ามีคุณภาพสูงสำหรับใช้ในการประกอบอาหาร มีอายุการเก็บรักษานาน มีองค์ประกอบของกรดไขมันที่สมดุล อุดมไปด้วยวิตามินอี (Tocopherols and Tocotrienols) และ Phytosterols, γ-Oryzanol, Squalene and Triterpene alcohols ซึ่งสารเหล่านี้มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูง ลดการอักเสบ จากการศึกษาพบว่าการบริโภคน้ำมันรำข้าว 50 กรัม ในทุกวัน จะช่วยลดความเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล ซึ่งน้ำมันรำข้าวถูกจัดอยู่ในประเภทน้ำมันเพื่อสุขภาพและได้ถูกขนานนามว่าเป็น "น้ำมันเพื่อสุขภาพหัวใจ"

Fan, Q และคณะ (1995) ได้ทำการศึกษาน้ำมันรำข้าวผสมกับน้ำมันทานตะวันหรือน้ำมันดอกคำฝอยผสมด้วยอัตราส่วน 70:30 โดยป้อนหนูขาวนาน 28 วัน พบว่าช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และ LDL-C และเพิ่ม HDL-C ในเลือดของหนูขาวที่มีคอเลสเตอรอลสูงและหนูขาวที่ไม่ได้กินอาหารที่มีคอเลสเตอรอลสูง น้ำมันผสมนี้ทำให้คอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในตับลดลง เพิ่มการขับออกของ Neutral sterols และกรดน้ำดีในอุจจาระ

Kaur, A และคณะ (2010) ได้ทำการศึกษาผลของการแทนที่เนยขาวในขนมปังด้วยน้ำมันรำข้าว ในอัตราส่วน 0, 25, 50, 75 และ 100 % ซึ่งตรวจสอบคุณภาพของขนมปังจากน้ำหนัก ความสูง คุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่น สี กลิ่น รส พบว่า การแทนที่เนยขาวด้วยน้ำมันรำข้าวในอัตราส่วน 50 % ได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งเป็นการพิสูจน์แล้วว่าเราสามารถใช้น้ำมันรำข้าวในการทำขนมปัง ซึ่งเป็นการช่วยลดไขมันทรานซ์จากเนยขาวและเพิ่มกรดไขมันจำเป็นจากน้ำมันรำข้าว ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในขนมปัง

Sharif, K และคณะ (2003) ได้ทำการศึกษาผลการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่ทำให้เกิดกลิ่นหืนในคุกกี้ซึ่งแทนที่เนยขาวด้วยน้ำมันรำข้าว ในอัตราส่วน 0, 25, 50, 75 และ 100 % โดยทำการเก็บตัวอย่างคุกกี้เป็นระยะเวลา 45 วัน แล้วทำการตรวจค่า Thiobarbituric acid value (TBA) ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของลิพิดในอาหาร พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป คุกกี้ที่มีอัตราส่วนของน้ำรำมันข้าวมาก จะมีค่า Thiobarbituric acid value (TBA) น้อย ซึ่งทำให้คุกกี้เกิดกลิ่นหืนได้ช้า โดยอัตราส่วนที่ได้รับการยอมทางด้านประสาทสัมผัสและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ คือ น้ำมันรำข้าว 50 % + เนยขาว 50 % ซึ่งสามารถพิสูจน์ได้ว่าน้ำมันรำข้าวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บรักษาของคุกกี้

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย (Materials and methods)

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1. แป้งอเนกประสงค์

3.1.2. เนยชนิดจืด

3.1.3. น้ำตาลทรายแดงละเอียด

3.1.4. น้ำตาลทรายขาว

3.1.5. เบกกิ้งโซดา

3.1.6. เกลือ

3.1.7. กลิ่นวานิลลา

3.1.8. ไข่ไก่

3.1.8. น้ำมันมะพร้าว

3.1.9. น้ำมันรำข้าว

3.2 สารเคมี

3.2.1. Acetic acid

3.2.2. Chloroform

3.2.3. Potassium Iodide

3.2.4. 2-Thiobarbituric acid

3.2.5. Sodium Thiosulphate

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.3.1. ถ้วยตวง / ช้อนตวง

3.3.2. เครื่องชั่ง

3.3.3. เตาอบไฟฟ้า

3.3.4. ถาดสาหรับอบ

3.3.5. กระบอกกดคุกกี้

3.3.6. กระดาษรองอบ

3.3.7. กล่องพลาสติกสาหรับเก็บตัวอย่าง

3.3.8. Mixer

3.3.9. Chroma meter

3.3.10. Texture Analyzer

3.3.11. AquaLab series 3

3.3.12. Laboratory oven

3.3.13. Water bath

3.3.14. Spectrophotometer

3.3.15. ชุดกลั่น

3.3.16. บิวเรต

3.3.17. ปิเปต

3.3.18. บีกเกอร์

3.3.19. หลอดทดลอง

3.3.20. Round bottle flask

3.3.21. Soxhlet extractor thimble

3.3.22. Stoppered erlenmeyer flask

3.3.23. Desicator

3.4 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ทางเคมี ทางจุลชีววิทยา ทางประสาทสัมผัสของคุกกี้แต่ละสูตรและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

3.4.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

- ค่าอัตราการแผ่ตัว (spread ratio) ของชิ้นคุกกี้ ตามวิธีของ AACC (2000)
- วัดสีด้วยเครื่อง Chroma Meter แสดง ค่าที่วัดได้เป็น L* a* b* Hue และ Chroma โดยใช้ยี่ห้อ KONICA MINOLTA Model : CR-400 , Japan
- วัดค่า Water Activity ด้วยเครื่องวัด aw Aqua lab, series 3
- ความแข็งของชิ้นคุกกี้ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer), ยี่ห้อ Stable Micro Systems Model : TA-XT2i (icon) , England

3.4.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

- การสกัดไขมันออกจากตัวอย่างคุกกี้ด้วยวิธี Soxhlet extractor
- วัดค่า Peroxide Value ตามวิธีของ AOAC (1995)
- วัดค่า Thiobabituric Acid Reactive Substances (TBARS). (ศรุดา, 2554)

3.4.3 การวิเคราะห์การยอมรับทางประสาทสัมผัส

วิเคราะห์ความชอบด้าน สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยการทดสอบแบบ 7- Point Hedonic Scale กำหนดช่วงคะแนนตั้งแต่ 1-7 (7 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 หมายถึง ชอบ น้อยที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 60 คน โดยวิธีของ Chamber & Wolf (1996) คัดเลือกคุกกี้ชนิดนิ่มที่ทดแทนมาการีนด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสมที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสมาเพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

3.4.4 การวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 10,000 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

- จำนวนยีสต์รา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

โดยใช้วิธี Bacteriological analytical manual (BAM)

3.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ออกแบบการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย Analysis of variance (ANOVA) และหาความแตกต่างโดยใช้ Duncan Multiple Range Test (DMRT)

3.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

การทำคุกกี้

ตารางที่ 4 สูตรการทำคุกกี้

ส่วนผสม	**เปอร์เซ็นต์ที่ใช้**
แป้งอเนกประสงค์	35
มาการีน	16
น้ำตาลทรายแดงละเอียด	24
น้ำตาลทรายขาว	11
เบกกิ้งโซดา	0.4
เกลือ	11
กลิ่นวานิลลา	1.8
ไข่ไก่	0.8

ที่มา : Joseph (2003).

3.5.1 ผสมแป้งและเบกกิ้งโซดาในชามใบเล็ก พักไว้

3.5.2 ตีมาการีนและน้ำตาลด้วยเครื่องตีผสม ความเร็วปานกลางจนฟูเป็นเวลา 3 นาที

3.5.3 เติมเกลือ วานิลลาและไข่ลงไป ตีจนเป็นเนื้อเดียวกัน

3.5.4 ปรับเครื่องตีผสมเป็นความเร็วต่ำและค่อยๆเติมแป้งผสมที่พักไว้ลงไป ตีจนเข้ากัน

3.5.5 หลังจากตีจนเสร็จ ใช้กระบอกตักไอศครีมตักคุกกี้ใส่บนกระดาษรองอบ

3.5.6 นำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 180 ºc เป็นเวลา 10 นาที จนมีสีเหลืองทอง

3.5.7 นำออกจากเตาอบและปล่อยให้เย็นบนแผ่นอบ 1 ถึง 2 นาที

3.5.8 ย้ายคุกกี้ออกจากตะแกรงร้อน และปล่อยให้เย็นสนิท

3.5.9 เก็บใส่ถุงพลาสติกชนิด Polypropylene (PP)

3.5.10 ทำตัวอย่างคุกกี้ซ้ำ โดยแทนมาการีนด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสมที่แตกต่างกัน 3 อัตราส่วนดังนี้

- น้ำมันมะพร้าว ผสม น้ำมันรำข้าว อัตราส่วน 100:0 w/w
- น้ำมันมะพร้าว ผสม น้ำมันรำข้าว อัตราส่วน 50:50 w/w
- น้ำมันมะพร้าว ผสม น้ำมันรำข้าว อัตราส่วน 0:100 w/w

3.5.11 วิเคราะห์สมบัติทางเคมี สมบัติทางกายภาพ และวิเคราะห์ความชอบด้าน สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยการทดสอบแบบ 7- Point Hedonic Scale กำหนดช่วงคะแนนตั้งแต่ 1-7 (7 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 หมายถึง ชอบ น้อยที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 50 คน

3.5.12 คัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดหนึ่งสูตรและสูตร control นำมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 ºC) เป็นเวลา 4 สัปดาห์ จากนั้นสุ่มตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และทางกายภาพ ตามข้อ 3.4.1 และ 3.4.2 ทุกสัปดาห์ เมื่อครบ 4 สัปดาห์ ทำการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา ตามข้อ 3.4.3

3.5.13 นำข้อมูลที่ได้ไปเข้าโปรแกรมทางสถิติ (SPSS) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างกันของข้อมูล

3.5.14 สรุปผล

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างคุกกี้เพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดสำหรับเก็บรักษา

4.1.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

4.1.1.1 คุณภาพของคุกกี้

จากตารางที่ 5 เมื่อนำไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยอาศัยโปรแกรม SPSS พบว่าในตัวอย่างคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 100:0 มีค่า Diameter มากที่สุด ค่า Thickness น้อยที่สุด นั่นคือค่าการแผ่กระจาย (Spread Ratio) มากที่สุด เนื่องจากการมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากในน้ำมันรำข้าวนั้น ทำให้โครงสร้างจะไปทางของเหลวมากกว่าของแข็ง เมื่อหลอมเหลวทำให้มีสมบัติการไหลที่ดีและเกิดการแผ่กระจายตัวมาก (Zhong et al, 2014) ในตัวอย่างคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 50:50 และ 0:100 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 5 ผลของไขมันและน้ำมันต่อคุณภาพของคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันที่แตกต่างกัน

สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว	Diameter (mm)	Thickness (mm)	Spread ratio (D/T)
Control	$63.90^{b} \pm 2.901$	$14.69^{a} \pm 0.402$	$4.35^{c} \pm 0.085$
100 : 0	$71.56^{a} \pm 0.811$	$12.22^{b} \pm 0.150$	$5.85^{a} \pm 0.108$
50 : 50	$64.68^{b} \pm 0.584$	$14.26^{a} \pm 0.201$	$4.53^{b} \pm 0.065$
0 : 100	$65.84^{b} \pm 0.487$	$14.45^{a} \pm 0.309$	$4.55^{b} \pm 0.115$

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

4.1.1.2. ค่าสี

จากตารางที่ 6 พบว่าคุกกี้ทำจากน้ำมันมีค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และคุกกี้สูตรมาการีนมีค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) สูงที่สุด และ และคุกกี้ทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันของค่าสีแดง-เขียว (a*)

ตารางที่ 6 ค่าการวัดค่าสี (L* a* และ b*) ของคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันที่แตกต่างกัน

สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว	L*	a*^{NS}	b*
Control	63.286^{a} ± 0.941	-5.679 ± 0.830	25.971^{a} ± 0.383
100 : 0	59.462^{b} ± 1.460	-6.336 ± 0.581	23.598^{b} ± 0.984
50 : 50	60.228^{b} ± 0.957	-5.642 ± 0.810	22.536^{b} ± 1.419
0 : 100	60.034^{b} ± 1.092	-6.333 ± 1.179	23.033^{b} ± 2.224

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

NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.1.1.3 ค่าน้ำอิสระ (Water activity)

จากตารางที่ 7 พบว่าคุกกี้ทำจากน้ำมันมีค่าน้ำอิสระไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และคุกกี้สูตรมาการีนมีค่าน้ำอิสระสูงที่สุด

ตารางที่ 7 ค่าน้ำอิสระ (Water activity) ที่ได้จากตัวอย่างคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันที่แตกต่างกัน

สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว	ค่า Water activity
Control	$0.603^{a} \pm 0.022$
100 : 0	$0.518^{b} \pm 0.002$
50 : 50	$0.533^{b} \pm 0.013$
0 : 100	$0.547^{b} \pm 0.044$

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

4.1.1.4 ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัสของคุกกี้

ค่า Hardness แสดงถึงความแข็งของคุกกี้ จากตารางที่ 8 พบว่าเมื่อสัดส่วนของคุกกี้ที่มีน้ำมันมะพร้าวมากขึ้นมีแนวโน้มที่จะส่งผลมีค่า Hardness สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 0 : 100 มีค่า Hardness สูงที่สุด เนื่องจากความแข็งของคุกกี้ที่จะขึ้นอยู่กับตัวบ่งชี้ไขมันที่เป็นของแข็ง(SFI) ซึ่งน้ำมันมะพร้าวมีปริมาณไขมันอิ่มตัวสูง สามารถมีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง (Manohar และ Rao, 1999) และค่า Fracturability คือแรงที่ทำให้ตัวอย่างแตกออกจากกันหรือการเคี้ยวครั้งที่ 1 ของคุกกี้สูตรมาการีนและคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 8 ลักษณะทางเนื้อสัมผัสของคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันที่แตกต่างกัน

สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว	Hardness (g)	Fracturability^{NS} (mm)
Control	$600.065^{d} \pm 0.183$	4.422 ± 0.244
100 : 0	$807.077^{c} \pm 0.043$	4.554 ± 0.200
50 : 50	$959.449^{b} \pm 0.267$	4.563 ± 0.100
0 : 100	$1048.274^{a} \pm 1.024$	4.616 ± 0.07

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

4.1.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

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

ตารางที่ 9 Peroxide Value และค่า TBARS ที่ได้จากตัวอย่างคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันที่แตกต่างกัน

สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว	Peroxide Value (meq O_2 / kg)	TBARS (mg of malonaldehyde / kg)
Control	$0.693^{b} \pm 0.600$	$0.770^{b} \pm 0.062$
100 : 0	$1.029^{ab} \pm 0.005$	$0.895^{a} \pm 0.285$
50 : 50	$1.474^{a} \pm 0.128$	$0.419^{c} \pm 0.039$
0 : 100	$1.536^{a} \pm 0.074$	$0.710^{b} \pm 0.013$

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

จากตารางที่ 9 เมื่อนำไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยอาศัยโปรแกรม SPSS พบว่า ค่าเฉลี่ยของ Peroxide Value ในตัวอย่างคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ100:0, 50:50 และ 0:100 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และค่าเฉลี่ยของ Peroxide Value ในตัวอย่างคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 50:50 และ 0:100 มีความแตกต่างจากตัวอย่างคุกกี้ที่มีส่วนประกอบของมาการีน (Control) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากในมาการีนมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวน้อยกว่าปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมันรำข้าวและน้ำมันมะพร้าว จึงทำให้มีโอกาสเกิดปฏิกิริยา lipid oxidation ได้น้อยกว่าในน้ำมันรำข้าวและน้ำมันมะพร้าว จึงส่งผลให้ค่า Peroxide Value ในมาการีนมีค่าแตกต่างจากค่า Peroxide Value ในน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว (50:50 และ 0:100) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยอาศัยโปรแกรม SPSS พบว่า ค่าเฉลี่ยของค่า TBARS ในตัวอย่างคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 100:0 และ 0:100 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และค่าเฉลี่ยของ TBARS ในตัวอย่างคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 50:50 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมันรำข้าวผสมกับน้ำมันมะพร้าวในสัดส่วน 50:50 มีค่าที่แตกต่างกับปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมันรำข้าวหรือน้ำมันมะพร้าว ทำให้มีโอกาสเกิดสารประกอบ malonaldehyde ที่แตกต่างกันซึ่ง malonaldehyde เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นทุติยภูมิของปฏิกิริยา lipid oxidation เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่า TBARS จึงส่งผลให้ค่าที่ได้มีความแตกต่างกัน

4.1.3 ผลวิเคราะห์การยอมรับทางประสาทสัมผัส

การประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ทั้ง 4 สูตรประกอบด้วย 100:0, 50:50, 0:100 และ control โดยให้ผู้ทดสอบจำนวน 60 คน ให้คะแนนความชอบ ด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวม โดยใช้ seven-point hedonic scale

ตารางที่ 10 ค่าความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของคุกกี้ที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันที่แตกต่างกัน

สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว	สี	กลิ่น	รสชาติ ^{NS}	เนื้อสัมผัส ^{NS}	ความชอบโดยรวม ^{NS}
Control	$5.283^{ab} \pm 1.130$	$4.802^{b} \pm 1.004$	5.163 ± 0.374	5.421 ± 1.029	5.426 ± 0.266
100 : 0	$5.250^{ab} \pm 1.205$	$5.317^{a} \pm 1.214$	5.000 ± 1.426	5.333 ± 1.203	5.385 ± 0.885
50 : 50	$5.567^{a} \pm 1.247$	$4.867^{b} \pm 1.065$	5.150 ± 1.388	5.433 ± 1.125	5.450 ± 0.597
0 : 100	$5.127^{b} \pm 1.110$	$4.817^{b} \pm 1.269$	5.180 ± 1.589	5.307 ± 1.352	5.383 ± 0.940

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

NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 10 พบว่าลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ด้านสีและกลิ่นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยในด้านกลิ่น สูตรคุกกี้ที่มีปริมาณสัดส่วนของน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 100:0 ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด และมีความแตกต่างจากคุกกี้สูตรมาการีน (Control) และสูตรคุกกี้ที่มีปริมาณสัดส่วนของน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 50:50 และ 0:100 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในส่วนของการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านสี พบว่าคุกกี้สูตรมาการีน (Control) และคุกกี้สูตรที่มีปริมาณสัดส่วนของน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 100:0 และ 50:50 ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างจากสูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 0:100 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่มีปริมาณสัดส่วนของน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 100:0, 50:50, 0:100 และ Control ซึ่งใช้มาการีนเป็นส่วนผสม ผู้วิจัยสามารถคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดในการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ได้แก่ สูตรคุกกี้ที่มีปริมาณสัดส่วนของน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 100:0 และ 50:50 โดยผู้วิจัยจะทำการเก็บ Control ไว้สำหรับเปรียบเทียบผลการทดลองในระหว่างการเก็บรักษา

การเลือกสูตรคุกกี้ที่มีปริมาณสัดส่วนของน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 100:0 และ 50:50 สำหรับเก็บรักษา เนื่องจากสูตรคุกกี้ที่มีปริมาณสัดส่วนของน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 100:0 มีคุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ ค่าการแผ่ตัว และการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่น ซึ่งได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด และมีความแตกต่างจากสูตรคุกกี้ที่มีปริมาณสัดส่วนของน้ำมัน

รำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 50:50 และ 0:100 รวมทั้งสูตร Control อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ค่า Hardness พบว่าสูตรทั้ง 3 สูตรรวมทั้งสูตร Control มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านสี พบว่าสูตรคุกกี้ที่มีปริมาณสัดส่วนของน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 100:0 และ 50:50 ไม่มีความแตกต่างกันแต่มีความแตกต่างจากสูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 0:100 ในส่วนของคุณสมบัติทางเคมีได้แก่ค่า TBARS พบว่าสูตรคุกกี้ที่มีปริมาณสัดส่วนของน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 50:50 มีความแตกต่างจากสูตรคุกกี้ที่มีปริมาณสัดส่วนของน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 100:0 และ 0:100 รวมทั้งสูตร Control อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ในส่วนของคุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ ค่าสี และคุณสมบัติทางเคมีได้แก่ ค่า Peroxide Value พบว่าสูตรคุกกี้ทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกันแต่มีความแตกต่างจากสูตร Control อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และในส่วนของคุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ค่า Facturability, Water Activity และการยอมรับทางประสาทสัมผัสได้แก่รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่าสูตรคุกกี้ทั้ง 3 สูตรรวมทั้ง Control ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้การที่ผู้วิจัยเลือกสูตรคุกกี้ที่มีปริมาณสัดส่วนของน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 50:50 เนื่องจากมีความหลากหลายของกรดไขมันและมีคุณค่าทางโภชนาการที่มากกว่าน้ำมันรำข้าวหรือน้ำมันมะพร้าวเพียงชนิดเดียวโดยมีสัดส่วนกรดไขมันเท่ากับ 3:1.5:1 (SFA:MUFA:PUFA) ซึ่งส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค

4.2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างคุกกี้ระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ (1 เดือน)

4.2.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

4.2.1.1 คุณภาพของคุกกี้

ในการผลิตคุกกี้ต้องมีการควบคุมขนาดของคุกกี้ให้มีความใกล้เคียงกันมากที่สุด การวัดค่า Diameter, Thickness และค่า Spread Ratio ของคุกกี้ทั้ง 3 สูตรที่ระยะการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงในตารางที่ 11, 12 และ 13 ทั้งนี้ในส่วนของค่า Spread Ratio แสดงถึงค่าการแผ่กระจาย ของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 50 : 50 มีค่าการแผ่กระจาย สูงที่สุด ซึ่งสัมพันธ์กับการศึกษาที่พบว่า (Jacob and Leelavathi, 2007) คุกกี้ที่ทำจากน้ำมันมีค่าการแผ่กระจายสูงกว่าคุกกี้ที่ทำจากไขมันชนิดอื่น

ตารางที่ 11 ผลของไขมันและน้ำมันต่อคุณภาพของคุกกี้สูตรมาการีน (Control) ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Diameter^{NS}	Thickness^{NS}	Spread Ratio^{NS}
เริ่มต้น	66.73 ± 0.06	11.43 ± 0.40	5.68 ± 0.39
สัปดาห์ที่ 1	66.33 ± 0.25	11.67 ± 0.25	5.68 ± 0.14
สัปดาห์ที่ 2	66.47 ± 0.40	11.42 ± 0.20	5.65 ± 0.08
สัปดาห์ที่ 3	66.60 ± 0.17	11.25 ± 0.25	5.79 ± 0.16
สัปดาห์ที่ 4	66.50 ± 0.26	11.60 ± 0.36	5.77 ± 0.44

NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 12 ผลของไขมันและน้ำมันต่อคุณภาพของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 100 : 0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Diameter^{NS}	Thickness^{NS}	Spread Ratio^{NS}
เริ่มต้น	69.45 ± 0.05	14.20 ± 0.26	4.89 ± 0.09
สัปดาห์ที่ 1	69.35 ± 0.13	14.33 ± 0.21	4.83 ± 0.08
สัปดาห์ที่ 2	69.27 ± 0.25	14.40 ± 0.36	4.81 ± 0.17
สัปดาห์ที่ 3	69.63 ± 0.27	14.42 ± 0.10	4.83 ± 0.04
สัปดาห์ที่ 4	69.63 ± 0.35	14.50 ± 0.30	4.80 ± 0.12

NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 13 ผลของไขมันและน้ำมันต่อคุณภาพของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมัน มะพร้าวเท่ากับ 50 : 50 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Diameter^{NS}	Thickness^{NS}	Spread Ratio^{NS}
เริ่มต้น	72.27 ± 0.15	11.25 ± 0.05	6.32 ± 0.04
สัปดาห์ที่ 1	72.22 ± 0.19	11.38 ± 0.30	6.35 ± 0.16
สัปดาห์ที่ 2	72.23 ± 0.15	11.20 ± 0.35	6.47 ± 0.20
สัปดาห์ที่ 3	72.27 ± 0.20	11.43 ± 0.38	6.37 ± 0.21
สัปดาห์ที่ 4	72.25 ± 0.39	11.38 ± 0.61	6.40 ± 0.24

NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.2.1.2 ค่าสี

จากการวัดค่าสี (L* a* และ b*) ของคุกกี้ทั้ง 3 สูตร ตลอดการเก็บรักษาทุกๆ สัปดาห์เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าคุกกี้ทั้ง 3 สูตรเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นมีแนวโน้มของค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) จากตารางที่ 14 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น ค่าการวัดสีของคุกกี้สูตรมาการีน (Control) ค่าสีแดง-เขียว (a*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) จากตารางที่ 15 พบว่าคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 100 : 0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่าสีแดง-เขียว (a*) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งอาจเกิดจากการควบแน่นของหมู่ Carbonyl จากปฏิกิริยา lipid oxidation ทำให้เกิดสีน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งสีน้ำตาลนี้อาจเกิดจาก Aldol Condensation ของหมู่ Carbonyl ในไขมันที่สามารถถูกเร่งได้ด้วยโปรตีนในคุกกี้ (Wanibadullah, 2013) จากตารางที่ 16 คุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 50 : 50 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ มีแนวโน้มของค่า L*, a*, b* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 14 ค่าสี (L* a* และ b*) ของคุกกี้สูตรมาการีน (Control) ที่ระยะเวลา การเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	L*	a*	b*
เริ่มต้น	$60.11^{c} \pm 0.47$	$-6.57^{b} \pm 0.37$	$28.97^{a} \pm 0.95$
สัปดาห์ที่ 1	$61.92^{b} \pm 0.52$	$-6.69^{b} \pm 0.22$	$28.14^{a} \pm 0.52$
สัปดาห์ที่ 2	$62.77^{a} \pm 0.64$	$-6.52^{b} \pm 0.15$	$27.73^{a} \pm 0.55$
สัปดาห์ที่ 3	$63.26^{a} \pm 0.45$	$-6.69^{b} \pm 0.17$	$25.56^{b} \pm 0.83$
สัปดาห์ที่ 4	$63.27^{a} \pm 0.14$	$-5.65^{a} \pm 0.23$	$24.61^{c} \pm 0.34$

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

ตารางที่ 15 ค่าสี (L* a* และ b*) ของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 100 : 0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	L*	a^{*NS}	b*
เริ่มต้น	$57.19^{b} \pm 0.47$	-7.51 ± 0.10	$22.79^{a} \pm 0.17$
สัปดาห์ที่ 1	$58.61^{b} \pm 0.85$	-7.63 ± 0.31	$22.65^{ab} \pm 0.29$
สัปดาห์ที่ 2	$60.48^{a} \pm 0.43$	-7.47 ± 0.33	$22.53^{ab} \pm 0.06$
สัปดาห์ที่ 3	$60.95^{a} \pm 1.32$	-7.48 ± 0.04	$22.29^{b} \pm 0.11$
สัปดาห์ที่ 4	$62.16^{a} \pm 1.04$	-7.57 ± 0.01	$22.32^{b} \pm 0.25$

a,b,c,… ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 16 ค่าสี (L* a* และ b*) ของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 50 : 50 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	L*	a*	b*
เริ่มต้น	$59.91^{c} \pm 0.45$	$-7.61^{d} \pm 0.14$	$22.67^{b} \pm 0.54$
สัปดาห์ที่ 1	$60.50^{c} \pm 0.51$	$-7.44^{cd} \pm 0.28$	$25.85^{a} \pm 0.89$
สัปดาห์ที่ 2	$61.30^{b} \pm 0.11$	$-7.28^{bc} \pm 0.07$	$25.90^{a} \pm 0.40$
สัปดาห์ที่ 3	$62.52^{a} \pm 0.18$	$-7.13^{b} \pm 0.06$	$24.82^{a} \pm 0.96$
สัปดาห์ที่ 4	$62.61^{a} \pm 0.32$	$-6.42^{a} \pm 0.25$	$25.69^{a} \pm 0.17$

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

4.2.1.3 ค่าน้ำอิสระ (Water activity)

ค่าน้ำอิสระ (Water activity)ของคุกกี้ทั้ง 3 สูตร ตลอดการเก็บรักษาทุกๆ สัปดาห์เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ในถุงพลาสติกชนิด Polypropylene (PP) พบว่าคุกกี้ทั้ง 3 สูตรเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นมีแนวโน้มของค่าน้ำอิสระ (Water activity) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 17 ค่าน้ำอิสระ (Water activity) ของคุกกี้สูตรมาการีน (Control) ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ค่า Water activity
เริ่มต้น	$0.562^{d} \pm 0.002$
สัปดาห์ที่ 1	$0.688^{b} \pm 0.001$
สัปดาห์ที่ 2	$0.677^{c} \pm 0.002$
สัปดาห์ที่ 3	$0.707^{a} \pm 0.005$
สัปดาห์ที่ 4	$0.705^{a} \pm 0.561$

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

ตารางที่ 18 ค่าน้ำอิสระ (Water activity) ของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 100 : 0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ค่า Water activity
เริ่มต้น	$0.628^{c} \pm 0.016$
สัปดาห์ที่ 1	$0.656^{b} \pm 0.006$
สัปดาห์ที่ 2	$0.694^{a} \pm 0.001$
สัปดาห์ที่ 3	$0.692^{a} \pm 0.005$
สัปดาห์ที่ 4	$0.698^{a} \pm 0.004$

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

ตารางที่ 19 ค่าน้ำอิสระ (Water activity) ของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 50 : 50 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ค่า Water activity
เริ่มต้น	$0.524^{c} \pm 0.003$
สัปดาห์ที่ 1	$0.642^{b} \pm 0.110$
สัปดาห์ที่ 2	$0.680^{a} \pm 0.176$
สัปดาห์ที่ 3	$0.676^{a} \pm 0.001$
สัปดาห์ที่ 4	$0.674^{a} \pm 0.011$

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

4.2.1.4 ค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัส

จากตารางที่ 20, 21 และ 22 พบว่าเมื่อระยะการเก็บนานขึ้น ค่า Hardness ของคุกกี้ทั้ง 3 สูตร คือสูตรที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ100:0, 50:50 และ สูตร control มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ คุกกี้สูตรที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 50:50 มีความแข็งสูงสุดเพราะมีสัดส่วนของปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่มีไขมันอิ่มตัวปริมาณมาก ส่งผลต่อ Solid fat index และค่า Fracturability ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ ค่า Fracturability ของสูตร control มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือเมื่อเก็บไปนานขึ้น คุกกี้สูตรมาการีนจะสามารถแตกหักได้ง่ายขึ้น และคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 100 : 0 มีแนวโน้มของค่า Fracturability เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 20 ลักษณะทางเนื้อสัมผัสของคุกกี้สูตรมาการีน (Control) ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Hardness (g)	Fracturability (mm)
เริ่มต้น	$615.349^{e} \pm 6.798$	$4.466^{a} \pm 0.034$
สัปดาห์ที่ 1	$857.285^{d} \pm 17.994$	$3.879^{b} \pm 0.117$
สัปดาห์ที่ 2	$1454.331^{c} \pm 34.689$	$3.944^{b} \pm 0.023$
สัปดาห์ที่ 3	$1656.042^{b} \pm 44.360$	$3.981^{b} \pm 0.013$
สัปดาห์ที่ 4	$2139.567^{a} \pm 8.057$	$3.167^{c} \pm 0.019$

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

ตารางที่ 21 ลักษณะทางเนื้อสัมผัส Hardness และค่า Fracturability ของคุกกี้สูตรน้ำมัน รำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 100 : 0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Hardness (g)	Fracturability (mm)
เริ่มต้น	$1160.624^{d} \pm 86.034$	$4.100^{c} \pm 0.032$
สัปดาห์ที่ 1	$1760.02^{c} \pm 43.777$	$4.266^{b} \pm 0.034$
สัปดาห์ที่ 2	$1803.672^{c} \pm 16.122$	$4.250^{b} \pm 0.039$
สัปดาห์ที่ 3	$2017.584^{b} \pm 15.838$	$4.320^{b} \pm 0.050$
สัปดาห์ที่ 4	$2586.241^{a} \pm 41.351$	$4.500^{a} \pm 0.610$

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

ตารางที่ 22 ลักษณะทางเนื้อสัมผัส Hardness และค่า Fracturability ของคุกกี้สูตรน้ำมัน รำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 50 : 50 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Hardness (g)	Fracturability^{NS} (mm)
เริ่มต้น	$1494.939^{c} \pm 34.679$	4.647 ± 0.034
สัปดาห์ที่ 1	$2234.059^{d} \pm 73.359$	4.666 ± 0.019
สัปดาห์ที่ 2	$2540.850^{c} \pm 71.905$	4.632 ± 0.461
สัปดาห์ที่ 3	$3462.646^{b} \pm 36.384$	4.630 ± 0.063
สัปดาห์ที่ 4	$3652.852^{a} \pm 30.263$	4.600 ± 0.907

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

4.2.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

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

จากตารางที่ 23 พบว่าค่า Peroxide Value ของคุกกี้สูตรมาการีน (Control) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่า TBARS ในสัปดาห์ที่ 1 มีค่าลดลงเนื่องจากสาร malonaldehyde อาจทำปฏิกิริยากับ amino group ของโปรตีน ทำให้มีปริมาณของสาร malonaldehyde ที่จะทำปฏิกิริยากับ TBA reagent ลดลง หลังจากนั้นสัปดาห์ที่ 2 – 4 ค่า TBARS มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากมีปริมาณของสาร malonaldehyde เพิ่มขึ้นจากการเกิดปฏิกิริยา lipid oxidation (Damodaran, 2018)

จากตารางที่ 24 พบว่าค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value) และค่า TBARS ของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 100 : 0 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากในน้ำมันรำข้าวนั้นมีปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง จึงส่งผลให้มีอัตราการเกิดปฏิกิริยา lipid oxidation เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ในส่วนของค่า TBARS ในสัปดาห์ที่ 4 มีค่าลดลงเนื่องจากสาร malonaldehyde ซึ่งเป็นสารขั้นทุติยภูมิของปฏิกิริยา lipid oxidation อาจจะทำปฏิกิริยากับ amino group ของโปรตีนจึงทำให้มีปริมาณของสาร malonaldehyde ลดลง (Damodaran,2018)

จากตารางที่ 25 พบว่า ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value) ของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 50 : 50 ใน 2 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) หลังจากนั้นในสัปดาห์ที่ 3 มีค่าลดลง เนื่องจาก สาร hydroperoxide ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นปฐมภูมิของปฏิกิริยา lipid oxidation ได้เปลี่ยนไปเป็นสาร malonaldehyde ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นทุติยภูมิ ทำให้มีค่า peroxide value ลดลงแต่ค่า TBARS เพิ่มขึ้น ในส่วนของสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากการทดลองจะเห็นได้ว่าในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 นั้นมีค่าไม่คงที่ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยา lipid oxidation เป็นสารระเหยง่ายและไม่เสถียร จึงสามารถระเหยไปใน Headspace และเปลี่ยนรูปไปเป็นสารอื่นได้ ทำให้ตรวจวัดปริมาณได้ค่าที่ไม่คงที่ (Choe and Min, 2005) ในส่วนของค่า TBARS มีค่าลดลงใน 2 สัปดาห์แรกเนื่องจากสาร malonaldehyde อาจทำปฏิกิริยากับ amino group ของโปรตีน หลังจากนั้นในสัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีปริมาณของสาร malonaldehyde เพิ่มขึ้น (Damodaran, 2018)

นอกจากนี้ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value) ใน 2 สัปดาห์แรกของคุกกี้สูตรมาการีน (Control) และคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 50 : 50 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงกว่าคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 100 : 0 เนื่องจากในน้ำมันรำข้าวมีสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น เช่น โอริซานอล (Oryzanol), โทโคฟีรอล (Tocopherol) และ โทรโคไตรอินอล (Tocotrienol) ซึ่งมีส่วนช่วยในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา lipid oxidation ได้ (Bakato et all, 2014)

ตารางที่ 23 Peroxide Value และค่า TBARS ของคุกกี้สูตรมาการีน (Control) ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Peroxide Value (meq O_2 / kg)	TBARS (mg of malonaldehyde / kg)
เริ่มต้น	$0.322^{e} \pm 0.106$	$1.245^{d} \pm 0.065$
สัปดาห์ที่ 1	$1.620^{d} \pm 0.060$	$0.819^{e} \pm 0.048$
สัปดาห์ที่ 2	$2.733^{c} \pm 0.216$	$1.438^{c} \pm 0.031$
สัปดาห์ที่ 3	$4.548^{b} \pm 0.208$	$2.545^{b} \pm 0.045$
สัปดาห์ที่ 4	$5.289^{a} \pm 0.104$	$3.016^{a} \pm 0.039$

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

ตารางที่ 24 Peroxide Value และค่า TBARS ของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 100 : 0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Peroxide Value (meq O_2 / kg)	TBARS (mg of malonaldehyde / kg)
เริ่มต้น	$0.344^{d} \pm 0.298$	$0.767^{e} \pm 0.005$
สัปดาห์ที่ 1	$0.515^{d} \pm 0.002$	$1.297^{c} \pm 0.035$
สัปดาห์ที่ 2	$2.383^{c} \pm 0.297$	$1.648^{b} \pm 0.067$
สัปดาห์ที่ 3	$3.074^{b} \pm 0.007$	$2.109^{a} \pm 0.005$
สัปดาห์ที่ 4	$5.335^{a} \pm 0.180$	$0.923^{d} \pm 0.018$

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

ตารางที่ 25 Peroxide Value และค่า TBARS ของคุกกี้สูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 50 : 50 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Peroxide Value (meq O_2 / kg)	TBARS (mg of malonaldehyde / kg)
เริ่มต้น	$0.519^{d} \pm 0.007$	$1.056^{b} \pm 0.086$
สัปดาห์ที่ 1	$1.875^{c} \pm 0.281$	$0.946^{c} \pm 0.035$
สัปดาห์ที่ 2	$2.426^{b} \pm 0.268$	$0.855^{d} \pm 0.005$
สัปดาห์ที่ 3	$2.061^{c} \pm 0.017$	$2.574^{a} \pm 0.008$
สัปดาห์ที่ 4	$5.151^{a} \pm 0.016$	$2.662^{a} \pm 0.053$

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

4.2.3 ผลการวิเคราะห์สมบัติจุลชีววิทยา

4.2.3.1 ทดสอบจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนยีสต์และรา

จากผลการทดลองที่แสดงในตารางที่ 26 และ 27 พบว่าทั้ง 3 สูตรมีจำนวนจุลินทรีย์ตั้งแต่เริ่มการเก็บรักษาและหลังเก็บไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน คือจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 10,000 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และมียีสต์และราไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ตารางที่ 26 การวิเคราะห์จุลินทรีย์ Total plate count (Bacteria) ของคุกกี้ทั้ง 3 สูตร ก่อนและหลังการเก็บรักษา 4 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Total plate count (Bacteria, CFU/g)	
	เริ่มต้นการเก็บรักษา	สิ้นสุดการเก็บรักษา
Control	< 10,000 โคโลนีต่อกรัม	< 10,000 โคโลนีต่อกรัม
น้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 100 : 0	< 10,000 โคโลนีต่อกรัม	< 10,000 โคโลนีต่อกรัม
น้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 50 : 50	< 10,000 โคโลนีต่อกรัม	< 10,000 โคโลนีต่อกรัม

ตารางที่ 27 การวิเคราะห์จำนวนยีสต์และรา Total plate count (Yeast and Mold) ของคุกกี้ทั้ง 3 สูตร ก่อนและหลังการเก็บรักษา 4 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Total plate count (Yeast and Mold, CFU/g)	
	เริ่มต้นการเก็บรักษา	สิ้นสุดการเก็บรักษา
Control	ไม่พบ	ไม่พบ
น้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 100 : 0	ไม่พบ	ไม่พบ
น้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 50 : 50	ไม่พบ	ไม่พบ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ตัวอย่างคุกกี้เพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดสำหรับเก็บรักษาจากทั้ง 4 สูตรได้แก่ น้ำมันรำข้าวและน้ำมันมะพร้าวที่สัดส่วน 100:0, 50:50 และ 0:100 w/w และคุกกี้สูตรมาการีนที่เป็นตัวควบคุม จากการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัส คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ผู้วิจัยสามารถคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดในการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ได้แก่ สูตรคุกกี้ที่มีปริมาณสัดส่วนของน้ำมันรำข้าว : น้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 100:0 และ 50:50 โดยผู้วิจัยทำการเก็บ Control ไว้สำหรับเปรียบเทียบผลการทดลองในระหว่างการเก็บรักษา

จากผลการวิจัยสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าการแผ่กระจาย ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ค่าสีพบว่าค่าความสว่าง (L*) ของคุกกี้ทั้ง 3 สูตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ค่าสีแดง-เขียว (a*) สูตรมาการีนและ 50:50 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) สูตร มาการีนและสูตร 100: 0 มีแนวโน้มลดลงแต่สูตร 50:50 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ค่าน้ำอิสระ พบว่าทั้ง 3 สูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ค่าลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่าค่าความแข็ง ทั้ง 3 สูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และค่าความแข็ง สูตรมาการีนและสูตร 50:50 มีแนวโน้มลดลงแต่สูตร 100:0 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สมบัติทางเคมีพบว่า ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value) ทั้ง 3 สูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ค่า TBAR ของสูตรมาการีน สัปดาห์ที่ 1 มีค่าลดลงและสัปดาห์ที่ 2 – 4 มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สูตร 100:0 ค่า TBARS ช่วง 3 สัปดาห์แรกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ในสัปดาห์ที่ 4 มีค่าลดลงและสูตร 50:50 มีแนวโน้มลดลงในช่วงแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และสำหรับสูตร 100:0 ค่า TBARS มีค่าลดลงใน 2 สัปดาห์แรก หลังจากนั้นในสัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเพิ่มขึ้น

สมบัติทางจุลชีววิทยาพบว่าวิเคราะห์จุลินทรีย์ ทั้งค่าเริ่มต้นและหลังเก็บไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.๑๐๑๒/๒๕๔๘) คือ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 10,000 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และจำนวนยีสต์รา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

5.2 ข้อเสนอแนะ

- ควรมีการศึกษาเสถียรภาพและสมบัติของคุกกี้ โดยผ่านการเก็บรักษาที่สภาวะต่างๆ ในเชิงลึกต่อไป เช่น การศึกษาพฤติกรรมทางความร้อน พฤติกรรมทางแสง และ ประเภทของบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น
- นอกจากหาสัดส่วนของน้ำมันทั้งสองในแง่การทดแทนมากรีนให้ได้คุกกี้ที่มีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคแล้ว ยังสามารถทดลองหาสัดส่วนที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อหัวใจตามคำแนะนำของสมาคมโรคหัวใจหรือสัดส่วนที่ WHO แนะนำให้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงสาธารณสุข. (2524). ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 57) พ.ศ.2524 เรื่องน้ำมันมะพร้าว. ค้นเมื่อ 13 เมษายน 2562, จาก http://www.fda.moph.go.th

ณรงค์ โฉมเฉลา. มหัศจรรย์ น้ำมันมะพร้าว. วารสารพืชปลูกพื้นเมืองไทย ฉบับพิเศษ “มะพร้าว”. 1 (กรกฎาคม) : 23-25.

ธารดาว ทองแก้ว. (2546). น้ำมันพืช : ใช้อย่างไรให้ถูกต้องและปลอดภัย. ค้นเมื่อ 12 เมษายน 2562, จาก https://www.doctor.or.th/article/detail/1662

ธนิกา ปฐมวิชัยวัฒน์. บทความเผยแพร่ความรู้สู่ประชาชน น้ำมันมะพร้าว กับ การลดน้ำหนัก. [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา: https://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/17/ [8 กันยายน 2562]

นฤมล จียโชค, อนรรฆอร ศรีไสยเพชร และ คณิต กฤษณังกูร. (2548). โครงการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการปรับปรุงกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์. คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปุญญิศา โยนกรอง. (2557). การประยุกต์ใช้น้ำมันมะพร้าวทดแทนครีมในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

มาตรฐานผลิตภัณฑ์. (2558). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนคุกกี้ เลขที่ 118/2546. ค้นเมื่อ 12 เมษายน 2562, จาก http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0118_55.pdf

วิภาวรรณ ศรีมุข. (2547). น้ำมันพืชสำหรับบริโภค. ค้นเมื่อ 12 เมษายน 2562, จาก http://www.dss.go.th/images/st-article/bsp_2_2547_edible_oil.pdf

วิมล ศรีศุข. บทความเผยแพร่ความรู้สู่ประชาชน กรดไขมันชนิดทรานส์ (Trans-fatty acids) ในอาหารทอดและขนมอบ. [ออนไลน์]. 2555. แหล่งที่มา: https://is.gd/rRFv9W [8 กันยายน 2562]

ศรุดา สถิตวรพจนา. (2554). สมบัติและเสถียรภาพของมายองเนสที่ใช้น้ำมันผสมระหว่างน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันรำข้าวเป็นน้ำมันพื้นฐาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศิริพร เหลืองกอบกิจ. (2550). น้ำมันรำข้าว. จุลสารข้อมูลสมุนไพร. 24(3): 6-15

ภาษาอังกฤษ

AACC. (2000). American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. (10th ed.). St. Paul: Minnesota

Ali, A., and Devarajan S. Nutritional and Health Benefits of Rice Bran Oil. Brown Rice. (2017) : 135-158.

Amita, D. and Khatkar, B.S. (2018). Effects of fatty acids composition and microstructure properties of fats and oils on textural properties of dough and cookie quality. Journal of Food Science and Technology. 55(1):321-330

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

AOAC. (2000). Official methods of analysis (17th ed.). Gaithersburg: MD

Bakato, E. L., Winkler-Moser, J.K. and Liu, S.X. (2014). Evaluation of a rice bran oil-derived spread as a functional ingredient. European Journal of Lipid Science and Technology. 116:521–531.

Boemeke, L., Marcadenti, A., Michielin, B.F., and Bertaso, A.G.C. (2015). Effects of Coconut Oil on Human Health Open. Journal of Endocrine and Metabolic Diseases 5. 84-87.

Chamber IV, E. and Wolf, M.B. (1996). Sensory Testing Methods. 2nd ed. American Society for Testing and Materials. USA: Philadelphia

Choe, E. and Min, D. B. (2009). Mechanisms of Antioxidants in the Oxidation of Foods**.** Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety. 8:345-358

Chrysan, M. M. (2005). Margarines and Spreads. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. 33 – 82.

Dhyani, A., Chopra, R., and Garg, M. (2018). A Review on Blending of Oils and Their Functional and Nutritional Benefits. Chemical Science Review and Letters. 7(27) : 840-847.

Damodaran, S. and Parkin, K. L. (2018). Amino Acids, Peptides, and Proteins**.** Fennema's Food Chemistry. 219 – 323.

Fan, Q., Feng, J., Wu, S., Specht, K., and She, S. (1995). Nutritional evaluation of rice bran oil and a blend with corn oil. Nahrung. 39 (5/6) : 490-496.

Jacob, J. and Leelavathi, K. (2007). Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality. Journal of Food Engineering. 79(1):299–305

Joseph, T. (2003). Soft and Chewy Chocolate Chip Cookies. Retrieved April 1, 2019 from https://www.marthastewart.com/344840/soft-and-chewy-chocolate-chip-cookies.

Kaur, A., Jassal, V., Thind, S.S., and Aggarwal P. (2012). Rice bran oil an alternate bakery shortening. J Food Sci Technol. 49(1): 110–114.

Mikolajczak, N. (2017). Coconut oil in humen diet – Nutrition value and potential health benefit. Journal of Education, Health and Sport. 7(9): 307-319.

Nasirullah., Shariff, R., Shankara, S.U., and Sunki Y.R. (2010). Development of chemically interesterified healthy coconut oil blends. International Journal of Food Science and Technology. 45:1395–1402.

Scientificpsychic. (2019). Fats, Oils, Fatty Acids, Triglycerides. Retrieved April 12, 2019 from https://www.scientificpsychic.com/fitness/fattyacids2.html

Sharif, K., Butt, M.S., Anjum F.M., Nasir, M., MINHAS, R., and Qayyum M.N. (2003). Extension of Cookies Shelf Life by Using Rice Bran Oil. International journal of Agriculture & Biology. 5(4): 455-457.

Wanibadullah W. (2013). Lipid-protein interaction in peanut butter, Ph D. dissertation, Department of Food Science, Rutgers University, New Burnswick, New Jersey, USA.

Zhong, H. Allen, K. and Martini, S. (2014). Effect of lipid physical characteristics on the quality of baked products. Food Research International. 55:239-246

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

มผช.๑๑๘/๒๕๕๕

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
คุกกี้

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะคุกกี้กรอบและบรรจุในภาชนะบรรจุ โดยไม่ครอบคลุมคุกกี้ที่มีเนื้อนุ่ม

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ คุกกี้ หมายถึง ขนมอบชนิดหนึ่งที่ทำจากแป้งสาลีหรือแป้งสาลีผสมกับแป้งชนิดอื่น ผสมกับน้ำตาล ไขมันหรือน้ำมัน ไข่ เบ๊กกิ้งโซดา (โซเดียมไบคาร์บอเนต) ผงฟูหรือเบ๊กกิ้งเพาเดอร์ (โซเดียมไบคาร์บอเนตผสมกรดหรือเกลือของกรด) นม วัตถุแต่งกลิ่นรส เกลือ อาจมีส่วนผสมอื่น เช่น โกโก้ เมล็ดธัญพืช สมุนไพร ผลไม้แห้ง กุ้งแห้งป่น ปลาหย็องป่น ผสมให้เข้ากัน ทำเป็นชิ้นโดยการหยอด หั่น ปั้น กดด้วยพิมพ์หรือวิธีอื่นที่เหมาะสม แล้วนำไปอบจนสุก อาจใส่ไส้หรือตกแต่งหน้าด้วยส่วนประกอบต่างๆ เช่น แยมผลไม้ น้ำตาลไอซิ่ง ช็อกโกแลต ธัญพืช ลูกเกด ถั่ว ผลไม้แห้ง ก่อนหรือหลังอบ

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป

ต้องมีลักษณะเป็นชิ้น ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงที่ดีและมีขนาดใกล้เคียงกัน อาจแตกหักได้เล็กน้อย ไม่มีส่วนที่ไหม้ และมีส่วนผสมอื่นเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก กรณีมีไส้ต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลากและต้องไม่ล้นหรือทะลุออกมายกเว้นกรณีที่ต้องการให้เห็นส่วนที่เป็นไส้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

๓.๒ ลักษณะเนื้อสัมผัส

ต้องกรอบ ร่วน

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและชิม

๓.๓ สี

ต้องมีสีดีตามธรรมชาติของคุกกี้และส่วนประกอบที่ใช้

๓.๔ กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของคุกกี้และส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๘.๑ แล้ว ต้องไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

๓.๕ สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

๓.๖ ความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ ๗ โดยน้ำหนัก

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

๓.๗ วัตถุเจือปนอาหาร

๓.๗.๑ ห้ามใช้วัตถุกันเสียทุกชนิด เว้นแต่กรณีที่ติดมากับวัตถุดิบให้เป็นไปตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

๓.๗.๒ หากมีการใช้สีผสมอาหาร ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

๓.๘ จุลินทรีย์

๓.๘.๑ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า ๑×๑๐^{๕} โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๘.๒ <u>แซลโมเนลลา</u> ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๒๕ กรัม

๓.๘.๓ <u>สแตฟิโลคอคคัส ออเรียส</u> ต้องน้อยกว่า ๑๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๘.๔ <u>บาซิลลัส ซีเรียส</u> ต้องไม่เกิน ๑×๑๐^{๓} โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๘.๕ <u>คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์</u> ต้องไม่เกิน ๑×๑๐^{๓} โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๘.๖ <u>เอสเชอริเชีย โคไล</u> โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า ๓ ต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๘.๗ ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

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

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำคุกกี้ สถานประกอบการต้องได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุขและให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุคุกกี้ในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

๕.๒ น้ำหนักสุทธิของคุกกี้ในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก การทดสอบให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุคุกกี้ทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อผลิตภัณฑ์ (ตาม มผช.) อาจตามด้วยชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น คุกกี้ใบเตย คุกกี้งา

(๒) ส่วนประกอบที่สำคัญ เป็นร้อยละของน้ำหนักโดยประมาณและเรียงจากมากไปน้อย

(๓) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม

(๔) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า "ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)"

(๕) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ควรเก็บในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

(๖) เลขสารบบอาหาร

(๗) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง คุกกี้ที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน 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. จึงจะถือว่าคุกกี้รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหารและความชื้น ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๖ และข้อ ๓.๗ จึงจะถือว่าคุกกี้รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๘ จึงจะถือว่าคุกกี้รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างคุกกี้ต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ และข้อ ๗.๒.๓ ทุกข้อ จึงจะถือว่าคุกกี้รุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบสีและกลิ่นรส

๘.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบคุกกี้อย่างน้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๘.๑.๒ วางตัวอย่างคุกกี้ในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

๘.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ ๘.๑.๓)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	ระดับการตัดสิน	คะแนนที่ได้รับ
สี	สีดีตามธรรมชาติของคุกกี้และส่วนประกอบที่ใช้	๓
	สีพอใช้ใกล้เคียงกับสีตามธรรมชาติของคุกกี้และส่วนประกอบที่ใช้	๒
	สีผิดปกติหรือมีการเปลี่ยนสี	๑
กลิ่นรส	กลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของคุกกี้และส่วนประกอบที่ใช้	๓
	กลิ่นรสพอใช้ใกล้เคียงกับกลิ่นรสตามธรรมชาติของคุกกี้และส่วนประกอบที่ใช้	๒
	กลิ่นรสผิดปกติหรือมีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม	๑

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

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ข.1 การวัดค่า Diameter และ Thickness

อุปกรณ์: Vernier Caliper

วิธีการวิเคราะห์:

คำนวณ Spread Ratio จาก Diameter / Thickness

ข. 2 การวัดค่าสี

อุปกรณ์: เครื่องวัดสี (Minolta Chorma 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 และแหล่งแสงที่เลือกไว้ ดังนี้

   Y = 93.8 x = 0.3158 y = 0.3328

4. นำหัววัดวางบนแผ่น Calibrate สีขาว กดปุ่ม Measure Enter รอจนเกิด reflect 3 ครั้ง
5. เมื่อ Calibrate เสร็จแล้ว กดปุ่ม Color space เพื่อเลือกระบบสีที่ต้องการใช้งาน คือ ระบบ CIE L*(ค่าความสว่าง) a*(ค่าสีแดง) และ b*(ค่าสีเหลือง)
6. วัดค่าสีบนคุกกี้ทั้งด้านบนและด้านล่าง โดยกดปุ่ม Measure Enter
7. บันทึกค่า L* a* และ b*

ข.3 การวิเคราะห์ค่า Water activity

อุปกรณ์: เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ

วิธีการวิเคราะห์:

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

ข.4 การวัดค่า Hardness และค่า Fracturability ของคุกกี้

อุปกรณ์: Texture Analyzer รุ่น TA.TX2i

วิธีการวิเคราะห์

1. เปิดคอมพิวเตอร์ และสวิตช์ด้านหลังเครื่อง Texture Analyzer ต่อแท่งหัววัด HDP/BSK ร่วมกับแท่น HDP/90 เข้ากับเครื่อง
2. Calibrate Force และ Calibrate Height โดย

Return Distance (mm):	40
Return Speed (mm/sec):	10
Contact Force (g):	100

3. เลือก Sample Project ที่ชื่อว่า COOKIE PRJ โดยมี T.A. settings เป็น

Test Model:	Compression
Option:	Return to Start
Pre - Test Speed:	1.0 mm/sec
Test Speed:	3.0 mm/sec
Post - Test Speed:	10.0 mm/sec
Target Mode:	Force
Distance:	5 mm
Trigger Type:	Auto (Force)
Trigger Force:	50.0 g
Data Acquisition Rate:	500 pps

4. วางคุกกี้ลงบนแท่นวาง
5. เลือก run a test บันทึกค่า ค่า Hardness และค่า Fracturability ของคุกกี้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

ค.1 การวิเคราะห์ Peroxide Value

1. การสกัดไขมันจากตัวอย่างคุกกี้

การสกัดไขมันจากตัวอย่างคุกกี้ด้วยวิธี Soxhlet Method

อุปกรณ์

- Soxhlet extractor
- Soxhlet extractor thimble
- Rotary evaporator
- Laboratory oven
- Round bottle flask
- Desicator

สารเคมี: Petroleum ether

วิธีการวิเคราะห์ :

1. นำ Round bottle flask ไปชั่งน้ำหนัก
2. ชั่งตัวอย่างคุกกี้ 27 กรัม ลงใน Soxhlet extractor thimble
3. นำ Soxhlet extractor thimble ไปใส่ใน Soxhlet extractor แล้วทำการสกัด ด้วย Petroleum ether จะได้สารสกัดใน Round bottle flask
4. นำตัวอย่างน้ำมันที่สกัดได้ใน Round bottle flask ไประเหยตัวทำละลายออกด้วย Rotary evaporator

5. นำไปอบใน Laboratory oven 105 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที

6. รอจน Round bottle flask เย็นใน Desicator แล้วเก็บไขมันไว้สาหรับวิเคราะห์ค่าอื่นต่อไป

2. การวิเคราะห์ Peroxide Value ตามวิธีของ AOAC (1995)

หลักการ

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

อุปกรณ์ :

- เครื่องชั่ง
- บิวเรต
- ปิเปต
- บีกเกอร์
- Stoppered erlenmeyer flask
- ขวดน้ำกลั่น
- ลูกยาง

สารเคมี:

- Acetic acid
- Chloroform
- Saturated solution of potassium iodide (Sat. KI)
- N Sodium thiosulfate solution

การ Standardization of 0.1 N Sodium thiosulfate

1. อบ Potassium Dichromate ($K_2Cr_2O_7$)
2. ชั่ง $K_2Cr_2O_7$ ที่แห้ง ประมาณ 0.1- 0.2 กรัม ลงใน glass-stoppered Erlenmeyer flask จากนั้น เติมน้ำกลั่นลงไป 150 มิลลิลิตร
3. เติม saturated Potassium iodide (KI) solution 2 ml และผสมให้เข้ากัน
4. เติม 1 N Hydrochloric acid (HCl) 20 ml ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที
5. ไทเตรตกับสารละลาย Sodium thiosulfate ($Na_2S_2O_3$) โดยเติมสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ลงใน flask ก่อนประมาณ 80% ของปริมาตรที่ต้องการ
6. เติม 1% soluble starch solution 1 ml หาจุดยุติของการไตเตรต โดยเติมสารละลาย $Na_2S_2O_3$ จนกระทั่งสีหายไป
7. คำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ มาตรฐานจากสูตร

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

วิธีการวิเคราะห์ค่า Peroxide Value

1. ชั่งตัวอย่าง ประมาณ 5 ± 0.05 g ลงใน glass-stoppered Erlenmeyer flask
2. เติม acetic-chloroform (3:1) solvent 30 ml ผสมให้เข้ากัน
3. เติม saturated KI solution 0.5 ml ตั้งทิ้งไว้ 1 นาที เขย่าเป็นครั้งคราว จากนั้นเติมน้ำกลั่น 30 ml
4. เติม 1 % soluble starch indicator 0.5 ml
5. ไทเทรตด้วยสารละลาย $Na_2S_2O_3$ โดยเติมทีละหยดพร้อมกับเขย่าแรงๆ จนกระทั่งสีที่เกิดขึ้นหายไป
6. ทำ Blank โดยใช้สารละลาย $Na_2S_2O_3$ในการไทเตรตไม่เกิน 0.5 ml

7. คำนวณหาค่า peroxide value โดยใช้สูตร

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

โดย S = ปริมาตรสารละลาย Sodium thiosulphate ที่ใช้ในเตรตตัวอย่าง (ml)

N = ความเข้มข้นของสารละลาย Sodium thiosulphate ที่ใช้ (N)

W = น้ำหนักน้ำมัน (g)

ค.2 ค่า Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)

อุปกรณ์ :

- ชุดกลั่น
- เครื่องชั่ง
- Water bath
- Spectrophotometer
- ปิเปต
- บีกเกอร์
- หลอดทดลอง

สารเคมี:

- 4M HCl
- Thiobarbituric reagent (TBA reagent)

เตรียมโดยละลาย Thiobarbituric 2.883 กรัม ในสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 90% โดยการอุ่นเบาๆแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร

วิธีวิเคราะห์:

1. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ Round bottle flask เติมน้ำกลั่น 97.5 มิลลิลิตรแล้วเขย่า
2. เติม 4M HCl 2.5 มิลลิลิตร เพื่อให้ได้ pH 1.5 แล้วต่อ Round bottle flask เข้ากับชุดกลั่น
3. รอจนเดือดแล้วทำการกลั่นโดยจับเวลา 10 นาที หรือกลั่นจนกว่าจะได้สารละลาย 50 มิลลิลิตร
4. ปิเปตสารละลายที่กลั่นได้ 5 มิลลิลิตร (Blank คือน้ำกลั่น) ใส่หลอดทดลองที่มีฝาปิด เติมสารละลาย TBA reagent 5 มิลลิลิตร และ ปิดฝาหลอดทดลองให้สนิท แล้วเขย่าให้เข้ากันด้วย Votex ก่อนจะนำไปใส่ใน Water bath ที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 นาที
5. เมื่อครบ 35 นาที นำหลอดทดลองออกจาก water bath แล้วทำให้เย็นโดยแช่ในน้ำแข็ง 10 นาที
6. เมื่อสารละลายเย็นแล้วจึงนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร (OD)
7. คำนวณผล จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{TBA number} = 7.8 \times \text{OD}$$

*หน่วยของ TBA number คือ มิลลิกรัม malonaldehyde ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง

ภาคผนวก ง

วิเคราะห์สมบัติทางประสาทสัมผัส

ง.1 การวิเคราะห์การยอมรับทางประสาทสัมผัส

วิเคราะห์ความชอบด้าน สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยการทดสอบแบบ 7- Point Hedonic Scale กำหนดช่วงคะแนนตั้งแต่ 1-7 (7 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 หมายถึง ชอบ น้อยที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบซึ่งเป็นผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 60 คน

<u>รูปที่ 1 และ 2</u> แสดงตัวอย่างคุกกี้สำหรับให้ผู้ประเมินทดสอบและผู้ประเมินที่มาร่วมทำการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส ตามลำดับ

ง.2 แบบสอบถามในการประเมินผลทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ Soft cookie

วันที่ทดสอบ : _____ ชื่อผู้ทดสอบ : _____

วิธีทดสอบ : ให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างคุกกี้จากซ้ายไปขวาตามลำดับ โดยเว้นระยะระหว่างตัวอย่าง 30 วินาที โดยการบ้วนปากด้วยน้ำและระบุระดับความพึงพอใจของท่านตามหมายเลข 1 – 7

ลักษณะคุณภาพ	ตัวอย่าง		
	รหัส _____	รหัส_____	รหัส_____
สี			
กลิ่น			
เนื้อสัมผัส			
รสชาติ			
ความชอบโดยรวม			

*หมายเหตุ: 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 2 = ไม่ชอบปานกลาง, 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย, 4 = เฉยๆ,

5 = ชอบเล็กน้อย 6= ชอบปานกลาง 7= ชอบมากที่สุด

ภาคผนวก จ

วิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา

จ.1 ใบแสดงผลการทดลองด้านสมบัติทางจุลชีววิทยาของคุกกี้ ตอนเริ่มต้น

ผลการทดสอบ

ตารางที่ 1 จำนวนจุลินทรีย์ในตัวอย่างคุกกี้น้ำมันรำข้าว

จุลินทรีย์	จำนวนจุลินทรีย์		วิธีการทดสอบ
	CFU/g	Log CFU/g	
แบคทีเรีย	$8.00\times10^{1}\pm1.36\times10^{1}$	0.80±0.00	Spread plate บน PCA
ยีสต์	0.00±0.00	0.00±0.00	Spread plate บน YMA
รา	0.00±0.00	0.00±0.00	Spread plate บน PDA

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ตารางที่ 2 จำนวนจุลินทรีย์ในตัวอย่างคุกกี้น้ำมันผสม

จุลินทรีย์	จำนวนจุลินทรีย์		วิธีการทดสอบ
	CFU/g	Log CFU/g	
แบคทีเรีย	$9.33\times10^{1}\pm2.31\times10^{1}$	0.93±0.23	Spread plate บน PCA
ยีสต์	0.00±0.00	0.00±0.00	Spread plate บน YMA
รา	0.00±0.00	0.00±0.00	Spread plate บน PDA

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ตารางที่ 3 จำนวนจุลินทรีย์ในตัวอย่างคุกกี้มาการิน

จุลินทรีย์	จำนวนจุลินทรีย์		วิธีการทดสอบ
	CFU/g	Log CFU/g	
แบคทีเรีย	$6.27\times10^{0}\pm8.43\times10^{0}$	1.47±0.13	Spread plate บน PCA
ยีสต์	0.00±0.00	0.00±0.00	Spread plate บน YMA
รา	0.00±0.00	0.00±0.00	Spread plate บน PDA

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

จ.2 ใบแสดงผลการทดลองด้านสมบัติทางจุลชีววิทยาของคุกกี้ หลังเก็บเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ผลการทดสอบ

ตารางที่ 1 จำนวนจุลินทรีย์ในตัวอย่างคุกกี้มากาเรน สัปดาห์ที่ 4

จุลินทรีย์	จำนวนจุลินทรีย์		วิธีการทดสอบ
	CFU/g	Log CFU/g	
แบคทีเรีย	$1.09\times10^{3}\pm1.68\times10^{2}$	3.03±0.07	Spread plate บน PCA
ยีสต์	0.00±0.00	0.00±0.00	Spread plate บน YMA
รา	0.00±0.00	0.00±0.00	Spread plate บน PDA

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ตารางที่ 2 จำนวนจุลินทรีย์ในตัวอย่างคุกกี้น้ำมันผสม สัปดาห์ที่ 4

จุลินทรีย์	จำนวนจุลินทรีย์		วิธีการทดสอบ
	CFU/g	Log CFU/g	
แบคทีเรีย	$5.78\times10^{1}\pm1.02\times10^{1}$	1.76±0.08	Spread plate บน PCA
ยีสต์	0.00±0.00	0.00±0.00	Spread plate บน YMA
รา	0.00±0.00	0.00±0.00	Spread plate บน PDA

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(นางสาวนันท์ธร เภาราช)
เจ้าหน้าที่วิเคราะห์

หมายเหตุ : 1. ผลการวิเคราะห์ในรายงานฉบับนี้ใช้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ได้ตรวจวิเคราะห์เท่านั้น
2. ห้ามทำสำเนารายงานฉบับนี้เพียงบางส่วนโดยไม่ได้รับอนุญาตอย่างเป็นทางการ
3. ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างอิง

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ปีงบประมาณ 2562

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อโครงการ ผลของการทดแทนมาการีนในคุกกี้ด้วยน้ำมันบริโภค
(Effect of replacing margarine in cookies with edible oil)

ชื่อนิสิตเข้าร่วมโครงการ	1. นางสาวบัณฑิตา	สุขสว่าง	5932537223
	2. นางสาววิฉวานี	เทพปรียากุลกาล	5932563523
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.	ศศิกานต์	กู้พงษ์ศักดิ์

มูลเหตุจูงใจ

คุกกี้เป็นขนมยอดนิยมที่หลายคนชอบบริโภคกันเป็นอย่างมาก แต่อาจมีผู้ผลิตบางรายใช้มาการีนที่มีส่วนประกอบของไขมันอันตรายอย่างไขมันทรานส์มาใช้ในการผลิตคุกกี้ ซึ่งนำไปสู่โรคหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับต้นๆ ของประเทศไทยรองจากมะเร็ง ไขมันทรานส์ที่เกิดจากกระบวนการอุตสาหกรรม เกิดจากการปรับโครงสร้างของไขมัน เพื่อให้น้ำมันเป็นของแข็งในอุณหภูมิห้อง และเก็บรักษาได้นาน ไม่มีกลิ่นเหม็นหืน พบได้ใน มาการีน เนยขาว ครีมเทียม หรือผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ต่างๆ ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาผลของการทดแทนมาการีนในคุกกี้ด้วยน้ำมันบริโภคผสมระหว่างน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันรำข้าว ซึ่งเป็นน้ำมันบริโภคที่สามารถพบเจอได้ง่ายในท้องตลาดบ้านเรา น้ำมันมะพร้าวมีขนาดโมเลกุลของน้ำมันมะพร้าวนั้นมีขนาดกลางสามารถทำให้ย่อยได้อย่างรวดเร็ว เป็นตัวสำคัญในการกระตุ้นเมตาบอลิซึมการเผาผลาญแคลอรีที่รับประทานเข้าไปจึงกลายเป็นการลดการสะสมไขมันภายในร่างกาย ส่วนน้ำมันรำข้าวมีสารสกัดแกมม่าออริซานอล ที่มีคุณสมบัติช่วยลดคอเลสเตอรอลในหลอดเลือดหรือในกระแสเลือดได้ น้ำมันรำข้าวอุดมไปด้วยกรดไลโนเลอิก ซึ่งมีสรรพคุณที่สามารถช่วยกระตุ้นให้ร่างกายสามารถดูดซึมกรดอะมิโนไปใช้ได้มากยิ่งขึ้น ทำให้ระบบประสาทและสมองทำงานได้ดีขึ้นอีกด้วย โดยในการวิจัยผู้วิจัยคำนึงถึงองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันเป็นหลักเพื่อให้ผู้บริโภคได้รับคุณค่าทางอาหารมากที่สุดและไม่ส่งผลต่อสุขภาพในด้านต่างๆ

ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

1. น้ำมันพืชสำหรับบริโภค (ธารดาว ทองแก้ว, 2546)

น้ำมันพืชเป็นส่วนประกอบจำเป็นที่ใช้ในการประกอบอาหาร โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญคือกรดไขมัน การเลือกใช้น้ำมันพืชที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ควรพิจารณาที่สัดส่วนของกรดไขมันที่มีอยู่ในน้ำมันบริโภค น้ำมันพืชทุกชนิดไม่มีคอเลสเตอรอล แต่จะมีส่วนประกอบของกรดไขมันที่แตกต่างกันโดยจะมีอยู่ 3ประเภท ได้แก่

13. กลุ่มที่มีกรดไขมันอิ่มตัวสูง(Saturated Fatty Acid) เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม
14. กลุ่มที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวสูง (Monounsaturated Fatty Acid) เช่น น้ำมันรำข้าว
15. กลุ่มที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนสูง (Polyunsaturated Fatty Acid) เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันทานตะวัน

ไขมันอิ่มตัว ประกอบด้วย กรดไขมันที่มีสูตรโครงสร้างของการจับกันของธาตุคาร์บอนในลักษณะแขนเดี่ยว (single bond) ทำให้กรดไขมันนั้นอิ่มตัวด้วยไฮโดรเจน กรดไขมันอิ่มตัวจะพบมากในไขมันที่มาจากสัตว์ และน้ำมันพืชบางชนิด

ไขมันไม่อิ่มตัว ประกอบด้วย กรดไขมันที่มีสูตรโครงสร้างของการจับกันของธาตุคาร์บอน ในลักษณะแขนคู่ (double bond) จึงสามารถจับไฮโดรเจนเพิ่มได้อีก ๒ อะตอม ต่อ ๑ แขนคู่ และในจำนวนกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีอยู่ในน้ำมันพืชจะมีกรดไขมันอยู่ ๓ ชนิดที่จำเป็นต่อร่างกายอย่างมาก ซึ่งเรียกว่ากรดไขมันจำเป็น เพราะร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ นั่นคือ กรดไลโนเลอิก (Linoleic acid) กรดไลโนเลนิก (Linolenic acid) และกรดอะราคิโดนิก (Arachidonic acid)

กรดไลโนเลอิกจะช่วยในการเจริญเติบโตของเด็ก ช่วยสร้างผนังของหลอดเลือดให้แข็งแรง มีความยืดหยุ่น และช่วยลดระดับไขมันในหลอดเลือด การกินอาหารที่ให้กรดไลโนเลอิกในขนาดที่เหมาะสมอย่างสม่ำเสมอ จะสามารถควบคุมระดับคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ ผู้ที่ขาดกรดไขมันไลโนเลอิกอาจ มีอาการผิวหนังลอกหลุด ปริมาณของเกล็ดเลือดต่ำลง มีไขมันคั่งในตับและ ถ้าผู้ป่วยมีบาดแผลอยู่บาดแผลนั้น จะหายช้า ส่วนเด็กที่ขาดกรดไขมันไลโนเลอิกจะไม่ค่อยเจริญเติบโตสำหรับกรดไขมันไม่อิ่มตัว (กรดไลโนเลนิก) มีทั้งในพืช เช่น น้ำมันคาโนลา น้ำมันถั่วเหลือง เป็นต้น แต่ส่วนใหญ่กรดไลโนเลนิกพบมากในอาหารจำพวกสัตว์ เช่น ปลาทะเล และปลาน้ำจืด

มีคำแนะนำจากนักโภชนาการว่า เราควรกินไขมันประเภทไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวมากกว่าไขมันชนิดอื่นๆ เพราะกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวมีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลายเพื่อการดูดซึมวิตามินบางชนิด ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลชนิดไม่ดี (LDL-C) ขณะเดียวกันยังช่วยเพิ่มคอเลสเตอรอลชนิดดี (HDL-C) ได้ด้วย ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนนั้น จะช่วยลดทั้งคอเลสเตอรอลชนิดดีและไม่ดีพร้อมกัน

สำหรับกรดไขมันอิ่มตัว ควรบริโภคในปริมาณน้อยๆ คือ ไม่เกิน ๒๐ กรัมใน ๑ วัน การกินไขมันอิ่มตัวเป็นประจำหากเกินความต้องการของร่างกาย จะก่อให้เกิดภาวะไตรกลีเซอไรด์และโคเลสเตอรอลในเลือดสูง ทำให้หลอดเลือดตีบจนเลือดไหลเวียนไม่สะดวก เป็นเหตุให้เกิดภาวะหลอดเลือดตีบและแข็ง ทำให้เกิดภาวะหัวใจขาดเลือดหรือเป็นอัมพาตได้ และในบางคนที่มีการไหลเวียนของโคเลสเตอรอลสูงเป็นประจำ จะทำให้เกิดโรคนิ่วในถุงน้ำดีอีกด้วย

องค์การอนามัยโลก (WHO) องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO)และสมาคมโรคหัวใจแห่งสหรัฐอเมริกา (AHA) แนะนำสัดส่วนกรดไขมันที่เหมาะสมกับการบริโภคคือต้องมีอัตราส่วน SFA : MUFA : PUFA น้อยกว่าเท่ากับ 10 : 10-15 :10 ของพลังงานที่ได้รับต่อวัน

<u>หลักในการเลือกบริโภคน้ำมันพืช</u> (วิภาวรรณ ศรีมุข, 2547)

ปัจจัยหลักดังต่อไปนี้

1. น้ำมันพืชที่มีกรดไขมันอิ่มตัวสูง เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว เหมาะสำหรับการทอดจะช่วยให้อาหารกรอบ ไม่เหม็นหืนง่าย
2. น้ำมันพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันทานตะวัน น้ำมันรำข้าว น้ำมันข้าวโพด เหมาะสำหรับการประกอบอาหารโดยทั่วไป
3. บริโภคน้ำมันพืชหลายชนิด เพราะน้ำมันพืชแต่ละชนิดมีองค์ประกอบสำคัญ แตกต่างกัน
4. เลือกซื้อน้ำมันพืชที่บรรจุในภาชนะที่สะอาดไม่มีรอยแตก และเลือกขนาดบรรจุเล็กดีกว่าขนาดใหญ่
5. ใส่ในภาชนะที่ปิดสนิท ภาชนะบรรจุควรมีฉลากแจงชนิดของน้ำมันและเลขทะเบียนอาหาร

2. น้ำมันมะพร้าว (นฤมล จียโชค และคณะ, 2548)

น้ำมันมะพร้าว (coconut oil) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos mucifera* น้ำมันมะพร้าวเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ และเป็น non-drying oil โดยสกัดได้จากเนื้อมะพร้าวแห้งซึ่งเรียกว่า copra-derived oil มีน้ำมันประมาณร้อยละ 63-68 เปอร์เซ็นต์ และความชื้น 4-7 เปอร์เซ็นต์ ใช้วิธีการบีบแยกน้ำมันออกมาซึ่งน้ำมันมะพร้าวมีคุณสมบัติแตกต่างจากน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ คือ ประกอบด้วยกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนน้อย น้ำหนักโมเลกุลต่ำ และกรดไขมันที่มีปริมาณมากอยู่ในกลุ่มน้ำมันลอริก เป็นน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันอิ่มตัว (ประมาณร้อยละ 90) กรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันอิ่มตัวที่พบมากในน้ำมันมะพร้าว คือ กรดลอริก (Lauric acid) น้ำมันมะพร้าวมีกรดไขมันอิ่มตัวที่มีจุดหลอมเหลวต่ำจึงเปลี่ยนสถานะเป็นไขเมื่ออากาศเย็นและมีค่าไอโอดีนอยู่ในช่วง 7 ถึง 12 จากคุณสมบัติที่อิ่มตัวของกรดไขมันนี้ทำให้มีความสามารถในการป้องกันการหืนได้ดี

ตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบของกรดไขมันชนิดต่างๆในน้ำมันมะพร้าว

กรดไขมัน	%
Lauric (12:0)	47
Myristic (14:0)	18
Palmitic (16:0)	9
Stearic (18:0)	3
Oleic (18:1)	6
Linoleic (18:2)	2

ที่มา : Scientificpsychic. (2019). Fats, Oils, Fatty Acids, Triglycerides. Retrieved April 12, 2019 from https://www.scientificpsychic.com/fitness/fattyacids2.html

มาตรฐานน้ำมันมะพร้าว

น้ำมันมะพร้าวเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 57 (พ.ศ. 2524) เรื่อง น้ำมันมะพร้าว กำหนดให้น้ำมันมะพร้าวที่ผลิตเพื่อจำหน่าย นำเข้าเพื่อจำหน่าย หรือที่จำหน่าย เพื่อใช้รับประทานหรือใช้ปรุงแต่งอาหาร ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

1. ค่าของกรด (acid value) ไม่เกิน 4.0 มิลลิกรัม โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อน้ำมัน 1 กรัม สำหรับน้ำมันมะพร้าวที่ทำโดยวิธีธรรมชาติ และไม่เกิน 0.6 มิลลิกรัม โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมัน 1 กรัม สำหรับน้ำมันมะพร้าวที่ทำโดยวิธีผ่านกรรมวิธี

2. ค่าเพอร์ออกไซด์ (peroxide value) ไม่เกิน 10.0 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม

3. ส่วนประกอบของกรดไขมัน (fatty acid) เป็นร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด โดยใช้วิธี Gas Liquid Chromatography หรือ GLC ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงร้อยละองค์ประกอบของกรดไขมันชนิดต่างๆในน้ำมันมะพร้าว

ส่วนประกอบของกรดไขมัน (fatty acid composition)		% ของกรดไขมันทั้งหมด
กรดคาโปรอิก (Caproic acid)	C 6:0	ไม่เกิน 1.2
กรดคาพรีลิก (Caprylic acid)	C 8:0	ระหว่าง 3.4 ถึง 15
กรดคาพริก (Capric acid)	C 10:0	ระหว่าง 3.2 ถึง 15
กรดลอริก (Lauric acid)	C 12:0	ระหว่าง 41 ถึง 56
กรดไมริสติก (Myristic acid)	C 14:0	ระหว่าง 13 ถึง 23
กรดปาล์มมิติก (Palmitic acid)	C 16:0	ระหว่าง 4.2 ถึง 12
กรดสเตียริก (Stearic acid)	C 18:0	ระหว่าง 1.0 ถึง 4.7
กรดโอลีอิก (Oleic acid)	C 18:1	ระหว่าง 3.4 ถึง 12
กรดลิโนลีอิก (Linoleic acid)	C 18:2	ระหว่าง 0.9 ถึง 3.7

ที่มา : กระทรวงสาธารณสุข. (2524). ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 57) พ.ศ.2524 เรื่องน้ำมันมะพร้าว. ค้นเมื่อ 13 เมษายน 2562, จาก http://www.fda.moph.go.th.

16. ค่าสปอนนิฟิเคชัน (saponification value) ระหว่าง 248 ถึง 265 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมัน 1 กรัม
17. ค่าไอโอดีนแบบวิจส์ (Iodine value, Wijs) ระหว่าง 6 ถึง 11
18. สารที่สปอนิฟายไม่ได้ (unsaponifiable matter) ไม่เกินร้อยละ 1.5 ของน้ำหนัก
19. สิ่งที่ระเหยได้ (volatile matter) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก

20. ปริมาณสบู่ (soap content) ไม่เกินร้อยละ 0.005 ของน้ำหนัก
21. มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะสำหรับน้ำมันมะพร้าว
22. มีสิ่งอื่นที่ไม่ละลาย (insoluble impurities) ไม่เกินร้อยละ 0.05 ของน้ำหนัก
23. ไม่มีกลิ่นหืน
24. ไม่มีน้ำมันแร่

3. น้ำมันรำข้าว (ศิริพร เหลืองกอบกิจ, 2550)

น้ำมันรำข้าว คือ น้ำมันพืชที่ผลิตจากน้ำมันรำข้าวดิบ ซึ่งประกอบด้วยจมูกข้าว เยื่อหุ้มมล็ดข้าว และเยื่ออลูโลน ทำให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่ไม่นิยมนำมาประกอบอาหารมากมักเนื่องจากคุณภาพของรำข้าวจะลดลงอย่างรวดเร็วหลังกระบวนการขัดสี จากการทำงานของเอนไซม์ โดยเฉพาะเอนไซม์ไลเปส รวมถึงรำข้าวมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนสูง ทำให้เกิดการออกซิเดชั่นได้ง่าย ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนอันเป็นผลเสียต่อผลิตภัณฑ์

กรดไขมัน เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันรำข้าว โดยส่วนใหญ่จะเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว องค์ประกอบของกรดไขมันชนิดต่างๆ เป็นดังที่แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบของกรดไขมันชนิดต่างๆในน้ำมันรำข้าว

กรดไขมัน	%
Myristic (14:0)	0.23
Palmitic (16:0)	14.35
Stearic (18:0)	1.27
Oleic (18:1)	41.17
Linoleic (18:2)	39.73
Linolenic (18:3)	1.50
Arachidic (20:0)	0.45
Behenic (22:0)	0.23

ที่มา : ศิริพร เหลืองกอบกิจ, 2550

สารสำคัญในน้ำมันรำข้าว คือ gamma-oryzanol มีลักษณะเป็น crystalline powder สีขาว หรือสีขาวเหลือง ไม่มีกลิ่น ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายน้ำได้เล็กน้อยใน diethyl ether และ n-heptane ละลายใน isopropyl alcohol ได้ดีกว่าและละลายได้ดีใน chloroform โดยสาร gamma-oryzanol เป็นส่วนผสมของ Triterpene alcohol ferulates และ sterol ferulates และประกอบด้วยสารประกอบหลัก 4 ชนิดคือ cyloartenol trans-ferulate, campesterol trans-ferulates 24-methylenecycloartanol trans-ferulate และ sitosterol trans-ferulates ร่วมกับสารประกอบส่วนน้อยอื่นๆ นอกจากนี้ในน้ำมันรำข้าวยังมีสารต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย ได้แก่ tocopherols tocotrienol γ-oryzanol อีกด้วย

ปุญญิศา. ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการทดลองนำน้ำมันมะพร้าวมาทดแทนครีมในการผลิตไอศกรีม โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาอัตราส่วนน้ำมันต่อครีมที่เหมาะสมกับการผลิต และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ผลการวิจัยพบว่าอัตรส่วนของน้ำมันที่เพิ่มขึ้นทำให้เนื้อสัมผัสของไอศกรีมเนียนขึ้น อัตราการละลายมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของมะพร้าว ไม่พบจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย

และการยอมรับของผู้บริโภคด้านประสาทสัมผัสในคุณลักษณะต่างๆได้แก่ รสชาติ กลิ่น สี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

วัตถุประสงค์โครงการ

เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ ทางจุลชีววิทยา และลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่ใช้น้ำมันบริโภคชนิดผสม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบสมบัติที่เหมาะสมของคุกกี้ที่ได้จากการใช้น้ำมันบริโภคชนิดผสมที่แตกต่างกันเป็นส่วนประกอบ
2. ได้ผลิตภัณฑ์คุกกี้ซึ่งทดแทนมาการีนด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสมที่มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

วิธีการดำเนินการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	พ.ศ. 2562										พ.ศ.2563	
	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ	←	→										
วิเคราะห์ข้อมูลและวางแผนการทดลอง		←	→									
ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง				←						→		
วิเคราะห์และสรุปผลการทดลองที่ได้และจัดทำรายงานและนำเสนอผลการวิจัย									←	→		

รายละเอียดการดำเนินการ

1. ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล ทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
2. วางแผนการวิจัย
3. เตรียมวัตถุดิบ อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย
4. เตรียมคุกกี้ตามสูตรดังต่อไปนี้

ส่วนผสม	**เปอร์เซ็นต์ที่ใช้**
แป้งอเนกประสงค์	35
มาการีน	16
น้ำตาลทรายแดงละเอียด	24
น้ำตาลทรายขาว	11
เบกกิ้งโซดา	0.4
เกลือ	11
กลิ่นวานิลลา	1.8
ไข่ไก่	0.8

ใช้คุกกี้สูตรที่ผสมมาการีนเป็นตัวอย่างควบคุม (control) และแปรสัดส่วนของน้ำมันบริโภคชนิดผสมที่แตกต่างกัน 3 ชนิดเพื่อทดแทนมาการีนในคุกกี้ ดังนี้

4.1 น้ำมันมะพร้าว ผสม น้ำมันรำข้าว อัตราส่วน 100:0 w/w

4.2 น้ำมันมะพร้าว ผสม น้ำมันรำข้าว อัตราส่วน 50:50 w/w

4.3 น้ำมันมะพร้าว ผสม น้ำมันรำข้าว อัตราส่วน 0:100 w/w

5. วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ทางเคมี ทางจุลชีววิทยา และประสาทสัมผัสของคุกกี้ แต่ละสูตรที่เตรียมได้ โดยการทดลอง 3 ซ้ำ

5.1 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

- ความแข็งของชิ้นคุกกี้ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer), ยี่ห้อ Stable Micro Systems Model : TA-XT2i (icon) , England
- วัดสีด้วยเครื่อง Chroma Meter แสดง ค่าที่วัดได้เป็น L* a* b* Hue และ Chroma โดยใช้ยี่ห้อ KONICA MINOLTA Model : CR-400 , Japan

- วัดค่า Water Activity ด้วยเครื่องวัด a_w Aqua lab, series 3
- ค่าอัตราการแผ่ตัว (spread ratio) ของชิ้นคุกกี้ ตามวิธีของ AACC (2000)

5.2 วิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่

- Peroxide Value ตามวิธีของ AOAC (1995)
- Thiobabituric Acid Reactive Substances (TBARS)

5.3 วิเคราะห์สมบุติทางจุลชีววิทยา

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 10,000 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- จำนวนยีสต์รา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

โดยใช้วิธี Bacteriological analytical manual (BAM)

5.4 วิเคราะห์การยอมรับทางประสาทสัมผัส

วิเคราะห์ความชอบด้าน สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยการทดสอบแบบ 7-Point Hedonic Scale กำหนดช่วงคะแนนตั้งแต่ 1-7 (7 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 50 คน โดยวิธีของ Chamber & Wolf (1996) คัดเลือกคุกกี้ชนิดนิ่มที่ทดแทนเนยด้วยน้ำมันบริโภคชนิดผสมที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสมาเพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

6. คัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดหนึ่งสูตรและสูตร control นำมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 ºC) เป็นเวลา 4 สัปดาห์ จากนั้นสุ่มตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Peroxide Value และ Thiobabituric Acid Reactive Substances (TBARS) ตาม ข้อ 5.2) และทางกายภาพ (ข้อ 5.1) ทุกสัปดาห์ เมื่อครบ 4 สัปดาห์ ทำการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา
7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ของสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ ทางจุลชีววิทยา โดยออกแบบการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และวิเคราะห์การยอมรับทางประสาทสัมผัสมีการออกแบบการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test
8. สรุปผลการทดลอง จัดทำรายงาน และนำเสนองานวิจัย

งบประมาณ

หมวดวัตถุดิบ	**จำนวนเงิน (บาท/หน่วย)**
แป้งอเนกประสงค์	300 บาท / 3 กิโลกรัม
มาการีน	700 บาท / 1 กิโลกรัม
น้ำตาลทรายแดงละเอียด	600 บาท / 3 กิโลกรัม
น้ำตาลทรายขาว	80 บาท / 1 กิโลกรัม
น้ำมันมะพร้าว	1,195 บาท / 5 ลิตร
น้ำมันรำข้าว	800 บาท / 5 ลิตร
เบกกิ้งโซดา	25 บาท / 1 กิโลกรัม
เกลือ	24 บาท / 2 กิโลกรัม
กลิ่นวานิลลา	150 บาท / 454 มิลลิลิตร
ไข่ไก่	170 บาท / 30 ฟอง
	รวม 4,044 บาท

หมวดสารเคมี	**จำนวนเงิน (บาท/หน่วย)**
Acetic acid	700 บาท / 2.5 ลิตร
Chloroform	1,740 บาท / 2.5 ลิตร
Potassium Iodide	640 บาท / 100 กรัม
2-Thiobarbituric acid	1,051 บาท / 25 กรัม
Sodium Thiosulphate	540 บาท / 100 กรัม
	รวม 4,671 บาท

หมวดอุปกรณ์ทำคุกกี้	จำนวนเงิน (บาท)
กระบอกกดคุกกี้	330 บาท
ถ้วยตวงพลาสติก	100 บาท
	รวม 430 บาท

หมวดค่าใช้จ่ายทั่วไป	จำนวนเงิน (บาท)
ค่าการเดินทางในการจัดหาวัตถุดิบและข้อมูล	500 บาท
ค่าสำเนาเอกสารจากรายงานและสิ่งพิมพ์อ้างอิง	500 บาท
ค่าวัสดุทำรายงานและเสนอรายงาน	500 บาท
	รวม 1,500 บาท

รวมยอดสุทธิ 10,645 บาท

ครุภัณฑ์

1. เครื่องวัดสี (Chroma meter) ยี่ห้อ KONICA MINOLTA Model : CR-400 , Japan
2. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ยี่ห้อ Stable Micro Systems Model : TA-XT2i (icon) , England
3. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)
4. เครื่องวัด aw Aqua lab, series 3
5. เครื่องผสมอาหาร (Beater)
6. เตาอบ (oven)

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. (2524). ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 57) พ.ศ.2524 เรื่องน้ำมันมะพร้าว. ค้นเมื่อ 13 เมษายน 2562, จาก http://www.fda.moph.go.th

ธารดาว ทองแก้ว. (2546). น้ำมันพืช : ใช้อย่างไรให้ถูกต้องและปลอดภัย. ค้นเมื่อ 12 เมษายน 2562, จาก https://www.doctor.or.th/article/detail/1662

นฤมล จียโชค, อนรรฆอร ศรีไสยเพชร และ คณิต กฤษณังกูร. (2548). โครงการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการปรับปรุงกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์. คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปุญญิศา โยนกรอง. (2557). การประยุกต์ใช้น้ำมันมะพร้าวทดแทนครีมในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

มาตรฐานผลิตภัณฑ์. (2558). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนคุกกี้ เลขที่ 118/2546. ค้นเมื่อ 12 เมษายน 2562, จาก http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0118_55.pdf

วิภาวรรณ ศรีมุข, (2547). น้ำมันพืชสำหรับบริโภค. ค้นเมื่อ 12 เมษายน 2562, จาก http://www.dss.go.th/images/st-article/bsp_2_2547_edible_oil.pdf

ศิริพร เหลืองกอบกิจ. (2550). น้ำมันรำข้าว. จุลสารข้อมูลสมุนไพร. 24(3): 6-15

AACC. (2000). American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. (10th ed.). St. Paul: Minnesota

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

AOAC. (2000). Official methods of analysis (17th ed.). Gaithersburg: MD

AOAC. (2003). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analysis Chemistry(16th ed). Arlington: Virginia

Chamber IV, E. and Wolf, M.B. (1996). Sensory Testing Methods. 2nd ed. American Society for Testing and Materials. USA: Philadelphia.

Enig, M.G. (2000). Know Your Fats, The complete primer for understanding the nutrition of fat, oils and cholesterol. Bethesda. MS: USA

Scientificpsychic. (2019). Fats, Oils, Fatty Acids, Triglycerides. Retrieved April 12, 2019 from https://www.scientificpsychic.com/fitness/fattyacids2.html

Stewart M. (2003). Soft and Chewy Chocolate Chip Cookies. Retrieved April 1, 2019 from https://www.marthastewart.com/344840/soft-and-chewy-chocolate-chip-cookies

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวบัณฑิตา สุขสว่าง

ตำแหน่ง หัวหน้าโครงการ

วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.)

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีที่สำเร็จการศึกษา 2562

โทรศัพท์ 080 024 5205

Email sw.bantita@gmail.com

ชื่อ-สกุล นางสาววิฉวานี เทพปรียากุลกาล

ตำแหน่ง ผู้ร่วมวิจัย

วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.)

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีที่สำเร็จการศึกษา 2562

โทรศัพท์ 099 745 4746

Email witavanee@gmail.com