โครงการ
การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ ผลของน้ำมันบริโภคชนิดผสมที่มีผลต่อสมบัติของเนยถั่ว

ชื่อนิสิต นางสาวปวันรัตน์ คุณบันลือยศ

นางสาวฟ้าใส สุทธิ

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

ปีการศึกษา 2561

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของโครงงานทางวิชาการที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของโครงงานทางวิชาการที่ส่งผ่านทางคณะที่สังกัด

The abstract and full text of senior projects in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)

are the senior project authors' files submitted through the faculty.

ผลของน้ำมันบริโภคชนิดผสมที่มีผลต่อสมบัติของเนยถั่ว

โดย

นางสาวปวันรัตน์	คุณบันลือยศ	5832542223
นางสาวฟ้าใส	สุทธิ	5832557723

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิกานต์ กู้พงษ์ศักดิ์

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ประจำปีการศึกษา 2561

EFFECT OF EDIBLE OIL BLENDS ON PROTPERTIES OF PEANUT BUTTER

Pawanrat Khunbanlueyos

Fasai Sutti

Project Advisor

Asst. Prof. Sasikan Kupongsak, Ph. D.

A Report Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Degree of Bachelor of Science Program in Food Technology

Department of Food Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2018

หัวข้อวิจัย	ผลของน้ำมันบริโภคชนิดผสมที่มีผลต่อสมบัติของเนยถั่ว
โดย	นางสาวปวันรัตน์ คุณบันลือยศ
	นางสาวฟ้าใส สุทธิ
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิกานต์ กู้พงษ์ศักดิ์
ปีการศึกษา	2561

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อนุมัติให้รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
ประจำปีการศึกษา 2561

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ขนิษฐา ธนานุวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิกานต์ กู้พงษ์ศักดิ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

หัวข้อวิจัย ผลของน้ำมันบริโภคชนิดผสมที่มีผลต่อสมบัติของเนยถั่ว
โดย นางสาวปวันรัตน์ คุณบันลือยศ
นางสาวฟ้าใส สุทธิ
สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิกานต์ กู้พงษ์ศักดิ์
ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมี กายภาพ จุลชีววิทยา และลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของเนยถั่วที่ใช้น้ำมันบริโภคชนิดผสม ได้แก่ น้ำมันรำข้าวและน้ำมันเมล็ดชา ที่สัดส่วน 100:0 50:50 และ 0:100 w/w จากนั้นวัดค่าทางกายภาพได้แก่ สี ค่าน้ำอิสระ ลักษณะทางเนื้อสัมผัสที่ประกอบด้วย ค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ค่าการเกาะติด (Cohesiveness) และดัชนีความหนืด (Index of viscosity) ทางเคมี ได้แก่ ค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide Value) Thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) ทางจุลชีววิทยา ประกอบด้วย การตรวจนับจำนวนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดและการตรวจนับจำนวนยีสต์ราทั้งหมด และด้านประสาทสัมผัสทำการทดสอบความชอบของผู้บริโภคในด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมโดยใช้ seven-point hedonic scale จากนั้นเก็บเนยถั่วทั้ง 3 สูตรไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เพื่อวัดสมบัติทางกายภาพและเคมี ทุกๆ สัปดาห์ ส่วนสมบัติทางจุลชีววิทยาจะวัดเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการเก็บรักษา จากผลการวิจัย สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี พบว่าเมื่อเวลาเก็บรักษานานขึ้น ค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สำหรับสูตร 100:0 ในขณะที่ค่าสีแดง (a*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและค่าสีเหลือง (b*) มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สำหรับทั้ง 3 สูตร ค่าน้ำอิสระไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทั้ง 3 สูตร ส่วนลักษณะทางเนื้อสัมผัส พบว่าค่าความแน่นเนื้อและค่าการเกาะติดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนดัชนีความหนืดมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สำหรับทั้ง 3 สูตร สำหรับสมบัติทางเคมี พบว่าค่าเพอร์ออกไซด์ สำหรับสูตร 100:0 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนสูตร 50:50 และ 0:100 มีแนวโน้มลดลงในช่วงแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ ส่วนค่า TBARS สำหรับสูตร 100:0 พบว่ามีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ระหว่างการเก็บรักษา ในขณะที่สูตร 50:50 มีค่า TBARS เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนสูตร 0:100 มีค่าลดลง อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในช่วง 2 สัปดาห์แรก แล้วเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในช่วงสัปดาห์ที่ 3 และ 4 สำหรับผลทางด้านประสาทสัมผัส ทุกสูตรไม่มีความแตกต่าง ด้านความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับผลด้านจุลชีววิทยา พบว่าทั้ง 3 สูตรมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งค่าเริ่มต้นและหลังเก็บไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.๑๐๑๒/๒๕๔๘)

Project Title Effect of edible oil blends on properties of peanut butter
Student Pawanrat Khunbanlueyos
Fasai Sutti
Study Program Bachelor of Science in Food Technology
Advisor Asst. Prof. Sasikan Kupongsak, Ph. D.
Academic Year 2018

ABSTRACT

The objective of this research was to study the chemical, physical, microbiological and sensory characteristics of peanut butter using edible oil blends between rice bran oil and Camellia Oleifera Seed Oil at the ratio of 100:0 50:50 and 0:100 (w/w). The study was conducted for 4 weeks and during storage time, peanut butter was evaluated for changes in the physical properties including color, water activity, textural quality in term of firmness, cohesiveness and Index of viscosity. For the chemical properties, peroxide value and Thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) were evaluated. The microbiological properties including total plate count (Bacteria) and total plate count (Yeast and mold) were measured at initial and final storage time. 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. It was found that physical properties such as color showed that the brightness (L*) decreased significantly ($p \leq 0.05$) for 100:0 ratio, while the red value (a*) increased and the yellow value (b*) decreased significantly ($p \leq 0.05$) with the longer storage time. For all 3 treatments, water activity value had no significant changes ($p \leq 0.05$). The texture characteristics for all 3 treatments showed that the firmness and cohesiveness increased significantly ($p \leq 0.05$). Index of viscosity had no significant change ($p \leq 0.05$). For chemical properties, the result showed that the peroxide value for 100:0 ratio increased significantly ($p \leq 0.05$) while the 50:50 and 0:100 ratio decreased in the first period of storage. After that, there was an unstable change. In terms of the TBARS for the 100:0 ratio, the result showed a significant decrease ($p \leq 0.05$) in the initial week of storage, the TBARS of the 50:50 ratio increased significantly ($p \leq 0.05$) after the first week of storage, while the TBARS of 0:100 ratio decreased significantly ($p \leq 0.05$) during 2 weeks and significantly increased ($p \leq 0.05$) during the 3rd and 4th week. The result of sensory evaluation showed that overall hasd no significant ($p \leq 0.05$) difference for all 3 treatments. For the result of microbiological analysis at 4 week

storage, it was found that total plate count of bacteria and yeast mold abide by the values recommended by the community product standards.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ ขอกราบขอบพระคุณ โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้สนับสนุนเงินทุนวิจัยสำหรับโครงการนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิกานต์ กู้พงษ์ศักดิ์ เป็นอย่างสูงที่กรุณามอบความรู้ ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ตลอดจนแก้ไขส่วนที่บกพร่องต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการทำงานวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการประกันคุณภาพอาหาร และห้องปฏิบัติการเคมีอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกต่างๆในการใช้ห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณนิสิตจากภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบทางประสาทสัมผัส รวมถึงความช่วยเหลือที่เป็นประโยชน์ในด้านต่างๆ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวที่คอยสนับสนุน ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

นางสาวปวันรัตน์	คุณบันลือยศ	5832542223
นางสาวฟ้าใส	สุทธิ	5832557723

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

1.3 ขอบเขต/กรอบแนวคิดของการวิจัย 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 2

บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ถั่วลิสง (Peanut) 3

2.2 เนยถั่วลิสง (Peanut butter) 4

2.3 น้ำมันพืชสำหรับบริโภค (Vegetable oil) 5

2.4 น้ำมันรำข้าว (Rice bran oil) 8

2.5 น้ำมันเมล็ดชา (Camellia seed oil) 10

2.6 การหืน (Rancidity) 12

2.7 สี 13

2.8 2-Thiobarbituric acid value (TBARS) 13

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย 14

3.2 สารเคมี 14

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ 14

3.4 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์เนยถั่วลิสงแต่ละสูตรและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ 15

3.4.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ 15

3.4.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี 15

3.4.3 การวิเคราะห์สมบัติทางประสาทสัมผัส 15

3.4.4 การวิเคราะห์สมบัติทางจุลินทรีย์ 15

3.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 16

3.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย 16

บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1 สมบัติทางกายภาพและเคมีของเนยถั่วที่ดัดแปรอัตราส่วนของน้ำมันรำข้าว และน้ำมันเมล็ดชาในอัตราส่วนต่างๆ ระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา 18

4.1.1 ค่าสี 18

4.1.2 ค่าน้ำอิสระ (Water activity) 20

4.1.3 ลักษณะทางเนื้อสัมผัส 21

4.2 สมบัติทางเคมีของเนยถั่วที่ดัดแปรอัตราส่วนของน้ำมันรำข้าวและน้ำมันเมล็ดชา ในอัตราส่วนต่างๆ ระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา 23

4.2.1 ค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide value) และค่า Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) 23

4.3 การประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนยถั่วที่ดัดแปรอัตราส่วน ของน้ำมันรำข้าวและน้ำมันเมล็ดชาที่อัตราส่วนต่างๆ 26

4.4 การวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยาของเนยถั่วที่เติมน้ำมันรำข้าวและน้ำมันเมล็ดชา ในสัดส่วนต่างๆ 27

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 28

5.2 ข้อเสนอแนะ 29

เอกสารอ้างอิง 30

ภาคผนวก 33

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบในถั่วลิสง	3
2	องค์ประกอบพื้นฐานของกรดไขมันในน้ำมันพืช	6
3	องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันพืช (%)	6
4	เปอร์เซ็นต์องค์ประกอบของกรดไขมันชนิดต่างๆในน้ำมันรำข้าว	8
5	การเปรียบเทียบองค์ประกอบของกรดไขมันระหว่าง Camellia seed oil กับ edible oil อื่นๆ	11
6	สูตรการทำเนยถั่ว	16
7	ค่าสีของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 100:0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	19
8	ค่าสีของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 50:50 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	19
9	ค่าสีของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 0:100 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	19
10	ค่าน้ำอิสระของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 100:0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	20
11	ค่าน้ำอิสระของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 50:50 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	20
12	ค่าน้ำอิสระของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 0:100 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	21
13	ค่าความแน่นเนื้อ และค่าการเกาะติด และดัชนีความหนืดของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 100:0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	22
14	ค่าความแน่นเนื้อ และค่าการเกาะติด และดัชนีความหนืดของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 50:50 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	22
15	ค่าความแน่นเนื้อ และค่าการเกาะติด และดัชนีความหนืดของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 0:100 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	23
16	ค่าเพอร์ออกไซด์ และค่า TBARS ของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 100:0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	24
17	ค่าเพอร์ออกไซด์ และค่า TBARS ของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 50:50 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	25

18	ค่าเพอร์ออกไซด์ และค่า TBARS ของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชา ในสัดส่วน 0:100 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ	25
19	ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของเนยถั่วที่เติมน้ำมันในแต่ละอัตราส่วน ด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวม จากผู้ทดสอบ ทั้งหมด 50 คน	26
20	ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ Total plate count (Bateria) ของเนยถั่วทั้ง 3 สูตร ก่อนและหลังการเก็บรักษา 4 สัปดาห์	27
21	ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ Total plate count (Yeast and mold) ของเนยถั่วทั้ง 3 สูตร ก่อนและหลังการเก็บรักษา 4 สัปดาห์	27

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
1	โครงสร้างของโอรีซานอล	9
2	โครงสร้างของโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอล	9

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เนยถั่วผลิตจากถั่วลิสงบดหยาบหรือละเอียด มีลักษณะเหลวข้น นิยมรับประทานโดยการนำมาทาบนขนมปังหรือใส่ในเครื่องดื่มบางประเภท เนยถั่วเป็นอาหารเพื่อสุขภาพอุดมไปด้วยโปรตีน ไขมันและพลังงานที่สูง น้ำมันหลักในเนยถั่ว คือ น้ำมันถั่วลิสงซึ่งเป็นน้ำมันบริโภคที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่งซึ่งเชื่อว่าจะช่วยป้องกันโรคหัวใจและลดคอเลสเตอรอลและมีกรดอะราชิดิก (arachidic acid) อยู่สูงกว่าร้อยละ 1 ในขณะที่น้ำมันอื่นๆ มีกรดไขมันชนิดนี้อยู่น้อยมาก นอกจากนี้ถั่วลิสงยังเป็นแหล่ง ไบโอติน (biotin) และใยอาหาร (dietary fiber) ที่ดี เนื่องจากถั่วลิสงมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่ในปริมาณที่สูงจึงอาจเกิดการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์และส่งผลต่อสมบัติต่างๆของเนยถั่วได้ ดังนั้นกระบวนการผลิตเนยถั่วจึงมีการเติมเนยขาวหรือน้ำมันบริโภคบางชนิดเพื่อลดการแยกชั้นของน้ำมัน ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาผลของการเติมน้ำมันบริโภคชนิดผสมชนิดต่างๆ ต่อสมบัติของเนยถั่วและน้ำมันที่เติมลงไปนั้นสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ผลิตภัณฑ์เนยถั่วได้ ผู้วิจัยคำนึงถึงองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันเป็นหลักเพื่อให้ผู้บริโภคได้รับคุณค่าทางอาหารมากที่สุดและไม่ส่งผลต่อสุขภาพในด้านต่างๆ นอกจากนี้การเติมน้ำมันบริโภคชนิดผสมลงในเนยถั่วยังช่วยลดต้นทุนในการผลิตเมื่อเทียบกับการใช้ถั่วลิสงเพียงอย่างเดียว

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ ทางจุลชีววิทยา และลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของเนยถั่วที่ใช้น้ำมันบริโภคชนิดผสม

1.3 ขอบเขต/กรอบแนวคิดของการวิจัย

งานวิจัยทำการผลิตเนยถั่วโดยการแปรสัดส่วนของน้ำมันที่เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ น้ำมันรำข้าวและน้ำมันเมล็ดชา ในสัดส่วน 100:0 50:50 และ 0:100 จากนั้นทำการศึกษาเสถียรภาพการเก็บรักษาของเนยถั่วทั้ง 3 สูตรโดยวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมีและจุลชีววิทยา ทุกๆ สัปดาห์เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์และประเมินลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของเนยถั่วจากการทดสอบความชอบของผู้บริโภคทุกสูตรก่อนการเก็บรักษา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทราบสมบัติที่เหมาะสมของเนยถั่วที่ได้จากการใช้น้ำมันบริโภคชนิดผสมที่แตกต่างกันเป็นส่วนประกอบ
2. ช่วยเพิ่มผลิตภัณฑ์ทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค
3. ช่วยลดต้นทุนในการผลิต

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ถั่วลิสง (peanut)

ถั่วลิสงเป็นพืชน้ำมันที่สำคัญที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ถั่วลิสงเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเนยถั่ว ลูกกวาดและผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่ง ซึ่งถั่วลิสงที่นำมาใช้ต้องผ่านการคั่วก่อนจึงนำมาบริโภคได้ ผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสงอุดมไปด้วยคุณประโยชน์ประกอบด้วยโปรตีนสูง ไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่งและสารอาหารอีกมากมาย (Davis และ Dean, 2016)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบในถั่วลิสง

องค์ประกอบ	(%)
ความชื้น	5.5
โปรตีน	24.8
ไขมัน (fat)	48.2
คาร์โบไฮเดรต	16.1
ใยอาหาร	5.4

ที่มา: USDA National Nutrient Database for Standard (2015)

น้ำมันเป็นองค์ประกอบหลักในถั่วลิสง (48.2%) จึงมีผลต่อการพัฒนารสชาติ ความคงตัวในการเก็บรักษาและคุณค่าทางโภชนาการโดยมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงทำให้มีประโยชน์ต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด (Davis และ Dean, 2016)

2.2 เนยถั่ว (peanut butter)

เนยถั่ว คือ กระบวนการผลิตเริ่มจากการนำเมล็ดถั่วลิสงแก่มาคั่วแล้วกะเทาะเปลือกหุ้มเมล็ดออก บดเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งเนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์อาจจะหยาบหรือละเอียดขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้บริโภค จากนั้นอาจเติมเกลือ น้ำตาล เนยขาว สารต้านออกซิเดชั่นและสารให้กลิ่นลงไป เมื่อผสมเข้ากันดีแล้วบรรจุใส่ภาชนะขายตามความต้องการของตลาด เนื่องจากเนยถั่วมีน้ำมันเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 50% จึงมีการเติมโมโนกลีเซอไรด์และไดกลีเซอไรด์เพื่อช่วยป้องกันการแยกชั้นของน้ำมันและช่วยให้ลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (ศิวาพร, 2535)

องค์ประกอบของเนยถั่วมี ไขมัน 49.4% โปรตีน 27.8% คาร์โบไฮเดรต 17% เถ้า 3.8% และใยอาหาร 2% และให้พลังงาน 581 กิโลแคลอรี เนยถั่วนิยมใช้ทาขนมปัง แซนวิช และผสมในอาหารชนิดต่างๆ เช่น สลัด ไอศกรีม ขนมหวาน และขนมอบหลายชนิด

<u>คุณลักษณะที่ต้องการของเนยถั่ว</u> (มผช.๑๐๑๒/๒๕๔๘)

1. ลักษณะทั่วไปต้องเป็นของเหลวข้น ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน อาจมีชิ้นหยาบของถั่วลิสงที่ใช้ปนอยู่บ้างเล็กน้อยหรือมีชิ้นส่วนของส่วนประกอบอื่นกระจายอย่างสม่ำเสมอ ไม่แยกชั้นหรือจับตัวเป็นก้อน อาจมีน้ำมันลอยอยู่ได้บ้างเล็กน้อย
2. สีต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของเนยถั่ว
3. กลิ่นรสต้องมีกลิ่นรสตามธรรมชาติของเนยถั่ว ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม
4. ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์
5. ค่าเพอร์ออกไซด์ต้องไม่เกิน 30 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม
6. อะฟลาทอกซินต้องไมเกิน 10 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม
7. วัตถุเจือปนอาหารหากมีการใช้สีสังเคราะห์ ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด
8. จุลินทรีย์
    1). จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
    2). ยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

การผลิตเนยถั่วลิสงในประเทศไทยยังไม่แพร่หลาย แม้ว่าวัตถุดิบหลักสามารถหาได้ง่ายในประเทศ อาจมีเพียง 2% ที่ต้องนำเข้าสารเคมี ประเทศไทยมีการนำเข้าเนยถั่วลิสงหลากหลายยี่ห้อ ในขณะที่ประเทศทางยุโรปและอเมริกานิยมบริโภคเนยถั่วลิสงเป็นอาหารหลักเนื่องจากเป็นอาหารโปรตีนสูง ให้พลังงาน อุดมไปด้วยแร่ธาตุและวิตามิน อีกทั้งเนยถั่วมีวิธีการทำที่ง่ายและสะดวก (วิชัยและเพ็ญขวัญ, 2540)

Mohd Rozalli และคณะ (2016) ได้ทำการศึกษาคุณภาพและความคงตัวในการเก็บรักษาเนยถั่วที่ไม่เติมสารกันเสีย วัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ เนยถั่วจากซุปเปอร์มาร์เกต (Commercial peanut butter) และเนยถั่วที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นโดยใช้ถั่วลิสงพันธุ์ Virginia และ Spanish นำมาคั่วพร้อมเปลือกที่ 152°C เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นกะเทาะเปลือกออกและนำถั่วลิสงมาบดใช้ความเร็วเครื่องบดที่ 22,000 rpm เป็นเวลา 3 นาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ Natural peanut butter จากนั้นนำเนยถั่วทั้ง 2 แบบเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10, 24 และ 35°C และเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ 17 สัปดาห์โดยจะต้องนำตัวอย่างมาตรวจทุกๆ สัปดาห์ โดยวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ดังนี้ ค่าน้ำอิสระ (water activity) จุลชีววิทยา ค่าเพอร์ออกไซด์ (PV value) การแยกตัวของน้ำมัน (Oil separation) และลักษณะทางเนื้อสัมผัส จากการศึกษาพบว่า Natural peanut butter มีลักษณะทางเคมีกายภาพและสมบัติทางจุลชีววิทยาที่เหมาะสมแต่เสถียรภาพทางออกซิเดชันและลักษณะทางเนื้อสัมผัสแตกต่างจาก Commercial peanut butter อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเก็บรักษา Natural peanut butter ไว้ที่อุณหภูมิ 10°C เป็นเวลา 8 สัปดาห์จะมีคุณสมบัติและลักษณะทางเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับ Commercial peanut butter มากที่สุด นอกจากนั้นจากการวิเคราะห์การแยกตัวของน้ำมัน (Oil separation) พบว่า มีผลต่อค่าเพอร์ออกไซด์ Spreadability และ firmness

Riveros และคณะ (2010) ได้ทำการศึกษาผลของการเก็บรักษาต่อองค์ประกอบทางเคมีและลักษณะทางเนื้อสัมผัสระหว่างเนยถั่วที่มีองค์ประกอบของ Oleic สูงและเนยถั่วปกติ วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ถั่วลิสงพันธุ์ Granoleico (GO-P) ซึ่งมีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัว Oleic สูงและถั่วลิสงพันธุ์ Tegua (T-P) นำถั่วลิสงทั้งสองชนิดมาคั่วที่อุณหภูมิ 140°C เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปบดและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 4, 23 และ 40°C นำตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและลักษณะทางประสาทสัมผัสในวันที่ 0, 35, 70, 105, 140 และ175 ของการเก็บรักษา จากการศึกษาพบว่า เนยถั่วที่มี Oleic (GO-P) สูงจะมีความเสถียรในการเก็บรักษาไว้ได้นานกว่าเนยถั่วปกติ

2.3 น้ำมันพืชสำหรับบริโภค (Vegetable oil)

น้ำมันพืชประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์ 96-98% เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกลีเซอรอลกับกรดไขมันซึ่งมีส่วนประกอบของกรดไขมันที่แตกต่างกันโดยจะมีอยู่ 3ประเภท ได้แก่

1. กลุ่มที่มีกรดไขมันอิ่มตัวสูง (SFA) เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม
2. กลุ่มที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง (MUFA) เช่น น้ำมันรำข้าว
3. กลุ่มที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง (PUFA) เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันทานตะวัน

โดยในปัจจุบันนิยมบริโภคน้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง (MUFA) สูงเนื่องจากช่วยลดคอเลสเตอรอลที่ไม่ดี (LDL) ลงได้

กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันพืชส่วนใหญ่ประกอบด้วย 4-22 อะตอมคาร์บอนและมีโครงสร้างเป็นเส้นตรง มีการจำแนกชนิดของกรดไขมันตามความยาวของสายโซ่ ได้แก่ short chain 4–8 อะตอมคาร์บอน, medium chain 10–12 อะตอมคาร์บอนและ long chain มากกว่าหรือเท่ากับ 14 อะตอมคาร์บอน โดยน้ำมันพืชจะมีองค์ประกอบพื้นฐานของกรดไขมัน ดังนี้

ตารางที่ 2 องค์ประกอบพื้นฐานของกรดไขมันในน้ำมันพืช

Saturated	Unsaturated
Lauric (C_{12})	Oleic ($C_{18:1}$)
Palmitic (C_{16})	Linoleic ($C_{18:2}$)
Stearic (C_{18})	Linolenic ($C_{18:3}$)
Arachidic (C_{20})	
Behinic (C_{22})	

ที่มา : Yang และคณะ (2018)

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

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันพืช (%)

น้ำมัน	C14:0	C16:0	C16:1	C17:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	SFA	MUFA	PUFA
Corn Oil		5.96			2.42	18.24	58.59	10.30		8.38	18.24	68.89
Camellia Oil		13.80		0.06	3.10	72.50	9.50	0.60	0.36	17.26	72.50	10.10
Almond Oil		4.59	0.68		1.18	66.97	26.31	0.27		5.77	67.65	26.58
Rice bran Oil	0.22	17.00	0.10		1.52	47.22	32.65		0.39	19.13	47.32	32.65

ที่มา : Yang และคณะ (2018)

Yang และคณะ (2018) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันพืชที่ได้จากเมล็ดพืชน้ำมันในประเทศจีน วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ น้ำมันพืชจากเมล็ดพืชน้ำมัน 17 ชนิด เช่น น้ำมันเมล็ดชา น้ำอัลมอนและน้ำมันรำข้าว เป็นต้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน phytosterols, tocopherols, total phenolic content, squalene และ β-carotene contents พบว่าน้ำมันพืชแต่ละชนิดมีประโยชน์และคุณสมบัติด้าน biologica activity แตกต่างกัน เช่น น้ำมันรำข้าวมีองค์ประกอบของ campesterol และ totalphytosterol สูง ดังนั้นน้ำมันรำข้าวเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับผู้ป่วยที่มีคอเลสเตอรอลสูงและโรคที่เกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือด

Hashempour-Baltork และคณะ (2016) ได้กล่าวถึงการใช้น้ำมันพืชชนิดผสมที่มีผลต่อลักษณะทางเคมีกายภาพ สารอาหารและสุขภาพ พบว่าการใช้น้ำมันพืชผสมสามารถช่วยเพิ่มคุณสมบัติบางประการที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ได้ เนื่องจากการผสมน้ำมันพืชแต่ละชนิดเข้าด้วยกันจะทำให้องค์ประกอบกรดไขมันในน้ำมันผสมแตกต่างไปจากเดิม เช่น ทำให้ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นโดยส่งผลดีต่อระบบในร่างกายและไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ การผสมน้ำมันพืชเพื่อปรับปรุงสมบัติบางประการของผลิตภัณฑ์เป็นวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ง่าย ต้นทุนต่ำ

2.4 น้ำมันรำข้าว (Rice bran oil)

น้ำมันรำข้าว คือ น้ำมันพืชที่ผลิตจากน้ำมันรำข้าวดิบ ซึ่งประกอบด้วยจมูกข้าว เยื่อหุ้มเมล็ดข้าว และเยื่ออลูโลน ทำให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่ไม่นิยมนำมาประกอบอาหารมากมักเนื่องจากคุณภาพของรำข้าวจะลดลงอย่างรวดเร็วหลังกระบวนการขัดสี จากการทำงานของเอนไซม์ โดยเฉพาะเอนไซม์ไลเปซ รวมถึงรำข้าวมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งสูง ทำให้เกิดการออกซิเดชั่นได้ง่าย ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นหืน อันเป็นผลเสียต่อผลิตภัณฑ์

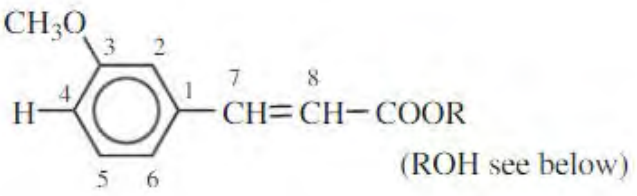
กรดไขมัน เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันรำข้าว โดยส่วนใหญ่จะเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว องค์ประกอบของกรดไขมันชนิดต่างๆ เป็นดังที่แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์องค์ประกอบของกรดไขมันชนิดต่างๆในน้ำมันรำข้าว

กรดไขมัน	%
Myristic (14:0)	0.23
Palmitic (16:0)	14.35
Stearic (18:0)	1.27
Oleic (18:1)	42.50
Linoleic (18:2)	41.17
Linolenic (18:3)	1.50
Arachidic (20:0)	0.45
Behenic (22:0)	0.23

ที่มา : ศิริพร เหลืองกอบกิจ (2550)

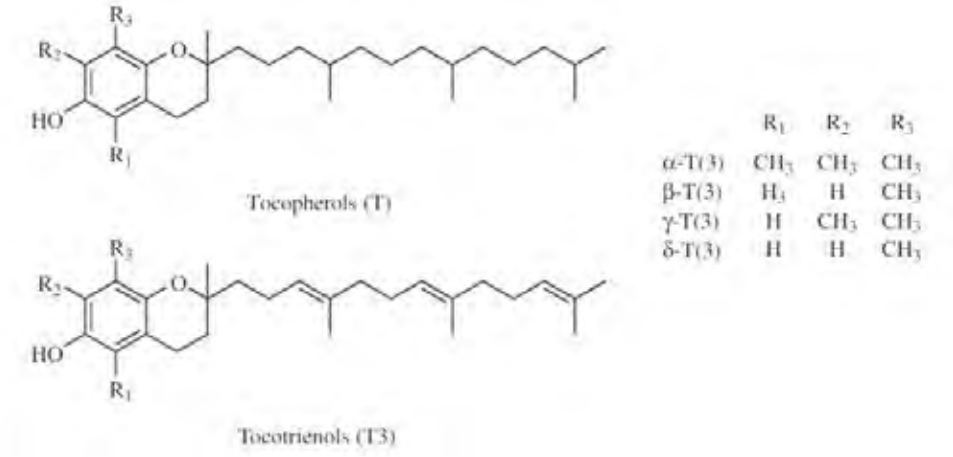
สารสำคัญในน้ำมันรำข้าว คือ gamma-oryzanol มีลักษณะเป็น crystalline powder สีขาว หรือสีขาวเหลือง ไม่มีกลิ่น ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายน้ำได้เล็กน้อยใน diethyl ether และ n-heptane ละลายใน isopropyl alcohol ได้ดีกว่าและละลายได้ดีใน chloroform โดยสาร gamma-oryzanol เป็นส่วนผสมของ Triterpene alcohol ferulates และ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



ROH = campesterol
= O sitosterol
= cycloartenol
= 24 methylene-cycloartenol
= cyclobranol

รูปที่ 1 โครงสร้างของโอรีซานอล

ที่มา: Orthoefer F. T. (2005)



รูปที่ 2 โครงสร้างของโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอล

ที่มา: Orthoefer F. T. (2005)

Alim และคณะ (2008) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณไขมันที่เป็นของแข็งในน้ำมันรำข้าว พบว่า น้ำมันรำข้าวมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง (MUFA) อยู่สูง ซึ่งสามารถป้องกันการเกิดโรคหัวใจและ หลอด-เลือดได้ และยังมี Linoleic acid เป็นส่วนประกอบอยู่ในปริมาณมากเมื่อเทียบกับกรดไขมันชนิดอื่น โดย Linoleic acid เป็นกรดไขมันจำเป็นที่ร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ จึงต้องรับเข้าร่างกายโดยวิธีรับประทานเข้าไปเท่านั้นโดยจากการศึกษาพบว่า Conjugated- Linoleic acid (CLA) นั้นมีประโยชน์ต่อสุขภาพมาก เนื่องจากสามารถยับยั้งการเกิดภาวะหลอดเลือดแข็ง (Atherosclerosis) ได้ อีกทั้งยังเพิ่มศักยภาพในการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายอีกด้วย

Yang และคณะ (2018) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบของน้ำมันบริโภคชนิดต่างๆ พบว่า Phytosterol มีโครงสร้างที่คล้ายคลึงกับคอลเลสเตอรอล แต่มีผลดีต่อร่างกายคือ สามารถลดคอลเลสเตอรอลในเส้นเลือดได้ และมีศักยภาพสูงในการป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด อีกทั้งยังเป็นสารต้านการแพ้และการอักเสบ สารปรับภูมิคุ้มกันร่างกาย และสารต้านการเกิดมะเร็งอีกด้วย โดยส่วนประกอบหลักใน Phytosterol นั้น คือ β -sitosterol ซึ่งพบได้มากที่สุดในน้ำมันรำข้าว ส่งผลให้น้ำมันรำข้าวมี Phytosterol ในปริมาณมากที่สุด เมื่อเทียบกับน้ำมันพืชสำหรับบริโภคชนิดอื่นๆที่ใช้ในการศึกษา อีกทั้งยังมี Tocopherol หรือวิตามินอี อยู่ในปริมาณมากเช่นกัน ซึ่งส่งผลดีต่อร่างกายโดยสามารถป้องกันการรวมตัวของเกล็ดเลือดได้ ดังนั้น น้ำมันรำข้าวจึงเหมาะสมที่จะเป็นน้ำมันบริโภคสำหรับผู้ป่วยที่มีคอลเลสเตอรอลสูง และผู้ป่วยที่มีอาการของโรคหัวใจและหลอดเลือด

2.5 น้ำมันเมล็ดชา (Camellia seed oil)

Camellia oleifera เป็นเมล็ดชาที่พบทางตอนใต้ของประเทศจีน นิยมนำมาสกัดเป็นน้ำมันสำหรับบริโภคซึ่งเมล็ดชาชนิดนี้มีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นกรดไขมันต่างกัน 14 ชนิด ประกอบด้วย unsaturated fatty acid และ Saturated fatty acid กรดไขมันที่พบในเมล็ดชามีสัดส่วนใกล้เคียงกับน้ำมันมะกอก ดังนี้

- Unsaturated fatty acid 87.74%
  - Oleic (C18:1) 78.24%
  - Linoleic (C18:2) 9.50%
- Saturated fatty acid 12.24 %
  - Palmitic (C16:0) 9.63%
  - Stearic (C18:0 2.61%

น้ำมันเมล็ดชาเป็นน้ำมันชนิดหนึ่งที่ได้จาก Camellia sinensis หรือ Camellia oleifera ไม่ได้ผลิตจากพุ่มชาที่เก็บใบมาชงน้ำดื่มกันแพร่หลายทั่วไป แต่มาจากชาอีกสายพันธุ์หนึ่งที่เป็นไม้ยืนต้นสูงใหญ่ 5-10 เมตร อายุยืน ออกดอกผลได้นานหลายปี และเมล็ดซึ่งอยู่ด้านในผลนำมาบีบสกัดเป็นน้ำมันเมล็ดชาคุณภาพสูง น้ำมันเมล็ดชาเป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลายทางตอนใต้ของประเทศจีน น้ำมันเมล็ดชามักนำมาผสมและใช้เพื่อปรุงอาหารต่างๆ ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้น้ำมันเมล็ดชาในการประกอบอาหารแต่ยังไม่แพร่หลายมาก น้ำมันเมล็ดชาในประเทศไทยมีจุดเริ่มต้นจากแนวพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยของมูลนิธิชัยพัฒนาพบว่า น้ำมันเมล็ดชามีประโยชน์ต่อสุขภาพเป็นอย่างมากเพราะมีกรดไขมันอิ่มตัวต่ำ กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง ซึ่งประกอบด้วยโอเมก้า 9 สูงถึง 81-87% โอเมก้า 6 13-28% โอเมก้า 3 1-3% กรดไขมันไม่อิ่มตัวเหล่านี้ช่วยลดระดับ LDL (คอเรสเตอรอลชนิดไม่ดี) และเพิ่ม HDL (คอเรสเตอรอลชนิดดี) ที่มีส่วนช่วยป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดตีบตัน โรคอัมพาต โรคความดันโลหิต โรคเบาหวาน โรคหัวใจ ซึ่งส่งผลดีต่อสุขภาพร่างกายของผู้มีภาวะน้ำหนักเกิน สตรีมีครรภ์ และผู้สูงอายุ

อีกทั้งการมีจุดเกิดควันที่สูงถึง 252 องศาเซลเซียส จึงสามารถทนความร้อนได้สูง สามารถนำไปปรุงอาหารได้หลายวิธี ถือเป็นน้ำมันที่เหมาะกับทุกเพศทุกวัย อีกทั้งยังมีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบางตัวได้อีกด้วย

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบองค์ประกอบของกรดไขมันระหว่าง Camellia seed oil กับ edible oil อื่นๆ

Oils	Monounsaturated fatty acid (%)	Polyunsaturated fatty acid (%)
Camellia oleifera oil	68-77	7-14
Olive oil	77	9
Rapeseed oil	48	34
Peanut oil	13	78
Soybean oil	25	62
Safflower Seed oil	24	61
Pig oil	47	12

ที่มา : Ma และคณะ (2011)

Ma และคณะ (2010) ได้ศึกษาว่า น้ำมันเมล็ดชาเป็นน้ำมันธรรมชาติที่ดีต่อสุขภาพ เนื่องจากมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกับน้ำมันมะกอก และมีสารที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพบางอย่างที่ไม่พบในน้ำมันมะกอก เช่น ซาโปนิน (saponin) พอลิฟีนอล (polyphenol) และไกลโคไซด์ (glycoside) โดยกรดไขมันในน้ำมันเมล็ดชาจะมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) ในปริมาณสูง ประกอบด้วยกรดโอเลอิค (oleic acid ; C18:1) 78-86%, กรดแอลฟ่าลินโนเลอิค (linoleic acid; C18:2) 8.6%, กรดลินโนเลนิค (linolenic acid; C18:3) 0.8-1.6%, กรดไขมันอิ่มตัวกรดปาล์มิติก (palmitic acid; C16:0) 8.8% และกรดสเตียริก (stearic acid; C18:0) 2.0%

Fazel และคณะ (2008) และ Li และคณะ (2010) ได้ศึกษาถึงประโยชน์ของน้ำมันเมล็ดชา คือ การที่น้ำมันเมล็ดชามีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงและซาโปนินจึงสามารถลดความเสี่ยงของการเกิดโรคบางชนิดได้ เช่น โรคความดัน โรคหัวใจ รวมทั้งสามารถลดปริมาณคอเลสเตอรอลชนิดที่ไม่ดี (LDL) ได้ และยังมีสารที่เป็นประโยชน์หลายอย่าง เช่น สารต้านอนุมูลอิสระบางตัว คือ พอลิฟีนอล (polyphenols) แคโรทีนอยด์ (carotenoids) และวิตามินอี (vitamin E) ที่มีปริมาณมากกว่าในน้ำมันมะกอกถึง 2 เท่า ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้จะสามารถช่วยยืดอายุการเก็บของน้ำมันและผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันเมล็ดชาเป็นองค์ประกอบ สควาเลน (squalene) และฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ที่สามารถลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งได้ และเนื่องจากในน้ำมันเมล็ดชามีพอลิฟีนอลและซาโปนินที่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด น้ำมันเมล็ดชาจึงมีสมบัติในการต้านจุลินทรีย์อีกด้วย

2.6 การหืน (Rancidity)

กลิ่นที่ผิดปกติของไขมันหรือน้ำมัน ถือเป็นการเสื่อมเสียของอาหารในด้านสมบัติทางเคมีและกายภาพ เนื่องจากปฏิกริยาเคมี 3 ชนิด คือ ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ปฏิกิริยาออกซิเดชัน และปฏิกิริยาการเกิดคีโตน

เกิดจากปฏิกิริยาออโตออกซิเดชัน ระหว่างออกซิเจนในอากาศกับตำแหน่งพันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ก่อให้เกิดสารที่ให้กลิ่นและรสที่ผิดปกติ สามารถเกิดขึ้นเองแบบต่อเนื่องได้ตลอดเวลา หรืออาจมีปัจจัยอื่นเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยา เช่น แสง และความร้อน

<u>กลไกการเกิดปฏิกิริยาออโตออกซิเดชัน (Autoxidation)</u>

ก. ขั้นเริ่มต้น (Initiation) การเริ่มเกิดอนุมูลอิสระเกิดกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ โดยเริ่มต้นที่คาร์บอนที่ตำแหน่งพันธะคู่สูญเสียไฮโดเจนอะตอม ทำให้เกิดเป็นอนุมูลอิสระไฮโดรคาร์บอน (R•)

$$RH \longrightarrow R\bullet + H\bullet$$

ข. ขั้นเพิ่มจำนวน (Propagation) เกิดจากออกซิเจนเข้าไปทำปฏิกิริยาที่ตำแหน่งพันธะคู่ เกิดเป็น peroxy radical (ROO•) เป็นปฏิกิริยาลูกโซ่และมีอนุมูลอิสระเกิดขึ้นต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ เกิดเป็น proxy radical แล้วทำปฏิกิริยาต่อเนื่องกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวใหม่ ได้ไฮเพอร์ออกไซด์ (ROOH)

$$R\bullet + O_2 \longrightarrow ROO\bullet$$
$$RH + ROO\bullet \longrightarrow ROOH + R\bullet$$

ค. ขั้นสุดท้าย (Termination) อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นมารวมตัวกันเองเกิดเป็นสารใหม่ (secondary product) ได้สารประกอบแอลดีไฮด์ คีโตน แอลกอฮอล์ แอลเคน และกรดอินทรีย์ เป็นต้น สารเหล่านี้ทำให้เกิดสี กลิ่น และรส ที่ผิดปกติของน้ำมันและไขมัน

$$R\bullet + R\bullet \longrightarrow R - R$$
$$ROO\bullet + ROO\bullet \longrightarrow ROOR + O_2$$
$$RO\bullet + R\bullet \longrightarrow ROR$$
$$ROO\bullet + R\bullet \longrightarrow ROOR$$
$$2RO\bullet + 2ROO\bullet \longrightarrow 2ROOR + O_2$$

2.7 สี

น้ำมันแต่ละชนิดจะมีสีแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับรงควัตถุที่อยู่ในวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการสกัดน้ำมัน โดยกระบวนการผลิตน้ำมันจะมีขั้นตอนการฟอกสี (Blanching) ซึ่งเป็นการแยกเอารงควัตถุต่างๆ และสารที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันออกจากน้ำมัน หรือทำให้มีปริมาณลดลง รงควัตถุเหล่านี้ ได้แก่ คลอโรฟีลล์ และแคโรทีนอยด์ การแยกเอารงควัตถุออกไปจะทำให้น้ำมันมีสีจางลงนอกจากนั้นยังช่วยลดปริมาณของโลหะ ฟอสฟาไตด์ กัม สบู่ และสารประกอบเพอร์ออกไซด์ลงอีกด้วย

2.8 2-Thiobarbituric acid value (TBARS)

เป็นวิธีการติดตามปฏิกิริยาการหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่นิยมอีกวิธีหนึ่ง โดยค่า TBARS วัดจำนวน mg malonaldehyde ต่อตัวอย่าง 1 กิโลกรัม หรือวัดเป็น μmols malonaldehyde ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ของมาลอนไดแอลดีไฮด์ ซึ่งเป็น secondary oxidation product ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง สามารถทำปฏิกิริยากับ 2 moles ของ TBARS ให้สารละลายสีชมพูที่ดูดกลืนแสงที่ 532-535 นาโนเมตร โดยปริมาณเสงที่ดูดกลืนจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของมาลอนไดแอลดีไฮด์

ข้อดีและข้อจำกัดของวิธี TBARS คือวิธีการติดตามการหืนจาก secondary oxidation product จะเป็นการตรวจวัดสารที่ทำให้เกิดกลิ่นหืนในน้ำมันได้โดยตรง ดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์กับคุณภาพทางประสาท-สัมผัสสูง นอกจากนี้ยังเป็นวิธีที่ไม่สลับซับซ้อนและไม่แพงแต่อย่างไรก็ตาม TBA สามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่นที่ไม่ใช่ lipid carbonyl ได้ เช่น ascorbic acid sugar และ nonenzymatic browning product ซึ่งดูดกลืนแสงในช่วง 450-540 นาโนเมตร ดังนั้นค่าที่ได้อาจไม่แม่นยำ

Shahidi และ Wanasundara (2008) อธิบายว่า การวิเคราะห์ค่า TBA มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ได้แก่ วิธีกลั่น วิธีสกัด และวิธีวัดโดยตรง สำหรับวิธีกลั่นเป็นวิธีการกลั่นสารประกอบที่ระเหยได้ (Volatile compound) ออกมาพร้อมกับไอน้ำ แล้วจึงนำสารที่กลั่นได้มาทำปฏิกิริยากับ TBA reagent ส่วนวิธีสกัดทำโดยสกัด TBA-reactive substances (TBARS) จากอาหารด้วย aqueous medium เช่น สารละลาย Trichloroacetic acid ก่อนที่จะนำไปทำปฏิกิริยากับ TBA reagent และวิธีวัดโดยตรงใช้กับน้ำมันและไขมันโดยทำปฏิกิริยาโดยตรงกับ TBA reagent แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงของสารประกอบที่เกิดขึ้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบวิธีทั้งสาม พบว่า สองวิธีแรกใช้เวลาในการวิเคราะห์นานและอาจเกิดสารประกอบอื่นที่ไม่ต้องการวัด (artifact formation) ในขณะที่วิธีสุดท้ายเป็นวิธีที่ง่ายและใช้เวลาในการวิเคราะห์สั้นกว่า (ศรุดา, 2554)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 ถั่วลิสงดิบเลาะเปลือก ตราข้าวทอง

3.1.2 น้ำมันรำข้าว ชนิดโอรีซานอลสูง 8,000 ppm ตราคิง

3.1.3 น้ำมันเมล็ดชา ตราภัทรพัฒน์

3.1.4 น้ำผึ้งชนิดขวด ตราสวนจิตรลดา

3.1.5 เกลือบริโภค เสริมไอโอดีน ตราปรุงทิพย์

3.2 สารเคมี

3.2.1 Petroleum ether (C_6H_6)

3.2.2 Acetic acid (CH_3COOH)

3.2.3 Chloroform ($CHCl_3$)

3.2.4 saturated solution of potassium iodide (Sat. KI)

3.2.5 0.01 N Sodium thiosulfate solution

3.2.6 4M HCl

3.2.7 TBA reagent

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.3.1 ถ้วยตวง / ช้อนตวง

3.3.2 เครื่องชั่ง

3.3.3 เตาอบไฟฟ้า

3.3.4 ถาดสำหรับอบ

3.3.5 เครื่องปั่น

3.3.6 ขวดโหลสำหรับเก็บตัวอย่าง

3.3.7 Minolta Colorimeter

3.3.8 Texture Analyzer

3.3.9 AquaLab series 3

3.3.10 Soxhlet extractor

3.3.11 Rotary evaporator

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 และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนยถั่วแต่ละสูตรและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

3.4.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

- วัดค่าสีในระบบ CIE (L*a*b*) ด้วยเครื่อง Minolta Chroma Meter รุ่น CR-300
- ค่า water activity ด้วยเครื่อง AquaLab series 3
- ค่า firmness และ ค่า cohesiveness โดยใช้ Texture Analyzer รุ่น TA.TX2i

3.4.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

- การสกัดไขมันออกจากตัวอย่างเนยถั่วด้วย Soxhlet extractor
- วัดค่าเพอร์ออกไซด์ด้วยวิธี Titration
- วัดค่า TBARS (Pearson, 1976 และ ศรุดา, 2554)

3.4.3 การวิเคราะห์สมบัติทางประสาทสัมผัส

ประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของเนยถั่วในแต่ละสูตรโดยประเมินทางด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส (ขณะสเปรด) รสชาติและความชอบโดยรวมของผู้บริโภค ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน โดยใช้ seven-point hedonic scale

3.4.4 การวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- จำนวนยีสต์รา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

โดยใช้วิธี Bacteriological analytical manual (BAM)

3.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

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

3.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

3.5.1 เปิดเตาอบเพื่อทำการอุ่นเตาที่อุณหภูมิ 150 ℃ เป็นเวลา 20 นาที

3.5.2 ผสมน้ำมันรำข้าวและน้ำมันเมล็ดชา เพื่อเป็นน้ำมันสำหรับการผลิตเนยถั่วลิสง โดยแปรค่าสัดส่วนของน้ำมันผสม ระหว่างน้ำมันรำข้าวต่อน้ำมันพื้นฐานเมล็ดชา ในอัตราส่วน 100:0, 50:50 และ 0:100 (w/w)

3.5.3 นำถั่วลิสงดิบเลาะเปลือก เกลือ น้ำมันรำข้าว และน้ำผึ้งไปชั่งน้ำหนักตามสูตรการทำเนยถั่วที่ได้ทำการดัดแปลงมาจาก Gills (2000) และ Gong (2018) ใน 300 กรัม

ตารางที่ 6 สูตรการทำเนยถั่ว

ส่วนผสม	เปอร์เซ็นต์ที่ใช้
ถั่วลิสง (คั่ว)	83
น้ำมันพื้นฐาน	12
น้ำผึ้ง	4.5
เกลือ	0.5

3.5.4 นำถั่วลิสงดิบเลาะเปลือกไปใส่ในถาดอบ โดยกระจายถั่วลิสงให้ทั่วถาด และทำการแยกซีกถั่วลิสงที่ติดอยู่ด้วยกันออก เพื่อจะได้รับความร้อนได้ทั่วถึง

3.5.5 นำถาดอบเข้าเตาอบเป็นเวลา 20 นาที

3.5.6 นำถั่วลิสงที่อบเสร็จแล้วมาพักให้เย็น เป็นเวลา 30 นาที

3.5.7 นำถั่วลิสงที่เย็นแล้วใส่ลงในเครื่องปั่น ปั่นถั่วลิสงให้ละเอียดเป็นเวลา 1 นาที 30 วินาที

3.5.8 นำน้ำมันพื้นฐานที่ชั่งเตรียมไว้ปั่นผสมเข้ากับถั่วลิสงจนได้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดูเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน ปั่นเป็นเวลา 1 นาที 30 วินาที

3.5.9 นำเกลือที่ชั่งเตรียมไว้มาปั่นผสมเข้าด้วยกัน เป็นเวลา 1 นาที 30 วินาที

3.5.10 นำน้ำผึ้งที่ชั่งเตรียมไว้มาปั่นผสมเข้าด้วยกัน เป็นเวลา 1 นาที 30 วินาที

3.5.11 แบ่งตัวอย่างเนยถั่วที่ได้บางส่วนไปวัดค่าทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยาและประสาทสัมผัสตามแผนการที่ได้วางไว้

3.5.12 ทำข้อ 3.4.1-3.4.11 อีกครั้ง เพื่อเพิ่มจำนวนซ้ำการทดลองตามที่ต้องการ

3.5.13 นำข้อมูลที่ได้ไปเข้าโปรแกรมทางสถิติ (SPSS) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างกันของข้อมูล

3.5.14 สรุปผล

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1 สมบัติทางกายภาพของเนยถั่วที่ดัดแปรอัตราส่วนของน้ำมันรำข้าวและน้ำมันเมล็ดชาในอัตราส่วนต่างๆ ระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา

4.1.1 ค่าสี

จากการวัดค่าสี (L* a* และ b*) ของเนยถั่วทั้ง 3 สูตร ตลอดการเก็บรักษาทุกๆ สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ จากตารางที่ 7 พบว่าเนยถั่วสูตร น้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชา 100:0 เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่าสีแดง-เขียว (a*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากมีสัดส่วนของไขมันในเนยถั่วเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากมีการเติมน้ำมันผสมลงไป ส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยา lipid oxidation ได้มากขึ้น และจากผลการทดลองพบว่าที่สูตร 100:0 เป็นเพียงสูตรเดียวที่มีค่าความสว่าง (L*) ลดลง ซึ่งอาจจะเกิดจากการที่มีสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง (PUFA) มากที่สุด ทำให้เกิด lipid oxidation ได้เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นทุติยภูมินั้นก็คือ มาลอนไดแอลดีไฮด์ (MDA) ที่จะสามารถไปจับกับ กรดอะมิโนของโปรตีนในเนยถั่ว เกิดเป็นสารใหม่ขึ้นมาอันเป็นสาเหตุให้ค่าความสว่าง (L*) เปลี่ยนไป และจากตารางที่ 8 และ 9 พบว่าเนยถั่วสูตร น้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชา 50:50 และ 0:100 เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่าความสว่าง (L*) ไม่เปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่าสีแดง-เขียว (a*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากเกิดการควบแน่นของหมู่คาร์บอนิลจากปฏิกิริยา lipid oxidation ทำให้เกิดสีน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บ ซึ่งสีน้ำตาลนี้เกิดมาจาก Aldol Condensation ของหมู่คาร์บอนิลในไขมันโดยจะสามารถถูกเร่งได้ด้วยโปรตีนในเนยถั่ว (Wanibadullah, 2013)

ตารางที่ 7 ค่าสีของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 100:0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	L*	a*	b*
เริ่มต้น	$58.76^{a} \pm 0.92$	$7.62^{d} \pm 0.22$	$22.56^{a} \pm 1.73$
สัปดาห์ที่ 1	$58.30^{a} \pm 0.31$	$8.27^{c} \pm 0.19$	$21.40^{a} \pm 1.56$
สัปดาห์ที่ 2	$57.28^{b} \pm 0.07$	$10.25^{b} \pm 0.18$	$21.88^{a} \pm 1.55$
สัปดาห์ที่ 3	$56.44^{bc} \pm 0.23$	$10.60^{ab} \pm 0.22$	$17.14^{b} \pm 1.05$
สัปดาห์ที่ 4	$55.91^{c} \pm 0.35$	$10.65^{a} \pm 0.18$	$16.97^{b} \pm 0.65$

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

ตารางที่ 8 ค่าสีของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 50:50 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	L^{*NS}	a*	b*
เริ่มต้น	59.37 ± 0.42	$7.11^{b} \pm 0.364$	$22.69^{a} \pm 2.64$
สัปดาห์ที่ 1	57.49 ± 0.64	$7.58^{b} \pm 0.92$	$21.50^{a} \pm 1.54$
สัปดาห์ที่ 2	57.35 ± 0.70	$9.86^{a} \pm 0.68$	$19.67^{ab} \pm 2.91$
สัปดาห์ที่ 3	57.91 ± 1.29	$10.13^{a} \pm 0.74$	$17.23^{b} \pm 0.14$
สัปดาห์ที่ 4	57.83 ± 1.73	$10.20^{a} \pm 0.93$	$17.04^{b} \pm 1.16$

a,b,c,... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 9 ค่าสีของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 0:100 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	L^{*NS}	a*	b*
เริ่มต้น	58.63 ± 0.24	$7.18^{b} \pm 0.38$	$22.04^{a} \pm 2.16$
สัปดาห์ที่ 1	58.06 ± 1.89	$7.24^{b} \pm 0.97$	$21.30^{ab} \pm 1.72$
สัปดาห์ที่ 2	57.62 ± 0.75	$9.87^{a} \pm 0.50$	$19.85^{ab} \pm 2.91$
สัปดาห์ที่ 3	57.33 ± 1.11	$10.22^{a} \pm 0.49$	$18.22^{ab} \pm 2.76$
สัปดาห์ที่ 4	57.15 ± 0.65	$10.50^{a} \pm 0.42$	$17.17^{b} \pm 1.20$

a,b,c,... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.1.2. ค่าน้ำอิสระ (Water activity)

จากการวัดค่าน้ำอิสระของเนยถั่วทั้ง 3 สูตร ตลอดการเก็บรักษาทุกๆ สัปดาห์เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ จากตารางที่ 10-12 พบว่า เนยถั่วทั้ง 3 สูตร ค่าน้ำอิสระไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น

ตารางที่ 10 ค่าน้ำอิสระของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 100:0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ค่า Water activity^{NS}
เริ่มต้น	0.400 ± 0.032
สัปดาห์ที่ 1	0.433 ± 0.025
สัปดาห์ที่ 2	0.466 ± 0.063
สัปดาห์ที่ 3	0.437 ± 0.006
สัปดาห์ที่ 4	0.4446 ± 0.002

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

ตารางที่ 11 ค่าน้ำอิสระของเนยถั่วสูตร น้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 50:50 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ค่า Water activity^{NS}
เริ่มต้น	0.390 ± 0.630
สัปดาห์ที่ 1	0.440 ± 0.030
สัปดาห์ที่ 2	0.479 ± 0.073
สัปดาห์ที่ 3	0.475 ± 0.029
สัปดาห์ที่ 4	0.500 ± 0.119

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

ตารางที่ 12 ค่าน้ำอิสระของเนยถั่วสูตร น้ำมันรำข้าว : น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 0:100 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ค่า Water activity^{NS}
เริ่มต้น	0.442 ± 0.008
สัปดาห์ที่ 1	0.468 ± 0.037
สัปดาห์ที่ 2	0.440 ± 0.043
สัปดาห์ที่ 3	0.428 ± 0.031
สัปดาห์ที่ 4	0.430 ± 0.80

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

4.1.3 ลักษณะทางเนื้อสัมผัส

จากการวัดค่าลักษณะทางเนื้อสัมผัส ได้แก่ ความแน่นเนื้อ (firmness) ค่าการเกาะติด (cohesiveness) และดัชนีความหนืด (Index of viscosity) ของเนยถั่วทั้ง 3 สูตร ตลอดการเก็บรักษาทุกๆ สัปดาห์เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ จากตารางที่ 13-15 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เนยถั่วสูตร น้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชา 100:0 50:50 และ0:100 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นของค่าความแน่นเนื้อ และค่าการเกาะติด อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่าดัชนีความหนืด ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) อาจจะมีผลมาจากการเกิดปฏิกิริยา lipid co-oxidation ของไขมันและโปรตีนในเนยถั่ว ทำให้เกิด surface modification และ structure reorganization ของ Arachin และ Conarachin complex ซึ่งเป็นโปรตีนในถั่วลิสง จึงอาจทำให้การเกาะตัวกันของโมเลกุลโปรตีนได้แน่นมากขึ้น ส่งผลให้ความแน่นเนื้อ และค่าการเกาะติดของเนยถั่วเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บ (Wanibadullah, 2013)

ตารางที่ 13 ค่าความแน่นเนื้อ และค่าการเกาะติด และดัชนีความหนืดของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 100:0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Firmness	Cohesiveness	Index of viscosity^{NS}
เริ่มต้น	0.780^{c} ± 0.095	-0.396^{b} ± 0.010	-0.005 ± 0.004
สัปดาห์ที่ 1	0.855^{c} ± 0.419	-0.289^{ab} ± 0.149	-0.006 ± 0.003
สัปดาห์ที่ 2	0.867^{c} ± 0.147	-0.192^{a} ± 0.008	-0.004 ± 0.000
สัปดาห์ที่ 3	1.329^{b} ± 0.217	-0.189^{a} ± 0.016	-0.006 ± 0.005
สัปดาห์ที่ 4	2.043^{a} ± 0.015	-0.182^{a} ± 0.016	-0.003 ± 0.000

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

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

ตารางที่ 14 ค่าความแน่นเนื้อ และค่าการเกาะติด และดัชนีความหนืดของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 50:50 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Firmness	Cohesiveness	Index of viscosity^{NS}
เริ่มต้น	0.581^{d} ± 0.047	-0.378^{d} ± 0.017	-0.007 ± 0.006
สัปดาห์ที่ 1	0.919^{c} ± 0.051	-0.266^{c} ± 0.015	-0.005 ± 0.005
สัปดาห์ที่ 2	1.695^{b} ± 0.019	-0.220^{b} ± 0.007	-0.007 ± 0.003
สัปดาห์ที่ 3	1.985^{a} ± 0.029	-0.177^{a} ± 0.003	-0.005 ± 0.004
สัปดาห์ที่ 4	2.016^{a} ± 0.027	-0.174^{a} ± 0.003	-0.005 ± 0.004

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

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

ตารางที่ 15 ค่าความแน่นเนื้อ และค่าการเกาะติด และดัชนีความหนืดของเนยถั่วสูตร น้ำมันรำข้าว : น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 0:100 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Firmness	Cohesiveness	Index of viscosity^{NS}
เริ่มต้น	1.165^{c} ± 0.232	-0.389^{b} ± 0.008	-0.006 ± 0.006
สัปดาห์ที่ 1	1.762^{b} ± 0.278	-0.347^{b} ± 0.069	-0.004 ± 0.004
สัปดาห์ที่ 2	2.216^{a} ± 0.065	-0.200^{a} ± 0.002	-0.006 ± 0.003
สัปดาห์ที่ 3	2.226^{a} ± 0.408	-0.199^{a} ± 0.002	-0.007 ± 0.003
สัปดาห์ที่ 4	2.283^{a} ± 0.041	-0.198^{a} ± 0.003	-0.002 ± 0.002

a,b,c,... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.2 สมบัติทางเคมีของเนยถั่วที่ดัดแปรอัตราส่วนของน้ำมันรำข้าวและน้ำมันเมล็ดชา ในอัตราส่วนต่างๆ ระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา

4.2.1 ค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide value) และค่า Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)

จากตารางที่ 16 พบว่าเนยถั่วสูตร น้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชา 100:0 พบว่า ค่าเพอร์-ออกไซด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังจากการเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 2 โดยค่าเพอร์ออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากน้ำมันรำข้าวมีองค์ประกอบของกรดไขมัน SFA : MUFA : PUFA เป็น 1:3:3 ซึ่งสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งดังกล่าวทำให้มีแนวโน้มการเกิดปฏิกิริยา lipid oxidation ได้มากขึ้น ในขณะที่ค่า TBARS ลดลงตั้งแต่การเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 1 ซึ่งอาจเกิดจากผลิตภัณฑ์ขั้นทุติยภูมินั้นก็คือ มาลอนไดแอลดีไฮด์ (MDA) ทำปฏิกิริยากับหมู่อะมิโนระหว่างการเก็บรักษา ทำให้เมื่อนำไปทำปฏิกิริยากับ TBA reagent จะเกิด TBA-MDA น้อยลง ส่งผลให้ค่า TBARS ที่ได้มีค่าลดลงระหว่างการเก็บรักษา (Wanibadullah, 2013)

จากตาราง 17 พบว่าเนยถั่วสูตร น้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชา 50:50 มีค่าเพอร์ออกไซด์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญในช่วงแรกของการเก็บรักษา และเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 ส่วนค่า TBARS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในช่วงแรกของการเกิดปฏิกิริยา lipid oxidation อาจกล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์ขั้นปฐมภูมินั้นคือ ไฮโดรเพอร์ออกไซด์ เปลี่ยนแปลงเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นทุติยภูมินั้นคือ มาลอนไดแอลดีไฮด์ ทำให้ค่าเพอร์ออกไซด์ลดลงและค่าTBARS เพิ่มขึ้น ส่วนในสัปดาห์ที่ 2-4 ค่าเพอร์ออกไซด์เปลี่ยนแปลงไม่คงที่ อาจเกิดจากInstantaneous balances คือการสลายตัวของกรดไขมันไม่สมดุล

กับการก่อตัวเป็นผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาลิพิดออกซิเดชั่นบางตัว เช่น แอลดีไฮด์ คีโตน หรือสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย จึงอาจทำให้วัดค่าเพอร์ออกไซด์และค่า TBARS ได้ค่าไม่คงที่ (Wanibadullah, 2013)

จากตารางที่ 18 พบว่าเนยถั่วสูตร น้ำมันรำข้าว: น้ำมันเมล็ดชา 0:100 ค่าเพอร์ออกไซด์มีค่าลดลงในช่วงแรกของการเก็บ อาจเกิดจากไฮโดรเพอร์ออกไซด์เปลี่ยนเป็นสารระเหยง่าย จากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ในสัปดาห์ที่ 2-4 อาจเกิดจากสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง ในน้ำมันเมล็ดชาที่มีมาก ทำให้เกิด Instantaneous balances เช่นเดียวกัน ส่วนค่า TBARS ในช่วงแรกจะมีค่าลดลง แล้วจะเพิ่มมากขึ้นในสัปดาห์ที่ 2-4 ในช่วงสัปดาห์แรกอาจเกิดจากมาลอนไดแอลดีไฮด์ ทำปฏิกิริยากับหมู่อะมิโน หรือเป็นสารระเหยอยู่ภายใน Headspace ทำให้ค่า TBARS ลดลง ในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 ค่า TBARS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีมาลอนไดแอลดีไฮด์เพิ่มมากขึ้น (Wanibadullah, 2013)

ตารางที่ 16 ค่าเพอร์ออกไซด์ และค่า TBARS ของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 100:0 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Peroxide value (meq O_2/kg)	TBARS (mg of malonaldehyde / kg)
เริ่มต้น	$2.637^{c} \pm 0.419$	$1.677^{a} \pm 0.071$
สัปดาห์ที่ 1	$3.143^{c} \pm 0.153$	$1.162^{b} \pm 0.310$
สัปดาห์ที่ 2	$5.893^{ab} \pm 0.159$	$1.131^{b} \pm 0.021$
สัปดาห์ที่ 3	$5.627^{b} \pm 1.245$	$1.097^{b} \pm 0.660$
สัปดาห์ที่ 4	$6.943^{a} \pm 0.006$	$0.798^{c} \pm 0.005$

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

ตารางที่ 17 ค่าเพอร์ออกไซด์ และค่า TBARS ของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 50:50 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Peroxide value (meq O_2/kg)	TBARS (mg of malonaldehyde / kg)
เริ่มต้น	$9.387^{a} \pm 0.661$	$0.393^{b} \pm 0.232$
สัปดาห์ที่ 1	$4.840^{d} \pm 0.501$	$0.874^{b} \pm 0.016$
สัปดาห์ที่ 2	$5.843^{c} \pm 0.176$	$0.879^{b} \pm 0.037$
สัปดาห์ที่ 3	$9.840^{a} \pm 0.104$	$0.988^{a} \pm 0.043$
สัปดาห์ที่ 4	$6.927^{b} \pm 0.153$	$1.024^{a} \pm 0.112$

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

ตารางที่ 18 ค่าเพอร์ออกไซด์ และค่า TBARS ของเนยถั่วสูตรน้ำมันรำข้าว : น้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วน 0:100 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา	Peroxide value (meq O_2/kg)	TBARS (mg of malonaldehyde / kg)
เริ่มต้น	$5.450^{c} \pm 0.467$	$1.066^{c} \pm 0.040$
สัปดาห์ที่ 1	$4.360^{d} \pm 0.020$	$0.749^{d} \pm 0.008$
สัปดาห์ที่ 2	$9.480^{a} \pm 0.560$	$0.710^{d} \pm 0.008$
สัปดาห์ที่ 3	$6.267^{b} \pm 0.452$	$1.422^{b} \pm 0.043$
สัปดาห์ที่ 4	$9.847^{a} \pm 0.045$	$3.162^{a} \pm 0.094$

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

4.3 การประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนยถั่วที่ดัดแปรอัตราส่วนของน้ำมันรำข้าวและน้ำมันเมล็ดชาที่อัตราส่วนต่างๆ

การประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนยถั่วทั้ง 3 สูตร ประกอบด้วย 100:0 50:50 และ 0:100 โดยให้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ให้คะแนนความชอบ ด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวม โดยใช้ seven-point hedonic scale จากตารางที่ 19 พบว่าลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่น และความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ด้านรสชาติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเนยถั่วสูตร 50:50 ได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติสูงที่สุด คืออยู่ในระดับเฉยๆ จนถึงชอบเล็กน้อย แต่ก็ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ระหว่าง สูตร 100:0 และ 50:50

ตารางที่ 19 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของเนยถั่วที่เติมน้ำมันในแต่ละอัตราส่วน ด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวม จากผู้ทดสอบทั้งหมด 50 คน

สูตรเนยถั่ว น้ำมันรำข้าว : น้ำมันเมล็ดชา	สี^{NS}	เนื้อสัมผัส^{NS}	กลิ่น^{NS}	รสชาติ	ความชอบโดยรวม^{NS}
100:0	4.88 ± 1.22	4.66 ± 1.45	4.62 ± 1.46	4.42^{a} ± 1.37	4.80 ± 1.14
50:50	4.92 ± 1.05	4.46 ± 1.45	4.70 ± 1.18	4.68^{a} ± 1.18	4.88 ± 1.14
0:100	5.04 ± 1.14	4.66 ± 1.59	4.60 ± 1.58	3.68^{b} ± 1.58	4.42 ± 1.47

a,b,c,... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
NS หมายถึง ตัวเลขที่อยู่ในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.4 การวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยาของเนยถั่วที่เติมน้ำมันรำข้าวและน้ำมันเมล็ดชาในสัดส่วนต่างๆ

จากผลการทดลองที่แสดงในตารางที่ 20 และ 21 พบว่าพบว่าทั้ง 3 สูตรมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งค่าเริ่มต้น และหลังเก็บไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน คือ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 10,000 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และมียีสต์ราไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ Total plate count (Bateria) ของเนยถั่วทั้ง 3 สูตร ก่อนและหลังการเก็บรักษา 4 สัปดาห์

สัดส่วนน้ำมันรำข้าว : น้ำมันเมล็ดชา	Total plate count (Bacteria, CFU/g)	
	เริ่มต้นการเก็บรักษา	สิ้นสุดการเก็บรักษา
100: 0	$6.00 \times 10^{1} \pm 0.00$	$7.01 \times 10^{1} \pm 4.62 \times 10^{0}$
50: 50	$1.73 \times 10^{1} \pm 2.31 \times 10^{0}$	$2.00 \times 10^{1} \pm 4.00 \times 10^{0}$
0: 100	$6.93 \times 10^{1} \pm 2.31 \times 10^{0}$	$7.87 \times 10^{1} \pm 4.62 \times 10^{0}$

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ Total plate count (Yeast and mold) ของเนยถั่วทั้ง 3 สูตร ก่อนและหลังการเก็บรักษา 4 สัปดาห์

สัดส่วนน้ำมันรำข้าว : น้ำมันเมล็ดชา	Total plate count (Yeast and Mold, CFU/g)	
	เริ่มต้นการเก็บรักษา	สิ้นสุดการเก็บรักษา
100: 0	ไม่พบ	ไม่พบ
50: 50	ไม่พบ	ไม่พบ
0: 100	ไม่พบ	ไม่พบ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการแปรสัดส่วนน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันรำข้าวและน้ำมันเมล็ดชาในเนยถั่ว ทั้ง 3 สูตร คือที่สัดส่วน 100:0 50:50 และ 0:100 พบว่า ด้านลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่าความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส แต่มีความแตกต่างกันในด้านรสชาติ โดยเนยถั่วสูตร 50:50 ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด คืออยู่ในระดับเฉยๆ จนถึงชอบเล็กน้อย แต่ก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างสูตร 50:50 และ100:0

และเมื่อศึกษาเสถียรภาพในการเก็บรักษาโดยพิจารณาจากการตรวจวัดสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น จะเกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพในด้านสี ในสูตร 100:0 คือมีค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และทั้ง 3 สูตรมีค่าค่าสีแดง-เขียว (a*) เพิ่มขึ้น ในขณะที่สีเหลือง-น้ำเงิน (b*) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของเนยถั่ว พบว่าค่าความแน่นเนื้อ (firmness) และค่าการเกาะติด (Cohesiveness) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ดัชนีความหนืด (Index of viscosity) มีค่าลดลง ตลอดระยะเวลาการเก็บอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าน้ำอิสระ (Water activity) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สมบัติทางเคมี พบว่าค่าเพอร์ออกไซด์ของเนยถั่วสูตร 100:0 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหลังจากการเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 2 ในขณะที่ค่า TBARS ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนผลของเนยถั่วสูตร 50:50 พบว่าค่าเพอร์ออกไซด์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญช่วงแรกของการเก็บรักษา และเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 ในขณะที่ค่า TBARS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และสำหรับเนยถั่วสูตร 0:100 ผลการทดลอง พบว่าค่าเพอร์ออกไซด์ในช่วงแรกของการเก็บจะมีค่าลดลง จากนั้นในสัปดาห์ที่ 2-4 มีการเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ ในขณะที่ค่า TBARS ลดลงในช่วงแรก หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2-4 และจากผลการทดลอง ตลอดระยะเวลาการเก็บค่าเพอร์ออกไซด์ในทุกสูตรของเนยถั่ว มีค่าไม่เกินข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.๑๐๑๒/๒๕๔๘) คือ 30 meq O_2/kg

สมบัติทางจุลินทรีย์พบว่าวิเคราะห์จุลินทรีย์ ทั้งค่าเริ่มต้นและหลังเก็บไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.๑๐๑๒/๒๕๔๘) คือ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ส่วนจำนวนยีสต์รา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

5.2 ข้อเสนอแนะ

- ควรมีการศึกษาเรื่อง Oil Separation และ Microstructure ร่วมด้วย เพื่อใช้ยืนยันว่าการแยกตัวของชั้นน้ำมันซึ่งอาจจะมีผลต่อเนื้อสัมผัสของเนยถั่วลิสงได้
- การต่อยอดงานวิจัยครั้งต่อไปอาจมีการศึกษาโครงสร้างและสมบัติของน้ำผึ้งที่มีผลต่อสมบัติของเนยถั่วสูตรที่ใช้ในการวิจัย
- ศึกษาในสัดส่วนน้ำมันผสมที่สัดส่วนอื่นๆ เช่น 30:70 70:30 20:80 และ 80:20 เป็นต้น
- ควรเลือกกลุ่มผู้ทดสอบที่ชอบเนยถั่วหรือทานเนยถั่วเป็นประจำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2549). เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2 . โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮาส์, กรุงเทพ.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. เนยถั่ว. มผช. ๑๐๑๒/๒๕๔๘

วิชัยและเพ็ญขวัญ ชมปรีดา. (2540). การถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากถั่วลิสง, น. 178-198. ใน สุกัญญา กองเงิน และคณะ, ผู้รวบรวม. คู่มือวิชาการ เรื่อง อะฟลาทอก ซินในถั่วลิสง. ม.ป.ท.

ศิริพร เหลืองกอบกิจ. (2550). น้ำมันรำข้าว. จุลสารข้อมูลสมุนไพรสำนักงานข้อมูลสมุนไพร. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลันมหิดล

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

ศิวาพร ศิวเวชช. (2535). วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม

ภาษาอังกฤษ

Alim M. A., Lee J. H., Shin J. A., Lee Y. J., Choi M. S., Akoh C. C., and Lee K.-T., (2008). Lipase-catalyzed production of solid fat stock from fractionated rice bran oil, palm stearin, and conjugated linoleic acid by response surface methodology. Food Chemistry. 106. P. 712–719.

AOCS. (2009). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist's Society,5th ed. Champaign; American oil Chemists' Society Press. P. 1685.

Bockisch M., (1993). Fats and Oils Handbook. AOCS Publication. USA (1993)

Davis P. J., and Dean L. L., (2016). Peanut Composition, Flavor and Nutrition. Peanuts. AOCS Press, NC, USA. P. 289–345.

Fazel M., Sahari M. A., and Barzegar M. (2008). Determination of Main Tea Seed Oil Antioxidants and their Effects on Common Kilka Oil. International Food Research Journal. 15(2). P.209-217.

Gong A., Ai-min Shi A., Liu H., Yu H., Liu L., Lin W., and Wang Q., (2018). Relationship of chemical properties of different peanut varieties to peanut butter storage stability. Journal of Integrative Agricuture. 17(5). P.1003–1010

Gupta K. (2017). Practical Guide to Vegetable Oil Processing (Second Edition). P. 7-25

Gills L.A and Resurreccion A.V.A. (2000). Sensory and physical properties of peanut butter treated with palm oil and hydrogenated vegetable oil to prevent oil separation. Journal of Food Science. 65(1). P.172-180.

Hashempour B. F., Torbati M., Azadmard D. S., and Savage P.G. (2016). Vegetable oil blending: A review of physicochemical, nutritional and health effects. Trends in Food Science and Technology. 57. P.52-58.

Li H., Zhou G., Zhang H., and Liu J. (2010). Research progress on the health function of tea oil. Journal of Medicinal Plants Research. 5(4). P. 485-489.

Ma J., Ye H., Rui Y., Chen G., and Zhang N. (2010). Fatty acid composition of Camellia oleifera oil. Journal of Consumer Protection and Food Safety. 6. P. 9–12.

Mohd Rozalli H.N., Chin L.N., Yusof A.Y., and Mahyudin N. (2016). Quality changes of stabilizer-free natural peanut butter during storage. J Food Sci Technol.53(1). P.694-702

Orthoefer F.T. (2005). Rice Bran Oil. [accessed 2.04.18]. Availablefrom:https://www.scribd.com

Payne A. G. (2016). Mycotoxins and Product Safety. H. Thomas Stalker. Peanuts. AOCS Press, NC, USA. P. 347–361.

Riveros C. G., Mestrallet M. G., Gayol M. F., Quiroga P.R., Nepote V., and Grosso N.R. (2010). Effect of storage on chemical and sensory profiles of peanut pastes prepared with high-oleic and normal peanuts. J Sci Food Agric. 90 (15).

USDA, (2015). U.S. Department of Agriculture. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27. Available from: http://www.nal.usda.gov (accessed 13.09.2018.).

Wang X., Zeng Q., Mar Contreras M.., and Wang L. (2017). Profiling and quantification of phenolic compounds in Camellia seed oils:Natural tea polyphenols in vegetable oil. Food research International. P.184-194.

Wang X., Zeng Q., Verardo V., and Mar Contreras M. (2017). Fatty acid and sterol composition of tea seed oils: Their comparison by the “FancyTiles” approach. Food Chemistry. 233. P. 302-310.

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

Yang R., Zhang L., Li P., Yu L., Mao J., Wang X., and Zhang Q. (2018). A review of chemical composition and nutritional properties of minor vegetable oils in China. Trends in Food Science and Technology.71. P.26-32.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
เนยถั่ว

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเนยถั่วที่มีถั่วลิสงเป็นส่วนประกอบหลัก บรรจุในภาชนะบรรจุ

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ เนยถั่ว หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำถั่วลิสงเลาะเปลือกมาทำให้สะอาด ทำให้สุกโดยใช้ความร้อน บดหรือปั่นให้ละเอียด นำไปให้ความร้อนอีกครั้ง เติมส่วนประกอบอื่น เช่น น้ำตาล เกลือ เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ น้ำมันพืช สารทำให้คงสภาพ ผสมให้เข้ากัน อาจแต่งสี กลิ่น หรือกลิ่นรส บรรจุในภาชนะบรรจุขณะร้อน แล้วทำให้เย็นทันที ใช้ทาขนมปังหรือผสมในอาหารและเครื่องดื่ม

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นของเหลวข้น ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน อาจมีชิ้นหยาบของถั่วลิสงที่ใช้ปนอยู่บ้างเล็กน้อยหรือมีชิ้นส่วนของส่วนประกอบอื่นกระจายอย่างสม่ำเสมอ ไม่แยกชั้นหรือจับตัวเป็นก้อน อาจมีน้ำมันลอยอยู่ได้บ้างเล็กน้อย

๓.๒ สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของเนยถั่ว

๓.๓ กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของเนยถั่ว ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๘.๑ แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า ๓ คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

๓.๔ สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

๓.๕ ค่าเพอร์ออกไซด์
ต้องไม่เกิน ๓๐ มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม

๓.๖ อะฟลาทอกซิน
ต้องไม่เกิน ๒๐ ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

๓.๗ วัตถุเจือปนอาหาร
หากมีการใช้สีสังเคราะห์ ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

๓.๘ จุลินทรีย์

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

๓.๘.๒ ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำเนยถั่ว ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุเนยถั่วในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

๕.๒ น้ำหนักสุทธิของเนยถั่วในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุเนยถั่วทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น เนยถั่ว ครีมถั่วลิสง ครีมถั่ว

(๒) ส่วนประกอบที่สำคัญ

(๓) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

(๔) น้ำหนักสุทธิ

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

(๖) ข้อแนะนำในการบริโภคและการเก็บรักษา

(๗) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง เนยถั่วที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน

๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๔ ข้อ ๕. และข้อ ๖. จึงจะถือว่าเนยถั่วรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๗.๒.๑ แล้ว จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ถึงข้อ ๓.๓ จึงจะถือว่าเนยถั่วรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบค่าเพอร์ออกไซด์ อะฟลาทอกซิน และวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๕ ถึงข้อ ๓.๗ จึงจะถือว่าเนยถั่วรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๔ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๒๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๘ จึงจะถือว่าเนยถั่วรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างเนยถั่วต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ ข้อ ๗.๒.๓ และข้อ ๗.๒.๔ ทุกข้อ จึงจะถือว่าเนยถั่วรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส

๘.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบเนยถั่วอย่างน้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๘.๑.๒ เทตัวอย่างเนยถั่วลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

๘.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ ๘.๑.๓)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องเป็นของเหลวข้น ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน อาจมีชิ้นหยาบของถั่วลิสงที่ใช้ปนอยู่บ้างเล็กน้อยหรือมีชิ้นส่วนของส่วนประกอบอื่นกระจายอย่างสม่ำเสมอ ไม่แยกชั้นหรือจับตัวเป็นก้อน อาจมีน้ำมันลอยอยู่ได้บ้างเล็กน้อย	๔	๓	๒	๑
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของเนยถั่ว	๔	๓	๒	๑
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของเนยถั่ว ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม	๔	๓	๒	๑

๘.๒ การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก
ให้ตรวจพินิจ

๘.๓ การทดสอบค่าเพอร์ออกไซด์ อะฟลาทอกซิน และวัตถุเจือปนอาหาร
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๔ การทดสอบจุลินทรีย์
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๕ การทดสอบน้ำหนักสุทธิ
ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

สุขลักษณะ

(ข้อ ๔.๑)

ก.๑ สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.๑.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.๑.๑.๒ อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

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 ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.๑.๒.๓ พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.๒.๑ ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.๒.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.๓ การควบคุมกระบวนการทำ

ก.๓.๑ วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.๓.๒ การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.๔ การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.๔.๑ น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.๔.๒ มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.๔.๓ มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก.๔.๔ สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.๕ บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ก. 1 การวัดค่าสี

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

วิธีวิเคราะห์

1. เลื่อนสวิตช์ Power ไปที่ตำแหน่ง ON พร้อมกดปุ่ม all data clear จนได้ยินเสียงสัญญาณ
2. กดปุ่ม Index Set

   ปรับเลือกแหล่งแสง ILLUMINANT D65 แล้วกดปุ่ม ENTER
3. กดปุ่ม Calibrate ตรวจสอบค่า Y, x และ y ให้ตรงตามแผ่น CALIBRATE และแหล่งแสงที่เลือกไว้ดังนี้

   Y = 93.8 x = 0.3158 y = 0.3328
4. นำหัววัดวางบนแผ่น Calibrate สีขาว กดปุ่ม Measure Enter รอจนเกิด reflect 3 ครั้ง
5. เมื่อ Calibrate เสร็จแล้ว กดปุ่ม Color space เพื่อเลือกระบบสีที่ต้องการใช้งาน คือ ระบบ CIE L*(ค่าความสว่าง) a*(ค่าสีแดง) และ b*(ค่าสีเหลือง)
6. ต่อหัววัดเข้ากับแท่นวางตัวอย่าง แล้วเติมตัวอย่างลงไปใน sample cell ประมาณ 30 ml วางในช่องวางตัวอย่าง จากนั้นกดปุ่ม Measure Enter
7. บันทึกค่า L* a* และ b*

ก.2 การวิเคราะห์ค่า Water activity

อุปกรณ์: เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ

วิธีวิเคราะห์

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

ก.3 การวัดค่า Firmness Cohesiveness และค่า Index of viscosity ของเนยถั่ว

อุปกรณ์: Texture Analyser รุ่น TA.TX2i

วิธีวิเคราะห์

1. เปิดคอมพิวเตอร์ และสวิตช์ด้านหลังเครื่อง ต่อแท่งหัววัดที่ประกอบด้วย compression disc เส้นผ่านศูนย์กลาง 35 mm เข้ากับเครื่อง
2. Calibrate Force และ Calibrate Height โดย

   Return Distance (mm): 50

   Return Speed (mm/sec): 10

   Contact Force (g): 10

3. เลือก Sample Project ที่ชื่อว่า Mayonnaise back extrusion - MAY2_BEC PRJ โดยมี T.A. settings เป็น

   Test Model: Compression
   Pre - Test Speed: 1.0 mm/sec
   Test Speed: 2.0 mm/sec
   Post - Test Speed: 10.0 mm/sec
   Target Mode: strain
   Force: 100.0 g
   Distance: 20 mm
   Strain: 50.0 %
   Trigger Type: Auto (Force)
   Trigger Force: 5.0 g

4. บรรจุเนยถั่ว 65 กรัม ใน back extrusion cell (เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร และสูง 75 มิลลิเมตร) หลังจากนั้นวาง back extrusion cell ลงบนแท่นรองรับที่ต่อกับฐานของตัวเครื่อง
5. เลือก run a test บันทึกค่า firmness cohesiveness และ index of viscosity

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

ข.1 การวิเคราะห์ Peroxide Value

1. การสกัดไขมันจากตัวอย่างเนยถั่ว

การสกัดไขมันจากตัวอย่างเนยถั่วด้วยวิธี Soxhlet Method

อุปกรณ์

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

สารเคมี: Petroleum ether

วิธีการวิเคราะห์:

1. นำ Round bottle flask ไปชั่งน้ำหนัก
2. ชั่งตัวอย่างเนยถั่วลิสง 25 กรัม ลงใน Soxhlet extractor thimble
3. นำ Soxhlet extractor thimble ไปใส่ใน Soxhlet extractor แล้วทำการสกัดด้วย Petroleum ether จะได้สารสกัดใน Round bottle flask
4. นำ Round bottle flask ไประเหย Solvent ออกด้วย Rotary evaporator
5. นำไปอบใน Laboratory oven 105 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที
6. รอจน Round bottle flask เย็นใน Desicator แล้วเก็บไขมันไว้สำหรับวิเคราะห์ค่าอื่นต่อไป

2. การวิเคราะห์ Peroxide Value ตามวิธีของ AOAC (1995)

หลักการ

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

อุปกรณ์:

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

สารเคมี:

- Acetic acid (CH_3COOH)
- Chloroform ($CHCl_3$)
- 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

$$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O\ (N) = \frac{20.394 \times \text{น้ำหนักของ } K_2Cr_2O_7 \text{ ที่ชั่งได้ (g)}}{\text{ml ของสารละลาย } Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O}$$

Determination of 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

การคำนวณ

Peroxide value (meq O_2/kg sample) = (S×N×1000) / W

โดย S = ปริมาตรสารละลาย Sodium thiosulphate ที่ใช้ในเตรตตัวอย่าง (ml)

N = ความเข้มข้นของสารละลาย Sodium thiosulphate ที่ใช้ (N)

W = น้ำหนักน้ำมัน (g)

ข.2 การวิเคราะห์หาค่า 2-Thiobarbituric acid (TBA)

อุปกรณ์:

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

สารเคมี:

- 4M HCl
- Thiobarbituric reagent (TBA reagent)

  เตรียมโดยละลาย Thiobarbituric 2.883 กรัม ในสารละลายกรดอะซิติกควารมเข้มข้น 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 แบบสอบถามที่ใช้ในการประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์เนยถั่ว

วันที่ทดสอบ_____ ชื่อผู้ทดสอบ_____

วิธีทำ : ให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนยถั่วแล้วระบุระดับความพอใจของท่านตามหมายเลข 1-7

ลักษณะคุณภาพ	**ตัวอย่าง**		
	รหัส_____	**รหัส_____**	**รหัส_____**
สี			
เนื้อสัมผัส			
กลิ่น			
รสชาติ			
ความชอบโดยรวม			

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

4= เฉยๆ 5= ชอบเล็กน้อย 6= ชอบปานกลาง

7= ชอบมากที่สุด

ภาคผนวก จ

วิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา

จ.1 ใบแสดงผลการทดลองด้านสมบัติทางจุลชีววิทยาของเนยถั่ว ตอนเริ่มต้น

เลขที่ R00257

Department of Microbiology, Faculty of Science
Chulalongkorn University
16th Floor, Maha Vajirunhis Building
254 Phayathai Rd., Bangkok 10330, Thailand
Tel: +66 2 2185070-71, Fax: +66 2 2527576

ห้องปฏิบัติการงานบริการวิชาการ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ 06/03/2019

ผลการทดสอบ

ตารางที่ 1 ผลการนับ Total plate count (Bacteria) ในตัวอย่าง Peanut Butter

	Total plate count (Bacteria)		วิธีการทดสอบ
	CFU/g	Log CFU/g	
A (B1) Peanut Butter	$6.00\times10^{1}\pm 0.00$	1.78±0.00	BAM
B (B1) Peanut Butter	$1.73\times10^{1}\pm 2.31\times10^{0}$	1.24±0.06	BAM
C (B1) Peanut Butter	$6.93\times10^{1}\pm 2.31\times10^{0}$	1.84±0.01	BAM

ตารางที่ 2 ผลการนับ Total plate count (Yeast and Mold) ในตัวอย่าง Peanut Butter

	Total plate count (Yeast and Mold)		วิธีการทดสอบ
	CFU/g	Log CFU/g	
A (B1) Peanut Butter	ไม่พบ	ไม่พบ	BAM
B (B1) Peanut Butter	ไม่พบ	ไม่พบ	BAM
C (B1) Peanut Butter	ไม่พบ	ไม่พบ	BAM

นันท์ธร เภราช
(นางสาวนันท์ธร เภาราช)
เจ้าหน้าที่วิเคราะห์

จ.2 ใบแสดงผลการทดลองด้านสมบัติทางจุลชีววิทยาของเนยถั่ว หลังเก็บไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์

เลขที่ R00269

Department of Microbiology, Faculty of Science
Chulalongkorn University
16th Floor, Maha Vajirunhis Building
254 Phayathai Rd., Bangkok 10330, Thailand
Tel: +66 2 2185070-71, Fax: +66 2 2527576

ห้องปฏิบัติการงานบริการวิชาการ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ 29/03/2019

ผลการทดสอบ

ตารางที่ 1 ผลการนับ Total plate count (Bacteria) ในตัวอย่าง Peanut Butter เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือน

ตัวอย่าง	Total plate count (Bacteria)		วิธีการทดสอบ
	CFU/g	Log CFU/g	
A (B1) Peanut Butter	$7.01 \times 10^{1} \pm 4.62 \times 10^{0}$	1.85±0.03	BAM
B (B1) Peanut Butter	$2.00 \times 10^{1} \pm 4.00 \times 10^{0}$	1.30±0.09	BAM
C (B1) Peanut Butter	$7.87 \times 10^{1} \pm 4.62 \times 10^{0}$	1.90±0.03	BAM

ตารางที่ 2 ผลการนับ Total plate count (Yeast and Mold) ในตัวอย่าง Peanut Butter เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือน

ตัวอย่าง	Total plate count (Yeast and Mold)		วิธีการทดสอบ
	CFU/g	Log CFU/g	
A (B1) Peanut Butter	ไม่พบ	ไม่พบ	BAM
B (B1) Peanut Butter	ไม่พบ	ไม่พบ	BAM
C (B1) Peanut Butter	ไม่พบ	ไม่พบ	BAM

(นางสาวนันทธร เภาราช)
เจ้าหน้าที่วิเคราะห์

หมายเหตุ : 1. ผลการวิเคราะห์ในรายงานฉบับนี้ใช้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ได้ตรวจวิเคราะห์เท่านั้น
2. ห้ามทำสำเนารายงานฉบับนี้เพียงบางส่วนโดยไม่ได้รับอนุญาตอย่างเป็นทางการ
3. ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างอิง

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์
ปีงบประมาณ 2561
ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อโครงการ ผลของน้ำมันบริโภคชนิดผสมที่มีผลต่อสมบัติของเนยถั่ว
(Effect of edible oil blends on properties of peanut butter)

ชื่อนิสิตเข้าร่วมโครงการ
1. นางสาวปวันรัตน์ คุณบันลือยศ 5832542223
2. นางสาวฟ้าใส สุทธิ 5832557723

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิกานต์ กู้พงษ์ศักดิ์

มูลเหตุจูงใจ

เนยถั่วผลิตจากถั่วลิสงบดหยาบหรือละเอียด มีลักษณะเหลวข้น นิยมรับประทานโดยการนำมาทาบนขนมปังหรือใส่ในเครื่องดื่มบางประเภท เนยถั่วเป็นอาหารเพื่อสุขภาพอุดมไปด้วยโปรตีน ไขมันและพลังงานที่สูง น้ำมันหลักในเนยถั่ว คือ น้ำมันถั่วลิสงซึ่งเป็นน้ำมันบริโภคที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวสูงซึ่งเชื่อว่าจะช่วยป้องกันโรคหัวใจและลดคอเลสเตอรอล และมีกรดอะราชิดิก (arachidic acid) อยู่สูงกว่า ร้อยละ 1 ในขณะที่น้ำมันอื่นๆ มีกรดไขมันชนิดนี้อยู่น้อยมาก นอกจากนี้ถั่วลิสงยังเป็นแหล่งไบโอติน (biotin) และใยอาหาร (dietary fiber) ที่ดี เนื่องจากถั่วลิสงมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่ในปริมาณที่สูงจึงอาจเกิดการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์และส่งผลต่อสมบัติต่างๆของเนยถั่วได้ ดังนั้นกระบวนการผลิตเนยถั่วจึงมีการเติมเนยขาวหรือน้ำมันบริโภคบางชนิดเพื่อลดการแยกชั้นของน้ำมัน ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาผลของการเติมน้ำมันบริโภคชนิดผสมชนิดต่างๆ ต่อสมบัติของเนยถั่วและน้ำมันที่เติมลงไปนั้นสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ผลิตภัณฑ์เนยถั่วได้ ผู้วิจัยคำนึงถึงองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันเป็นหลักเพื่อให้ผู้บริโภคได้รับคุณค่าทางอาหารมากที่สุดและไม่ส่งผลต่อสุขภาพในด้านต่างๆ นอกจากนี้การเติมน้ำมันบริโภคชนิดผสมลงในเนยถั่วยังช่วยลดต้นทุนในการผลิตเมื่อเทียบกับการใช้ถั่วลิสงเพียงอย่างเดียว

ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

1. ถั่วลิสง (peanut)

ถั่วลิสงเป็นพืชน้ำมันที่สำคัญที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ถั่วลิสงเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเนยถั่ว ลูกกวาดและผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่ง ซึ่งถั่วลิสงที่นำมาใช้ต้องผ่านการคั่วก่อนจึงนำมาบริโภคได้ ผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสงอุดมไปด้วยคุณประโยชน์ประกอบด้วยโปรตีนสูง ไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่งและสารอาหารอีกมากมาย (Davis และ Dean, 2016)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบในถั่วลิสง

องค์ประกอบ	**(%)**
ความชื้น	5.5
โปรตีน	24.8
ไขมัน (fat)	48.2
คาร์โบไฮเดรต	16.1
ใยอาหาร	5.4

ที่มา: USDA National Nutrient Database for Standard (2015)

น้ำมันเป็นองค์ประกอบหลักในถั่วลิสง (48.2%) จึงมีผลต่อการพัฒนารสชาติ ความคงตัวในการเก็บรักษาและคุณค่าทางโภชนาการโดยมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงทำให้มีประโยชน์ต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด (Davis และ Dean, 2016)

2. เนยถั่ว (peanut butter)

เนยถั่ว คือ กระบวนการผลิตเริ่มจากการนำเมล็ดถั่วลิสงแก่มาคั่วแล้วกะเทาะเปลือกหุ้มเมล็ดออก บดเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งเนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์อาจจะหยาบหรือละเอียดขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้บริโภค จากนั้นอาจเติมเกลือ น้ำตาล เนยขาว สารต้านออกซิเดชั่นและสารให้กลิ่นลงไป เมื่อผสมเข้ากันดีแล้วบรรจุใส่ภาชนะขายตามความต้องการของตลาด เนื่องจากเนยถั่วมีน้ำมันเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 50% จึงมีการเติมโมโนกลีเซอไรด์และไดกลีเซอไรด์เพื่อช่วยป้องกันการแยกชั้นของน้ำมันและช่วยให้ลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (ศิวาพร, 2535)

องค์ประกอบของเนยถั่วมี ไขมัน 49.4% โปรตีน 27.8% คาร์โบไฮเดรต 17% เถ้า 3.8% และใยอาหาร 2% และให้พลังงาน 581 กิโลแคลอรี เนยถั่วนิยมใช้ทาขนมปัง แซนวิช และผสมในอาหารชนิดต่างๆ เช่น สลัด ไอศกรีม ขนมหวาน และขนมอบหลายชนิด

<u>คุณลักษณะที่ต้องการของเนยถั่ว</u> (มผช.๑๐๑๒/๒๕๔๘)

1. ลักษณะทั่วไปต้องเป็นของเหลวข้น ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน อาจมีชิ้นหยาบของถั่วลิสงที่ใช้ปนอยู่บ้างเล็กน้อยหรือมีชิ้นส่วนของส่วนประกอบอื่นกระจายอย่างสม่ำเสมอ ไม่แยกชั้นหรือจับตัวเป็นก้อน อาจมีน้ำมันลอยอยู่ได้บ้างเล็กน้อย
2. สีต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของเนยถั่ว
3. กลิ่นรสต้องมีกลิ่นรสตามธรรมชาติของเนยถั่ว ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม
4. ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์
5. ค่าเพอร์ออกไซด์ต้องไม่เกิน 30 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม
6. อะฟลาทอกซินต้องไมเกิน 10 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม
7. วัตถุเจือปนอาหารหากมีการใช้สีสังเคราะห์ ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด
8. จุลินทรีย์
   1). จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
   2). ยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

การผลิตเนยถั่วลิสงในประเทศไทยยังไม่แพร่หลาย แม้ว่าวัตถุดิบหลักสามารถหาได้ง่ายในประเทศ อาจมีเพียง 2% ที่ต้องนำเข้าสารเคมี ประเทศไทยมีการนำเข้าเนยถั่วลิสงหลากหลายยี่ห้อ ในขณะที่ประเทศทางยุโรปและอเมริกานิยมบริโภคเนยถั่วลิสงเป็นอาหารหลักเนื่องจากเป็นอาหารโปรตีนสูง ให้พลังงาน อุดมไปด้วยแร่ธาตุและวิตามิน อีกทั้งเนยถั่วมีวิธีการทำที่ง่ายและสะดวก (วิชัยและเพ็ญขวัญ, 2540)

Mohd Rozalli และคณะ (2016) ได้ทำการศึกษาคุณภาพและความคงตัวในการเก็บรักษาเนยถั่วที่ไม่เติมสารกันเสีย วัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ เนยถั่วจากซุปเปอร์มาร์เกต (Commercial peanut butter) และเนยถั่วที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นโดยใช้ถั่วลิสงพันธุ์ Virginia และ Spanish นำมาคั่วพร้อมเปลือกที่ 152°C เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นกะเทาะเปลือกออกและนำถั่วลิสงมาบดใช้ความเร็วเครื่องบดที่ 22,000 rpm เป็นเวลา 3 นาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ Natural peanut butter จากนั้นนำเนยถั่วทั้ง 2 แบบเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10, 24 และ 35°C และเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ 17 สัปดาห์โดยจะต้องนำตัวอย่างมาตรวจทุกๆ สัปดาห์ โดยวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ดังนี้ ค่าน้ำอิสระ (water activity) จุลชีววิทยา ค่าเพอร์ออกไซด์ (PV value) การแยกตัวของน้ำมัน (Oil separation) และลักษณะทางเนื้อสัมผัส จากการศึกษาพบว่า Natural peanut butter มีลักษณะทางเคมีกายภาพและสมบัติทางจุลชีววิทยาที่เหมาะสมแต่เสถียรภาพทางออกซิเดชันและลักษณะทางเนื้อสัมผัส

แตกต่างจาก Commercial peanut butter อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเก็บรักษา Natural peanut butter ไว้ที่อุณหภูมิ 10°C เป็นเวลา 8 สัปดาห์จะมีคุณสมบัติและลักษณะทางเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับ Commercial peanut butter มากที่สุด นอกจากนั้นจากการวิเคราะห์การแยกตัวของน้ำมัน (Oil separation) พบว่า มีผลต่อค่าเพอร์ออกไซด์ Spreadability และ firmness

Riveros และคณะ (2010) ได้ทำการศึกษาผลของการเก็บรักษาต่อองค์ประกอบทางเคมีและลักษณะทางเนื้อสัมผัสระหว่างเนยถั่วที่มีองค์ประกอบของ Oleic สูงและเนยถั่วปกติ วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ถั่วลิสงพันธุ์ Granoleico (GO-P) ซึ่งมีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัว Oleic สูงและถั่วลิสงพันธุ์ Tegua (T-P) นำถั่วลิสงทั้งสองชนิดมาคั่วที่อุณหภูมิ 140°C เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปบดและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 4, 23 และ 40°C นำตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและลักษณะทางประสาทสัมผัสในวันที่ 0, 35, 70, 105, 140 และ175 ของการเก็บรักษา จากการศึกษาพบว่า เนยถั่วที่มี Oleic (GO-P) สูงจะมีความเสถียรในการเก็บรักษาไว้ได้นานกว่าเนยถั่วปกติ

3. น้ำมันพืชสำหรับบริโภค (Vegetable oil)

น้ำมันพืชประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์ 96-98% เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกลีเซอรอลกับกรดไขมันซึ่งมีส่วนประกอบของกรดไขมันที่แตกต่างกันโดยจะมีอยู่ 3ประเภท ได้แก่

1. กลุ่มที่มีกรดไขมันอิ่มตัวสูง (SFA) เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม
2. กลุ่มที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง (MUFA) เช่น น้ำมันรำข้าว
3. กลุ่มที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง (PUFA) เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันทานตะวัน

โดยในปัจจุบันนิยมบริโภคน้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง (MUFA) สูงเนื่องจากช่วยลดคอเลสเตอรอลที่ไม่ดี (LDL) ลงได้

กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันพืชส่วนใหญ่ประกอบด้วย 4-22 อะตอมคาร์บอนและมีโครงสร้างเป็นเส้นตรง มีการจำแนกชนิดของกรดไขมันตามความยาวของสายโซ่ ได้แก่ short chain 4–8 อะตอมคาร์บอน, medium chain 10–12 อะตอมคาร์บอนและ long chain มากกว่าหรือเท่ากับ 14 อะตอมคาร์บอน โดยน้ำมันพืชจะมีองค์ประกอบพื้นฐานของกรดไขมัน ดังนี้

ตารางที่ 2 องค์ประกอบพื้นฐานของกรดไขมันในน้ำมันพืช

Saturated	Unsaturated
Lauric (C_{12})	Oleic ($C_{18:1}$)
Palmitic (C_{16})	Linoleic ($C_{18:2}$)
Stearic (C_{18})	Linolenic ($C_{18:3}$)
Arachidic (C_{20})	
Behinic (C_{22})	

ที่มา : Yang และคณะ (2018)

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

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันพืช (%)

น้ำมัน	C14:0	C16:0	C16:1	C17:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	SFA	MUFA	PUFA
Corn Oil		5.96			2.42	18.24	58.59	10.30		8.38	18.24	68.89
Camellia Oil		13.80		0.06	3.10	72.50	9.50	0.60	0.36	17.26	72.50	10.10
Almond Oil		4.59	0.68		1.18	66.97	26.31	0.27		5.77	67.65	26.58
Rice bran Oil	0.22	17.00	0.10		1.52	47.22	32.65		0.39	19.13	47.32	32.65

ที่มา : Yang และคณะ (2018)

Yang และคณะ (2018) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันพืชที่ได้จากเมล็ดพืชน้ำมันในประเทศจีน วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ น้ำมันพืชจากเมล็ดพืชน้ำมัน 17 ชนิด เช่น น้ำมันเมล็ดชา น้ำอัลมอนและน้ำมันรำข้าว เป็นต้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน phytosterols, tocopherols, total phenolic content, squalene และ β-carotene contents พบว่าน้ำมันพืชแต่ละชนิดมีประโยชน์และคุณสมบัติด้าน biologica activity แตกต่างกัน เช่น น้ำมันรำข้าว

มีองค์ประกอบของ campesterol และ totalphytosterol สูง ดังนั้นน้ำมันรำข้าวเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับผู้ป่วยที่มีคอเลสเตอรอลสูงและโรคที่เกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือด

Hashempour-Baltork และคณะ (2016) ได้กล่าวถึงการใช้น้ำมันพืชชนิดผสมที่มีผลต่อลักษณะทางเคมีกายภาพ สารอาหารและสุขภาพ พบว่าการใช้น้ำมันพืชผสมสามารถช่วยเพิ่มคุณสมบัติบางประการที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ได้ เนื่องจากการผสมน้ำมันพืชแต่ละชนิดเข้าด้วยกันจะทำให้องค์ประกอบกรดไขมันในน้ำมันผสมแตกต่างไปจากเดิม เช่น ทำให้ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นโดยส่งผลดีต่อระบบในร่างกายและไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ การผสมน้ำมันพืชเพื่อปรับปรุงสมบัติบางประการของผลิตภัณฑ์เป็นวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ง่าย ต้นทุนต่ำ

4. น้ำมันรำข้าว (Rice bran oil)

น้ำมันรำข้าว คือ น้ำมันพืชที่ผลิตจากน้ำมันรำข้าวดิบ ซึ่งประกอบด้วยจมูกข้าว เยื่อหุ้มเมล็ดข้าว และเยื่ออลูโลน ทำให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่ไม่นิยมนำมาประกอบอาหารมากมักเนื่องจากคุณภาพของรำข้าวจะลดลงอย่างรวดเร็วหลังกระบวนการขัดสี จากการทำงานของเอนไซม์ โดยเฉพาะเอนไซม์ไลเปซ รวมถึงรำข้าวมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งสูง ทำให้เกิดการออกซิเดชั่นได้ง่าย ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนอันเป็นผลเสียต่อผลิตภัณฑ์

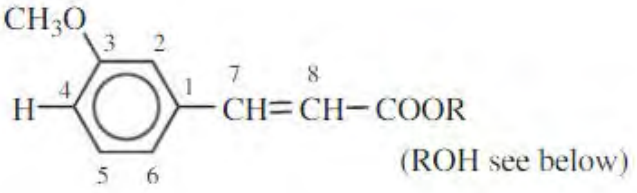
กรดไขมัน เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันรำข้าว โดยส่วนใหญ่จะเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว องค์ประกอบของกรดไขมันชนิดต่างๆ เป็นดังที่แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์องค์ประกอบของกรดไขมันชนิดต่างๆในน้ำมันรำข้าว

กรดไขมัน	**%**
Myristic (14:0)	0.23
Palmitic (16:0)	14.35
Stearic (18:0)	1.27
Oleic (18:1)	42.50
Linoleic (18:2)	41.17
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 transferulate และ sitosterol trans-ferulates ร่วมกับสารประกอบส่วนน้อยอื่นๆ นอกจากนี้ในน้ำมันรำข้าวยังมี

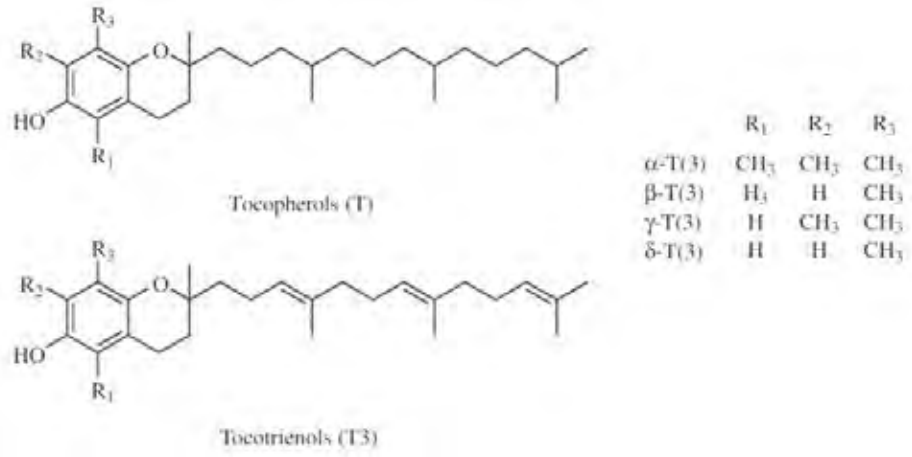


ROH = campesterol
= O sitosterol
= cycloartenol
= 24 methylene-cycloartenol
= cyclobranol

สารต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย ได้แก่ tocopherols tocotrienol γ-oryzanol อีกด้วย

รูปที่ 1 โครงสร้างของโอรีซานอล

ที่มา: Orthoefer F. T. (2005)



รูปที่ 2 โครงสร้างของโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอล

ที่มา: Orthoefer F.T. (2005)

Alim และคณะ (2008) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณไขมันที่เป็นของแข็งในน้ำมันรำข้าว พบว่า น้ำมันรำข้าวมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง (MUFA) อยู่สูง ซึ่งสามารถป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ และยังมี Linoleic acid เป็นส่วนประกอบอยู่ในปริมาณมากเมื่อเทียบกับกรดไขมันชนิดอื่น โดย Linoleic acid เป็นกรดไขมันจำเป็นที่ร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ จึงต้องรับเข้าร่างกายโดยวิธีรับประทานเข้าไปเท่านั้นโดยจากการศึกษาพบว่า Conjugated- Linoleic acid (CLA) นั้นมีประโยชน์ต่อสุขภาพมาก เนื่องจากสามารถยับยั้งการเกิดภาวะหลอดเลือดแข็ง (Atherosclerosis) ได้ อีกทั้งยังเพิ่มศักยภาพในการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายอีกด้วย

Yang และคณะ (2018) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบของน้ำมันบริโภคชนิดต่างๆ พบว่า Phytosterol มีโครงสร้างที่คล้ายคลึงกับคอลเลสเตอรอล แต่มีผลดีต่อร่างกายคือ สามารถลดคอลเลสเตอรอลในเส้นเลือดได้ และมีศักยภาพสูงในการป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด อีกทั้งยังเป็นสารต้านการแพ้และการอักเสบ สารปรับภูมิคุ้มกันร่างกาย และสารต้านการเกิดมะเร็งอีกด้วย โดยส่วนประกอบหลักใน Phytosterol นั้น คือ β -sitosterol ซึ่งพบได้มากที่สุดในน้ำมันรำข้าว ส่งผลให้น้ำมันรำข้าวมี Phytosterol ในปริมาณมากที่สุดเมื่อเทียบกับน้ำมันพืชสำหรับบริโภคชนิดอื่นๆที่ใช้ในการศึกษา อีกทั้งยังมี Tocopherol หรือวิตามินอี อยู่ในปริมาณมากเช่นกัน ซึ่งส่งผลดีต่อร่างกายโดยสามารถป้องกันการรวมตัวของเกล็ดเลือดได้ ดังนั้น น้ำมันรำข้าวจึงเหมาะสมที่จะเป็นน้ำมันบริโภคสำหรับผู้ป่วยที่มีคอลเลสเตอรอลสูง และผู้ป่วยที่มีอาการของโรคหัวใจและหลอดเลือด

5. น้ำมันเมล็ดชา (Camellia seed oil)

Camellia oleifera เป็นเมล็ดชาที่พบทางตอนใต้ของประเทศจีน นิยมนำมาสกัดเป็นน้ำมันสำหรับบริโภคซึ่งเมล็ดชาชนิดนี้มีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นกรดไขมันต่างกัน 14 ชนิด ประกอบด้วย unsaturated fatty acid และ Saturated fatty acid กรดไขมันที่พบในเมล็ดชามีสัดส่วนใกล้เคียงกับน้ำมันมะกอก ดังนี้

- Unsaturated fatty acid 87.74%
  - Oleic (C18:1) 78.24%
  - Linoleic (C18:2) 9.50%
- Saturated fatty acid 12.24 %
  - Palmitic (C16:0) 9.63%
  - Stearic (C18:0 2.61%

น้ำมันเมล็ดชาเป็นน้ำมันชนิดหนึ่งที่ได้จาก Camellia sinensis หรือ Camellia oleifera ไม่ได้ผลิตจากพุ่มชาที่เก็บใบมาชงน้ำดื่มกันแพร่หลายทั่วไป แต่มาจากชาอีกสายพันธุ์หนึ่งที่เป็นไม้ยืนต้นสูงใหญ่ 5-10 เมตร อายุยืน ออกดอกผลได้นานหลายปี และเมล็ดซึ่งอยู่ด้านในผลนำมาบีบสกัดเป็นน้ำมันเมล็ดชาคุณภาพสูง น้ำมันเมล็ดชาเป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลายทางตอนใต้ของประเทศจีน น้ำมันเมล็ดชามักนำมาผสมและใช้เพื่อปรุงอาหารต่างๆ ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้น้ำมันเมล็ดชาในการประกอบอาหารแต่ยังไม่แพร่หลายมาก น้ำมันเมล็ดชาในประเทศไทยมีจุดเริ่มต้นจากแนวพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยของมูลนิธิชัยพัฒนาพบว่า น้ำมันเมล็ดชามีประโยชน์ต่อสุขภาพเป็นอย่างมากเพราะมีกรดไขมันอิ่มตัวต่ำ กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง ซึ่งประกอบด้วยโอเมก้า 9 สูงถึง 81-87% โอเมก้า 6 13-28% โอเมก้า 3 1-3% กรดไขมันไม่อิ่มตัวเหล่านี้ช่วยลดระดับ LDL (คอเรสเตอรอลชนิดไม่ดี) และเพิ่ม HDL (คอเรสเตอรอลชนิดดี) ที่มีส่วนช่วยป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดตีบตัน โรคอัมพาต โรคความดันโลหิต โรคเบาหวาน โรคหัวใจ ซึ่งส่งผลดีต่อสุขภาพร่างกายของผู้มีภาวะน้ำหนักเกิน สตรีมีครรภ์ และผู้สูงอายุ อีกทั้งการมีจุดเกิดควันที่สูงถึง 252 องศาเซลเซียส จึงสามารถทนความร้อนได้สูง สามารถนำไปปรุงอาหารได้หลายวิธี ถือเป็นน้ำมันที่เหมาะกับทุกเพศทุกวัย อีกทั้งยังมีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบางตัวได้อีกด้วย

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบองค์ประกอบของกรดไขมันระหว่าง Camellia seed oil กับ edible oil อื่นๆ

Oils	Monounsaturated fatty acid (%)	Polyunsaturated fatty acid (%)
Camellia oleifera oil	68-77	7-14
Olive oil	77	9
Rapeseed oil	48	34
Peanut oil	13	78
Soybean oil	25	62
Safflower Seed oil	24	61
Pig oil	47	12

ที่มา : Ma และคณะ (2011)

Ma และคณะ (2010) ได้ศึกษาว่า น้ำมันเมล็ดชาเป็นน้ำมันธรรมชาติที่ดีต่อสุขภาพ เนื่องจากมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกับน้ำมันมะกอก และมีสารที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพบางอย่างที่ไม่พบในน้ำมันมะกอก เช่น ซาโปนิน (saponin) พอลิฟีนอล (polyphenol) และไกลโคไซด์ (glycoside) โดยกรดไขมันในน้ำมันเมล็ดชาจะมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) ในปริมาณสูง ประกอบด้วยกรดโอเลอิค (oleic acid ; C18:1) 78-86%, กรดแอลฟ่าลินโนเลอิค (linoleic acid; C18:2) 8.6%, กรดลินโนเลนิค (linolenic acid; C18:3) 0.8-1.6%, กรดไขมันอิ่มตัวกรดปาล์มิติก (palmitic acid; C16:0) 8.8% และกรดสเตียริก (stearic acid; C18:0) 2.0%

Fazel และคณะ (2008) และ Li และคณะ (2010) ได้ศึกษาถึงประโยชน์ของน้ำมันเมล็ดชา คือ การที่น้ำมันเมล็ดชามีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงและซาโปนินจึงสามารถลดความเสี่ยงของการเกิดโรคบางชนิดได้ เช่น โรคความดัน โรคหัวใจ รวมทั้งสามารถลดปริมาณคอเลสเตอรอลชนิดที่ไม่ดี (LDL) ได้ และยังมีสารที่เป็นประโยชน์หลายอย่าง เช่น สารต้านอนุมูลอิสระบางตัว คือ พอลิฟีนอล (polyphenols) แคโรทีนอยด์ (carotenoids) และวิตามินอี (vitamin E) ที่มีปริมาณมากกว่าในน้ำมันมะกอกถึง 2 เท่า ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้จะสามารถช่วยยืดอายุการเก็บของน้ำมันและผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันเมล็ดชาเป็นองค์ประกอบ สควาเลน (squalene) และฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ที่สามารถลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งได้ และเนื่องจากในน้ำมันเมล็ดชามีพอลิฟีนอลและซาโปนินที่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด น้ำมันเมล็ดชาจึงมีสมบัติในการต้านจุลินทรีย์อีกด้วย

6. การหืน (Rancidity)

กลิ่นที่ผิดปกติของไขมันหรือน้ำมัน ถือเป็นการเสื่อมเสียของอาหารในด้านสมบัติทางเคมีและกายภาพ เนื่องจากปฏิกริยาเคมี 3 ชนิด คือ ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ปฏิกิริยาออกซิเดชัน และปฏิกิริยาการเกิดคีโตน

เกิดจากปฏิกิริยาออโตออกซิเดชัน ระหว่างออกซิเจนในอากาศกับตำแหน่งพันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ก่อให้เกิดสารที่ให้กลิ่นและรสที่ผิดปกติ สามารถเกิดขึ้นเองแบบต่อเนื่องได้ตลอดเวลา หรืออาจมีปัจจัยอื่นเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยา เช่น แสง และความร้อน

<u>กลไกการเกิดปฏิกิริยาออโตออกซิเดชัน (Autoxidation)</u>

ก. ขั้นเริ่มต้น (Initiation) การเริ่มเกิดอนุมูลอิสระเกิดกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ โดยเริ่มต้นที่คาร์บอนที่ตำแหน่งพันธะคู่สูญเสียไฮโดเจนอะตอม ทำให้เกิดเป็นอนุมูลอิสระไฮโดรคาร์บอน (R•)

$$RH \longrightarrow R\bullet + H\bullet$$

ข. ขั้นเพิ่มจำนวน (Propagation) เกิดจากออกซิเจนเข้าไปทำปฏิกิริยาที่ตำแหน่งพันธะคู่ เกิดเป็น peroxy radical (ROO•) เป็นปฏิกิริยาลูกโซ่และมีอนุมูลอิสระเกิดขึ้นต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ เกิดเป็น proxy radical แล้วทำปฏิกิริยาต่อเนื่องกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวใหม่ ได้ไฮเพอร์ออกไซด์ (ROOH)

$$R\bullet + O_2 \longrightarrow ROO\bullet$$
$$RH + ROO\bullet \longrightarrow ROOH + R\bullet$$

ค. ขั้นสุดท้าย (Termination) อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นมารวมตัวกันเองเกิดเป็นสารใหม่ (secondary product) ได้สารประกอบแอลดีไฮด์ คีโตน แอลกอฮอล์ แอลเคน และกรดอินทรีย์ เป็นต้น สารเหล่านี้ทำให้เกิดสี กลิ่น และรส ที่ผิดปกติของน้ำมันและไขมัน

$$R\bullet + R\bullet \longrightarrow R - R$$
$$ROO\bullet + ROO\bullet \longrightarrow ROOR + O_2$$
$$RO\bullet + R\bullet \longrightarrow ROR$$
$$ROO\bullet + R\bullet \longrightarrow ROOR$$
$$2RO\bullet + 2ROO\bullet \longrightarrow 2ROOR + O_2$$

7. สี

น้ำมันแต่ละชนิดจะมีสีแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับรงควัตถุที่อยู่ในวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการสกัดน้ำมัน โดยกระบวนการผลิตน้ำมันจะมีขั้นตอนการฟอกสี (Blanching) ซึ่งเป็นการแยกเอารงควัตถุต่างๆ และสารที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันออกจากน้ำมัน หรือทำให้มีปริมาณลดลง รงควัตถุเหล่านี้ ได้แก่ คลอโรฟีลล์ และแคโรทีนอยด์ การแยกเอารงควัตถุออกไปจะทำให้น้ำมันมีสีจางลงนอกจากนั้นยังช่วยลดปริมาณของโลหะ ฟอสฟาไตด์ กัม สบู่ และสารประกอบเพอร์ออกไซด์ลงอีกด้วย

8. 2-Thiobarbituric acid value (TBARS)

เป็นวิธีการติดตามปฏิกิริยาการหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่นิยมอีกวิธีหนึ่ง โดยค่า TBARS วัดจำนวน mg malonaldehyde ต่อตัวอย่าง 1 กิโลกรัม หรือวัดเป็น μmols malonaldehyde ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ของมาลอนไดแอลดีไฮด์ ซึ่งเป็น secondary oxidation product ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง สามารถทำปฏิกิริยากับ 2 moles ของ TBARS ให้สารละลายสีชมพูที่ดูดกลืนแสงที่ 532-535 นาโนเมตร โดยปริมาณเสงที่ดูดกลืนจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของมาลอนไดแอลดีไฮด์

ข้อดีและข้อจำกัดของวิธี TBARS คือวิธีการติดตามการหืนจาก secondary oxidation product จะเป็นการตรวจวัดสารที่ทำให้เกิดกลิ่นหืนในน้ำมันได้โดยตรง ดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์กับคุณภาพทางประสาท-สัมผัสสูง นอกจากนี้ยังเป็นวิธีที่ไม่สลับซับซ้อนและไม่แพงแต่อย่างไรก็ตาม TBA สามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่นที่ไม่ใช่ lipid carbonyl ได้ เช่น ascorbic acid sugar และ nonenzymatic browning product ซึ่งดูดกลืนแสงในช่วง 450-540 นาโนเมตร ดังนั้นค่าที่ได้อาจไม่แม่นยำ

Shahidi และ Wanasundara (2008) อธิบายว่า การวิเคราะห์ค่า TBA มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ได้แก่ วิธีกลั่น วิธีสกัด และวิธีวัดโดยตรง สำหรับวิธีกลั่นเป็นวิธีการกลั่นสารประกอบที่ระเหยได้ (Volatile compound) ออกมาพร้อมกับไอน้ำ แล้วจึงนำสารที่กลั่นได้มาทำปฏิกิริยากับ TBA reagent ส่วนวิธีสกัดทำโดยสกัด TBA-reactive substances (TBARS) จากอาหารด้วย aqueous medium เช่น สารละลาย Trichloroacetic acid ก่อนที่จะนำไปทำปฏิกิริยากับ TBA reagent และวิธีวัดโดยตรงใช้กับน้ำมันและไขมันโดยทำปฏิกิริยาโดยตรงกับ TBA reagent แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงของสารประกอบที่เกิดขึ้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบวิธีทั้งสาม พบว่า สองวิธีแรกใช้เวลาในการวิเคราะห์นานและอาจเกิดสารประกอบอื่นที่ไม่ต้องการวัด (artifact formation) ในขณะที่วิธีสุดท้ายเป็นวิธีที่ง่ายและใช้เวลาในการวิเคราะห์สั้นกว่า (ศรุดา, 2554)

วัตถุประสงค์โครงการ

เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ ทางจุลชีววิทยา และลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของเนยถั่วที่ใช้น้ำมันบริโภคชนิดผสม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบสมบัติที่เหมาะสมของเนยถั่วที่ได้จากการใช้น้ำมันบริโภคชนิดผสมที่แตกต่างกันเป็นส่วนประกอบ
2. ช่วยเพิ่มผลิตภัณฑ์ทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค
3. ช่วยลดต้นทุนในการผลิต

วิธีการดำเนินการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	พ.ศ. 2561										พ.ศ.2562	
	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. เตรียมเนยถั่วตามสูตร ดังแสดงในตารางที่ 6 โดยใช้น้ำมันบริโภคชนิดผสมที่แตกต่างกัน 4 ชนิด ดังต่อไปนี้
    - 4.1 น้ำมันรำข้าว ผสม น้ำมันเมล็ดชา อัตราส่วน 100:0 w/w
    - 4.2 น้ำมันรำข้าว ผสม น้ำมันเมล็ดชา อัตราส่วน 50:50 w/w
    - 4.3 น้ำมันรำข้าว ผสม น้ำมันเมล็ดชา อัตราส่วน 0:100 w/w

วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนยถั่วแต่ละสูตร และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

1. การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

    - วัดค่าสีในระบบ CIE (L*a*b*) ด้วยเครื่อง Minolta Chroma Meter รุ่น CR-300
    - ค่า water activity ด้วยเครื่อง AquaLab series 3
    - ค่า firmness และ ค่า cohesiveness โดยใช้ Texture Analyzer รุ่น TA.TX2i

2. การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

    - การสกัดไขมันออกจากตัวอย่างเนยถั่วด้วย Soxhlet extractor
    - วัดค่าเพอร์ออกไซด์ด้วยวิธี Titration
    - วัดค่า TBARS (Pearson, 1976 และ ศรุดา, 2554)

3. การวิเคราะห์สมบัติทางประสาทสัมผัส

    ประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของเนยถั่วในแต่ละสูตรโดยประเมินทางด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส (ขณะสเปรด) รสชาติและความชอบโดยรวมของผู้บริโภค ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน โดยใช้ seven-point hedonic scale

4. การวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา

    - จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
    - จำนวนยีสต์รา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

    โดยใช้วิธี Bacteriological analytical manual (BAM)

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

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

ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

1. เปิดเตาอบเพื่อทำการอุ่นเตาที่อุณหภูมิ 150 ºC เป็นเวลา 20 นาที
2. ผสมน้ำมันรำข้าวและน้ำมันเมล็ดชา เพื่อเป็นน้ำมันสำหรับการผลิตเนยถั่วลิสง โดยแปรค่าสัดส่วนของน้ำมันผสม ระหว่างน้ำมันรำข้าวต่อน้ำมันพื้นฐานเมล็ดชา ในอัตราส่วน 100:0, 50:50 และ 0:100 (w/w)
3. นำถั่วลิสงดิบเลาะเปลือก เกลือ น้ำมันรำข้าว และน้ำผึ้งไปชั่งน้ำหนักตามสูตรการทำเนยถั่วที่ได้ทำการดัดแปลงมาจาก Gills (2000) และ Gong (2018) ใน 300 กรัม

   ตารางที่ 6 สูตรการทำเนยถั่ว

ส่วนผสม	เปอร์เซ็นต์ที่ใช้
ถั่วลิสง (คั่ว)	83
น้ำมันพื้นฐาน	12
น้ำผึ้ง	4.5
เกลือ	0.5

4. นำถั่วลิสงดิบเลาะเปลือกไปใส่ในถาดอบ โดยกระจายถั่วลิสงให้ทั่วถาด และทำการแยกซีก ถั่วลิสงที่ติดอยู่ด้วยกันออก เพื่อจะได้รับความร้อนได้ทั่วถึง
5. นำถาดอบเข้าเตาอบเป็นเวลา 20 นาที
6. นำถั่วลิสงที่อบเสร็จแล้วมาพักให้เย็น เป็นเวลา 30 นาที
7. นำถั่วลิสงที่เย็นแล้วใส่ลงในเครื่องปั่น ปั่นถั่วลิสงให้ละเอียดเป็นเวลา 1 นาที 30 วินาที
8. นำน้ำมันพื้นฐานที่ชั่งเตรียมไว้ปั่นผสมเข้ากับถั่วลิสงจนได้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดูเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน ปั่นเป็นเวลา 1 นาที 30 วินาที
9. นำเกลือที่ชั่งเตรียมไว้มาปั่นผสมเข้าด้วยกัน เป็นเวลา 1 นาที 30 วินาที
10. นำน้ำผึ้งที่ชั่งเตรียมไว้มาปั่นผสมเข้าด้วยกัน เป็นเวลา 1 นาที 30 วินาที
11. แบ่งตัวอย่างเนยถั่วที่ได้บางส่วนไปวัดค่าทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยาและประสาทสัมผัสตามแผนการที่ได้วางไว้
12. ทำข้อ 3.4.1-3.4.11 อีกครั้ง เพื่อเพิ่มจำนวนซ้ำการทดลองตามที่ต้องการ
13. นำข้อมูลที่ได้ไปเข้าโปรแกรมทางสถิติ (SPSS) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างกันของข้อมูลและสรุปผล

งบประมาณ

1. หมวดวัตถุดิบ

วัตถุดิบ	ปริมาณที่ใช้	ราคา(บาท)
ถั่วลิสง	20 kg	1720
น้ำผึ้ง	325 มิลลิลิตร	149
เกลือ	500 กรัม	6
น้ำมันรำข้าว	20 ลิตร	1800
น้ำมันถั่วเหลือง	10 ลิตร	550
น้ำมันเมล็ดชา	10 ลิตร	2000
น้ำมันเมล็ดทานตะวัน	10 ลิตร	550
	รวม	6775

2. หมวดสารเคมี

สารเคมี	ปริมาณที่ใช้	ราคา(บาท)
Acetic acid	2.5 ลิตร	700
Chloroform	2.5 ลิตร	1740
Potassium Iodide	100 กรัม	640
Sodium Thiosulphate	100 กรัม	540
	รวม	3620

3. หมวดค่าใช้จ่ายทั่วไป

รายการ	จำนวน	ราคา(บาท)
ค่าการเดินางในการจัดหาวัตถุดิบและข้อมูล	-	500
ค่าสำเนาเอกสารจากรายงานและสิ่งพิมพ์อ้างอิง	1000 แผ่น	500
ค่าวัสดุทำรายงานและเสนอรายงาน	-	500
	รวม	1500

รวมยอดสุทธิ 11,895 บาท

ครุภัณฑ์

1. เครื่องวัดความหนืด (Viscometer) ยี่ห้อ FUNGILAB Model : Alpha , Spain
2. เครื่องวัดสี (Chroma meter) ยี่ห้อ KONICA MINOLTA Model : CR-400 , Japan
3. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ยี่ห้อ Stable Micro Systems Model : TA-XT2i (icon) , England
4. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)
5. เครื่องปั่น (Blender)

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2549). เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2 . โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮาส์, กรุงเทพ.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. เนยถั่ว. มผช. ๑๐๑๒/๒๕๔๘

วิชัยและเพ็ญขวัญ ชมปรีดา. (2540). การถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากถั่วลิสง, น. 178-198. ใน สุกัญญา กองเงิน และคณะ, ผู้รวบรวม. คู่มือวิชาการ เรื่อง อะฟลาทอก ซินในถั่วลิสง. ม.ป.ท.

ศิริพร เหลืองกอบกิจ. (2550). น้ำมันรำข้าว. จุลสารข้อมูลสมุนไพรสำนักงานข้อมูลสมุนไพร. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลันมหิดล

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

ภาษาอังกฤษ

Alim M. A., Lee J. H., Shin J. A., Lee Y. J., Choi M. S., Akoh C. C., and Lee K.-T., (2008). Lipase-catalyzed production of solid fat stock from fractionated rice bran oil, palm stearin, and conjugated linoleic acid by response surface methodology. Food Chemistry. 106. P. 712–719.

Davis P. J., and Dean L. L., (2016). Peanut Composition, Flavor and Nutrition. Peanuts. AOCS Press, NC, USA. P. 289–345.

Fazel M., Sahari M. A., and Barzegar M. (2008). Determination of Main Tea Seed Oil Antioxidants and their Effects on Common Kilka Oil. International Food Research Journal. 15(2). P.209-217.

Hashempour B. F., Torbati M., Azadmard D. S., and Savage P.G. (2016). Vegetable oil blending: A review of physicochemical, nutritional and health effects. Trends in Food Science and Technology. 57. P.52-58.

Li H., Zhou G., Zhang H., and Liu J. (2010). Research progress on the health function of tea oil. Journal of Medicinal Plants Research. 5(4). P. 485-489.

Ma J., Ye H., Rui Y., Chen G., and Zhang N. (2010). Fatty acid composition of Camellia oleifera oil. Journal of Consumer Protection and Food Safety. 6. P. 9–12.

Mohd Rozalli H.N., Chin L.N., Yusof A.Y., and Mahyudin N. (2016). Quality changes of stabilizer-free natural peanut butter during storage. J Food Sci Technol.53(1). P.694-702

Orthoefer F.T. (2005). Rice Bran Oil. [accessed 2.04.18]. Availablefrom:https://www.scribd.com

Riveros C. G., Mestrallet M. G., Gayol M. F., Quiroga P.R., Nepote V., and Grosso N.R. (2010). Effect of storage on chemical and sensory profiles of peanut pastes prepared with high-oleic and normal peanuts. J Sci Food Agric. 90 (15).

USDA, (2015). U.S. Department of Agriculture. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27. Available from: http://www.nal.usda.gov (accessed 13.09.2018.).

Yang R., Zhang L., Li P., Yu L., Mao J., Wang X., and Zhang Q. (2018). A review of chemical composition and nutritional properties of minor vegetable oils in China. Trends in Food Science and Technology.71. P.26-32.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวปวันรัตน์ คุณบันลือยศ

ตำแหน่ง หัวหน้าโครงการ

วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.)

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีที่สำเร็จการศึกษา 2561

โทรศัพท์ 081 251 8615

Email pawanrat.khun@gmail.com

ชื่อ-สกุล นางสาวฟ้าใส สุทธิ

ตำแหน่ง ผู้วิจัยร่วม

วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.)

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีที่สำเร็จการศึกษา 2561

โทรศัพท์ 091 450 4694

Email fasai.trong@gmail.com