การศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคและการพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมัน โอเมก้า-3 จากน้ำมันปลาทูน่าสำหรับผู้สูงอายุ

โดย

สุริยัณห์ อิศรางกูล

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์และผลิตภัณฑ์นวัตกรรมอาหาร)
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2566

Ref. code: 25666409036164KRV

STUDY OF CONSUMER BEHAVIOR AND DEVELOPMENT OF OMEGA-3 FATTY ACID PRODUCT FROM TUNA FISH OIL FOR THE ELDERLY

BY

SURIYAN ITSARANGKOON

AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
(HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT AND FOOD INNOVATION PRODUCTS)
DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
THAMMASAT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2023

Ref. code: 25666409036164KRV

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สารนิพนธ์

ของ

สุริยัณห์ อิศรางกูล

เรื่อง

การศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคและการพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมัน
โอเมก้า-3 จากน้ำมันปลาทูน่าสำหรับผู้สูงอายุ

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์และผลิตภัณฑ์นวัตกรรมอาหาร)

เมื่อ วันที่ 7 ธันวาคม พ.ศ. 2566

ประธานกรรมการสอบสารนิพนธ์ _____
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมสุข สุวรรณกูฏ)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ _____
(อาจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ ชัยสิทธิ์)

กรรมการสอบสารนิพนธ์ _____
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา สุภาวงค์)

กรรมการสอบสารนิพนธ์ _____
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสิฏฐ์ ธรรมวิถี)

คณบดี _____
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุเพชร จิรขจรกุล)

หัวข้อสารนิพนธ์	การศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคและการพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 จากน้ำมันปลาทูน่าสำหรับผู้สูงอายุ
ชื่อผู้เขียน	สุริยัณห์ อิศรางกูล
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์และผลิตภัณฑ์นวัตกรรมอาหาร)
สาขา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์	ดร.วิไลลักษณ์ ชัยสิทธิ์
ปีการศึกษา	2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มผู้สูงอายุและผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 เริ่มจากการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากกลุ่มผู้บริโภคและผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ด้วยเทคนิคการสัมภาษณ์แบบสนทนากลุ่ม (Focus group discussion) และการสัมภาษณ์แบบเชิงลึกรายบุคคล (In-depth interview) แล้วนำข้อมูลที่ได้มาจัดทำแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้ผู้ทดสอบ คือ ผู้สูงอายุที่เคยบริโภคผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 จำนวน 400 คน และผู้ซื้อทั่วไปที่เคยซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 จำนวน 132 คน แล้ววิเคราะห์ข้อมูลตามแบบจำลองคาโน (Kano model) พบว่าผู้บริโภคจำนวน 400 คน ให้ความสำคัญกับสีของผลิตภัณฑ์ คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ทำให้ผู้บริโภคเกิดความพึงพอใจเพิ่มขึ้นมี 3 คุณลักษณะ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์อยู่ในรูปแบบผง อายุการเก็บรักษามากกว่า 1 ปี และการบรรจุ 1 ซอง ต่อ 1 หน่วยบริโภค ในขณะที่ผู้ซื้อจำนวน 132 คน ให้ความสำคัญกับลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้สารเคมี การแสดงส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ไว้อย่างชัดเจน และความน่าเชื่อถือของสถานที่จำหน่าย คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ทำให้ผู้ซื้อเกิดความพึงพอใจเพิ่มขึ้นมี 3 คุณลักษณะ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์อยู่ในรูปแบบผง มีหลายรสชาติให้เลือก และการบรรจุ 1 ซองต่อ 1 หน่วยบริโภค สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 เพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปแบบผงที่มีลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นที่ดีและมีอายุการเก็บรักษามากกว่า 1 ปี ทำโดยใช้เทคนิคการเอนแคปซูเลชันด้วยการเตรียมอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil-in-water emulsion) โดยใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองเป็นสารห่อหุ้ม แล้วนำไปทำแห้งด้วยเทคนิคการทำแห้งแบบพ่นฝอย การศึกษานี้ใช้น้ำมันปลาทูน่าและน้ำมันปลาทูน่าที่มีการผสมน้ำมันรำข้าวเป็นวัตถุดิบโดยการแปรสัดส่วนของปริมาณน้ำมันต่อโปรตีน 3 ระดับ ได้แก่ 0.5:1, 1.0:1 และ

Ref. code: 25666409036164KRV

1.5:1 พบว่าผลิตภัณฑ์สูตรที่ใช้น้ำมันปลาทูน่าผสมกับน้ำมันรำข้าวที่อัตราส่วนระหว่างน้ำมันต่อโปรตีนเท่ากับ 1.0:1 มีลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นดีที่สุด (คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น เท่ากับ 4.30 คะแนนจาก 5 คะแนน) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่วางจำหน่ายในท้องตลาด (คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นเท่ากับ 1.63 คะแนน) ($p \leq 0.05$) และมีความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันสูงสุด (Induction time เท่ากับ 200.93 นาที) ซึ่งพบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่วางจำหน่ายในท้องตลาด (Induction time เท่ากับ 200.08 นาที) ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่างานวิจัยนี้ช่วยปรับปรุงลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ให้ดีขึ้นและยังมีอายุการเก็บรักษาใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายในท้องตลาดในประเทศไทย โดยผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่พัฒนาได้มีปริมาณกรดอีโคซะเพนตะอีโนอิก (Eicosapentaenoic acid, EPA) และกรดโดโคซะเฮกซะอีโนอิก (Docosahexaenoic acid, DHA) ต่อหน่วยบรรจุ (4 กรัม) สูงถึง 48.16 และ 270.97 มิลลิกรัม ตามลำดับ

คำสำคัญ: โอเมก้า-3 ผู้สูงอายุ เอนแคปซูเลชัน น้ำมันปลาทูน่า น้ำมันรำข้าว

Ref. code: 25666409036164KRV

Independent Study Title	Study of consumer behavior and development of omega-3 fatty acid product from tuna fish oil for the elderly
Author	Suriyan Itsarangkoon
Degree	Master of Science (Human Resources Development and Food Innovation Products)
Department/Faculty/University	Food Science and Technology Faculty of Science and Technology Thammasat University
Advisor Assistant Professor	Dr.Wilailuk Chaiyasit
Academic Year	2023

ABSTRACT

The objective of this research was to study the behavior and needs of Elderly consumers and buyers for the development of omega-3 fatty acid product. Starting from collecting qualitative data from consumers and buyers of omega-3 fatty acid products by using focus group discussion and in-depth interview methods. The obtained data was used to create a questionnaire to collect quantitative data from 400 elderly consumers who have consumed omega-3 fatty acid products and 132 general buyers who have purchased omega-3 fatty acid products. The obtained data was analyzed following the Kano model. The results showed that consumers pay attention to the color of the product, while buyers value the olfactory sensory characteristics, no chemical additive, clearly displayed ingredients, and the marketplace reliability. In addition, there were three characteristics of the product that could be used to increased consumer satisfaction: 1) the product is in powder form; 2) shelf life is longer than 1 year; and 3) each serving size is packed in sachet. For increasing buyer satisfaction, there were also three characteristics that could be used: 1) the product is in powder form; 2) the product with various flavors is available; and 3) each serving size is packed in sachet. Then powder products containing omega-3 fatty acids were developed using encapsulation technique to improve flavor and prolong shelf life.

Ref. code: 25666409036164KRV

Isolated soy protein was chosen to stabilize an oil-in-water emulsion and also to be a wall material of encapsulation during spray drying. Tuna oil was used as a source of omega-3 fatty acids in this study with and without blending with rice bran oil. The ratios of oil to protein were varied at three levels: 0.5:1, 1.0:1, and 1.5:1. It was found that products formulated with tuna oil blended with rice bran oil at a ratio of oil to protein equal to 1.0:1 had the best olfactory sensory characteristics (Odor acceptance score was 4.30 from 5-point-hedonic scale), which is significantly different when compared to Omega-3 fatty acid powder product available in the market. (Odor acceptance score was 1.63 points) ($p \leq 0.05$). In addition, the developed product had the highest oxidation stability (induction time was 200.93 minutes), which was not significantly different when compared to the omega-3 fatty acid product available in the market (induction time was 200.08 minutes) ($p > 0.05$). Thus, the information from this research could be useful to improve the quality especially flavor and shelf life of an omega-3 fatty acid powder product. Moreover, the developed omega-3 fatty acid powder product contained eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) per serving size (4 grams) as high as 48.16 and 270.97 milligrams, respectively.

Keywords: Omega-3, Elderly, Encapsulation, Tuna oil, Rice brain oil

Ref. code: 25666409036164KRV

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือและคำแนะนำที่ดีเสมอมาจาก ดร.วิไลลักษณ์ ชัยสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้สารนิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมสุข สุวรรณกูฏ ประธานกรรมการสอบสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา สุภาวงค์ กรรมการสอบสารนิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสิฏฐ์ ธรรมวิถี กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาตรวจทาน แก้ไข และให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีเพื่อให้สารนิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือต่างๆเพื่อใช้สำหรับงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ บริษัท ไทยยูเนี่ยน อินกรีเดียนท์ ที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนสถานที่ในการทำวิจัย รวมทั้งวัตถุดิบและเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับงานวิจัยนี้มาด้วยดีโดยตลอด

ท้ายนี้ใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา ครอบครัว และผู้มีพระคุณทุกคนที่คอยให้กำลังใจและคำปรึกษาด้วยดีเสมอมา อาจารย์ทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ ที่ได้ให้ความรู้และประสบการณ์ต่างๆจนทำให้มีวันนี้ สามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมาหล่อหลอมจนเกิดเป็นสารนิพนธ์ฉบับที่สมบูรณ์ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสารนิพนธ์เล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อองค์กรหรือผู้ที่สนใจศึกษาต่อไป

สุริยัณห์ อิศรางกูล

Ref. code: 25666409036164KRV

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญตาราง	(9)
สารบัญรูป	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการศึกษาค้นคว้าอิสระ	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	4
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ไขมันและน้ำมัน (Fat and oil)	6
2.2 กรดไขมันโอเมก้า-3 (Omega-3 fatty acid)	6
2.3 โอไรซานอล (Oryzanol)	8
2.4 การเอนแคปซูเลชัน (Encapsulation)	9
2.5 โปรตีนถั่วเหลืองสกัด (Isolated soy protein, ISP)	9
2.6 เทคโนโลยีการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray drying technology)	10
2.7 มาตรฐานผลิตภัณฑ์น้ำมันปลาที่ทำให้แห้ง (Standard for dried fish oil product)	10
2.8 วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research)	11

Ref. code: 25666409036164KRV

สารบัญ (ต่อ)

2.9 แบบจำลองคาโน (Kano model) 14
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related research) 18

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 21

3.1 การศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคและผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 21
3.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 24
3.3 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพและเคมี 28
3.4 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 31
3.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ 32

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปลายผล 33

4.1 ผลการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคและผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 33
4.2 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 58
4.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพและเคมี 59
4.4 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 84

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 87

5.1 สรุปผลการวิจัย 87
5.2 ข้อเสนอแนะ 88

รายการอ้างอิง 89

Ref. code: 25666409036164KRV

สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ข้อคำถามสำหรับการสัมภาษณ์ผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กรดไขมัน โอเมก้า-3 แบบสนทนากลุ่ม (Focus group discussion) 95

ภาคผนวก ข ข้อคำถามสำหรับการสัมภาษณ์ผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กรดไขมัน โอเมก้า-3 แบบการสัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคล (In-depth interview) 97

ภาคผนวก ค ข้อคำถามสำหรับการสัมภาษณ์ผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 แบบการสัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคล (In-depth interview) 100

ภาคผนวก ง แบบสอบถามเพื่อศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค และผู้ซื้อที่มีต่อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 102

ภาคผนวก จ แบบสอบถามเพื่อศึกษาการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 108

ภาคผนวก ฉ การตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม 111

ภาคผนวก ช การตรวจสอบทางด้านกายภาพและเคมี 115

ภาคผนวก ซ ผลวิเคราะห์ขนาดอนุภาค ($D_{4,3}$) ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 147

ประวัติผู้เขียน 153

Ref. code: 25666409036164KRV

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ปริมาณรวมของ EPA และ DHA ที่แนะนำในแต่ละข้อบ่งใช้ 8

2.2 องค์ประกอบของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (ISP) 9

2.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์น้ำมันปลาและน้ำมันปลาที่ทำให้แห้ง 11

2.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของการสัมภาษณ์แบบสนทนากลุ่ม (Focus group discussion) และการสัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคล (In-depth interview) 14

3.1 ส่วนผสมของอิมัลชันสูตรต่างๆ 25

3.2 สภาวะการทำแห้งด้วยเทคนิคการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray drying technique) 26

3.3 ส่วนผสมของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตรต่างๆ 26

3.4 รายการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของวัตถุดิบน้ำมัน (oil) 29

3.5 รายการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของวัตถุดิบโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (Isolated soy protein) 29

3.6 รายการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของอิมัลชัน (Emulsion) 30

3.7 รายการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 (Omega-3 fatty acid powder) 30

4.1 ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์กลุ่มผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายและรับประทานอาหารเสริม 34

4.2 ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์กลุ่มผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายแต่ไม่รับประทานอาหารเสริม 36

4.3 ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์กลุ่มผู้สูงอายุที่รับประทานอาหารเสริมแต่ไม่ออกกำลังกาย 38

4.4 ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์กลุ่มผู้สูงอายุกลุ่มที่ไม่ออกกำลังกายและไม่รับประทานอาหารเสริม 40

4.5 การทดสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach’s alpha coefficient) 46

4.6 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่ผู้บริโภคและผู้ซื้อต้องการ 52

4.7 ค่าความพึงพอใจและค่าความไม่พึงพอใจของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 53

Ref. code: 25666409036164KRV

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.8 ค่าความพึงพอใจและค่าความไม่พึงพอใจของผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 54
4.9 จำแนกประเภทของคุณลักษณะต่างๆที่ผู้บริโภคและผู้ซื้อต้องการ 56
4.10 คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของวัตถุดิบน้ำมัน (oil) 59
4.11 คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (Isolated soy protein) 60
4.12 ความหนืดของอิมัลชันก่อนการทำแห้งแบบพ่นฝอย 61
4.13 ดัชนีความคงตัวของอิมัลชัน 63
4.14 ค่าการเกิดออกซิเดชันของอิมัลชัน 64
4.15 ค่าสี (Color) ของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 65
4.16 ปริมาณความชื้น (Moisture content) และปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) ของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 66
4.17 ความสามารถในการละลายน้ำ (Water solubility) ของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 67
4.18 ค่าการเกิดออกซิเดชันที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 3 วัน 68
4.19 ค่าการเกิดออกซิเดชันที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 30 วัน 68
4.20 ค่าการเกิดออกซิเดชันที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 60 วัน 69
4.21 ประสิทธิภาพการห่อหุ้มผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 3 วัน 70
4.22 ประสิทธิภาพการห่อหุ้มผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 30 วัน 70
4.23 ประสิทธิภาพการห่อหุ้มผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 60 วัน 71
4.24 Induction time ของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 เมื่อระยะเวลาการจัดเก็บเปลี่ยนแปลงไป 71
4.25 ปริมาณโปรตีนของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 73
4.26 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่พัฒนาได้เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด 81
4.27 เปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 422) 83
4.28 คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 85

Ref. code: 25666409036164KRV

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 คาดการณ์จำนวนประชากรทั่วโลก 1
1.2 คาดการณ์จำนวนผู้สูงอายุในทวีปเอเชีย 2
2.1 โครงสร้างทางเคมีของกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่มีความสำคัญต่อร่างกายมนุษย์ 7
2.2 การแบ่งคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตามแบบจำลองคาโน 15
2.3 ตารางวิเคราะห์คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตามแบบจำลองคาโน 17
2.4 แผนภาพจำแนกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือบริการตามแบบจำลองคาโน 18
3.1 แผนภาพอย่างง่ายแสดงกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 27
4.1 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผู้สูงอายุต้องการ 42
4.2 เพศของผู้บริโภค (รูปซ้าย) และผู้ซื้อ (รูปขวา) 47
4.3 อายุของผู้บริโภค (รูปซ้าย) และผู้ซื้อ (รูปขวา) 47
4.4 จังหวัดที่ผู้บริโภค (รูปซ้าย) และผู้ซื้อ (รูปขวา) พักอาศัยปัจจุบัน 48
4.5 อาชีพหลักก่อนเกษียณของผู้บริโภค (รูปซ้าย) และอาชีพหลักของผู้ซื้อ (รูปขวา) 48
4.6 การพักอาศัยของผู้บริโภค (รูปซ้าย) และผู้ซื้อ (รูปขวา) 49
4.7 ปัญหาสุขภาพของผู้บริโภค 50
4.8 รูปแบบของผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่ผู้บริโภครับประทานในปัจจุบัน (รูปซ้าย) และรูปแบบของผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่ผู้ซื้อเลือกซื้อในปัจจุบัน (รูปขวา) 51
4.9 บุคคลที่ซื้อผลิตภัณฑ์โอเมก้า-3 ให้กับผู้บริโภค 51
4.10 แผนภาพจำแนกประเภทความต้องการคุณลักษณะต่างๆของผู้บริโภค (รูปบน) และผู้ซื้อ (รูปล่าง) 55
4.11 ลักษณะปรากฏของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 58
4.12 ลักษณะการแยกชั้นของอิมัลชัน E-TO-1.5 ที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 48 ชั่วโมง 62
4.13 ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมัน 72
4.14 รูปถ่ายผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-TO-0.5 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ที่กำลังขยาย 250 เท่า (รูปบน) 500 เท่า (รูปกลาง) และ 1,500 เท่า (รูปล่าง) 74
4.15 รูปถ่ายผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-TO-1.0 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 250 เท่า (รูปบน) 500 เท่า (รูปกลาง) และ 1,500 เท่า (รูปล่าง) 75

Ref. code: 25666409036164KRV

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

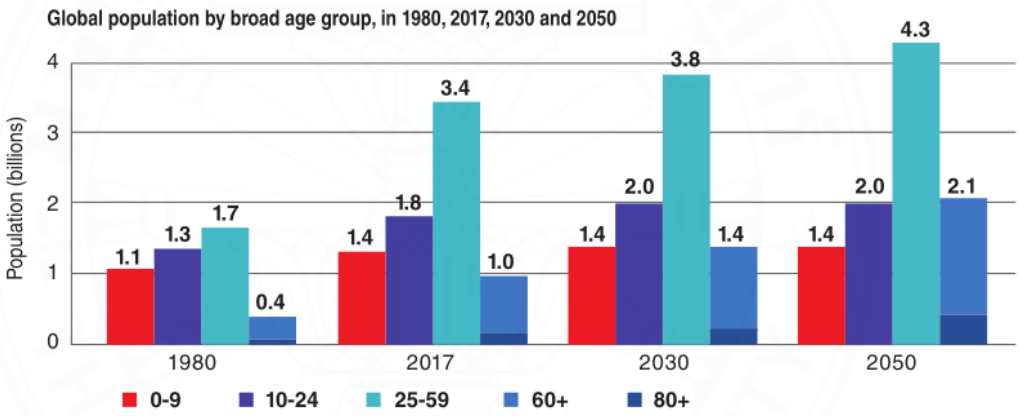
4.16 รูปถ่ายผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-TO-1.5 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 250 เท่า (รูปบน) 500 เท่า (รูปกลาง) และ 1,500 เท่า (รูปล่าง) 76
4.17 รูปถ่ายผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-BO-0.5 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 250 เท่า (รูปบน) 500 เท่า (รูปกลาง) และ 1,500 เท่า (รูปล่าง) 77
4.18 รูปถ่ายผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-BO-1.0 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 250 เท่า (รูปบน) 500 เท่า (รูปกลาง) และ 1,500 เท่า (รูปล่าง) 78
4.19 รูปถ่ายผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-BO-1.5 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 250 เท่า (รูปบน) 500 เท่า (รูปกลาง) และ 1,500 เท่า (รูปล่าง) 79
4.20 การกระจายตัวของขนาดอนุภาคของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตรต่างๆ 80
4.21 ผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 82
4.22 เพศของผู้บริโภค 84
4.23 อายุของผู้บริโภค 84
4.24 คะแนนการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 86

Ref. code: 25666409036164KRV

บทที่ 1
บทนำ

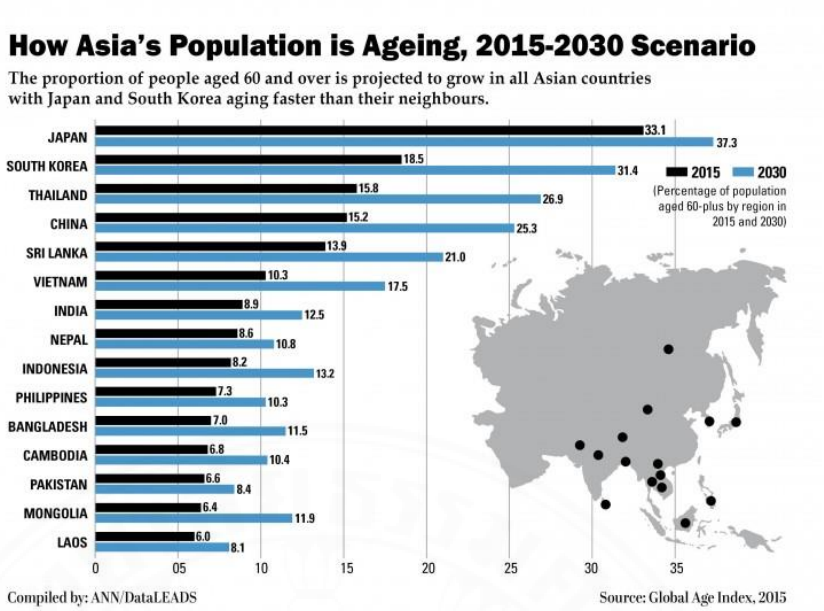
1.1 ความสำคัญและที่มาของการศึกษาค้นคว้าอิสระ

ผู้สูงอายุหรือประชากรที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างน้อยร้อยละ 3 ต่อปีและคาดว่าในปี พ.ศ. 2573 ผู้สูงอายุทั่วโลกจะมีจำนวนมากถึง 1.4 พันล้านคนและจะเพิ่มขึ้นเป็น 2.1 พันล้านคนในปี พ.ศ. 2593 (United Nations, 2017) นอกจากนี้ยังพบว่าผู้สูงอายุในทวีปเอเชียจะมีมากที่สุดในโลกในปี พ.ศ. 2558-2573 สำหรับประเทศไทยคาดว่าจะมีผู้สูงอายุเป็นอันดับ 3 ในทวีปเอเชีย รองลงมาจากเกาหลีใต้และญี่ปุ่น (Global Age Index, 2015)



รูปที่ 1.1 คาดการณ์จำนวนประชากรทั่วโลก
ที่มา: United Nations (2017)

Ref. code: 25666409036164KRV



รูปที่ 1.2 คาดการณ์จำนวนผู้สูงอายุในทวีปเอเชีย
ที่มา: Global Age Index (2015)

ผู้สูงอายุเป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงและเสื่อมถอยของโครงสร้างและหน้าที่ของร่างกายสูงที่สุด ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพในหลายระบบ (Pankong, 2010; Aroonsang, 2012) เช่น ผู้สูงอายุที่สูญเสียฟันซึ่งอาจส่งผลต่อระบบการย่อยอาหาร มีปัญหาทางด้านสายตา รวมถึงมีข้อจำกัดในการบริโภคอาหารจึงอาจนำไปสู่การได้รับสารอาหารที่ไม่เพียงพอต่อร่างกายและอาจนำไปสู่โรคต่างๆได้ โรคที่มักพบบ่อยในผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไป มีทั้งหมด 10 โรค ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง (ร้อยละ 58), โรคไขมันในเลือดสูง (ร้อยละ 47), โรคข้ออักเสบ (ร้อยละ 31), โรคหัวใจขาดเลือด (ร้อยละ 29), โรคเบาหวาน (ร้อยละ 27), โรคไตเรื้อรัง (ร้อยละ 18), โรคหัวใจล้มเหลว (ร้อยละ 14), โรคซึมเศร้า (ร้อยละ 14), โรคอัลไซเมอร์หรือภาวะสมองเสื่อม (ร้อยละ 11) และโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (ร้อยละ 11) โดยร้อยละ 80 ของผู้สูงอายุมักจะเป็นโรคดังกล่าว 1 โรค และร้อยละ 68 ของผู้สูงอายุมักจะเป็นโรคดังกล่าวอย่างน้อย 2 โรค (National Council on Aging, 2021)

กรดไขมันโอเมก้า-3 (Omega-3 fatty acid) เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง (Polyunsaturated fatty acid) และเป็นกรดไขมันที่จำเป็นสำหรับร่างกาย เนื่องจากร่างกายสร้างเองไม่ได้จึงจำเป็นต้องรับประทานโดยตรงจากอาหารเท่านั้น พบมากในปลาทะเลเขตน้ำเย็นและเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิด เช่น ปลาซาร์ดีน ปลาแม็คคาเรล ปลาค้อด ปลาทูน่า เมล็ดฝ้ายและวอลนัท (วิทวัส, 2555) ในปัจจุบันปลาทูน่าเป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 เนื่องจากมีปริมาณกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่สูงถึง 1,417 มิลลิกรัมต่อเนื้อปลา 100 กรัม (Hess, n.d.)

Ref. code: 25666409036164KRV

และแนวโน้มการขยายตัวของอุตสาหกรรมการผลิตปลาทูน่ากระป๋องในประเทศไทยที่เพิ่มขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2565 ปริมาณการส่งออกปลาทูน่ากระป๋องของไทยมีมากถึง 484,223.78 ตัน เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 8.75 เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการส่งออกปลาทูน่ากระป๋องในปี พ.ศ. 2564 (445,250.95 ตัน) ส่งผลให้มีปริมาณเศษเหลือที่ได้จากกระบวนการแปรรูปในอุตสาหกรรมการผลิตปลาทูน่ากระป๋องเพิ่มมากขึ้น (กรมประมง, 2566)

ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าอิสระนี้จึงได้ริเริ่มขึ้นเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 จากน้ำมันปลาทูน่าสำหรับผู้สูงอายุ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความสะดวกในการบริโภค มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนาน และมีลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นที่ดี นอกจากนี้ยังอาจนำไปรับประทานร่วมกันกับอาหารหรือเครื่องดื่มได้ เช่น โยเกิร์ต เครื่องดื่มน้ำผลไม้ เป็นต้น ซึ่งนอกจากจะเป็นการสร้างผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่ให้กับผู้สูงอายุแล้วยังเป็นการนำเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตปลาทูน่ากระป๋องมาสร้างมูลค่าเพิ่มและใช้วัตถุดิบปลาทูน่าให้เกิดประโยชน์สูงสุดอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 จากน้ำมันปลาทูน่าสำหรับผู้สูงอายุ โดยมีวัตถุประสงค์ของการดำเนินการศึกษาแต่ละขั้นตอนดังนี้

1) เพื่อศึกษาความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายและผู้ซื้อสำหรับใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

2) เพื่อศึกษากระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

3) เพื่อศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่พัฒนาได้

4) เพื่อศึกษาการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสและการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่พัฒนาได้

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) เข้าใจพฤติกรรมและทราบความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายและผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

2) สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มจากเศษเหลือในกระบวนการผลิตปลาทูน่ากระป๋องให้กับภาคอุตสาหกรรมได้

3) เป็นแนวทางให้กับผู้ประกอบการทั้งรายใหม่และรายเก่า ในการวางแผนเพื่อสร้างหรือต่อยอดธุรกิจสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ในอนาคต

Ref. code: 25666409036164KRV

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

งานวิจัยนี้ประกอบด้วยการศึกษา 4 ขั้นตอนหลัก โดยขั้นตอนที่ 1 เริ่มจากการศึกษาความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 โดยการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative research) ด้วยเทคนิคการสัมภาษณ์แบบสนทนากลุ่ม (Focus group discussion) และเทคนิคการสัมภาษณ์แบบเชิงลึกรายบุคคล (In-depth interview) สำหรับเทคนิคการสัมภาษณ์แบบสนทนากลุ่มใช้ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 20 คน แบ่งกลุ่มเป้าหมายออกเป็น 4 กลุ่มย่อย กลุ่มละ 5 คน ได้แก่ 1) กลุ่มที่ออกกำลังกายและรับประทานอาหารเสริม 2) กลุ่มที่ออกกำลังกายแต่ไม่รับประทานอาหารเสริม 3) กลุ่มที่รับประทานอาหารเสริมแต่ไม่ออกกำลังกาย และ 4) กลุ่มที่ไม่ออกกำลังกายและไม่รับประทานอาหารเสริม สำหรับการสัมภาษณ์แบบเชิงลึกรายบุคคลทำเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกมากขึ้น ใช้ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 5 คน ที่เคยบริโภคผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 จากนั้นศึกษาความต้องการของผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 โดยการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคการสัมภาษณ์แบบเชิงลึกรายบุคคล ใช้ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้ซื้อทั่วไปที่เคยซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการสัมภาษณ์แบบสนทนากลุ่มและการสัมภาษณ์แบบเชิงลึกรายบุคคลจากผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายและผู้ซื้อถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบสอบถามสำหรับใช้เก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative research) เพื่อศึกษาความต้องการและความพึงพอใจของผู้บริโภคและผู้ซื้อที่มีต่อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ในเชิงลึกต่อไป สำหรับขั้นตอนการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณดำเนินการโดยใช้แบบจำลองคาโน (Kano model) ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่ผู้บริโภคและผู้ซื้อต้องการ โดยขั้นตอนนี้เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไปที่เคยบริโภคผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 จำนวน 400 คน และผู้ซื้อทั่วไปที่เคยซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 จำนวน 132 คน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ตามแบบจำลองคาโนเพื่อนำคุณลักษณะเด่นๆที่ผู้บริโภคและผู้ซื้อต้องการหรือคุณลักษณะที่ทำให้ผู้บริโภคและผู้ซื้อเกิดความพึงพอใจมากขึ้นมาพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ต่อไป ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ทำโดยเตรียมอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (Oil-in-water emulsion) ที่มีการใช้โปรตีนถั่วเหลืองสกัดเป็นสารช่วยเพิ่มความคงตัว (Emulsifier) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) โดยการศึกษาอัตราส่วนของปริมาณน้ำมันต่อโปรตีน 3 ระดับ ได้แก่ 0.5:1, 1.0:1 และ 1.5:1 ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ มีการตรวจสอบ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านกายภาพ เคมี และลักษณะทางประสาทสัมผัส สำหรับการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสใช้ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ผ่านการฝึกฝน (Untrained consumer panelists) จำนวน 30 คน ประเมินความชอบโดยวิธี 5-point hedonic

Ref. code: 25666409036164KRV

scale โดยเตรียมตัวอย่างในรูปแบบผงบรรจุใส่ซองลามิเนตทึบแสง ปริมาณ 4 กรัมต่อซอง ให้ผู้ทดสอบชงเองด้วยน้ำอุณหภูมิปกติ และขั้นตอนที่ 4 การทดสอบการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค ใช้ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นผู้บริโภคกลุ่มเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส นำผลการประเมินที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย Analysis of Variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistical package for the social sciences (SPSS) เวอร์ชัน 26

Ref. code: 25666409036164KRV

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไขมันและน้ำมัน (Fat and oil)

ไขมันและน้ำมัน (Fat and oil) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนโมเลกุลใหญ่ประเภทลิพิด (Lipid) ซึ่งไม่ละลายในน้ำแต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว เช่น อีเทอร์ เฮกเซน เป็นต้น ไขมันและน้ำมันมีชื่อทางเคมีว่า “ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride)” เป็นแหล่งให้พลังงานและใช้เป็นตัวทำละลายวิตามินเอ ดี อี และเค จึงเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย ไขมันและน้ำมันพบได้ในอาหารชนิดต่างๆ เช่น เนย มาร์การีน น้ำมันพืช เนื้อสัตว์ และพืชตระกูลถั่ว เป็นต้น โดยที่ไขมัน (Fat) เป็นไตรกลีเซอร์ไรด์ที่มีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ส่วนน้ำมัน (Oil) มีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง ไตรกลีเซอไรด์จัดเป็นสารประกอบเอสเทอร์ที่เกิดจากปฏิกิริยาของกรดไขมัน (Fatty acid) 3 โมเลกุลกับกลีเซอรอล (Glyceral) 1 โมเลกุล ดังนั้นไขมันหรือน้ำมันแต่ละชนิดจึงมีลักษณะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของกรดไขมันที่เข้าไปสร้างพันธะอยู่กับกลีเซอรอล กรดไขมันสามารถแบ่งตามความอิ่มตัว (Degree of saturation) ได้ 2 ประเภท คือกรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acid) และกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) ดังนี้

1. กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acid) หมายถึง กรดไขมันที่มีพันธะระหว่างอะตอมคาร์บอนในโมเลกุลเป็นพันธะเดี่ยวและไม่สามารถรับไฮโดรเจนได้อีก การรับประทานกรดไขมันอิ่มตัวสูงมีผลให้ระดับคอเลสเตอรอลในเลือดเพิ่มขึ้น จึงเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจ กรดไขมันอิ่มตัวพบได้มากในไขมันของสัตว์บก เช่น ไขมันวัว ไขมันหมู และไขมันจากพืชในกลุ่มปาล์ม เช่น น้ำมันมะพร้าว

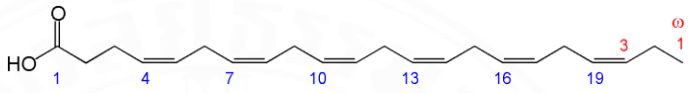
2. กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) หมายถึง กรดไขมันที่มีพันธะคู่อย่างน้อยหนึ่งคู่ระหว่างอะตอมคาร์บอนในโมเลกุล ทำให้สามารถรับไฮโดรเจนเข้าไปในโมเลกุลได้อีก เช่น กรดไขมันกลุ่มโอเมก้า-3 เป็นต้น กรดไขมันไม่อิ่มตัวพบได้มากในน้ำมันพืช น้ำมันปลา และสัตว์ทะเลทั่วไป

2.2 กรดไขมันโอเมก้า-3 (Omega-3 fatty acid)

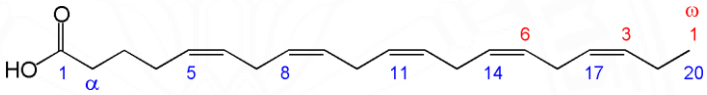
กรดไขมันโอเมก้า-3 (Omega-3 fatty acid) เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีตำแหน่งพันธะคู่หลายตำแหน่งในโมเลกุล (Polyunsaturated fatty acid) จึงมีความไวต่อการเกิดออกซิเดชันสูง ปลายข้างหนึ่งของโมเลกุลกรดไขมันเป็นหมู่คาร์บอกซิล (Carboxyl group, -COOH) ซึ่งเป็นส่วน

Ref. code: 25666409036164KRV

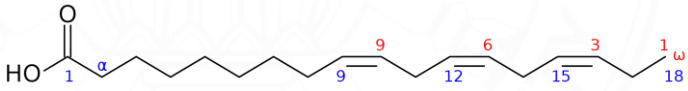
ต้นของโมเลกุลจึงเรียกว่า “อัลฟา” ส่วนปลายอีกข้างเป็นหมู่เมทิล (Methyl group, -CH_3) ซึ่งเป็นส่วนปลายของโมเลกุลจึงเรียกว่า “โอเมก้า” กรดไขมันโอเมก้า-3 เป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่คู่แรกอยู่ระหว่างอะตอมคาร์บอนตำแหน่งที่สามกับสี่นับจากส่วนปลายของโมเลกุลด้านหมู่เมทิล (พิมเพ็ญ และนิธิยา, ไม่ระบุ) จากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์พบว่ากรดไขมันโอเมก้า-3 ที่มีความสำคัญต่อร่างกายมนุษย์มี 3 ชนิด ได้แก่ กรดโดโคซะเฮกซะอีโนอิก (Docosahexaenoic acid, DHA), กรดอีโคซะเพนตะอีโนอิก (Eicosapentaenoic acid, EPA) และ กรดอัลฟาไลโนเลนิก (Alpha-linolenic acid, ALA) (Wikipedia, 2023)



Docosahexaenoic acid (DHA)



Eicosapentaenoic acid (EPA)



Alpha-linolenic acid (ALA)

รูปที่ 2.1 โครงสร้างทางเคมีของกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่มีความสำคัญต่อร่างกายมนุษย์
ที่มา: Wikipedia (2023)

กรดไขมันโอเมก้า-3 มีบทบาทสำคัญต่อร่างกายมนุษย์ มีส่วนช่วยในการรักษาและลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคไขมันในเลือดสูง โรคข้ออักเสบ และโรคหัวใจ เป็นต้น (Punia และคณะ, 2019; Goldberg and Katz, 2007) สำหรับการรับประทานกรดไขมันโอเมก้า-3 เพื่อดูแลสุขภาพหัวใจ องค์การอนามัยโลกได้แนะนำให้รับประทานอาหารที่ให้ Eicosapentaenoic acid (EPA) และ Docosahexaenoic acid (DHA) ปริมาณ 200-500 มิลลิกรัมต่อวัน อย่างไรก็ดีเพื่อส่งเสริมสุขภาพและลดความเสี่ยงในการเกิดโรค จึงมีการแนะนำให้รับประทานกรดไขมันโอเมก้า-3 ในปริมาณ 1.1 กรัมต่อวันในผู้หญิงและ 1.6 กรัมต่อวันในผู้ชาย แต่ไม่ควร

Ref. code: 25666409036164KRV

รับประทานเกิน 3 กรัมต่อวัน (สิกขวัฒน์, ไม่ระบุ) ปริมาณกรดไขมันโอเมก้า-3 (EPA และ DHA) ที่แนะนำให้รับประทานในแต่ละข้อบ่งใช้ แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ปริมาณรวมของ EPA และ DHA ที่แนะนำในแต่ละข้อบ่งใช้

ข้อบ่งใช้	ปริมาณรวมของ EPA และ DHA ที่แนะนำ (มิลลิกรัมต่อวัน)
ป้องกันโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด	500
รักษาโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด	1,000
รักษาโรคหัวใจล้มเหลว	1,000
ลดไขมันชนิดไตรกลีเซอไรด์	2,000-4,000
บรรเทาอาการโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์	มากกว่า 2,700
ลดความดันโลหิตสูง	500-3,000

ที่มา: ถนอมพงษ์ (2561)

2.3 โอไรซานอล (Oryzanol)

โอไรซานอล (Oryzanol) เป็นสารธรรมชาติที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงสามารถพบได้ในรำข้าวเท่านั้น โอไรซานอลเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีสมบัติเช่นเดียวกับวิตามินอีแต่สามารถต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าถึง 6 เท่า โอไรซานอลมีประโยชน์ในการเสริมสร้างสุขภาพที่ดีให้กับร่างกายโดยมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของเซลล์ในร่างกาย ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ ลดการดูดซึมคอเลสเตอรอลจากอาหารสู่ร่างกายและลดการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในตับ ลดระดับคอเลสเตอรอลชนิดที่ไม่ดี (Low-density lipoprotein, LDL) ลดระดับไตรกลีเซอไรด์และเพิ่มระดับคอเลสเตอรอลชนิดที่ดี (High-density lipoprotein, HDL) นอกจากนี้ยังช่วยลดการสะสมไขมันในเซลล์ไขมันได้อีกด้วย (นิรนาม, 2563)

2.4 การเอนแคปซูเลชัน (Encapsulation)

การเอนแคปซูเลชันเป็นกระบวนการที่สารถูกเคลือบหรือถูกกักเก็บไว้ภายในสารอีก

Ref. code: 25666409036164KRV

ชนิดหนึ่ง จึงอาจมีประสิทธิภาพในการป้องกันสารที่สนใจต่อการเกิดออกซิเดชันและการถูกทำลายโดยความร้อน แสง ความชื้น และสภาวะที่ไม่เอื้ออำนวยอื่นๆ นอกจากการเอนแคปซูเลชันจะช่วยยืดระยะเวลาในการเก็บรักษาแล้วยังช่วยเปลี่ยนรูปแบบของสารจากของเหลวเป็นของแข็งได้ด้วยเทคโนโลยีการทำแห้งในรูปแบบที่เหมาะสม จึงสามารถนำมาใช้เพื่อเพิ่มความสะดวกในการขนส่งและเก็บรักษาอาหารได้ วัสดุที่นิยมนำมาใช้ในการเคลือบหรือห่อหุ้ม ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เซลลูโลส และสารอนินทรีย์ชนิดต่างๆ เป็นต้น สารที่ใช้ในการเคลือบแต่ละชนิดจะให้สมบัติเฉพาะที่แตกต่างกันออกไปแล้วแต่การใช้งาน ดังนั้นการเลือกสารเคลือบหรือห่อหุ้มจึงมีความสำคัญเพื่อให้เหมาะสมกับสารที่ต้องการเคลือบหรือกักเก็บไว้และเพื่อความเหมาะสมในการนำไปใช้งานในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ต่อไป (วิรัชนีย์, ไม่ระบุ)

2.5 โปรตีนถั่วเหลืองสกัด (Isolated soy protein, ISP)

โปรตีนถั่วเหลืองสกัด (ISP) เป็นผลิตภัณฑ์โปรตีนถั่วเหลืองรูปแบบหนึ่งที่ได้จากการนำเอาโปรตีนถั่วเหลืองมาทำให้บริสุทธิ์ขึ้นจนมีปริมาณโปรตีนมากกว่าร้อยละ 90 โดยน้ำหนักแห้ง สมาคมควบคุมอาหารสัตว์เลี้ยงแห่งอเมริกา (Association of American Feed Control Officials, AAFCO) ได้ให้คำจำกัดความของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดว่าเป็นส่วนของโปรตีนที่แยกได้จากถั่วเหลืองที่ผ่านการเอาเปลือกออกแล้ว โดยแยกเอาส่วนที่ไม่ใช่โปรตีนออกและต้องเหลือส่วนที่เป็นโปรตีนอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 (N x 6.25) ต่อน้ำหนักแห้ง องค์ประกอบของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (ISP)

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละต่อน้ำหนักแห้ง)
โปรตีน	90
ไขมัน	0.5
เถ้า	4.5
คาร์โบไฮเดรต	0.3

ที่มา: Giese (1992)

โปรตีนในถั่วเหลืองประกอบไปด้วยโครงสร้างที่เป็น Heterogeneous complex quaternary ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ประมาณร้อยละ 70 ของโปรตีนทั้งหมดมีค่าสัมประสิทธิ์ของการตกตะกอน (Sedimentation coefficient) 7S (β-conglycinin) และ 11S (glycinin) และร้อยละ 80

Ref. code: 25666409036164KRV

มีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า 100,000 ดาลตัน ส่วนที่เหลือจะพบ 2S และ 15S Fraction ซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่ของ 2S จะเป็น Albumins ในขณะที่ 7S, 11S และ 15S เป็น Globulins องค์ประกอบที่ต่างกันก็จะส่งผลต่อสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีน (นัชนา, 2551) และเนื่องจากในโมเลกุลของโปรตีนประกอบด้วยกรดอะมิโน (Amino acid) หลายชนิด มีทั้งส่วนที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) และไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) ในสายพอลิเพปไทด์ จึงมีการนำโปรตีนมาใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อช่วยเพิ่มความคงตัวของอิมัลชัน (พิมเพ็ญ และนิธิยา, ไม่ระบุ)

2.6 เทคโนโลยีการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray drying technology)

การทำแห้งแบบพ่นฝอยทำได้โดยการละลายสารที่สนใจในตัวทำละลายหรือการทำให้เป็นอิมัลชันที่มีความเสถียร จากนั้นฉีดพ่นสารละลายหรืออิมัลชันให้กลายเป็นฝอยหรืออนุภาคขนาดเล็กส่งไปยังห้องอบแห้ง เมื่อตัวอย่างได้รับความร้อนตัวทำละลายหรือน้ำจะระเหยออกไปเหลือส่วนที่เป็นอนุภาคของแข็งที่แห้ง การทำแห้งแบบพ่นฝอยเป็นกระบวนการทำแห้งที่รวดเร็ว มีจุดเด่นในด้านการลดปริมาตรและน้ำหนักตัวอย่าง สามารถแปลงสภาพผลิตภัณฑ์ของเหลวไปเป็นผงแห้งได้ในขั้นตอนเดียว ใช้ต้นทุนต่ำ สามารถปรับเปลี่ยนปริมาณการผลิตและจัดการได้ง่าย ปัจจุบันจึงมีการนำเทคนิคการทำแห้งแบบพ่นฝอยไปใช้งานอย่างกว้างขวาง เช่น ผลิตภัณฑ์ทางชีวภาพ เภสัชกรรม และอาหาร เป็นต้น นอกจากนี้แล้วสารที่ไวต่อความร้อน เช่น ไขมัน เอนไซม์ โปรตีน ยาปฏิชีวนะ และวิตามิน เป็นต้น ยังสามารถนำมาทำแห้งแบบพ่นฝอยได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับเทคนิคการทำแห้งแบบอื่น เช่น การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งภายใต้สุญญากาศ จะพบว่าการทำแห้งแบบพ่นฝอยใช้เวลาสั้นกว่า ต้นทุนถูกกว่าและใช้พลังงานน้อยกว่า จึงถูกนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางในระดับอุตสาหกรรม (Buchi, n.d.)

2.7 มาตรฐานผลิตภัณฑ์น้ำมันปลาที่ทำให้แห้ง (Standard for dried fish oil product)

กระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์น้ำมันปลาที่ทำให้แห้งไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 422) เรื่อง น้ำมันปลา แสดงดังตารางที่ 2.3

Ref. code: 25666409036164KRV

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์น้ำมันปลาและน้ำมันปลาที่ทำให้แห้ง

ข้อที่	รายการ	มาตรฐาน
	น้ำมันปลาที่ใช้เป็นวัตถุดิบ	
1	สี	เป็นไปตามลักษณะเฉพาะของน้ำมันปลา
2	กลิ่นและรส	ตามคุณลักษณะเฉพาะของน้ำมันปลา โดยไม่มีสิ่งแปลกปลอมและไม่มีกลิ่นหืน
3	องค์ประกอบของกรดไขมัน (ปลาทูน่า)	
	- C20:5n3 (EPA)	ร้อยละ 2.5-9.0 ของกรดไขมันรวม
	- C22:6n3 (DHA)	ร้อยละ 21.0-42.5 ของกรดไขมันรวม
4	ค่าของกรด (Acid value)	ไม่เกิน 3 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมัน 1 กรัม
5	ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value)	ไม่เกิน 5 มิลลิสมมูลย์ต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม
6	ค่าแอนิซิดีน (Anisidine value)	ไม่เกิน 20
7	ค่าออกซิเดชันรวม (Total oxidation value)	ไม่เกิน 26
	น้ำมันปลาที่ทำให้แห้ง	
1	ลักษณะทางกายภาพ	มีลักษณะเป็นผง ไม่เกาะเป็นก้อน หรือมีลักษณะตามรูปลักษณะนั้น
2	ความชื้น	ไม่เกินร้อยละ 5 ของน้ำหนัก

ที่มา: กระทรวงสาธารณสุข (2564)

2.8 วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research)

2.8.1 การสัมภาษณ์แบบสนทนากลุ่ม (Focus group discussion)

การสัมภาษณ์แบบสนทนากลุ่ม (Focus group discussion) เป็นวิธีการที่ใช้ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน วิถีชีวิต ความเชื่อ ทัศนคติ ความต้องการหรือพฤติกรรมต่างๆ ของกลุ่มเป้าหมายที่ตรงกับประเด็นที่ต้องการศึกษา (ปัญญา, 2559) โดยใช้ผู้เข้าทดสอบประมาณ 5-10 คนต่อกลุ่มและระยะเวลาในการสัมภาษณ์ไม่ควรเกิน 60 นาที ผู้ทดสอบสามารถพูดคุย แสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ ในขณะเดียวกันฝั่งผู้สัมภาษณ์จะต้องเป็นผู้ดำเนินการสนทนากลุ่ม ด้วยการถามคำถามต่างๆ ให้

Ref. code: 25666409036164KRV

ทุกคนได้แสดงออกทางความคิดผ่านการสนทนา ถกประเด็นต่างๆร่วมกัน หรือจะใช้เครื่องมือต่างๆ เป็นตัวช่วยเสริมกระตุ้นความคิดให้เห็นภาพที่ชัดเจนมากขึ้น รวมทั้งต้องควบคุมรักษาบรรยากาศของการพูดคุยเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ตรงกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้และมีคุณภาพเพียงพอที่จะสามารถนำไปวิเคราะห์ต่อได้ ชุดคำถามส่วนใหญ่จะทำในรูปแบบกึ่งมีโครงสร้าง (Semi-structure) กล่าวคือ ทำชุดคำถามเป็นหัวข้อคลุมประเด็นที่ต้องการได้คำตอบและในระหว่างการสนทนาสามารถเพิ่มหรือลดคำถามได้ตามเนื้อหาที่ถกหารือกันในกลุ่มด้วยโครงสร้างที่ยืดหยุ่นเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่คาดหวัง ข้อมูลที่ได้จากการสนทนากลุ่มสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาสินค้าหรือบริการ นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการสร้างแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative research) ได้อีกด้วย (นิรนาม, 2564ก)

ข้อดีของการสัมภาษณ์แบบสนทนากลุ่ม (Focus group discussion)

1) เหมาะกับงานที่ต้องระดมความคิดเห็นเพื่อค้นหาแนวทางที่จะนำไปใช้ต่อยอด

2) ผู้ให้ข้อมูลสามารถมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกันได้และช่วยกระตุ้นความคิดเห็นต่อยอดซึ่งกันและกัน

3) เก็บข้อมูลได้ในระยะเวลาสั้นทำให้สามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์และเสนอผลการวิจัยได้ในเวลาจำกัด

4) ผู้ให้ข้อมูลมีลักษณะหรือพฤติกรรมที่คล้ายกันทำให้ได้ข้อมูลเชิงลึกในเรื่องนั้น

5) ต้นทุนต่ำ

ข้อจำกัดของการสัมภาษณ์แบบสนทนากลุ่ม (Focus group discussion)

1) ผู้ดำเนินการสนทนากลุ่มต้องมีความเป็นกลาง พยายามควบคุมให้ทุกคนมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ ไม่เอนเอียงไปฝั่งใดฝั่งหนึ่ง

2) ไม่เหมาะกับการสนทนาในประเด็นที่อ่อนไหวหรือสิ่งที่คนไม่อยากเปิดเผยในวงสาธารณะ

3) การจัดกลุ่มสนทนาที่ไม่เหมาะสมทำให้คนไม่กล้าแสดงความคิดเห็นและขาดการมีส่วนร่วม เช่น กลุ่มที่มีหัวหน้าและลูกน้องมาร่วมแสดงความคิดเห็นด้วยกัน

4) อุปสรรคในการนัดหมายรวมกลุ่มซึ่งขึ้นอยู่กับกลุ่มเป้าหมายและขนาดของกลุ่ม

5) ความราบรื่นของการทำสนทนากลุ่มซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการคุมประเด็นบรรยากาศและการจัดการของผู้ดำเนินการสนทนา

2.8.2 การสัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคล (In-depth interview)

การสัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคล (In-depth interview) เป็นวิธีการที่ใช้ศึกษาข้อมูล

Ref. code: 25666409036164KRV

และรายละเอียดเชิงลึกรายบุคคลทำให้ได้ข้อมูลที่ลงลึกถึงพฤติกรรม ทัศนคติ มุมมองความคิดเห็น ความเชื่อ ความคิด ความต้องการ ความรู้สึก และที่สำคัญทำให้ได้ข้อมูลเชิงลึกที่จะทำให้เข้าใจลูกค้า เข้าใจเหตุผลที่อยู่เบื้องหลังของการตัดสินใจ การกระทำต่างๆ ลูกค้าคิดอะไร ทำไมลูกค้าถึงซื้อหรือไม่ซื้อ เพราะอะไรจึงทำให้ตัดสินใจหรือทำเช่นนั้น ประกอบกับการสังเกตจากสีหน้า ท่าทาง การเคลื่อนไหวร่างกาย การตอบสนองต่อคำถามต่างๆจะเป็นตัวช่วยตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้รับ โดยทั่วไปการสัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคล (In-depth interview) จะใช้เวลาประมาณ 60-90 นาที เพื่อไม่ให้ผู้ตอบคำถามรู้สึกเหนื่อยล้าจนอาจทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือ (นิรนาม, 2564ข)

ข้อดีของการสัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคล

1) เป็นการสื่อสารสองทางทำให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน เข้าใจความหมายที่ผู้ให้ข้อมูลต้องการจะสื่ออย่างแท้จริง

2) เข้าใจอารมณ์ความรู้สึกของผู้ให้ข้อมูลจากน้ำเสียงและอวัจนภาษาขณะสนทนา

3) ได้ข้อมูลที่ละเอียด เข้าใจเหตุผล ที่มาที่ไปได้อย่างครบถ้วน

4) สามารถลงลึกถึงปัญหาในเรื่องที่พูดยากหรือเรื่องที่อ่อนไหวได้

5) ช่วยทำให้มองเห็นปัญหา รับรู้ถึงสิ่งที่ผู้ให้ข้อมูลประสบพบเจอและในทางกลับกันยังเป็นวิธีการที่ผู้สัมภาษณ์สามารถตรวจสอบความจริงของการให้ข้อมูลได้ด้วย

6) มีความยืดหยุ่น สามารถปรับคำถามให้เข้ากับบริบท ประสบการณ์และพฤติกรรมเฉพาะบุคคลได้

ข้อจำกัดของการสัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคล

1) ข้อมูลที่ได้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยขึ้นอยู่กับทักษะความสามารถของผู้สัมภาษณ์

2) ปริมาณของข้อมูลที่ได้ขึ้นกับความร่วมมือและความเต็มใจของผู้ให้ข้อมูล

3) การควบคุมเวลาไม่ให้นานจนเกินไปและการสร้างบรรยากาศที่น่าพูดคุยทำให้คนอยากคุยด้วย อยากเล่าให้ฟัง

4) ความสัมพันธ์ระหว่างผู้ให้ข้อมูลกับผู้สัมภาษณ์ ความใกล้ชิดสนิทสนมกันจะมีผลต่อการให้ข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่อาจเอนเอียงไม่เป็นกลางได้

Ref. code: 25666409036164KRV

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของการสัมภาษณ์แบบสนทนากลุ่ม (Focus group discussion) และการสัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคล (In-depth interview)

การสัมภาษณ์แบบสนทนากลุ่ม (Focus group discussion)	**การสัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคล (In-depth interview)**
1) ได้รับข้อมูลภาพรวม	1) ได้รับข้อมูลเชิงลึก
2) ไม่เหมาะกับประเด็นที่ละเอียดอ่อน	2) เหมาะกับประเด็นที่ละเอียดอ่อน
3) การพูดคุยแบบกลุ่ม	3) การสัมภาษณ์ 1 ต่อ 1
4) ข้อมูลอาจเกิดจากการชี้นำของคนในกลุ่ม	4) ข้อมูลปราศจากการชี้นำจะบุคคลอื่น
5) ประหยัด (ได้ข้อมูลหลากหลายในระยะเวลาสั้น)	5) ใช้ทรัพยากรสูง (เงินและเวลา)
6) เก็บข้อมูลส่วนบุคคลได้ยาก	6) สามารถเก็บข้อมูลส่วนบุคคลได้

ที่มา: ธีเดช (2564)

2.9 แบบจำลองคาโน (Kano model)

แบบจำลองคาโนเป็นแนวคิดที่เกิดขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1984 โดยโนริยากิ คาโน ถูกพัฒนามาจากทฤษฎีเฮอร์ซเบิร์ก (Herzberg's two factors theory) เพื่ออธิบายเรื่องความพึงพอใจของลูกค้าในสองมิติพร้อมกัน คือ ด้านการตอบสนองทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์และบริการและด้านความพึงพอใจของลูกค้า สามารถแบ่งคุณภาพที่เกิดขึ้นได้เป็น 5 ลักษณะ ได้แก่ (Kano และคณะ, 1984; Matzler และคณะ, 1996)

1) คุณลักษณะพื้นฐาน (Must-be attributes) เป็นคุณลักษณะที่ผลิตภัณฑ์และบริการ "ต้องมี" ซึ่งหากคุณลักษณะนี้ไม่ตอบสนองต่อลูกค้า ลูกค้าจะเกิดความไม่พึงพอใจทันทีและแม้ว่าลูกค้าจะได้รับในคุณลักษณะนี้แล้วก็ตาม ลูกค้าก็ไม่ได้มีความพึงพอใจเพิ่มขึ้น

2) คุณลักษณะมิติเดียว (One-dimensional attributes) เป็นคุณลักษณะที่มีผลต่อความพึงพอใจเป็นสัดส่วนกัน กล่าวคือ หากผู้ผลิตหรือผู้ให้บริการส่งมอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ดีมากยิ่งขึ้นเท่าไร ความพึงพอใจของลูกค้าจะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น โดยความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงแบบแปรผันตรง

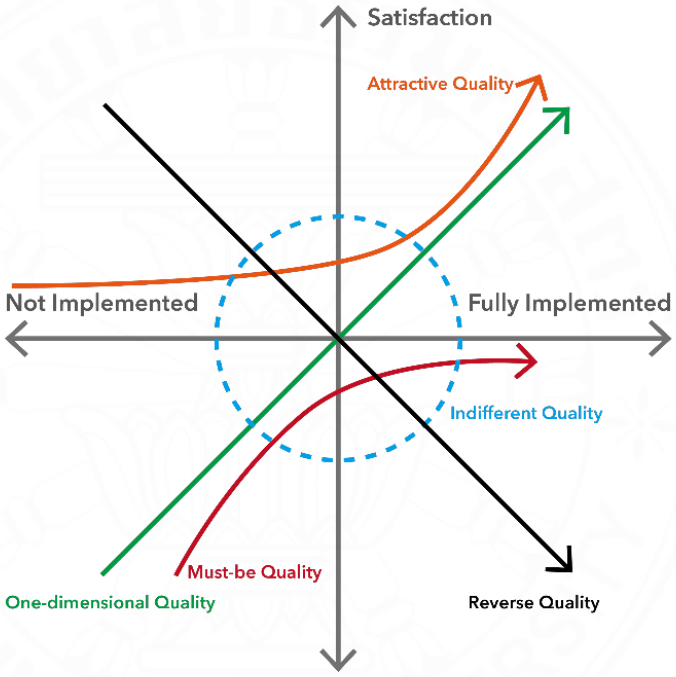
3) คุณลักษณะแบบดึงดูด (Attractive attributes) เป็นคุณลักษณะที่ไม่ได้เกิดขึ้นจากความคาดหวังของลูกค้าแต่อยู่นอกเหนือสิ่งที่คาดการณ์ไว้ หากไม่มีคุณลักษณะนี้ก็ไม่ได้ส่งผลต่อความไม่พึงพอใจของลูกค้า แต่หากสามารถตอบสนองได้จะส่งผลให้ลูกค้าเกิดความประทับใจและ

Ref. code: 25666409036164KRV

ดึงดูดใจ คุณลักษณะนี้สามารถสร้างประสบการณ์ที่ดีแก่ลูกค้าเกิดความภักดีต่อตราผลิตภัณฑ์และบริการ หากต้องการเป็นผู้นำเหนือคู่แข่งในตลาดจำเป็นต้องสร้างคุณลักษณะนี้

4) คุณลักษณะแบบเฉยๆ (Indifferent attributes) เป็นคุณลักษณะที่ลูกค้ารู้สึกเฉยๆ แม้ว่าจะส่งมอบคุณภาพประเภทนี้ให้แก่ลูกค้าก็ตาม คุณลักษณะประเภทนี้ก็ไม่ส่งผลให้ลูกค้ารู้สึกพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจแต่อย่างใด

5) คุณลักษณะแบบตรงข้าม (Reverse attributes) เป็นคุณลักษณะที่ลูกค้าเมื่อได้รับทำให้ลูกค้ารู้สึกไม่พอใจในทางกลับกันหากลูกค้าไม่ได้รับคุณลักษณะประเภทนี้ลูกค้าจะรู้สึกพอใจ



รูปที่ 2.2 การแบ่งคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตามแบบจำลองคาโน
ที่มา: Hu (2022)

ขั้นตอนการดำเนินงานตามแบบจำลองคาโนมี 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. ศึกษาคุณลักษณะที่สำคัญ ในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาคุณลักษณะที่สำคัญต่างๆที่สามารถพบได้ในผลิตภัณฑ์หรือบริการเพื่อใช้ในการศึกษาความต้องการของลูกค้าหรือผู้รับบริการและใช้ในการสร้างแบบสอบถาม

2. สร้างแบบสอบถามเพื่อสร้างความเข้าใจว่าลูกค้าหรือผู้รับบริการรู้สึกอย่างไรหากพบหรือไม่พบคุณลักษณะนั้นๆ ในผลิตภัณฑ์หรือบริการนั้น ซึ่งลักษณะของคำถามจะประกอบไปด้วยคำถามเชิงบวก (Functional question) คือ คำถามที่ถามความรู้สึกเมื่อพบคุณลักษณะหรือคุณภาพ

Ref. code: 25666409036164KRV

นั้นในผลิตภัณฑ์หรือบริการ และคำถามเชิงลบ (Dysfunctional question) คือ คำถามที่ถามความรู้สึกเมื่อไม่พบคุณลักษณะหรือคุณภาพนั้นในผลิตภัณฑ์หรือบริการ

3. แจกแบบสอบถามไปยังกลุ่มเป้าหมายเพื่อเก็บข้อมูล

4. ระบุกลุ่มของคุณลักษณะหรือคุณภาพ ขั้นตอนนี้เป็นการนำแบบสอบถามที่ได้มาวิเคราะห์ผลและจัดกลุ่มคุณลักษณะหรือคุณภาพนั้น ซึ่งมีวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล 4 ขั้นตอน ได้แก่

1) แปลงคำตอบเป็นระดับคุณภาพประเภทต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งระดับคุณภาพได้ทั้งหมด 6 ระดับ ดังแสดงในรูปที่ 2.3 มีรายละเอียดดังนี้

1.1) Attractive quality (A) หมายถึง ประเด็นคำตอบนั้นเป็นประเด็นที่หากคุณลักษณะนั้นมีอยู่จะทำให้ลูกค้าหรือผู้รับบริการรู้สึกพึงพอใจ แต่หากลูกค้าหรือผู้รับบริการไม่ได้รับคุณลักษณะนั้นก็ไม่ได้ส่งผลต่อความรู้สึกพอใจหรือไม่พึงพอใจ

1.2) One-dimension quality (O) หมายถึง ประเด็นคำตอบนั้นเป็นประเด็นที่หากมีคุณลักษณะนั้นมากเท่าไร ระดับความพึงพอใจของลูกค้าหรือผู้รับบริการก็จะมากเท่านั้น และในทางตรงกันข้ามหากลูกค้าหรือผู้รับบริการไม่ได้รับคุณลักษณะนั้นมากเท่าไร ความไม่พึงพอใจของลูกค้าหรือผู้รับบริการก็จะมากขึ้นเท่านั้นเช่นกัน

1.3) Must-be quality (M) หมายถึง ประเด็นคำตอบนั้นเป็นประเด็นที่ต้องมีในผลิตภัณฑ์หรือบริการอย่างขาดไม่ได้ หากขาดคุณลักษณะนี้ไปแม้เพียงเล็กน้อย จะทำให้ผู้รับบริการรู้สึกไม่พอใจเป็นอย่างมาก

1.4) Indifferent quality (I) หมายถึง ประเด็นคำตอบนั้นเป็นประเด็นที่มีหรือไม่มีในผลิตภัณฑ์หรือบริการนั้นก็ได้เนื่องจากประเด็นดังกล่าวไม่ได้ส่งผลต่อความรู้สึกพอใจหรือไม่พอใจแต่อย่างใด

1.5) Questionable result (Q) หมายถึง ประเด็นคำตอบนั้นเป็นประเด็นที่ลูกค้าหรือผู้รับบริการรู้สึกสงสัย สับสนในคำถามและคำตอบ

1.6) Reverse quality (R) หมายถึง ประเด็นคำตอบนั้นเป็นประเด็นที่คำถามเชิงบวกและคำถามเชิงลบได้คำตอบตรงกันข้ามกับความรู้สึกของลูกค้าหรือผู้รับบริการ

Ref. code: 25666409036164KRV

Product/Service Needs		Not Implemented				
		Like	Must	Neutral	Live with	Dislike
Implemented	Like	Q	A	A	A	O
	Must	R	I	I	I	M
	Neutral	R	I	I	I	M
	Live with	R	I	I	I	M
	Dislike	R	R	R	R	Q

A: Attractive Quality
O: One-dimensional Quality
M: Must-be Quality
I: Indifferent Quality
R: Reverse Quality
Q: Questionable Results

รูปที่ 2.3 ตารางวิเคราะห์คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตามแบบจำลองคาโน
ที่มา: Hu (2022)

2) รวมความถี่ของระดับคุณภาพ

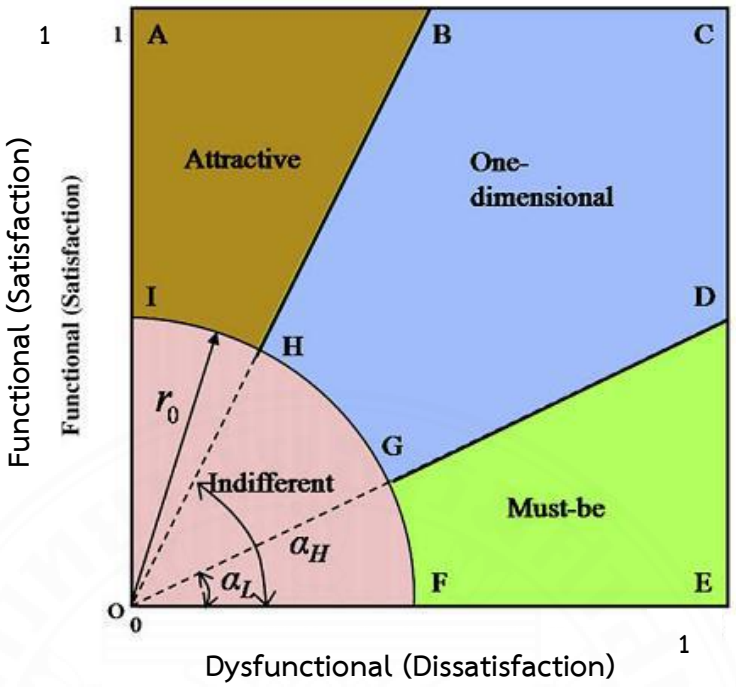
3) คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความพึงพอใจ (Customer satisfaction coefficient, CSC) และสัมประสิทธิ์ความไม่พึงพอใจ (Customer dissatisfaction coefficient, CDC) ของแต่ละคุณลักษณะ ดังนี้

$$CSC = (A+O) / (A+O+M+I)$$

$$CDC = (O+M) / (A+O+M+I)$$

4) นำค่าสัมประสิทธิ์ความพึงพอใจ (Customer satisfaction coefficient, CSC) และสัมประสิทธิ์ความไม่พึงพอใจ (Customer dissatisfaction coefficient, CDC) ที่คำนวณได้ มาสร้างกราฟแสดงความพึงพอใจ (Satisfaction) และความไม่พึงพอใจของผู้บริโภค (Dissatisfaction) ดังแสดงในรูปที่ 2.4 เพื่อจำแนกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือบริการตามแบบจำลองคาโน

Ref. code: 25666409036164KRV



รูปที่ 2.4 แผนภาพจำแนกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือบริการตามแบบจำลองคาโน
ที่มา: Qianli และคณะ (2008)

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related research)

Priol และคณะ (2019) ได้ศึกษาประสิทธิภาพในการห่อหุ้มน้ำมันด้วยโปรตีนสกัดจากเมล็ดพืช 5 ชนิดที่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด ได้แก่ โปรตีนจากเมล็ดถั่วลันเตา ถั่วเหลือง ข้าวกล้อง กัญชงและดอกทานตะวัน โดยนำไปใช้เป็นวัสดุห่อหุ้มสำหรับการทำไมโครเอนแคปซูเลชันน้ำมันจากดอกทานตะวันแล้วนำไปทำแห้งแบบพ่นฝอย มีการเตรียมอิมัลชันโดยใช้น้ำมันดอกทานตะวันที่ระดับร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และโปรตีนสกัดที่ระดับร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (Core/wall material ratio 1:1) โดยไม่มีการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์หรือสารลดแรงตึงผิวอื่นช่วยในขั้นตอนการเตรียมอิมัลชัน การทำไมโครเอนแคปซูเลชันในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความคงตัวต่อการออกซิเดชันของน้ำมันดอกทานตะวันโดยการติดตามค่า Induction period (IP) ด้วยวิธี Rancimat นอกจากนั้นยังได้ศึกษาลักษณะทางกายภาพของอิมัลชันและอนุภาคแห้งที่ได้ จากผลการทดลองพบว่าน้ำมันดอกทานตะวันที่ห่อหุ้มด้วยโปรตีนสกัดจากเมล็ดถั่วลันเตามีความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันสูงที่สุด (ค่า IP 21.26 ชั่วโมง) รองลงมาคือการห่อหุ้มด้วยโปรตีนสกัดจากเมล็ดถั่วเหลือง (ค่า IP 12.49 ชั่วโมง) ส่วนการใช้โปรตีนสกัดจากเมล็ดกัญชง (ค่า IP 9.72 ชั่วโมง) ให้ผลไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) กับน้ำมันดอกทานตะวันที่ไม่ได้ถูกห่อหุ้ม (ค่า IP 9.50 ชั่วโมง) แต่การใช้โปรตีนสกัดจากดอกทานตะวันและข้าวกล้อง (ค่า IP 7.20 และ 6.97 ชั่วโมงตามลำดับ) ทำให้เกิด

Ref. code: 25666409036164KRV

ออกซิเดชันเร็วกว่าตัวอย่างควบคุมน้ำมันดอกทานตะวันที่ไม่ได้ถูกห่อหุ้ม ผลเหล่านี้สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของอิมัลชันและอนุภาคแห้งหลังการห่อหุ้มน้ำมันดอกทานตะวัน

Ogrodowska และคณะ (2020) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันและสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำมันตับปลาที่ผสมน้ำมันฟักทอง (อัตราส่วน 1:1) และน้ำมันตับปลาที่ไม่ได้ผสมน้ำมันฟักทอง ที่เตรียมโดยใช้วัสดุห่อหุ้มที่แตกต่างกัน (มอลโตเด็กซ์ตริน เวย์ โปรตีนดอกทานตะวัน โปรตีนข้าว และกัวร์กัม) พบว่าน้ำมันตับปลาที่ผสมกับน้ำมันฟักทอง มีความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันสูงกว่าน้ำมันปลาที่ไม่ได้ผสมกับน้ำมันฟักทองเกือบ 2 เท่าและกระบวนการห่อหุ้มสามารถเพิ่มความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันของน้ำมันให้สูงขึ้นอีกเกือบ 5 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการห่อหุ้ม ส่วนลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าน้ำมันตับปลาที่ผสมน้ำมันฟักทองที่ห่อหุ้มด้วยโปรตีนข้าวมีกลิ่นคาวปลาและกลิ่นหืนน้อยที่สุด

Pourashouri และคณะ (2021) ได้ศึกษาการเติมน้ำมันปลาที่ไม่ได้ถูกห่อหุ้มและน้ำมันปลาที่ถูกห่อหุ้มด้วยทรากาแคนต์ (Tragacanth, TRG) และคาราจีแนน (Carrageenan, CGN) ลงในนักเก็ตไก่ แล้วประเมินสมบัติทางด้านเคมีฟิสิกส์ องค์ประกอบของกรดไขมัน และความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันของนักเก็ตไก่ระหว่างการจัดเก็บแบบแช่แข็ง พบว่าผู้ทดสอบชอบนักเก็ตไก่ที่มีการเติมน้ำมันปลาที่ถูกห่อหุ้ม ($p<0.05$) มากกว่านักเก็ตไก่ที่มีการเติมน้ำมันปลาที่ไม่ได้ถูกห่อหุ้ม โดยปริมาณที่เหมาะสมในการเติมน้ำมันปลาที่ถูกห่อหุ้มในนักเก็ตไก่อยู่ที่ร้อยละ 4–8 โดยน้ำหนัก งานวิจัยนี้จึงนำนักเก็ตไก่ที่มีการเติมน้ำมันปลาที่ถูกห่อหุ้มที่ระดับร้อยละ 4 นักเก็ตไก่ที่มีการเติมน้ำมันปลาที่ไม่ได้ถูกห่อหุ้ม และตัวอย่างควบคุมนักเก็ตไก่ที่ไม่ได้เติมน้ำมันปลา ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชัน พบว่านักเก็ตไก่ที่มีการเติมน้ำมันปลาที่ถูกห่อหุ้มด้วย TRG และ CGN มีปริมาณ Eicosapentaenoic acid (EPA) และ Docosahexaenoic acid (DHA) สูงกว่านักเก็ตไก่ที่เติมน้ำมันปลาไม่ได้ถูกห่อหุ้มและนักเก็ตไก่ตัวอย่างควบคุมที่ไม่ได้เติมน้ำมันปลาอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการห่อหุ้มน้ำมันปลามีผลในการป้องกันการเกิดออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว นอกจากนี้ยังพบอีกว่าสามารถช่วยรักษาสมบัติทางประสาทสัมผัสของนักเก็ตไก่ โดยการห่อหุ้มน้ำมันปลาด้วย TRG ช่วยรักษาสมบัติทางประสาทสัมผัสของนักเก็ตไก่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

Zhang และคณะ (2022) ได้ศึกษาเสถียรภาพของอิมัลชันน้ำมันถั่วเหลืองในน้ำที่เตรียมโดยใช้โปรตีนถั่วเหลืองที่เหนี่ยวนำด้วยความร้อน (Heat-induced soy protein isolate, HSPI) และเส้นใยเซลลูโลสระดับนาโนจากแบคทีเรีย (Bacterial cellulose nanofibrils, BCNFs) เพื่อเพิ่มความคงตัวของอิมัลชัน แล้วนำไปทำแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อให้ได้ผงน้ำมันสำหรับบริโภค ผลการศึกษาพบว่าอิมัลชันที่เตรียมจาก BCNFs ร้อยละ 2 (โดยน้ำหนัก) ร่วมกับ HSPI ร้อยละ 2 (โดยน้ำหนัก) มีขนาดหยดน้ำมันในอิมัลชันที่สม่ำเสมอและเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร นอกจากนี้การเติมไขผึ้งร้อยละ 2 (โดยน้ำหนัก) ลงในอิมัลชันสามารถช่วยลดการรวมตัวกันของหยดน้ำมันในอิมัลชัน โดยจะเห็นได้อย่าง

Ref. code: 25666409036164KRV

ชัดเจนที่อัตราส่วนน้ำมันร้อยละ 10-20 ผงน้ำมันที่ได้หลังจากการทำแห้งแบบพ่นฝอยมีความคงตัวโดยร้อยละ 35.9–56.8 เป็นทรงกลมเรียบกลวง มีขนาดเล็กและสม่ำเสมอ ผลการวิจัยพบว่าปริมาณ BCNFs และอัตราส่วนระหว่างน้ำมันต่อน้ำของอิมัลชันส่งผลต่อปริมาณความชื้น ความสามารถในการไหล ความหนาแน่น และประสิทธิภาพการห่อหุ้มของผงน้ำมัน การเติม BCNFs ถึงแม้จะสามารถยับยั้งการสลายตัวของกรดไขมันได้บางส่วน แต่จากผลการทดสอบความสามารถในการย่อยพบว่าที่ระดับร้อยละ 0.1 จะทำให้มีการปลดปล่อยกรดไขมันอิสระออกมาน้อยที่สุด (ร้อยละ 72.5)

Ref. code: 25666409036164KRV

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 การศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคและผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

3.1.1 การศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคด้วยวิธีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative research)

3.1.1.1 การใช้เทคนิคการสัมภาษณ์แบบสนทนากลุ่ม (Focus group discussion)

การค้นหาความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ด้วยเทคนิคการสัมภาษณ์แบบสนทนากลุ่ม ใช้ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้สูงอายุทั่วไปที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 20 คน แบ่งกลุ่มเป้าหมายออกเป็น 4 กลุ่มย่อย กลุ่มละ 5 คน ได้แก่ กลุ่มที่ออกกำลังกายและรับประทานอาหารเสริม กลุ่มที่ออกกำลังกายแต่ไม่รับประทานอาหารเสริม กลุ่มที่รับประทานอาหารเสริมแต่ไม่ออกกำลังกาย และกลุ่มที่ไม่ออกกำลังกายและไม่รับประทานอาหารเสริม การเก็บข้อมูลใช้วิธีการสังเกตและจดบันทึกระหว่างการสนทนาและนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ต่อไป

3.1.1.2 การใช้เทคนิคการสัมภาษณ์แบบเชิงลึกรายบุคคล (In-depth interview)

การค้นหาความต้องการเชิงลึกของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ด้วยเทคนิคการสัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคล จะใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น โดยมีหัวข้อคำถามเพื่อให้ทราบข้อมูลทั่วไป ทัศนคติ ประสบการณ์และพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อและข้อเสนอแนะหรือสิ่งที่อยากให้ปรับปรุงเพิ่มเติม โดยเก็บข้อมูลจากผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ที่เคยบริโภคผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 จำนวน 5 คน การเก็บข้อมูลใช้วิธีการสังเกตและจดบันทึกระหว่างการสนทนาและนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ต่อไป

3.1.2 การศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้ซื้อด้วยวิธีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative research)

3.1.2.1 การใช้เทคนิคการสัมภาษณ์แบบเชิงลึกรายบุคคล (In-depth interview)

เนื่องจากผู้สูงอายุบางกลุ่มไม่สามารถซื้อผลิตภัณฑ์หรืออาหารต่างๆได้ด้วยตัวเองซึ่งอาจเกิดจากหลายปัจจัย เช่น ปัญหาการเดินทาง ปัญหาสุขภาพ เป็นต้น การศึกษา

Ref. code: 25666409036164KRV

พฤติกรรมและความต้องการของผู้ซื้อจึงเป็นสิ่งที่สำคัญเพื่อให้ผู้ซื้อเกิดความสนใจและอยากซื้อผลิตภัณฑ์มากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ค้นหาความต้องการเชิงลึกของผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ด้วยเทคนิคการสัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคลโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น กำหนดหัวข้อคำถามเพื่อให้ทราบข้อมูลทั่วไป ทัศนคติ ประสบการณ์และพฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อและข้อเสนอแนะหรือสิ่งที่อยากให้ปรับปรุงเพิ่มเติม โดยเก็บข้อมูลจากผู้ซื้อทั่วไปที่เคยซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 จำนวน 5 คน การเก็บข้อมูลใช้วิธีการสังเกตและจดบันทึกระหว่างการสนทนาและนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ต่อไป

3.1.3 การศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคและผู้ซื้อด้วยวิธีการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative research) โดยใช้แบบจำลองคาโน (Kano model)

การศึกษาความต้องการของผู้บริโภคและผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 โดยใช้แบบจำลองคาโน (Kano model) ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการศึกษาประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดขอบเขตของประชากรและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

1) ผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ที่พักอาศัยอยู่ในจังหวัดสมุทรสาครและเคยบริโภคผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ซึ่งไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอน ผู้วิจัยจึงใช้สูตรของ Cocharn (1953) เพื่อกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดสัดส่วนของประชากรที่ต้องการสุ่ม 50% ที่ความเชื่อมั่น 95% และค่าความคลาดเคลื่อน 5% ดังนี้

$$n = \frac{P(1-P)Z^2}{d^2}$$

โดยกำหนดให้

n คือ จำนวนตัวอย่างที่ต้องการ

P คือ สัดส่วนของประชากรที่ผู้วิจัยต้องการสุ่ม (ในงานวิจัยนี้กำหนดสัดส่วนเป็น 0.5)

Z คือ ค่า Z ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.96

d คือ สัดส่วนค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับให้เกิดขึ้นได้ (ในงานวิจัยนี้กำหนดเป็น 0.05)

แทนค่าในสูตร $n = \frac{P(1-P)Z^2}{d^2}$

$$n = \frac{0.5(1-0.5)(1.96)^2}{0.05^2} = 384.16$$

Ref. code: 25666409036164KRV

ดังนั้น จำนวนตัวอย่างที่ต้องการอย่างน้อย คือ 385 คน ทั้งนี้เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการตอบแบบสอบถามไม่ครบถ้วนสมบูรณ์และเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความแม่นยำในการวิเคราะห์มากขึ้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน

2) ผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ ผู้ซื้อทั่วไปที่เคยซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 และพักอาศัยอยู่ในจังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งหมดจำนวน 132 คน

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคการสัมภาษณ์แบบสนทนากลุ่มและการสัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคลเพื่อรวบรวมประเด็นสำคัญเกี่ยวกับความต้องการของผู้บริโภคและผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

2) วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและข้อมูลเชิงคุณภาพ

3) จัดทำแบบสอบถามในแต่ละคุณลักษณะเป็นข้อคำถาม 2 ด้านตามหลักการของแบบจำลองคาโน (Kano model) (Matzler และคณะ, 1996) กล่าวคือ แต่ละคุณลักษณะต้องประกอบด้วยคำถามเชิงบวก (Functional question) และคำถามเชิงลบ (Dysfunctional question) อย่างละ 1 ข้อ โดยผู้วิจัยได้จัดทำแบบสอบถามร่วมกับการใช้ทฤษฎีส่วนประสมทางการตลาด (Marketing mix theory) ซึ่งมี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ (Product) ราคา (Price) ช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) และการส่งเสริมการขาย (Promotion) เพื่อใช้สำหรับเก็บข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบด้วย

4) ทดสอบความเชื่อมั่นของแบบคำถาม (Reliability test) โดยใช้ผู้ทดสอบ คือ ผู้บริโภคที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ที่เคยบริโภคผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 จำนวน 30 คน และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach’s alpha coefficient) (Cronbach, 1951)

5) นำแบบสอบถามไปแจกให้กับกลุ่มตัวอย่างให้ครบตามจำนวนที่กำหนดซึ่งผู้วิจัยใช้แบบสอบถามชุดเดียวกันสำหรับเก็บข้อมูลทั้งกับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายและผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

Ref. code: 25666409036164KRV

ขั้นตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลจากผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 400 คน และผู้ซื้อจำนวน 132 คน โดยการสุ่มแบบสะดวก (Convenience sampling) และเข้าไปหากลุ่มเป้าหมายเพื่อเก็บข้อมูลโดยตรง (Face to Face) พร้อมทั้งชี้แจงข้อมูลและรอเก็บแบบสอบถามด้วยตัวเอง จากการแจกแบบสอบถามผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 400 ฉบับ ได้แบบสอบถามที่มีคำตอบสมบูรณ์กลับมาจำนวน 400 ฉบับ (ร้อยละ 100) และแจกแบบสอบถามผู้ซื้อจำนวน 132 ฉบับ ได้แบบสอบถามที่มีคำตอบสมบูรณ์กลับมาจำนวน 132 ฉบับ (ร้อยละ 100)

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามแบบจำลองคาโน (Kano model) เพื่อจำแนกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคและผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ต้องการ สำหรับใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ต่อไป

3.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

3.2.1 วัตถุดิบหลัก

3.2.1.1 น้ำมันปลาทูน่าที่ผ่านการสกัดเย็นและกลั่นบริสุทธิ์ (Refined cold pressed tuna oil) บริษัท ไทยยูเนี่ยน มารีน นูเทรียนส์ (ประเทศเยอรมัน)

3.2.1.2 น้ำมันรำข้าวหอมมะลิ ยี่ห้อใจข้าว บริษัท สยาม คริสตัล ไรซ์ จำกัด (ประเทศไทย)

3.2.1.3 โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง (Isolated soy protein) ยี่ห้อ ADM บริษัท ADM East Plant (ประเทศสหรัฐอเมริกา)

3.2.1.4 น้ำกลั่น

3.2.2 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.2.1 เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยระดับห้องปฏิบัติการ (Mini-spray dryer) ยี่ห้อ Buchi รุ่น B-290 ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

3.2.2.2 เครื่องลดขนาดอนุภาค (Particle size reduction equipment) ยี่ห้อ Microfluidics รุ่น M-110EH-30 ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.2.2.3 เครื่องปั่นผสมความเร็วสูง ยี่ห้อ IKA รุ่น T25 ประเทศเยอรมนี

3.2.2.4 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น ENTRIS3202-1S ประเทศเยอรมัน

Ref. code: 25666409036164KRV

3.2.3 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

ศึกษากระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ดังนี้

3.2.3.1 การเตรียมวัตถุดิบน้ำมัน (Oil)

วัตถุดิบน้ำมันแบ่งออกเป็นสองตัวอย่าง ได้แก่

ตัวอย่างที่ 1: ตัวอย่างควบคุมน้ำมันปลาทูน่า (Tuna oil, TO)

ตัวอย่างที่ 2: ตัวอย่างน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันปลาทูน่าต่อน้ำมันรำข้าวหอมมะลิอัตราส่วน 4 ต่อ 1 โดยน้ำหนัก (Blended oil, BO) ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยการปั่นผสมด้วยเครื่องปั่นผสมความเร็วสูงที่ระดับ 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที ก่อนนำไปทำการทดลอง

3.2.3.2 การเตรียมสารละลายโปรตีน (Protein solution)

เตรียมสารละลายโปรตีนจากถั่วเหลืองในน้ำกลั่นที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก โดยใช้เครื่องปั่นผสมความเร็วสูงที่ระดับ 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที และปรับความเป็นกรดด่าง (pH) ของสารละลายโปรตีนเป็น 7.8 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 โมลาร์

3.2.3.3 การเตรียมอิมัลชัน (Emulsion)

การเตรียมอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (Oil in water emulsion) โดยใช้โปรตีนเป็นสารช่วยเพิ่มความคงตัว ทำโดยการศึกษาหาระดับความเข้มข้นของน้ำมันที่เหมาะสมในการเตรียมอิมัลชัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) ปัจจัยที่ศึกษา คือ ปริมาณน้ำมัน 3 ระดับ ด้วยอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำมันต่อโปรตีน 0.5:1 1.0:1 และ 1.5:1 จากนั้นผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่นผสมความเร็วสูงที่ระดับ 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที และนำเข้าเครื่องลดขนาดอนุภาคที่ความดัน 400 บาร์ จำนวน 2 รอบ

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมของอิมัลชันสูตรต่างๆ

สูตรที่	ชื่อตัวอย่าง	อัตราส่วนน้ำมันต่อโปรตีน	โปรตีนถั่วเหลือง (กรัม)	น้ำมันปลาทูน่า (กรัม)	น้ำมันรำข้าว (กรัม)	น้ำกลั่น (กรัม)
1	E-TO-0.5	0.5:1	50.00	25.00	0.00	450.00
2	E-TO-1.0	1:1	50.00	50.00	0.00	450.00
3	E-TO-1.5	1.5:1	50.00	75.00	0.00	450.00
4	E-BO-0.5	0.5:1	50.00	20.00	5.00	450.00
5	E-BO-1.0	1:1	50.00	40.00	10.00	450.00
6	E-BO-1.5	1.5:1	50.00	60.00	15.00	450.00

Ref. code: 25666409036164KRV

3.2.3.4 การเตรียมผงกรดไขมันโอเมก้า-3 (Omega-3 fatty acid powder)

นำอิมัลชันที่เตรียมได้ทั้งหมด 6 ตัวอย่างไปทำแห้งด้วยเทคนิคการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray drying technique) ด้วยสภาวะการทำแห้งดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สภาวะการทำแห้งด้วยเทคนิคการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray drying technique)

รายการ	**รายละเอียด**
อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า	160 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิลมร้อนขาออก	88 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส
อัตราการป้อนตัวอย่าง	9 มิลลิลิตรต่อนาที
อัตราการไหลของลมร้อนขาเข้า	473 ลิตรต่อชั่วโมง
อัตราการดูดลมร้อนออก	35 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของหัวฉีด	0.7 มิลลิเมตร
ชนิดของหัวฉีด	ของไหลสองกระแส (Two-fluid nozzle)

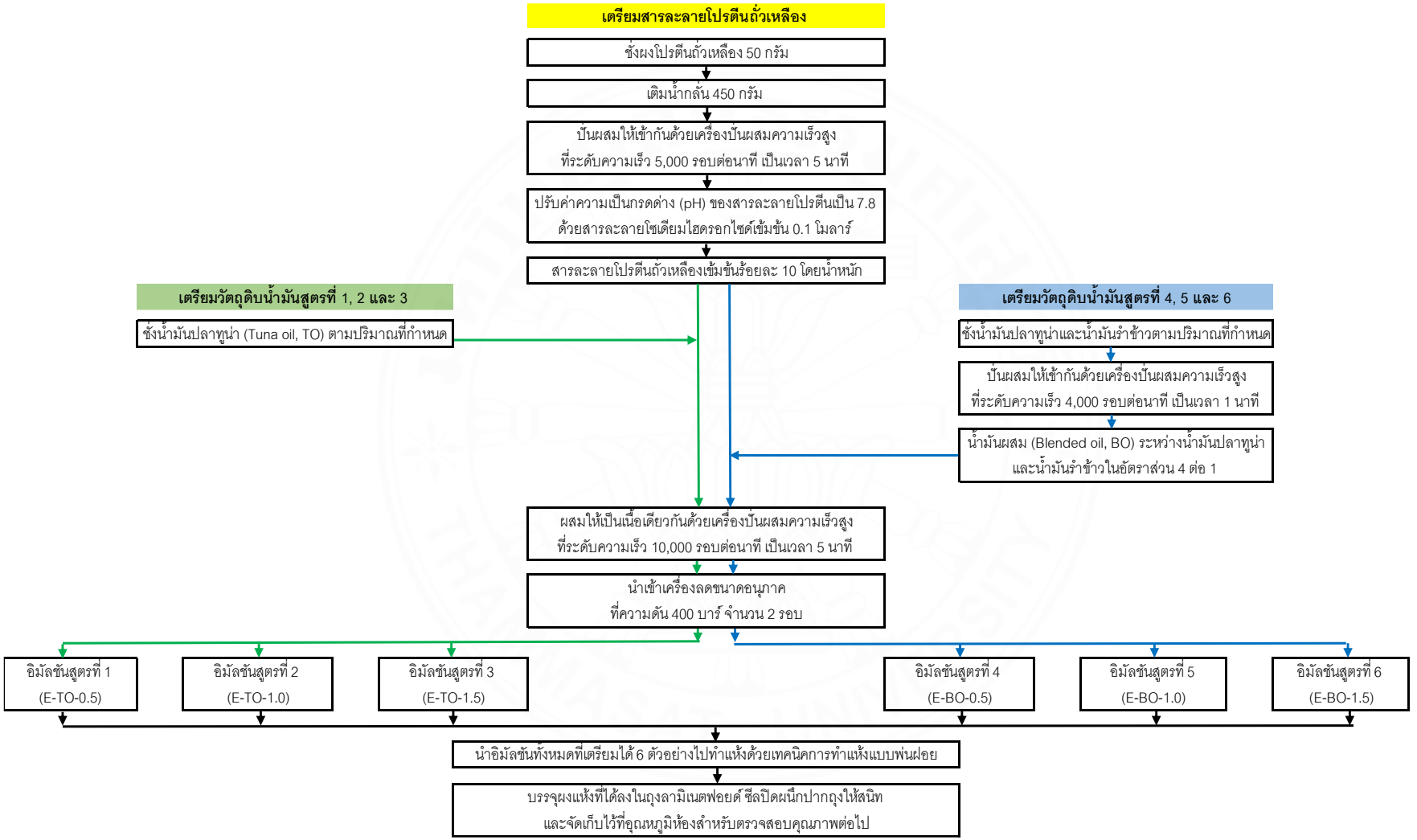
ตารางที่ 3.3 ส่วนผสมของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตรต่างๆ

สูตรที่	**ชื่อตัวอย่าง**	**อัตราส่วนน้ำมันต่อโปรตีน**	**โปรตีนถั่วเหลือง (กรัม)**	**น้ำมันปลาทูน่า (กรัม)**	**น้ำมันรำข้าว (กรัม)**
1	P-TO-0.5	0.5:1	50.00	25.00	0.00
2	P-TO-1.0	1.0:1	50.00	50.00	0.00
3	P-TO-1.5	1.5:1	50.00	75.00	0.00
4	P-BO-0.5	0.5:1	50.00	20.00	5.00
5	P-BO-1.0	1.0:1	50.00	40.00	10.00
6	P-BO-1.5	1.5:1	50.00	60.00	15.00

3.2.3.5 การจัดเก็บผงกรดไขมันโอเมก้า-3 (Omega-3 fatty acid powder)

บรรจุผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่เตรียมได้ลงในซองลามิเนตฟอยด์ พร้อมทั้งซีลปิดผนึกซองให้สนิทและจัดเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) เพื่อรอการตรวจสอบคุณภาพต่อไป

Ref. code: 25666409036164KRV



รูปที่ 3.1 แผนภาพอย่างง่ายแสดงกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3

Ref. code: 25666409036164KRV

3.3 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพและเคมี

3.3.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

3.3.1.1 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ ยี่ห้อ Aqualab รุ่น CX2 ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.3.1.2 เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Color flex รุ่น CX2678 ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.3.1.3 เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Lovibond รุ่น PFXi-195 ประเทศอังกฤษ

3.3.1.4 เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ ยี่ห้อ Agilent Technologies รุ่น 7820A ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.3.1.5 เครื่องวิเคราะห์ขนาดอนุภาค ยี่ห้อ HORIBA รุ่น LA-950 ประเทศญี่ปุ่น

3.3.1.6 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน ยี่ห้อ FOSS รุ่น ST243 ประเทศเดนมาร์ก

3.3.1.7 เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง ยี่ห้อ ExStik รุ่น PH100 ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.3.1.8 เครื่องอบลมร้อน ยี่ห้อ Memmert รุ่น UF55 ประเทศเยอรมัน

3.3.1.9 เครื่องปั่นเหวี่ยงตะกอน ยี่ห้อ Nuve รุ่น NF1200 ประเทศตุรกี

3.3.1.10 เครื่องผสมสาร ยี่ห้อ Velp รุ่น ZX4 ประเทศอิตาลี

3.3.1.11 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น ENTRIS3202-1S ประเทศเยอรมัน

3.3.1.12 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BSA224S-CW ประเทศเยอรมัน

3.3.1.13 เครื่องวัดความหนืด ยี่ห้อ แอนตัน พาร์ รุ่น ViscoQC 100L ประเทศเยอรมัน

3.3.1.14 เครื่องทดสอบความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชัน ยี่ห้อ แอนตัน พาร์ รุ่น RapidOxy 100 ประเทศเยอรมัน

3.3.1.15 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Field emission Electron microscope, FESEM) ยี่ห้อ JEOL รุ่น JSM 7800F ประเทศญี่ปุ่น

3.3.1.16 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ยี่ห้อ Gerhardt รุ่น Dumatherm ประเทศเยอรมัน

3.3.1.17 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ค่าทางเคมีของน้ำมัน อิมัลชันและผงกรดไขมันโอเมก้า-3

Ref. code: 25666409036164KRV

3.3.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของวัตถุดิบน้ำมัน (Oil) ที่เตรียมได้ในข้อ 3.2.3.1

นำวัตถุดิบน้ำมันไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมี ดังนี้

ตารางที่ 3.4 รายการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของวัตถุดิบน้ำมัน (Oil)

รายการ	วิธีวิเคราะห์
สี (Color)	AOCS Td 1a-64, 2017 และ CIELAB
ค่าความเป็นกรด (Acid value)	AOCS Cd 3d-63, 2017
ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value)	AOCS Cd 8b-90, 2017
ค่าพาราแอนนิซิดีน (p-Anisidine value)	AOCS Cd 18-90, 2017
ค่าไอโอดีน (Iodine value)	AOCS Cd 1d-92, 2022
องค์ประกอบกรดไขมัน (Fatty acid composition)	AOCS Ce 1b-89, 2017
ปริมาณความชื้น (Moisture content)	AOCS Ca 2e-84, 2017
ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity)	Water activity analyzer
ความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชัน (Oxidative stability)	Alarcon-Moyano and Matiacevich, 2019

3.3.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของวัตถุดิบโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (Isolated soy protein)

นำโปรตีนถั่วเหลืองไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมี ดังนี้

ตารางที่ 3.5 รายการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของวัตถุดิบโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (Isolated soy protein)

รายการ	วิธีวิเคราะห์
สี (Color)	CIELAB
ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity)	Water activity analyzer
ปริมาณโปรตีน (Protein content)	Dumas combustion

Ref. code: 25666409036164KRV

3.3.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของสารละลายโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (Isolated soy protein solution) ที่เตรียมได้ในข้อ 3.2.3.2

ศึกษาความเป็นกรดด่าง (pH) ของสารละลายโปรตีนทั้งก่อนและหลังปรับ pH

3.3.5 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของอิมัลชัน (Emulsion) ที่เตรียมได้ในข้อ 3.2.3.3

นำอิมัลชันที่เตรียมได้ไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมี ดังนี้

ตารางที่ 3.6 รายการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของอิมัลชัน (Emulsion)

รายการ	วิธีวิเคราะห์
ความเป็นกรดด่าง (pH)	pH meter
ความหนืด (Viscosity)	Viscometer
ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value)	AOCS Cd 8b-90, 2017
ค่าพาราแอนนิซิดีน (p-Anisidine value)	AOCS Cd 18-90, 2017
ความคงตัวของอิมัลชัน (Emulsion stability index)	Sarkar and Singhal, 2011

3.3.6 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 (Omega-3 fatty acid powder) ที่เตรียมได้ในข้อ 3.2.3.4

นำผงกรดไขมันโอเมก้า-3 (Omega-3 fatty acid powder) ที่เตรียมได้ไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมี ดังนี้

ตารางที่ 3.7 รายการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 (Omega-3 fatty acid powder)

รายการ	วิธีวิเคราะห์
สี (Color)	CIELAB
ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value)	AOCS Cd 8b-90, 2017
ค่าพาราแอนนิซิดีน (p-Anisidine value)	AOCS Cd 18-90, 2017
องค์ประกอบกรดไขมัน (Fatty acid composition)	AOCS Ce 1b-89, 2017
ปริมาณความชื้น (Moisture content)	ดัดแปลงจาก Shao และคณะ, 2016
ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity)	Water activity analyzer

Ref. code: 25666409036164KRV

ตารางที่ 3.7 รายการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 (Omega-3 fatty acid powder) (ต่อ)

รายการ	วิธีวิเคราะห์
ความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชัน (Oxidative stability)	Alarcon-Moyano and Matiacevich, 2019
ความสามารถในการละลายน้ำ (Water solubility)	ดัดแปลงจาก Eastman and Moore, 1984
ปริมาณน้ำมันบนพื้นผิว (Surface oil)	ดัดแปลงจาก Bae and Lee, 2008
ปริมาณน้ำมันทั้งหมด (Total oil)	AOAC 920.39, 2016
ประสิทธิภาพการห่อหุ้ม (Encapsulation efficiency)	Giorgio และคณะ, 2019
ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Morphology)	FESEM
ขนาดอนุภาค (Particle size)	Particle size distribution analyzer
ปริมาณโปรตีน (Protein content)	Dumas combustion

3.4 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 5-point hedonic scale ร่วมกับการทดสอบการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ (Purchase intent) ใช้ผู้ทดสอบเป็นผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ที่ไม่ผ่านการฝึกฝน (Untrained consumer panelists) จำนวน 30 คน เตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 รูปแบบผงบรรจุในซองลามิเนตฟอยล์โดยใช้สูตรตัวอย่างที่มีความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันสูงที่สุดในแต่ละประเภทของน้ำมันที่ใช้ ซึ่งได้จากการศึกษาในข้อ 3.3.6 ให้ผู้ทดสอบละลายผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ปริมาณ 4 กรัม ในน้ำอุณหภูมิปกติปริมาณ 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน แล้วประเมินและให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ซึ่งแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป
- ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส
- ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการตัดสินใจซื้อ
- ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

Ref. code: 25666409036164KRV

3.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ขั้นตอนการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคและผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการนับจำนวน แจกแจงความถี่ หาค่าร้อยละ โดยใช้โปรแกรม Microsoft excel ขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำและรายงานผลในรูปของค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistical package for the social sciences (SPSS) เวอร์ชัน 26

Ref. code: 25666409036164KRV

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคและผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

4.1.1 การศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคด้วยวิธีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative research)

4.1.1.1 การใช้เทคนิคการสัมภาษณ์แบบสนทนากลุ่ม (Focus group discussion)

การสัมภาษณ์แบบสนทนากลุ่ม ใช้ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 20 คน โดยแบ่งกลุ่มเป้าหมายออกเป็น 4 กลุ่มย่อย กลุ่มละ 5 คน ได้แก่ กลุ่มที่ออกกำลังกายและรับประทานอาหารเสริม กลุ่มที่ออกกำลังกายแต่ไม่รับประทานอาหารเสริม กลุ่มที่รับประทานอาหารเสริมแต่ไม่ออกกำลังกาย และกลุ่มที่ไม่ออกกำลังกายและไม่รับประทานอาหารเสริม ได้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ดังนี้

กลุ่มที่ 1: ผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายและรับประทานอาหารเสริม

จากการสัมภาษณ์กลุ่มผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายและรับประทานอาหารเสริม จำนวน 5 คน ซึ่งมีทั้งเพศชายและเพศหญิง มีอายุระหว่าง 60-70 ปี พบว่าก่อนเกษียณประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชนและประกอบธุรกิจส่วนตัว ปัจจุบันพักอาศัยอยู่กับคู่สมรสและบุตรหลาน ผู้สูงอายุทั้ง 5 คน มีปัญหาสุขภาพ ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง ปัญหาสายตา และปัญหาการเคี้ยวอาหาร ผู้บริโภคกลุ่มนี้เชื่อว่าการรับประทานอาหารเสริมควบคู่ไปกับการรับประทานอาหารมื้อหลักเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากการทำงานของระบบต่างๆในร่างกายผู้สูงอายุเริ่มเสื่อมประสิทธิภาพลง จึงเกิดปัญหาและมีข้อจำกัดหลายอย่างในการรับประทานอาหาร เช่น ไม่สามารถรับประทานอาหารชิ้นแข็งได้เนื่องจากมีปัญหาการเคี้ยว ปัญหาการกลืนลำบาก เป็นต้น จึงอาจทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารที่จำเป็นไม่เพียงพอ ผู้บริโภคกลุ่มนี้บางคนซื้ออาหารด้วยตนเอง แต่บางคนบุตรหลานเป็นผู้ซื้อให้ การเลือกซื้ออาหารมักจะซื้ออาหารเดิมๆที่รับประทานเป็นประจำ ประเภทอาหารที่สนใจซื้อมากที่สุด คือ ปลา เนื่องจากเนื้อนุ่ม เคี้ยวง่าย แต่จะเลือกซื้อปลาที่มีก้างน้อยหรือมีก้างชิ้นใหญ่ที่สามารถมองเห็นและหยิบออกได้ง่าย นอกจากนี้ผู้บริโภคบางคนให้ความสนใจในการซื้อผักปลอดสารพิษ ไม่มีการใช้สารเคมี เนื่องจากรับรู้จากสื่อต่างๆ เกี่ยวกับประโยชน์ของการรับประทานผัก สิ่งที่ผู้บริโภคกลุ่มนี้พิจารณาเป็นอันดับแรกในการซื้ออาหาร มีทั้งการพิจารณาทางด้านคุณประโยชน์ของสินค้านั้น ถึงแม้ราคาสูงกว่าสินค้าทั่วไปแต่ถ้ามีคุณภาพที่ดีก็จะยอมซื้อ บางคนให้ความสำคัญกับช่องทางในการจำหน่ายเป็นอันดับแรก หากสามารถเข้าถึงแหล่งจำหน่ายสินค้าได้ง่ายก็จะมีความสนใจ

Ref. code: 25666409036164KRV

ซื้อมากขึ้น บางคนจะพิจารณาจากอายุการเก็บรักษาเป็นอันดับแรก อาหารนั้นต้องไม่เสื่อมเสียง่าย บุคคลที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคกลุ่มนี้มากที่สุด ได้แก่ ตนเอง บุตรหลานและแพทย์ ข้อแนะนำในการพัฒนาสินค้าจากผู้บริโภคกลุ่มนี้ คือ อยากได้สินค้าที่มีความปลอดภัยต่อร่างกาย สามารถรับประทานได้ง่าย หาซื้อได้ง่าย จัดเก็บสะดวกและมีอายุการเก็บรักษาที่นาน

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์กลุ่มผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายและรับประทานอาหารเสริม

ข้อมูล	จำนวน (คน)
เพศ	
ชาย	2
หญิง	3
อายุ	
60-65 ปี	3
66-70 ปี	2
อาชีพหลักก่อนเกษียณ	
พนักงานเอกชน	4
ธุรกิจส่วนตัว	1
การพักอาศัย	
คู่สมรสและบุตรหลาน	3
บุตรหลาน	2
ปัญหาด้านสุขภาพ	
โรคความดันโลหิตสูง ปัญหาสายตา และปัญหาการเคี้ยวอาหาร	5
อาหารเสริมเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อร่างกาย	
เห็นด้วย	5
ปัญหาที่พบบ่อยที่สุดเกี่ยวกับการรับประทานอาหาร	
ปัญหาการเคี้ยวและการกลืน	5
การซื้ออาหาร	
ตนเอง	1
บุตรหลาน	4

Ref. code: 25666409036164KRV

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์กลุ่มผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายและรับประทานอาหารเสริม (ต่อ)

ข้อมูล	จำนวน (คน)
ประเภทอาหารที่สนซื้อมากที่สุด	
ปลา	4
ผักปลอดสารพิษ	1
สิ่งที่พิจารณาเป็นอันดับแรกในการตัดสินใจเลือกซื้ออาหาร	
คุณภาพดี	3
หาซื้อได้ง่าย	1
จัดเก็บได้นาน	1
บุคคลที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อมากที่สุด	
ตนเอง	1
บุตรหลาน	2
แพทย์	2

กลุ่มที่ 2: ผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายแต่ไม่รับประทานอาหารเสริม

จากการสัมภาษณ์ผู้บริโภคกลุ่มนี้จำนวน 5 คน ซึ่งมีทั้งเพศชายและเพศหญิง มีอายุระหว่าง 60-75 ปี พบว่าก่อนเกษียณประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน ประกอบธุรกิจส่วนตัวและรับจ้างทั่วไป ปัจจุบันพักอาศัยอยู่กับคู่สมรสและบุตรหลาน ผู้สูงอายุทั้ง 5 คน มีปัญหาสุขภาพ ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง ปัญหาสายตาและปัญหาการเคี้ยวอาหาร ผู้บริโภคกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เชื่อว่าการรับประทานอาหารมื้อหลักควบคู่กับการออกกำลังกายและการพักผ่อนให้เพียงพอ จะช่วยทำให้มีสุขภาพที่ดีได้โดยไม่จำเป็นต้องรับประทานอาหารเสริม มีบางคนที่เชื่อว่าการรับประทานอาหารเสริมยังคงเป็นสิ่งที่จำเป็นแต่ไม่สามารถซื้อมารับประทานได้ เนื่องจากความไม่คล่องตัวทางการเงิน เพราะอาหารเสริมส่วนใหญ่มีราคาแพง และจากประสบการณ์ในอดีตที่ได้รับรู้มาจากสื่อต่างๆ เกี่ยวกับโฆษณาชวนเชื่อที่เกินจริงของอาหารเสริมบางชนิด จึงทำให้เกิดทัศนคติเชิงลบต่ออาหารเสริมและไม่สนใจที่จะรับประทาน ในปัจจุบันผู้บริโภคกลุ่มนี้พบปัญหาคล้ายๆกันเกี่ยวกับการรับประทานอาหาร คือ ปัญหาการเคี้ยวและการรับรส จึงทำให้ความสุขในการรับประทานอาหารลดลง ผู้บริโภคกลุ่มนี้บางคนซื้ออาหารด้วยตนเองแต่บางคนบุตรหลานเป็นผู้ซื้อให้ การซื้ออาหารส่วนใหญ่จะชอบลองสินค้าใหม่ๆ เพราะจะรู้สึกตื่นเต้นและมีความสุขกับการรับประทานอาหารที่มีรสชาติ ลักษณะปรากฏหรือกลิ่นใหม่ๆที่แปลกไปจากเดิมที่เคยรับประทาน แต่ถ้าชอบในสินค้านั้นๆแล้วก็จะไม่เปลี่ยนจนกว่าจะมีสินค้าที่น่าสนใจกว่ามาวางจำหน่าย ประเภทอาหารที่สนใจซื้อมากที่สุด คือ นมกล่อง เนื่องจาก

Ref. code: 25666409036164KRV

เชื่อว่านมมีประโยชน์ต่อร่างกาย นอกจากนั้นนมกล่องยังมีหลายรสชาติให้เลือก รับประทานได้ง่าย หาซื้อได้ง่าย และราคาไม่แพง สิ่งที่ผู้บริโภคกลุ่มนี้พิจารณาเป็นอันดับแรกในการซื้ออาหาร คือราคาจะต้องเหมาะสมกับคุณภาพและปริมาณของสินค้า เนื่องจากรายได้เริ่มลดลงแต่ก็ยังอยากมีสุขภาพที่ดี จึงจะให้ความสำคัญกับราคาที่เหมาะสมกับคุณภาพของสินค้าเป็นหลัก บุคคลที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคกลุ่มนี้ ได้แก่ ตนเองและบุตรหลาน ข้อแนะนำในการพัฒนาสินค้าจากผู้บริโภคกลุ่มนี้ คือ อยากได้สินค้าที่มีราคาไม่แพงมาก สามารถรับประทานได้ง่าย มีอายุการเก็บรักษาที่นาน มีหลายรสชาติให้เลือก และมีบรรจุภัณฑ์ที่หลากหลายให้เลือก

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์กลุ่มผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายแต่ไม่รับประทานอาหารเสริม

ข้อมูล	จำนวน (คน)
เพศ	
ชาย	1
หญิง	4
อายุ	
60-65 ปี	3
66-70 ปี	1
71-75 ปี	1
อาชีพหลักก่อนเกษียณ	
พนักงานบริษัทเอกชน	2
ธุรกิจส่วนตัว	1
รับจ้างทั่วไป	2
การพักอาศัย	
คู่สมรสและบุตรหลาน	4
บุตรหลาน	1
ปัญหาด้านสุขภาพ	
โรคความดันโลหิตสูง ปัญหาทางด้านการมองเห็นและปัญหาทางด้านการเคี้ยว	5
อาหารเสริมเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อร่างกาย	
เห็นด้วย	1
ไม่เห็นด้วย	4

Ref. code: 25666409036164KRV

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์กลุ่มผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายแต่ไม่รับประทานอาหารเสริม (ต่อ)

ข้อมูล	จำนวน (คน)
ปัญหาที่พบบ่อยที่สุดเกี่ยวกับการรับประทานอาหาร	
ปัญหาการเคี้ยวและการรับรส	5
การซื้ออาหาร	
ตนเอง	3
บุตรหลาน	2
ประเภทอาหารที่สนซื้อมากที่สุด	
นม	5
สิ่งที่พิจารณาเป็นอันดับแรกในการตัดสินใจเลือกซื้ออาหาร	
ราคามีความเหมาะสมกับคุณภาพและปริมาณของสินค้า	5
บุคคลที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อมากที่สุด	
ตนเอง	3
บุตรหลาน	2

กลุ่มที่ 3: ผู้สูงอายุที่รับประทานอาหารเสริมแต่ไม่ออกกำลังกาย

จากการสัมภาษณ์ผู้บริโภคกลุ่มนี้จำนวน 5 คน ซึ่งมีทั้งเพศชายและเพศหญิง มีอายุระหว่าง 60-70 ปี พบว่าก่อนเกษียณประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชนและประกอบธุรกิจส่วนตัว ปัจจุบันพักอาศัยอยู่กับคู่สมรส บุตรหลานและญาติ ผู้สูงอายุทั้ง 5 คน มีปัญหาสุขภาพได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง ข้ออักเสบ ปัญหาสายตา และปัญหาการเคี้ยวอาหาร ผู้บริโภคกลุ่มนี้เชื่อว่าทั้งการรับประทานอาหารเสริมและการออกกำลังกายเป็นสิ่งที่จำเป็น แต่เนื่องจากพฤติกรรมการใช้ชีวิตที่ยังคงต้องใช้เวลาส่วนใหญ่ไปกับเรื่องอื่นๆ จึงไม่มีเวลาที่จะออกกำลังกาย บางคนมีปัญหาสุขภาพจึงรู้สึกไม่สบายตัวหรือมีอาการที่ผิดปกติจึงไม่สามารถออกกำลังกายได้ ส่วนบางคนไม่ชอบการออกกำลังกายซึ่งเป็นพฤติกรรมส่วนบุคคลที่เป็นมาตั้งแต่อดีต เหตุผลเหล่านี้ทำให้ผู้บริโภคกลุ่มนี้สนใจที่จะรับประทานอาหารเสริมเพื่อรักษาสุขภาพ ผู้บริโภคกลุ่มนี้มักพบปัญหาการเคี้ยวและปัญหาสายตา จึงทำให้มีข้อจำกัดในการรับประทานอาหารบางประเภท ผู้บริโภคกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ซื้ออาหารด้วยตนเองแต่บางคนบุตรหลานเป็นผู้ซื้อให้ ประเภทอาหารที่สนใจซื้อมากที่สุด คือ ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเอนชัวร์ สมุนไพรบำรุงร่างกายชนิดน้ำและผลิตภัณฑ์เสริมโปรตีนชนิดผง สิ่งที่ผู้บริโภคกลุ่มนี้พิจารณาเป็นอันดับแรกในการซื้ออาหาร คือ สินค้ามีความปลอดภัย รับประทานได้สะดวก พกพาง่ายและไม่มีกลิ่นรุนแรง บุคคลที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคกลุ่มนี้ ได้แก่

Ref. code: 25666409036164KRV

ตนเองและแพทย์ ข้อแนะนำในการพัฒนาสินค้าจากผู้บริโภคกลุ่มนี้ คือ อยากได้สินค้าที่มีความปลอดภัย สามารถรับประทานได้ง่าย จัดเก็บได้ที่อุณหภูมิห้องและมีอายุการเก็บรักษาที่นาน

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์กลุ่มผู้สูงอายุที่รับประทานอาหารเสริมแต่ไม่ออกกำลังกาย

ข้อมูล	จำนวน (คน)
เพศ	
ชาย	1
หญิง	4
อายุ	
60-65 ปี	2
66-70 ปี	3
อาชีพหลักก่อนเกษียณ	
พนักงานบริษัทเอกชน	3
ธุรกิจส่วนตัว	2
การพักอาศัย	
คู่สมรสและบุตรหลาน	4
ญาติ	1
ปัญหาด้านสุขภาพ	
โรคความดันโลหิตสูง ปัญหาสายตา และปัญหาการเคี้ยวอาหาร	1
โรคไขมันในเลือดสูง โรคความดันโลหิตสูง ปัญหาสายตา และปัญหาการเคี้ยวอาหาร	3
โรคข้ออักเสบ ปัญหาสายตา และปัญหาการเคี้ยวอาหาร	1
อาหารเสริมเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อร่างกาย	
เห็นด้วย	5
ปัญหาที่พบบ่อยที่สุดเกี่ยวกับการรับประทานอาหาร	
ปัญหาการเคี้ยวและสายตา	5
การซื้ออาหาร	
ตนเอง	4
บุตรหลาน	1

Ref. code: 25666409036164KRV

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์กลุ่มผู้สูงอายุที่รับประทานอาหารเสริมแต่ไม่ออกกำลังกาย (ต่อ)

ข้อมูล	จำนวน (คน)
ประเภทอาหารที่สนซื้อมากที่สุด	
ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมเอนชัวร์	2
สมุนไพรบำรุงร่างกายชนิดน้ำ	1
ผลิตภัณฑ์เสริมโปรตีนชนิดผง	2
สิ่งที่พิจารณาเป็นอันดับแรกในการตัดสินใจเลือกซื้ออาหาร	
ปลอดภัย	1
รับประทานได้สะดวก	2
สิ่งที่พิจารณาเป็นอันดับแรกในการตัดสินใจเลือกซื้ออาหาร (ต่อ)	
พกพาง่าย	1
ไม่มีกลิ่นรุนแรง	1
บุคคลที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อมากที่สุด	
ตนเอง	1
แพทย์	4

กลุ่มที่ 4: ผู้สูงอายุที่ไม่ออกกำลังกายและไม่รับประทานอาหารเสริม

จากการสัมภาษณ์ผู้บริโภคกลุ่มนี้จำนวน 5 คน ซึ่งมีทั้งเพศชายและเพศหญิง มีอายุระหว่าง 60-75 ปี พบว่าก่อนเกษียณประกอบธุรกิจส่วนตัวและรับจ้างทั่วไป ปัจจุบันพักอาศัยอยู่กับคู่สมรส บุตรหลานและญาติ ผู้สูงอายุทั้ง 5 คน มีปัญหาสุขภาพ ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง ปัญหาสายตา และปัญหาการเคี้ยวอาหาร ผู้บริโภคกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เชื่อว่าการรับประทานอาหารมื้อหลักให้เพียงพอและการออกกำลังกายจะช่วยให้มีสุขภาพที่ดีได้ แต่ไม่เชื่อว่าการรับประทานอาหารเสริมเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อร่างกาย ปัจจุบันไม่สามารถรับประทานอาหารบางชนิดได้เนื่องจากมีปัญหาการเคี้ยวและระบบย่อยอาหาร นอกจากนี้ยังพบว่าอาหารบางชนิดมีการเสื่อมเสียที่รวดเร็ว จัดเก็บยาก จึงรู้สึกไม่คุ้มค่ากับเงินที่จ่ายไปเพราะต้องทิ้งอาหารเหล่านั้น ผู้บริโภคกลุ่มนี้บางคนซื้ออาหารด้วยตนเองแต่บางคนบุตรหลานซื้อให้ กลุ่มอาหารที่สนใจซื้อมากที่สุด คือ กลุ่มอาหารแห้งและอาหารกระป๋อง เนื่องจากไม่สะดวกที่จะไปซื้อบ่อยๆจึงต้องการอาหารที่มีอายุการเก็บรักษาที่นาน สิ่งที่ผู้บริโภคกลุ่มนี้พิจารณาเป็นอันดับแรกในการซื้ออาหาร คือ มีอายุการเก็บรักษาที่นาน จัดเก็บง่าย รับประทานง่าย บุคคลที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคกลุ่มนี้ ได้แก่

Ref. code: 25666409036164KRV

ตนเอง ข้อแนะนำในการพัฒนาสินค้าจากผู้บริโภคกลุ่มนี้ คือ อยากได้สินค้าที่มีความปลอดภัย จัดเก็บได้นาน สามารถรับประทานได้ง่าย หากสินค้านั้นพกพาง่าย และไม่มีการใช้สารเคมี

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุกลุ่มที่ไม่ออกกำลังกายและไม่รับประทานอาหารเสริม

ข้อมูล	จำนวน (คน)
เพศ	
ชาย	2
หญิง	3
อายุ	
60-65 ปี	2
66-70 ปี	1
71-75 ปี	2
อาชีพหลักก่อนเกษียณ	
ธุรกิจส่วนตัว	2
รับจ้างทั่วไป	3
การพักอาศัย	
คู่สมรส	2
บุตรหลาน	2
ญาติ	1
ปัญหาด้านสุขภาพ	
โรคไขมันในเลือดสูง ความดันโลหิตสูง ปัญหาทางด้านการมองเห็นและปัญหาทางด้านการเคี้ยว	5
อาหารเสริมเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อร่างกาย	
ไม่เห็นด้วย	5
ปัญหาที่พบบ่อยที่สุดเกี่ยวกับการรับประทานอาหาร	
ปัญหาทางด้านการเคี้ยว	2
ปัญหาทางด้านระบบย่อยอาหาร	1
อาหารเสื่อมเสียเร็ว	1
อาหารจัดเก็บยาก	1

Ref. code: 25666409036164KRV

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุกลุ่มที่ไม่ออกกำลังกายและไม่รับประทานอาหารเสริม (ต่อ)

ข้อมูล	จำนวน (คน)
การซื้ออาหาร	
ตนเอง	2
บุตรหลาน	3
ประเภทอาหารที่สนซื้อมากที่สุด	
ผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง	3
ผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋อง	2
สิ่งที่พิจารณาเป็นอันดับแรกในการตัดสินใจเลือกซื้ออาหาร	
มีอายุการเก็บรักษาที่นาน	2
จัดเก็บง่าย	1
รับประทานได้ง่าย	2
บุคคลที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อมากที่สุด	
ตนเอง	5

Ref. code: 25666409036164KRV

รูปที่ 4.1 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผู้สูงอายุต้องการ

Ref. code: 25666409036164KRV

ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์แบบสนทนากลุ่มพบจุดสังเกตที่น่าสนใจ คือ ผู้สูงอายุที่มีพฤติกรรมการออกกำลังกายและการบริโภคที่แตกต่างกันส่งผลต่อความต้องการคุณลักษณะต่างๆในผลิตภัณฑ์อาหารที่แตกต่างกัน แต่มีคุณลักษณะที่ผู้บริโภคทั้ง 4 กลุ่มมีความต้องการเหมือนกัน คือ ต้องการอาหารที่รับประทานได้ง่ายและมีอายุการเก็บรักษาที่นาน นั่นแสดงให้เห็นว่า 2 คุณลักษณะนี้อาจเป็นคุณลักษณะพื้นฐานที่ผู้สูงอายุคาดหวังในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังมีคุณลักษณะอื่นที่ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ต้องการ ได้แก่ จัดเก็บสะดวก ไม่ใช้สารเคมี หาซื้อได้ง่าย และสินค้ามีความปลอดภัย นั่นแสดงให้เห็นว่าคุณลักษณะเหล่านี้เป็นคุณลักษณะที่น่าสนใจที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เช่นกัน

4.1.1.2 การใช้เทคนิคการสัมภาษณ์แบบเชิงลึกรายบุคคล (In-depth interview)

การสัมภาษณ์แบบเชิงลึกรายบุคคลทำเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกมากขึ้นโดยใช้ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ที่เคยบริโภคผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 จำนวน 5 คน มีการเก็บข้อมูลทั้งหมด 4 ส่วน สามารถสรุปผลได้ดังนี้

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ผู้ถูกสัมภาษณ์เป็นเพศชาย 2 คน เพศหญิง 3 คน อายุอยู่ในช่วง 61-75 ปี อาชีพก่อนการเกษียณมีทั้งประกอบธุรกิจส่วนตัว พนักงานบริษัทเอกชน และข้าราชการครู ทุกคนพักอาศัยอยู่กับครอบครัว มีปัญหาสุขภาพคล้ายๆกัน คือ เป็นโรคความดันโลหิตสูง โรคข้ออักเสบ ปัญหาสายตา และการเคี้ยวอาหาร ความถี่ในการรับประทานปลาทะเลหรือพืชตระกูลถั่วซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่อุดมไปด้วยโอเมก้า-3 สูงสุดไม่เกิน 5 ครั้งต่อเดือน

- ส่วนที่ 2 ทัศนคติ ประสบการณ์และพฤติกรรมการรับประทานผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

ผู้ถูกสัมภาษณ์ทุกคนเคยรับประทานผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 และทุกคนรับประทานมาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ความถี่ในการรับประทานผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 โดยเฉลี่ย 3-6 วันต่อสัปดาห์ เหตุผลการรับประทานส่วนใหญ่เพื่อรักษาปัญหาสุขภาพ ส่วนบางคนรับประทานเพื่อป้องกันหรือลดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆ ยี่ห้อของผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่รับประทานปัจจุบัน ได้แก่ แบลคมอร์ส, The Naturalist และ Now Foods ซึ่งส่วนใหญ่แล้วคนในครอบครัวจะเป็นผู้ซื้อให้ เนื่องจากช่องทางการจำหน่ายผลิตภัณฑ์เข้าถึงได้ยากสำหรับผู้สูงอายุและมักพบปัญหาเรื่องการเดินทาง ส่วนใหญ่จึงไม่สามารถซื้อได้ด้วยตัวเอง เหตุผลที่รับประทานยี่ห้อเหล่านี้ ได้แก่ เม็ดเล็ก รับประทานง่าย ไม่มีกลิ่นคาว รับประทานง่าย มีอายุการเก็บรักษาที่นาน ชงดื่มง่าย กลืนง่าย มีการรับรองเป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ และไม่มีการใช้สารเคมี ใน

Ref. code: 25666409036164KRV

ขณะเดียวกันผู้บริโภคมีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่วางจำหน่ายในปัจจุบันมีราคาแพง กลิ่นแรงพกพายาก จัดเก็บยาก มีขนาดเม็ดใหญ่ และกลืนยาก ปริมาณการซื้อมักซื้อครั้งละปริมาณมาก สำหรับเพียงพอต่อการรับประทานประมาณ 45-180 วันต่อการซื้อ 1 ครั้ง รูปแบบที่เลือกซื้อมีทั้งแบบเม็ดแคปซูลและรูปแบบผงขึ้นกับความสะดวกในการซื้อ สภาพคล่องทางการเงินและพฤติกรรมการบริโภคของแต่ละคน ส่วนช่องทางการซื้อมีทั้งการซื้อหน้าร้านและช่องทางออนไลน์ ซึ่งส่วนหนึ่งมีข้อจำกัดทางด้านช่องทางการสั่งซื้อของบางผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่น้อยในปัจจุบัน

- ส่วนที่ 3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อ

ปัจจัยที่ทำให้อยากซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ได้แก่ คุณภาพดี ปริมาณและราคาจะต้องเหมาะสมกัน หาซื้อได้ง่าย รับประทานได้ง่าย มีกลิ่นที่ไม่รุนแรง พกพาง่าย จัดเก็บได้สะดวก และมีอายุการเก็บรักษาที่นาน สิ่งที่พิจารณาเป็นอันดับแรกในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ได้แก่ รับประทานง่าย ไม่มีกลิ่นแรง พกพาง่าย ได้รับการรับรองด้านความปลอดภัยและมีปริมาณโอเมก้า-3 ต่อหนึ่งหน่วยบริโภคสูง ผู้ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 มากที่สุด คือ แพทย์ บุตร และตนเอง

- ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะหรือสิ่งที่อยากให้ปรับปรุงเพิ่มเติม

อยากได้ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่รับประทานง่ายขึ้น มีความสนใจผลิตภัณฑ์แบบผง มีช่องทางการจำหน่ายที่หลากหลาย ปริมาณการรับประทานต่อวันไม่เยอะแต่ได้รับปริมาณโอเมก้า-3 ที่เพียงพอ ผลิตภัณฑ์มีสีขาว ไม่ใช้สารแต่งสี พกพาง่าย จัดเก็บง่าย และมีอายุการเก็บรักษาที่นาน หากมีคุณลักษณะเหล่านี้ในผลิตภัณฑ์จะทำให้มีความสนใจซื้อมากขึ้น ซึ่งคุณลักษณะหนึ่งที่สังเกตได้ว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความต้องการเหมือนกัน คือ ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ต้องมีกลิ่นที่ไม่รุนแรง

4.1.2 การศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้ซื้อด้วยวิธีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative research)

การสัมภาษณ์แบบเชิงลึกรายบุคคลเพื่อศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้ซื้อ ใช้ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้ซื้อทั่วไปที่เคยซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 จำนวน 5 คน มีการเก็บข้อมูลทั้งหมด 4 ส่วน สามารถสรุปผลได้ดังนี้

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ผู้ถูกสัมภาษณ์เป็นเพศชาย 2 คน เพศหญิง 3 คน อายุอยู่ในช่วง 25-36 ปี ประกอบอาชีพข้าราชการ ธุรกิจส่วนตัว พนักงานบริษัทเอกชน และนักศึกษาปริญญาเอก

Ref. code: 25666409036164KRV

- ส่วนที่ 2 ทัศนคติ ประสบการณ์และพฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

ผู้ถูกสัมภาษณ์ทุกคนเคยซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 โดยส่วนใหญ่แล้วจะซื้อให้คนในครอบครัว ความถี่ในการซื้อ 2-4 เดือนต่อครั้ง เหตุผลในการซื้อส่วนใหญ่ให้คนในครอบครัวรับประทานเพื่อรักษาปัญหาสุขภาพและเพื่อป้องกันการเกิดโรคต่างๆ ยี่ห้อที่นิยมซื้อ ได้แก่ แบลคมอร์ส The Naturalist และ Mega We Care เหตุผลในการเลือกซื้อยี่ห้อเหล่านี้ ได้แก่ เป็นยี่ห้อที่มีชื่อเสียง หาซื้อง่าย มีขนาดเม็ดเล็ก รับประทานง่าย และมีมาตรฐานรับรองความปลอดภัย ปริมาณการซื้อหากเป็นชนิดแคปซูล 2-6 กระปุกต่อครั้ง และชนิดผง 1 กิโลกรัมต่อครั้ง รูปแบบที่เลือกซื้อจะเป็นชนิดแคปซูลและชนิดผง เพราะหาซื้อง่าย พกพาง่ายและรับประทานง่าย ทั้งนี้การตัดสินใจซื้อส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของผู้บริโภคด้วย ช่องทางการซื้อมีทั้งซื้อหน้าร้านในห้างสรรพสินค้าและช่องทางออนไลน์

- ส่วนที่ 3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อ

ปัจจัยที่ทำให้อยากซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ได้แก่ ปริมาณและราคาจะต้องเหมาะสมกัน พกพาง่าย หาซื้อได้ง่าย สถานที่จำหน่ายมีความน่าเชื่อถือและมีการบริการที่ดี ผู้บริโภครับประทานแล้วชอบ กลิ่นไม่รุนแรง มีอายุการจัดเก็บที่นาน สะดวกต่อการรับประทาน มีศูนย์รับข้อร้องเรียนลูกค้า มีการแจ้งราคาบนบรรจุภัณฑ์อย่างชัดเจน มีผู้ขายคอยให้ข้อมูลสินค้า ไม่ใช้สารเคมีปรุงแต่งรส สี มีการประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับประโยชน์ของผลิตภัณฑ์และมีรีวิวจากผู้ใช้จริง สิ่งที่ผู้ซื้อพิจารณาเป็นอันดับแรกในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ได้แก่ ยี่ห้อที่น่าเชื่อถือ มีผู้ขายคอยให้ข้อมูลสินค้า มีปริมาณโอเมก้า-3 ต่อหนึ่งหน่วยบริโภคสูงและมีรีวิวจากผู้ใช้จริง ผู้ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 มากที่สุด คือ ตัวเอง ผู้บริโภคและแพทย์

- ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะหรือสิ่งที่อยากให้ปรับปรุงเพิ่มเติม

อยากได้ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 อยากให้มีผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอื่นบ้าง เพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้สูงอายุที่มีปัญหาเรื่องการกลืนลำบาก ซึ่งผลิตภัณฑ์ในรูปแบบผงหลังจากเปิดบรรจุภัณฑ์แล้วมีกลิ่นหืนเร็วทำให้บางครั้งต้องทิ้งไปในจำนวนมาก จึงอยากได้ผลิตภัณฑ์ที่มีการออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมกว่านี้สำหรับรับประทานต่อครั้ง อยากให้ปรับปรุงเรื่องกลิ่นของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผู้บริโภคบางคนอาจเกินการอาเจียน เพราะผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรุนแรง แต่ไม่ใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต

Ref. code: 25666409036164KRV

4.1.3 การศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคและผู้ซื้อด้วยวิธีการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative research) โดยใช้แบบจำลองคาโน (Kano model)

ผลการทดสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถามแสดงดังตารางที่ 4.5 พบว่า สัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ของข้อคำถามทั้งหมด (All questions) ข้อคำถามเชิงบวก (Functional questions) และข้อคำถามเชิงลบ (Dysfunctional questions) มีค่าเท่ากับ 0.763, 0.865 และ 0.766 ตามลำดับ หมายความว่าแต่ละชุดข้อคำถามมีค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 76.3, 86.5 และ 76.6 ตามลำดับ ซึ่งข้อคำถามที่ดีควรมีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาคมากกว่า 0.7 (Cronbach, 1951; Nunnally, 1978) จึงสรุปได้ว่าแบบสอบถามที่จัดทำขึ้นมีความเชื่อมั่นที่ดีและสามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไปได้

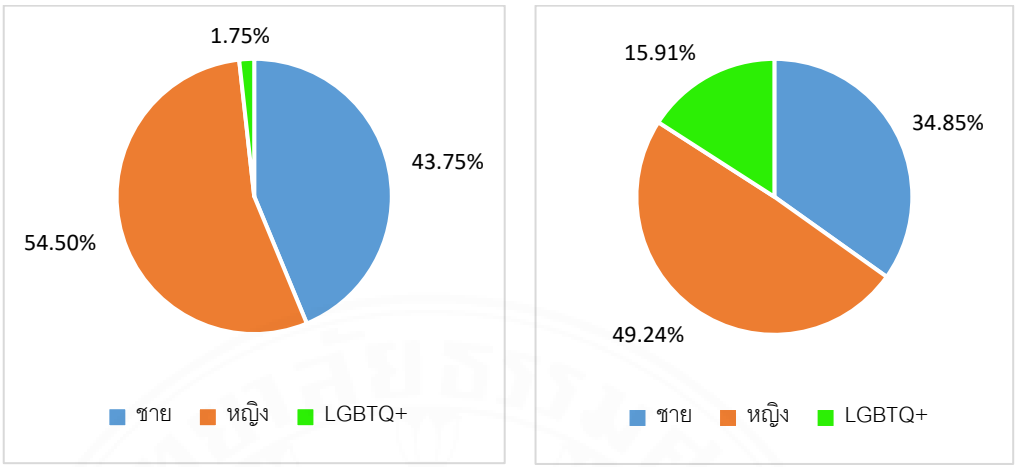
ตารางที่ 4.5 การทดสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient)

ข้อคำถามที่นำไปทดสอบ	ค่าความเชื่อมั่น
ข้อคำถามทั้งหมด (All questions)	0.763
ข้อคำถามเชิงบวก (Functional Questions)	0.865
ข้อคำถามเชิงลบ (Dysfunctional Questions)	0.766

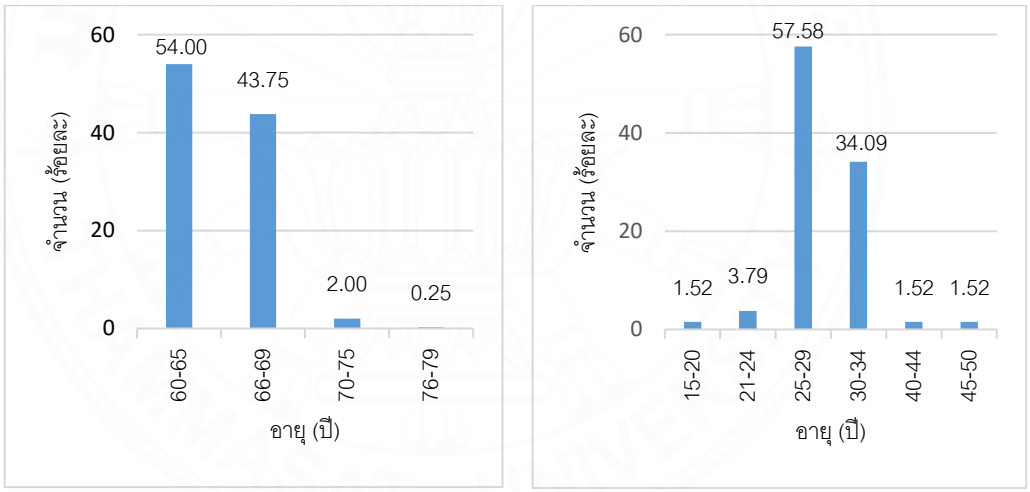
จากการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายและผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ด้วยวิธีการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative research) สามารถสรุปข้อมูลซึ่งประกอบไปด้วย 5 ส่วน ดังนี้

Ref. code: 25666409036164KRV

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป



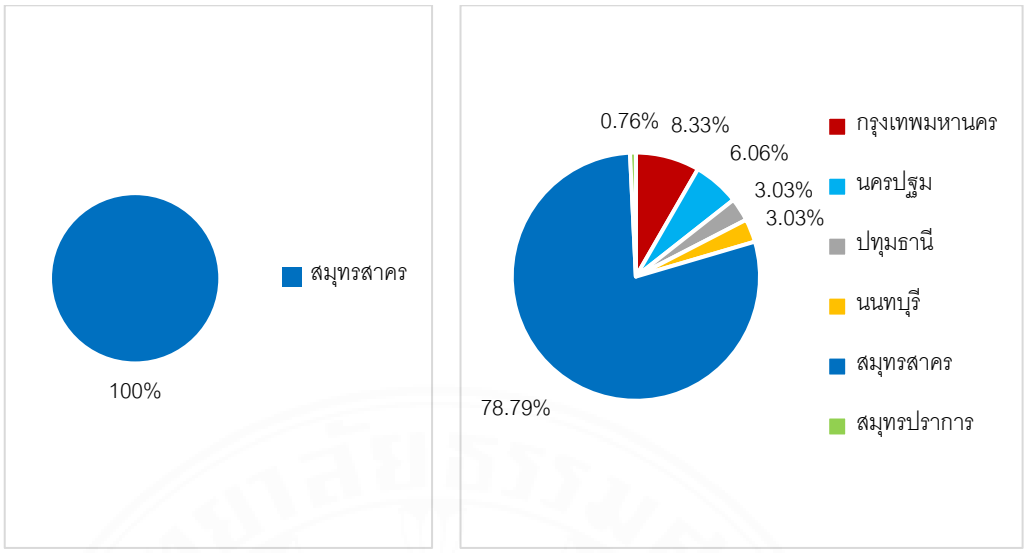
รูปที่ 4.2 เพศของผู้บริโภค (รูปซ้าย) และผู้ซื้อ (รูปขวา)



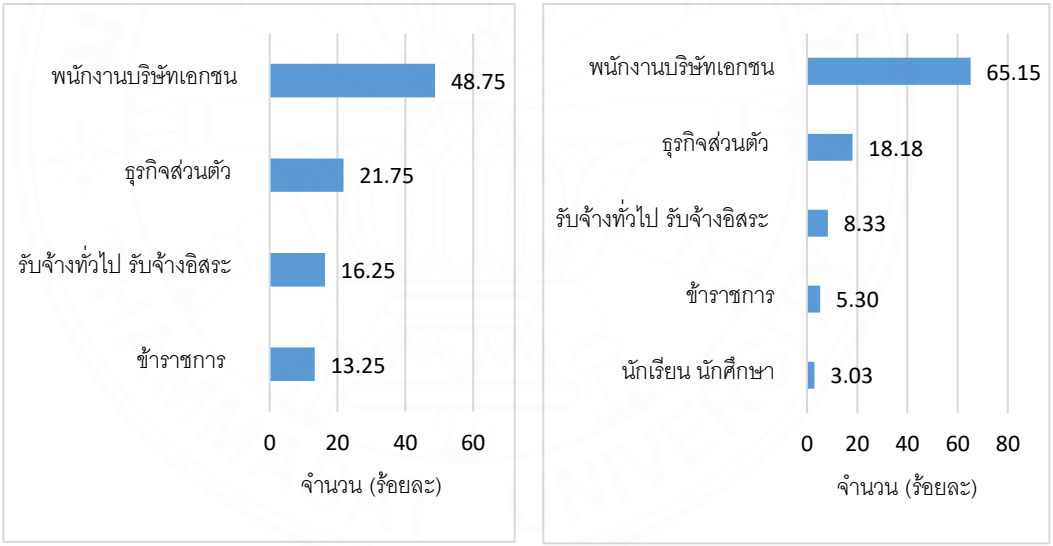
รูปที่ 4.3 อายุของผู้บริโภค (รูปซ้าย) และผู้ซื้อ (รูปขวา)

จากรูปที่ 4.2 และ 4.3 พบว่าผู้บริโภคเป็นเพศชายร้อยละ 43.75 เพศหญิงร้อยละ 54.50 และ LGBTQ+ ร้อยละ 1.75 ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 60-69 ปี (ร้อยละ 97.75) ส่วนผู้ซื้อเป็นเพศหญิงร้อยละ 49.24 เพศชายร้อยละ 34.85 และ LGBTQ+ ร้อยละ 15.91 ส่วนใหญ่มีอายุอยู่หว่าง 25-34 ปี (ร้อยละ 91.67)

Ref. code: 25666409036164KRV



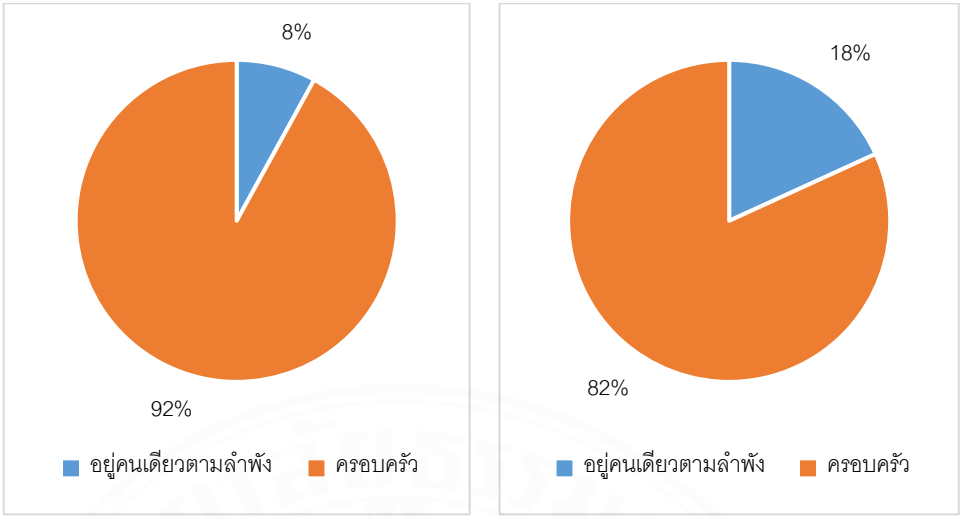
รูปที่ 4.4 จังหวัดที่ผู้บริโภค (รูปซ้าย) และผู้ซื้อ (รูปขวา) พักอาศัยปัจจุบัน



รูปที่ 4.5 อาชีพหลักก่อนเกษียณของผู้บริโภค (รูปซ้าย) และอาชีพหลักของผู้ซื้อ (รูปขวา)

จากรูปที่ 4.4 และ 4.5 พบว่าผู้บริโภคทั้งหมดอาศัยในจังหวัดสมุทรสาคร (ร้อยละ 100) ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเป็นพนักงานบริษัทเอกชน (ร้อยละ 48.75) รองลงมาคือประกอบธุรกิจส่วนตัว (ร้อยละ 21.75) ก่อนเกษียณ ส่วนผู้ซื้อส่วนใหญ่อาศัยในจังหวัดสมุทรสาคร (ร้อยละ 78.79) และส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเป็นพนักงานบริษัทเอกชน (ร้อยละ 65.15)

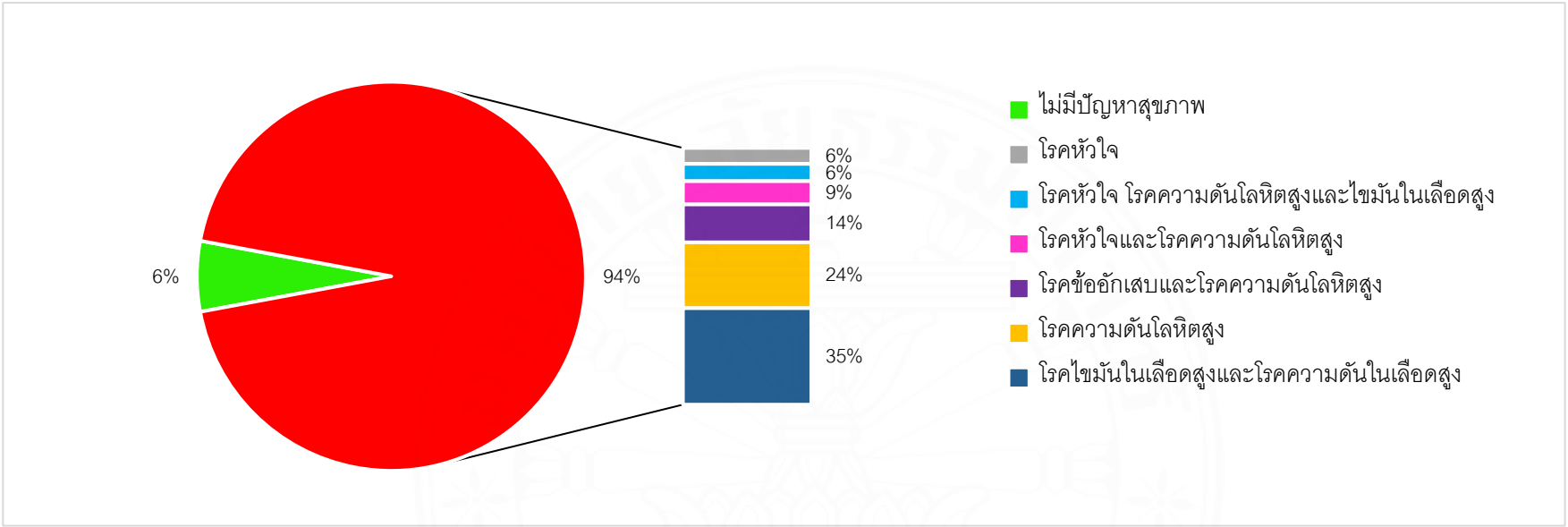
Ref. code: 25666409036164KRV



รูปที่ 4.6 การพักอาศัยของผู้บริโภค (รูปซ้าย) และผู้ซื้อ (รูปขวา)

จากรูปที่ 4.6 พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่พักอาศัยอยู่กับครอบครัว (ร้อยละ 92) มีเพียงร้อยละ 8 ที่พักอาศัยอยู่คนเดียวตามลำพัง ส่วนผู้ซื้อส่วนใหญ่พักอาศัยอยู่กับครอบครัว (ร้อยละ 82) และมีจำนวนร้อยละ 18 ที่พักอาศัยอยู่คนเดียวตามลำพัง

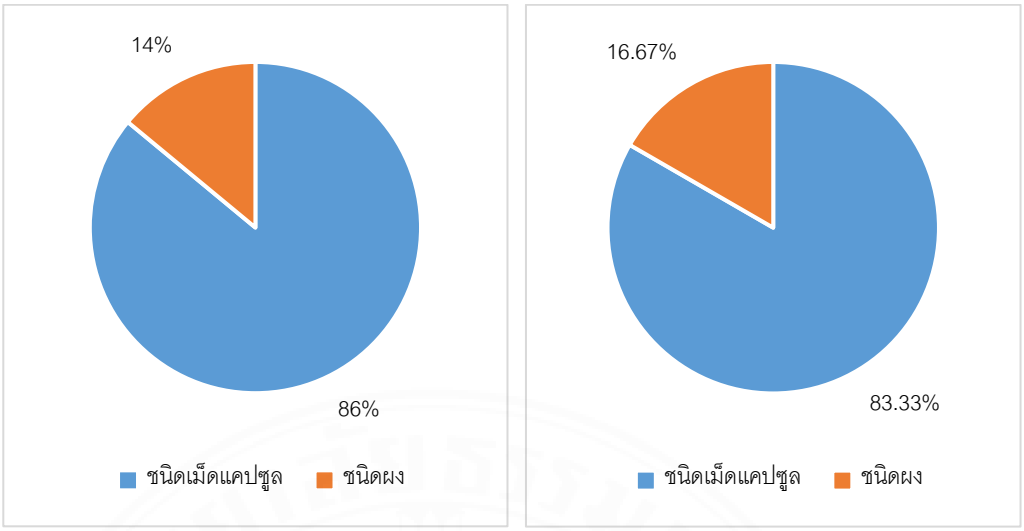
Ref. code: 25666409036164KRV



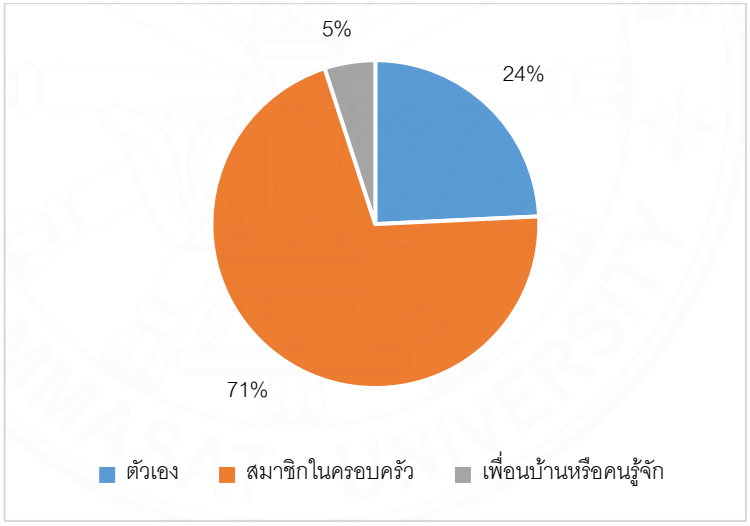
รูปที่ 4.7 ปัญหาสุขภาพของผู้บริโภค

จากรูปที่ 4.7 พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มากถึงร้อยละ 94 มีปัญหาสุขภาพ โดยเป็นทั้งโรคไขมันในเลือดสูงและโรคความดันโลหิตสูงมากที่สุดถึงร้อยละ35 เป็นโรคความดันโลหิตสูงเพียงอย่างเดียวร้อยละ 24 และเป็นทั้งโรคข้ออักเสบและโรคความดันโลหิตสูงร้อยละ 14 ส่วนผู้บริโภคที่ไม่มีปัญหาสุขภาพมีเพียงร้อยละ 6

Ref. code: 25666409036164KRV



รูปที่ 4.8 รูปแบบของผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่ผู้บริโภครับประทานในปัจจุบัน (รูปซ้าย) และรูปแบบของผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่ผู้ซื้อเลือกซื้อในปัจจุบัน (รูปขวา)



รูปที่ 4.9 บุคคลที่ซื้อผลิตภัณฑ์โอเมก้า-3 ให้กับผู้บริโภค

จากรูปที่ 4.8 และ 4.9 พบว่าผู้บริโภคและผู้ซื้อส่วนใหญ่รับประทานหรือซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ในรูปแบบเม็ดแคปซูล ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์แบบเชิงลึกรายบุคคล (In-depth interview) ที่ผู้บริโภคและผู้ซื้อส่วนใหญ่บอกว่าผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 รูปแบบเม็ดหาซื้อได้ง่ายกว่า

Ref. code: 25666409036164KRV

ส่วนที่ 2 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์และความพึงพอใจ

จากการนำแบบสอบถามตามแบบจำลองคาโนไปเก็บข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้ผู้ทดสอบ คือ ผู้บริโภคที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ที่เคยบริโภคผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 จำนวน 400 คน และผู้ซื้อทั่วไปที่เคยซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 จำนวน 132 คน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความพึงพอใจและค่าความไม่พึงพอใจได้ดังแสดงในตารางที่ 4.6, 4.7 และ 4.8

ตารางที่ 4.6 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่ผู้บริโภคและผู้ซื้อต้องการ

คุณลักษณะ	สัญลักษณ์
ด้านผลิตภัณฑ์ (Product)	
1. ได้รับการรับรองความปลอดภัยทางด้านอาหาร	A1
2. อยู่ในรูปแบบผง	A2
3. มีกลิ่นที่ไม่รุนแรง	A3
4. อายุการเก็บรักษามากกว่า 1 ปี	A4
5. มีสีขาว	A5
6. มีหลายรสชาติให้เลือก	A6
7. บรรจุ 1 ซองต่อ 1 หน่วยบริโภค	A7
8. ไม่มีการใช้สารเคมี	A8
9. แสดงส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ไว้อย่างชัดเจน	A9
ด้านราคา (Price)	
1. ราคามีความเหมาะสมกับคุณภาพ	B1
2. ราคามีความเหมาะสมกับปริมาณ	B2
3. แสดงราคาของผลิตภัณฑ์ไว้อย่างชัดเจนบนบรรจุภัณฑ์	B3
ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place)	
1. หาซื้อได้ในห้างสรรพสินค้าหรือร้านสะดวกซื้อทั่วไป	C1
2. มีช่องทางจำหน่ายออนไลน์	C2
3. สถานที่จำหน่ายมีความน่าเชื่อถือ	C3
ด้านส่งเสริมการขาย (Promotion)	
1. มีการประชาสัมพันธ์หรือให้ความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของผลิตภัณฑ์	D1
2. มีรีวิวจากผู้ใช้จริง	D2
3. มีสายด่วนผู้บริโภคเพื่อให้ข้อมูลหรือรับเรื่องข้อร้องเรียน	D3

Ref. code: 25666409036164KRV

ตารางที่ 4.7 ค่าความพึงพอใจและค่าความไม่พึงพอใจของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

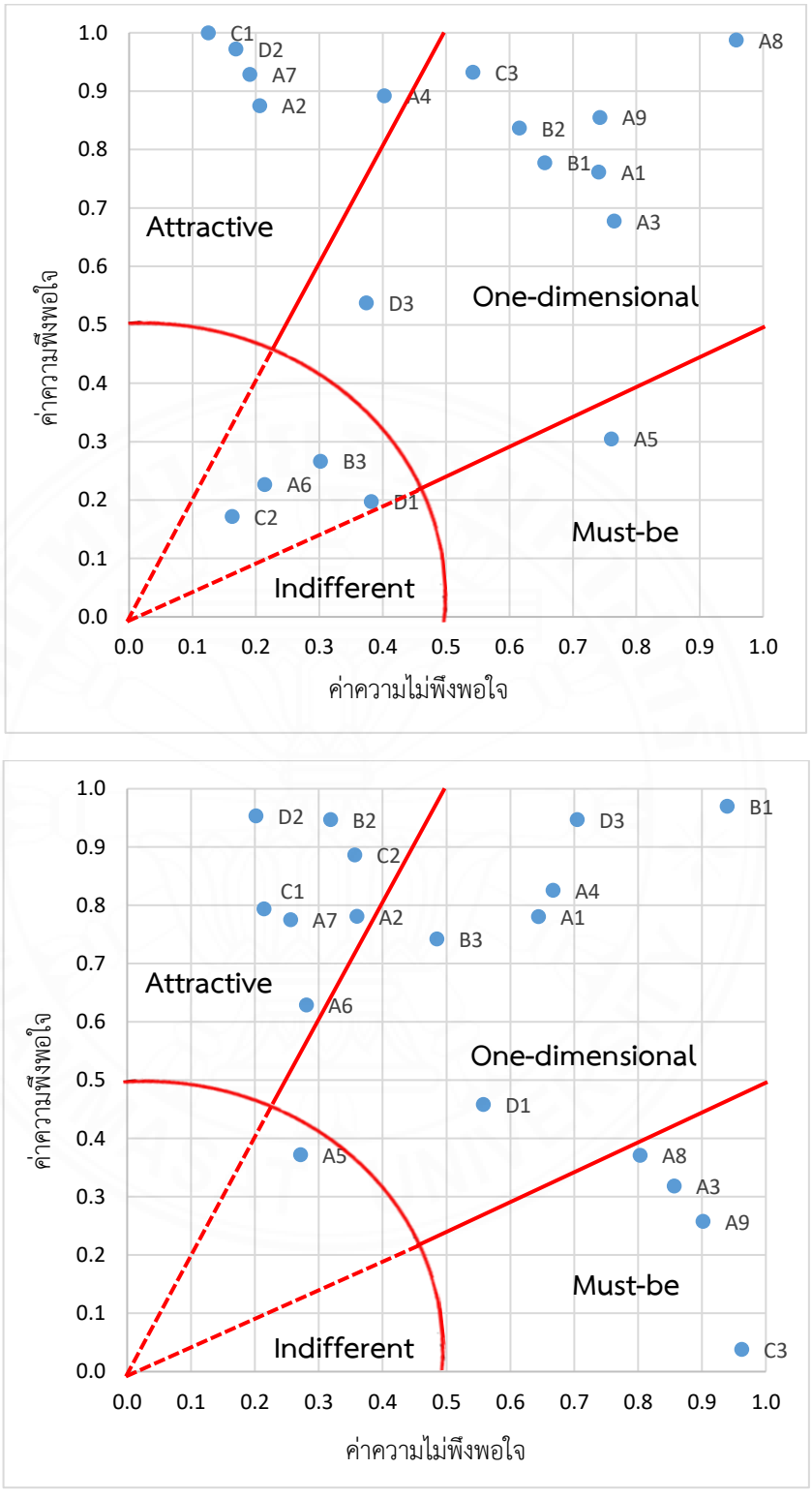
คุณลักษณะ	A	O	M	I	R	Q	รวม	ประเภท	ค่าความพึงพอใจ	ค่าความไม่พึงพอใจ
ด้านผลิตภัณฑ์ (Product)										
A1	56	238	48	44	5	9	400	O	0.76	0.74
A2	309	35	46	3	0	7	400	A	0.88	0.21
A3	54	217	89	40	0	0	400	O	0.68	0.77
A4	228	120	37	5	4	6	400	A	0.89	0.40
A5	76	45	257	19	0	3	400	M	0.30	0.76
A6	39	49	34	266	5	7	400	I	0.23	0.21
A7	312	54	21	7	6	0	400	A	0.93	0.19
A8	17	378	5	0	0	0	400	O	0.99	0.96
A9	100	242	55	3	0	0	400	O	0.86	0.74
ด้านราคา (Price)										
B1	133	174	85	3	3	2	400	O	0.78	0.66
B2	144	189	56	9	0	2	400	O	0.84	0.62
B3	53	52	67	222	0	6	400	I	0.27	0.30
ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place)										
C1	350	50	0	0	0	0	400	A	1.00	0.13
C2	24	32	21	249	66	8	400	I	0.17	0.16
C3	178	195	22	5	0	0	400	O	0.93	0.54
ด้านส่งเสริมการขาย (Promotion)										
D1	45	32	177	196	2	8	400	I	0.20	0.38
D2	331	56	11	0	2	0	400	A	0.97	0.17
D3	93	121	28	156	0	2	400	I	0.54	0.37

Ref. code: 25666409036164KRV

ตารางที่ 4.8 ค่าความพึงพอใจและค่าความไม่พึงพอใจของผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

คุณลักษณะ	A	O	M	I	R	Q	รวม	ประเภท	ค่าความพึงพอใจ	ค่าความไม่พึงพอใจ
ด้านผลิตภัณฑ์ (Product)										
A1	47	56	29	0	0	0	132	O	0.78	0.64
A2	68	32	14	14	3	1	132	A	0.78	0.36
A3	4	38	75	15	0	0	132	M	0.32	0.86
A4	44	65	23	0	0	0	132	O	0.83	0.67
A5	20	28	7	74	0	3	132	I	0.37	0.27
A6	65	18	19	30	0	0	132	A	0.63	0.28
A7	81	19	14	15	2	1	132	A	0.78	0.26
A8	23	26	80	3	0	0	132	M	0.37	0.80
A9	13	21	98	0	0	0	132	M	0.26	0.90
ด้านราคา (Price)										
B1	7	121	3	1	0	0	132	O	0.97	0.94
B2	88	37	5	2	0	0	132	A	0.95	0.32
B3	66	32	32	2	0	0	132	A	0.74	0.48
ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place)										
C1	98	6	22	5	0	1	132	A	0.79	0.21
C2	83	34	13	2	0	0	132	A	0.89	0.36
C3	5	0	127	0	0	0	132	M	0.04	0.96
ด้านส่งเสริมการขาย (Promotion)										
D1	38	22	51	20	0	1	132	M	0.46	0.56
D2	100	23	3	3	1	2	132	A	0.95	0.20
D3	28	87	6	1	0	0	132	O	0.95	0.70

Ref. code: 25666409036164KRV



รูปที่ 4.10 แผนภาพจำแนกประเภทความต้องการคุณลักษณะต่างๆ ของผู้บริโภค (รูปบน) และผู้ซื้อ (รูปล่าง)

Ref. code: 25666409036164KRV

ตารางที่ 4.9 จำแนกประเภทของคุณลักษณะต่างๆที่ผู้บริโภคและผู้ซื้อต้องการ

กลุ่ม	ประเภท			
	Attractive	One-dimensional	Indifferent	Must-be
ผู้บริโภค	A2, A4, A7, C1, D2	A1, A3, A8, A9, B1, B2, C3, D3	A6, B3, C2, D1	A5
ผู้ซื้อ	A2, A6, A7, B2, C1, C2, D2	A1, A4, B1, B3, D1, D3	A5	A3, A8, A9, C3

การศึกษาความต้องการของผู้บริโภคโดยใช้แบบจำลองคาโน (Kano model) สามารถจำแนกคุณลักษณะที่ผู้บริโภคต้องการ ได้ดังนี้

- ประเภท Attractive มี 5 คุณลักษณะ ได้แก่ อยู่ในรูปแบบผง (A2) อายุการเก็บรักษามากกว่า 1 ปี (A4) บรรจุ 1 ซองต่อ 1 หน่วยบริโภค (A7) หาซื้อได้ในห้างสรรพสินค้าหรือร้านสะดวกซื้อทั่วไป (C1) และมีรีวิวจากผู้ใช้จริง (D2) ซึ่งหมายความว่าคุณลักษณะเหล่านี้อยู่นอกเหนือจากสิ่งที่ผู้ผู้บริโภคคาดหวังไว้ หากไม่มีคุณลักษณะนี้ก็ไม่ได้ส่งผลต่อความไม่พึงพอใจของผู้บริโภค แต่ถ้าสามารถตอบสนองได้จะส่งผลให้ผู้บริโภคเกิดความพึงพอใจมากขึ้น

- ประเภท One-dimensional มี 8 คุณลักษณะ ได้แก่ ได้รับการรับรองความปลอดภัยทางด้านอาหาร (A1) มีกลิ่นที่ไม่รุนแรง (A3) ไม่มีการใช้สารเคมี (A8) แสดงส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ไว้อย่างชัดเจน (A9) ราคามีความเหมาะสมกับคุณภาพ (B1) ราคามีความเหมาะสมกับปริมาณ (B2) ร้านค้ามีความน่าเชื่อถือ (C3) และมีสายด่วนผู้บริโภคเพื่อให้ข้อมูลหรือรับเรื่องร้องเรียน (D3) ซึ่งหมายความว่าหากผู้ผลิตส่งมอบคุณลักษณะเหล่านี้มากยิ่งขึ้นเท่าไร ความพึงพอใจของผู้บริโภคจะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น ในทางตรงกันข้ามหากผู้บริโภคไม่พบคุณลักษณะเหล่านี้ ก็จะส่งผลทำเกิดความไม่พึงพอใจมากขึ้นเช่นกัน

- ประเภท Indifferent มี 4 คุณลักษณะ ได้แก่ มีหลายรสชาติให้เลือก (A6) แสดงราคาของผลิตภัณฑ์ไว้อย่างชัดเจนบนบรรจุภัณฑ์ (B3) มีช่องทางจำหน่ายออนไลน์ (C2) และมีการประชาสัมพันธ์หรือให้ความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ (D1) นั่นหมายความว่าคุณลักษณะเหล่านี้ผู้บริโภครู้สึกเฉยๆ จะมีหรือไม่มีก็ไม่ส่งผลต่อความพึงพอใจหรือความไม่พึงพอใจ

- ประเภท Must-be มี 1 คุณลักษณะ ได้แก่ มีสีขาว (A5) เป็นคุณลักษณะพื้นฐานที่ผลิตภัณฑ์ต้องมี ซึ่งหากคุณลักษณะนี้ไม่ตอบสนองต่อผู้บริโภค จะเกิดความไม่พึงพอใจทันทีและแม้ว่าผู้บริโภคจะได้รับในคุณลักษณะนี้แล้วก็ตาม ผู้บริโภคก็ไม่ได้มีความพึงพอใจเพิ่มขึ้น

Ref. code: 25666409036164KRV

การศึกษาความต้องการของผู้ซื้อโดยใช้แบบจำลองคาโน (Kano model) สามารถจำแนกคุณลักษณะที่ผู้ซื้อต้องการ ได้ดังนี้

- ประเภท Attractive มี 7 คุณลักษณะ ได้แก่ อยู่ในรูปแบบผง (A2) มีหลายรสชาติให้เลือก (A6) บรรจุ 1 ซองต่อ 1 หน่วยบริโภค (A7) ราคามีความเหมาะสมกับปริมาณ (B2) หาซื้อได้ในห้างสรรพสินค้าหรือร้านสะดวกซื้อทั่วไป (C1) มีช่องทางจำหน่ายออนไลน์ (C2) และมีรีวิวจากผู้ใช้จริง (D2) ซึ่งหมายความว่าคุณลักษณะเหล่านี้อยู่นอกเหนือจากสิ่งที่ผู้ซื้อคาดหวังไว้ หากไม่มีคุณลักษณะนี้ก็ไม่ได้ส่งผลต่อความไม่พึงพอใจของผู้ซื้อ แต่ถ้าสามารถตอบสนองได้จะส่งผลให้ผู้ซื้อเกิดความพึงพอใจมากขึ้น

- ประเภท One-dimensional มี 6 คุณลักษณะ ได้แก่ ได้รับการรับรองความปลอดภัยทางด้านอาหาร (A1) อายุการเก็บรักษามากกว่า 1 ปี (A4) ราคามีความเหมาะสมกับคุณภาพ (B1) แสดงราคาของผลิตภัณฑ์ไว้อย่างชัดเจนบนบรรจุภัณฑ์ (B3) มีการประชาสัมพันธ์หรือให้ความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ (D1) และมีสายด่วนผู้บริโภคเพื่อให้ข้อมูลหรือรับเรื่องร้องเรียน (D3) ซึ่งหมายความว่าหากผู้ผลิตส่งมอบคุณลักษณะเหล่านี้มากยิ่งขึ้นเท่าไร ความพึงพอใจของผู้ซื้อจะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น ในทางตรงกันข้ามหากผู้ซื้อไม่พบคุณลักษณะเหล่านี้ ก็จะส่งผลทำเกิดความไม่พึงพอใจมากขึ้นเช่นกัน

- ประเภท Indifferent มี 1 คุณลักษณะ ได้แก่ มีสีขาว (A5) เป็นคุณลักษณะที่ผู้ซื้อรู้สึกเฉยๆ จะมีหรือไม่มีก็ไม่ส่งผลต่อความพึงพอใจหรือความไม่พึงพอใจ

- ประเภท Must-be มี 4 คุณลักษณะ ได้แก่ มีกลิ่นที่ไม่รุนแรง (A3) ไม่มีการใช้สารเคมี (A8) แสดงส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ไว้อย่างชัดเจน (A9) และร้านค้ามีความน่าเชื่อถือ (C3) เป็นคุณลักษณะพื้นฐานที่ผลิตภัณฑ์ต้องมี ซึ่งหากคุณลักษณะนี้ไม่ตอบสนองต่อผู้บริโภค จะเกิดความไม่พึงพอใจทันทีและแม้ว่าผู้บริโภคจะได้รับในคุณลักษณะนี้แล้วก็ตาม ผู้บริโภคก็ไม่ได้มีความพึงพอใจเพิ่มขึ้น

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ผู้บริโภคที่รับประทานผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ชนิดผงในปัจจุบันส่วนใหญ่แนะนำให้ปรับปรุงลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายในปัจจุบันมีกลิ่นที่ค่อนข้างรุนแรงจนทำให้เกิดอาการวิงเวียนศรีษะ แต่ปัจจุบันยังมีความจำเป็นต้องซื้อผลิตภัณฑ์เหล่านี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 รูปแบบผงสามารถรับประทานได้ง่ายกว่ารูปแบบเม็ดและมีเพียงไม่กี่ยี่ห้อที่วางจำหน่ายในท้องตลาด จึงทำให้มีตัวเลือกไม่มากนัก หากมีผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่วางขายในท้องตลาดและตอบสนองต่อความต้องการได้มากกว่า ก็มีความสนใจที่จะซื้อมาลองรับประทาน

Ref. code: 25666409036164KRV

จากผลการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคและผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ผู้วิจัยจึงได้เลือกคุณลักษณะที่น่าสนใจมาพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ได้แก่

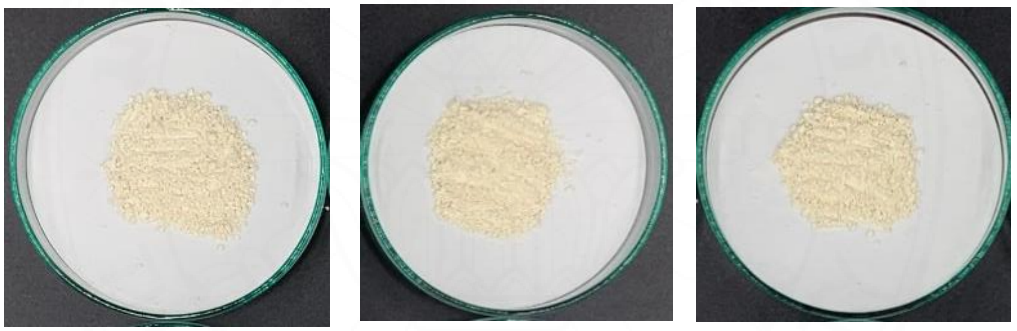
1) ปรับปรุงผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ให้อยู่ในรูปแบบผง (A2)

2) ปรับปรุงลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น (A3)

3) ปรับปรุงอายุการเก็บรักษา ให้สามารถจัดเก็บได้นานมากกว่า 1 ปี (A4)

4.2 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

ผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่พัฒนาได้ทั้ง 6 สูตร ได้แก่ P-TO-0.5, P-TO-1.0, P-TO-1.5, P-BO-0.5, P-BO-1.0 และ P-BO-1.5 จากการตรวจสอบด้วยสายตาผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีขาวเป็นผงละเอียด แห้งและไม่จับตัวกันเป็นก้อน ดังแสดงในรูปที่ 4.11



P-TO-0.5 P-TO-1.0 P-TO-1.5

P-BO-0.5 P-BO-1.0 P-BO-1.5

รูปที่ 4.11 ลักษณะปรากฏของผงกรดไขมันโอเมก้า-3

Ref. code: 25666409036164KRV

4.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพและเคมี

4.3.1 วัตถุดิบ

4.3.1.1 น้ำมัน (Oil)

ตารางที่ 4.10 คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของวัตถุดิบน้ำมัน (Oil)

รายการ	หน่วย	น้ำมันปลาทูน่า	น้ำมันรำข้าว	น้ำมันผสม*
สี	Gardner	$3.0^{c} \pm 0.06$	$5.9^{a} \pm 0.06$	$3.9^{b} \pm 0.00$
	L*	$19.28^{a} \pm 0.21$	$2.92^{c} \pm 0.19$	$15.64^{b} \pm 0.18$
	a*	$-2.43^{b} \pm 0.22$	$0.28^{a} \pm 0.13$	$-2.87^{b} \pm 0.39$
	b*	$-2.25^{a} \pm 0.20$	$-1.72^{a} \pm 0.48$	$-2.10^{a} \pm 0.12$
ปริมาณความชื้น	%	$0.06^{c} \pm 0.02$	$0.13^{a} \pm 0.01$	$0.09^{b} \pm 0.01$
ปริมาณน้ำอิสระ	-	$0.44^{b} \pm 0.02$	$0.55^{a} \pm 0.02$	$0.54^{a} \pm 0.01$
ค่าความเป็นกรด	mg KOH/g	$0.22^{c} \pm 0.02$	$1.31^{a} \pm 0.02$	$0.47^{b} \pm 0.00$
ค่าเปอร์ออกไซด์	meqO_2/kg	$1.31^{c} \pm 0.06$	$2.59^{a} \pm 0.01$	$1.48^{b} \pm 0.08$
ค่าพาราอะนิซิดีน	-	$3.71^{c} \pm 0.10$	$54.13^{a} \pm 0.03$	$15.39^{b} \pm 0.16$
ค่าออกซิเดชันรวม	-	$6.33^{c} \pm 0.22$	$59.32^{a} \pm 0.02$	$18.36^{b} \pm 0.17$
ค่าไอโอดีน	gI_2/100 g	$191.23^{a} \pm 0.15$	$102.51^{c} \pm 0.04$	$169.86^{b} \pm 0.29$
EPA	%	$5.01^{a} \pm 0.01$	$0.28^{c} \pm 0.01$	$3.99^{b} \pm 0.01$
	mg/g	$41.95^{a} \pm 0.07$	$2.43^{c} \pm 0.04$	$34.38^{b} \pm 0.03$
DHA	%	$28.78^{a} \pm 0.03$	$0.12^{c} \pm 0.02$	$22.98^{b} \pm 0.01$
	mg/g	$236.50^{a} \pm 0.07$	$21.39^{c} \pm 0.04$	$193.47^{b} \pm 0.04$
กรดไขมันโอเมก้า-3	%	$36.31^{a} \pm 0.02$	$1.05^{c} \pm 0.02$	$28.82^{b} \pm 0.02$
Induction time	min.	$166.74^{c} \pm 1.29$	$414.16^{a} \pm 1.31$	$222.43^{b} \pm 1.95$
ลักษณะปรากฏ	-			

น้ำมันผสม* หมายถึง น้ำมันที่เตรียมโดยการผสมน้ำมันปลาทูน่าและน้ำมันรำข้าวในอัตราส่วน 4:1

$^{a, b, c}$ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกัน แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.10 พบว่าลักษณะปรากฏทางกายภาพของน้ำมันปลาทูน่ามีสีที่อ่อนกว่าน้ำมันรำข้าว ส่วนคุณภาพทางด้านเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ค่าความเป็นกรด ค่าเปอร์ออกไซด์ ค่าพาราอะนิซิดีน และค่าออกซิเดชันรวมของน้ำมันปลาทูน่าต่ำกว่าน้ำมันรำข้าวอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันปลาทูน่ามีคุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีที่ดีกว่าน้ำมันรำข้าว เมื่อนำน้ำมันรำข้าวผสมกับน้ำมันปลาทูน่าจึงทำให้น้ำมันผสมที่ได้มีคุณภาพต่ำกว่าน้ำมันปลาทูน่าที่ไม่ได้ผสมตามคุณภาพของวัตถุดิบน้ำมันที่ใช้ เมื่อพิจารณาค่าไอโอดีนพบว่าน้ำมันปลาทูน่ามีค่าไอโอดีนที่สูงกว่าน้ำมันรำข้าว แสดงให้เห็นว่าน้ำมันปลาทูน่ามีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูงกว่าน้ำมันรำข้าวจึงอาจทำให้มีความไวต่อการเกิดออกซิเดชันมากกว่า เมื่อพิจารณาปริมาณกรดไขมันโอเมก้า-3 พบว่าน้ำมันปลาทูน่ามีปริมาณกรดไขมันโอเมก้า-3 มากถึงร้อยละ 36.31 แต่น้ำมันรำข้าวมีเพียงร้อยละ 1.05 ส่งผลให้น้ำมันผสมที่เตรียมได้มีปริมาณกรดไขมันโอเมก้า-3 ร้อยละ 28.82 เมื่อนำน้ำมันแต่ละชนิดไปทดสอบความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันพบว่าค่า Induction time ของน้ำมันรำข้าวสูงกว่าน้ำมันปลาทูน่า แสดงให้เห็นว่าน้ำมันรำข้าวมีความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันสูงกว่าน้ำมันปลาทูน่าเนื่องมาจากน้ำมันรำข้าวมีสารโอไรซานอล (Oryzanol) ในปริมาณที่สูงถึง 13,500 ppm ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติช่วยต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ทำให้น้ำมันผสมที่ได้มีความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันสูงกว่าน้ำมันปลาทูน่า

4.3.1.2 โปรตีนถั่วเหลืองสกัด (Isolated soy protein)

ตารางที่ 4.11 คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (Isolated soy protein)

รายการ	หน่วย	ผลวิเคราะห์
ปริมาณน้ำอิสระ	-	0.41 $\pm$ 0.01
ปริมาณโปรตีน	%	90.35 $\pm$ 0.47
สี	L*	78.57 $\pm$ 0.35
	a*	1.95 $\pm$ 0.08
	b*	16.37 $\pm$ 0.10

ตารางที่ 4.11 พบว่าโปรตีนถั่วหลืองสกัด (Isolated soy protein) มีปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.41 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของอาหารแห้ง (ปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.6) มีปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 90.35 โดยน้ำหนักแห้ง และมีค่า L*, a* และ b* เท่ากับ 78.57, 1.95 และ 16.37 ตามลำดับ

Ref. code: 25666409036164KRV

4.3.2 อิมัลชัน (Emulsion)

4.3.2.1 ความหนืด (Viscosity)

ตารางที่ 4.12 ความหนืดของอิมัลชันก่อนการทำแห้งแบบพ่นฝอย

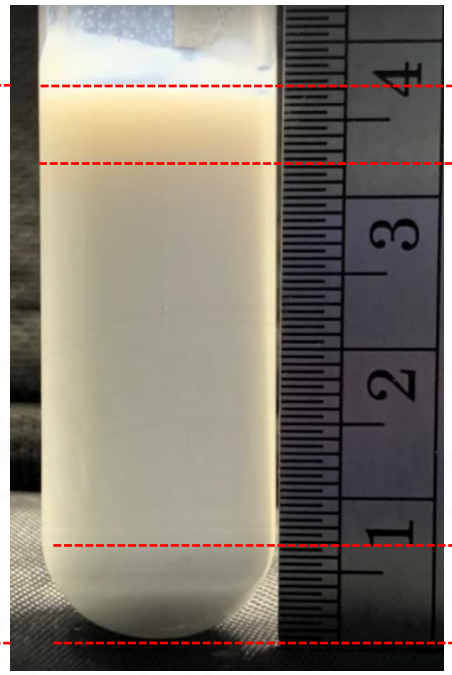
สูตร	ค่าความหนืด (mPas)
E-TO-0.5	$3.7^{b} \pm 0.12$
E-TO-1.0	$4.5^{a} \pm 0.06$
E-TO-1.5	$4.6^{a} \pm 0.10$
E-BO-0.5	$2.8^{e} \pm 0.00$
E-BO-1.0	$3.0^{d} \pm 0.12$
E-BO-1.5	$3.2^{c} \pm 0.06$

$^{a, b, c, d, e}$ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.12 พบว่าอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (Oil in water emulsion) ที่เตรียมได้ทั้งหมด 6 สูตร ได้แก่ E-TO-0.5, E-TO-1.0, E-TO-1.5, E-BO-0.5, E-BO-1.0 และ E-BO-1.5 มีความหนืดเท่ากับ 3.7, 4.5, 4.6, 2.8, 3.0 และ 3.2 mPas ตามลำดับ ซึ่งเป็นความหนืดที่เหมาะสมสำหรับการทำแห้งแบบพ่นฝอยด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Buchi รุ่น B-290 (ความหนืดของตัวอย่างที่ใช้ควรต่ำกว่า 300 mPas) เมื่อพิจารณาความหนืดของอิมัลชันที่เตรียมโดยใช้น้ำมันชนิดเดียวกันแต่สัดส่วนน้ำมันต่อโปรตีนต่างกัน พบว่าเมื่อปริมาณน้ำมันมากขึ้นความหนืดของอิมัลชันจะเพิ่มขึ้น จึงคาดว่าหยดน้ำมันอาจมีจำนวนมากขึ้น นั่นแสดงให้เห็นว่าปริมาณของน้ำมันที่ใช้เป็นปัจจัยที่ต้องพิจารณาให้เหมาะสมเนื่องจากจะส่งผลต่อขนาดของหยดน้ำมันที่ได้ เมื่อพิจารณาความหนืดของอิมัลชันที่เตรียมโดยใช้น้ำมันต่างชนิดกันแต่ปริมาณเท่ากัน พบว่าการใช้น้ำมันผสมส่งผลให้อิมัลชันที่ได้มีความหนืดต่ำกว่าการใช้น้ำมันปลาทูน่า จึงคาดได้ว่าอิมัลชันที่เตรียมโดยใช้น้ำมันผสมอาจจะมีขนาดหยดน้ำมันที่ใหญ่กว่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะองค์ประกอบที่แตกต่างกันของน้ำมันแต่ละชนิดที่นำมาใช้ (Anisa and Nour, 2010)

Ref. code: 25666409036164KRV

4.3.2.2 ความคงตัว (Emulsion stability)



รูปที่ 4.12 ลักษณะการแยกชั้นของอิมัลชัน E-TO-1.5 ที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 48 ชั่วโมง

การคำนวณดัชนีความคงตัวของอิมัลชัน (Emulsion stability index, ESI)

$$ESI\ (\%) = [1- ((H_1+H_2)/H_0)] \times 100$$
$$= [1- ((0.45+0.70)/3.70)] \times 100$$
$$= 68.92$$

กำหนดให้

H_0 คือ ความสูงของอิมัลชันเริ่มต้น (เซนติเมตร)

H_1 คือ ระยะของอิมัลชันที่แยกชั้นลอยตัวขึ้นด้านบน (เซนติเมตร)

H_2 คือ ระยะของอิมัลชันที่แยกชั้นตกลงด้านล่าง (เซนติเมตร)

Ref. code: 25666409036164KRV

ตารางที่ 4.13 ดัชนีความคงตัวของอิมัลชัน

สูตร	ดัชนีความคงตัวของอิมัลชัน (ร้อยละ)				
	0 ชั่วโมง[ns]	3 ชั่วโมง[ns]	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง[ns]
E-TO-0.5	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00[a] ± 0.00	71.62[ab] ± 1.35	40.54 ± 7.15
E-TO-1.0	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00[a] ± 0.00	74.32[a] ± 1.36	38.29 ± 0.78
E-TO-1.5	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00[a] ± 0.00	68.92[bc] ± 3.57	38.29 ± 2.81
E-BO-0.5	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	96.40[bc] ± 1.56	65.77[cd] ± 0.79	36.94 ± 0.78
E-BO-1.0	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	97.75[b] ± 0.78	66.22[cd] ± 0.00	37.39 ± 0.78
E-BO-1.5	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	95.04[c] ± 0.79	63.96[d] ± 0.78	37.39 ± 0.78

[ns] ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

[a, b, c, d] ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกัน ($p\leq0.05$)

ตารางที่ 4.13 พบว่าอิมัลชัน E-TO-0.5, E-TO-1.0 และ E-TO-1.5 ไม่เกิดการแยกชั้นที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 24 ชั่วโมง แต่เมื่อระยะเวลาการจัดเก็บผ่านไป 48 ชั่วโมง จะสังเกตเห็นการแยกชั้นของอิมัลชัน โดยอิมัลชัน E-TO-0.5 และ E-TO-1.5 (ดัชนีความคงตัวเท่ากับร้อยละ 71.62 และ 68.92 ตามลำดับ) เกิดการแยกชั้นมากกว่าอิมัลชัน E-TO-1.0 (ดัชนีความคงตัวร้อยละ 74.32) ซึ่งอาจเกิดจากอิมัลชัน E-TO-0.5 มีปริมาณน้ำมันที่เป็นองค์ประกอบอยู่น้อยจึงทำให้เกิดการรวมตัวกันของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดและแยกชั้นตกลงด้านล่างของกระบอกตวงตามแรงโน้มถ่วงของโลก ส่วนอิมัลชัน E-TO-1.5 ซึ่งมีปริมาณน้ำมันที่เป็นองค์ประกอบอยู่สูงทำให้สารช่วยเพิ่มความคงตัว (โปรตีนถั่วเหลืองสกัด) ไม่สามารถห่อหุ้มได้ทั่วถึงบนพื้นผิวของหยดน้ำมันจนเกิดเป็นหยดน้ำมันที่เสถียรได้ดีพอ น้ำมันจึงอาจเกิดการรวมตัวกันมีขนาดหยดใหญ่ขึ้นและเกิดการแยกชั้นลอยตัวขึ้นด้านบนของกระบอกตวง ส่วนอิมัลชัน E-TO-1.0 มีดัชนีความคงตัวสูงที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสัดส่วนของน้ำมันและโปรตีนที่ใช้มีความเหมาะสมมากที่สุด และที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 72 ชั่วโมง อิมัลชันทั้ง 3 สูตร มีดัชความคงตัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาอิมัลชัน E-BO-0.5, E-BO-1.0 และ E-BO-1.5

Ref. code: 25666409036164KRV

พบว่าเริ่มสังเกตเห็นการแยกชั้นที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 24 ชั่วโมง ซึ่งพบว่ามีดัชนีความคงตัวคล้ายกับอิมัลชันสูตรที่ใช้น้ำมันปลาทูน่า (E-TO) กล่าวคือ อิมัลชัน E-TO-1.0 และ E-BO-1.0 มีค่าดัชนีความคงตัวที่สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มน้ำมันชนิดเดียวกัน และเมื่อเปรียบเทียบดัชนีความคงตัวของอิมัลชันทั้ง 6 สูตร พบว่าที่ปริมาณน้ำมันเท่ากันอิมัลชันที่เตรียมโดยใช้น้ำมันปลาทูน่า (E-TO) จะมีดัชนีความคงตัวสูงกว่าอิมัลชันที่ใช้น้ำมันผสม (E-BO) ที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 24 และ 48 ชั่วโมง แต่เมื่อจัดเก็บนาน 72 ชั่วโมง พบว่าดัชนีความคงตัวของอิมัลชันทั้ง 6 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ความคงตัวของอิมัลชันที่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบที่แตกต่างกันของน้ำมันแต่ละชนิดหรือแม้กระทั่งการใช้น้ำมันชนิดเดียวกันแต่ปริมาณที่ใช้ต่างกันก็อาจทำให้อิมัลชันที่เตรียมได้มีความแตกต่างกัน ความสามารถในการห่อหุ้มหยดน้ำมันด้วยโปรตีนจึงแตกต่างกัน รวมทั้งอาจมีโปรตีนบางส่วนที่ไม่ได้ไปห่อหุ้มหยดน้ำมันจึงส่งผลต่อความคงตัวของอิมัลชัน และหากพิจารณาความหนืดของอิมัลชันร่วมด้วยดังแสดงในตารางที่ 4.12 จะพบว่าให้ผลที่สอดคล้องตาม Stoke's law กล่าวคือ เมื่อความหนืดของอิมัลชันสูงขึ้นจะทำให้อิมัลชันแยกชั้นช้าลง แต่เมื่อความหนืดของอิมัลชันน้อยลงจะทำให้อิมัลชันเกิดการแยกชั้นได้เร็วขึ้น (Anisa and Nour, 2010) จึงส่งผลให้อิมัลชันที่เตรียมโดยใช้น้ำมันปลาทูน่าแยกชั้นช้ากว่าอิมัลชันที่เตรียมโดยใช้น้ำมันผสม

ตารางที่ 4.14 ค่าการเกิดออกซิเดชันของอิมัลชัน

สูตร	Peroxide value, PV (meq O_2/kg)	p-Anisidine value, pAV	TOTOX value (2PV+pAV)
E-TO-0.5	$3.54^{b} \pm 0.03$	$6.31^{b} \pm 0.10$	$13.39^{d} \pm 0.16$
E-TO-1.0	$3.63^{a} \pm 0.04$	$6.19^{b} \pm 0.03$	$13.45^{d} \pm 0.06$
E-TO-1.5	$3.28^{c} \pm 0.02$	$4.17^{c} \pm 0.06$	$10.73^{e} \pm 0.03$
E-BO-0.5	$2.36^{d} \pm 0.06$	$15.43^{a} \pm 0.04$	$20.16^{a} \pm 0.09$
E-BO-1.0	$2.06^{e} \pm 0.04$	$15.49^{a} \pm 0.06$	$19.61^{c} \pm 0.04$
E-BO-1.5	$2.31^{d} \pm 0.04$	$15.36^{a} \pm 0.12$	$19.98^{b} \pm 0.05$

$^{a, b, c, d, e}$ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.10 และ ตารางที่ 4.14 แม้ว่าค่าออกซิเดชันรวมของน้ำมันรำข้าว (TOTOX value=59.32) จะสูงกว่าน้ำมันปลาทูน่า (TOTOX value=6.33) และเมื่อนำมาผสมกันแล้วน้ำมันผสม (TOTOX value=18.36) จะมีค่าออกซิเดชันรวมสูงกว่าน้ำมันปลาทูน่าเกือบ 3 เท่าแต่น้ำมันรำข้าวก็มีโอไรซานอลซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติอาจมีส่วนช่วยชะลอการเกิดออกซิเดชัน

Ref. code: 25666409036164KRV

ของอิมัลชันได้ จึงทำให้ค่าออกซิเดชันรวมของอิมัลชันที่เตรียมโดยใช้น้ำมันผสมมีอัตราการเพิ่มขึ้นที่ช้ากว่าอิมัลชันที่เตรียมโดยใช้น้ำมันปลาทูน่า อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าค่าออกซิเดชันรวมของอิมัลชันทั้ง 6 สูตรสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเริ่มต้น แสดงให้เห็นว่ากระบวนการเตรียมอิมัลชันทำให้เกิดออกซิเดชันได้ด้วย เนื่องจากในกระบวนการเตรียมอิมัลชันมีการลดขนาดอนุภาคของหยดน้ำมันทำให้พื้นที่ผิวเพิ่มขึ้น อีกทั้งในระบบยังมีแก๊สออกซิเจนซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งเสริมให้เกิดออกซิเดชันได้ทั้งสิ้น

4.3.3 ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 (Omega-3 fatty acid powder)

4.3.3.1 สี (Color)

ตารางที่ 4.15 ค่าสี (Color) ของผงกรดไขมันโอเมก้า-3

สูตร	ค่าสี		
	L*	a*	b*
P-TO-0.5	$80.96^{bc} \pm 0.40$	$0.54^{c} \pm 0.01$	$11.85^{c} \pm 0.17$
P-TO-1.0	$80.58^{c} \pm 0.18$	$0.78^{b} \pm 0.06$	$13.59^{a} \pm 0.08$
P-TO-1.5	$81.37^{b} \pm 0.28$	$0.36^{d} \pm 0.08$	$12.94^{b} \pm 0.31$
P-BO-0.5	$79.87^{d} \pm 0.11$	$1.14^{a} \pm 0.07$	$12.88^{b} \pm 0.10$
P-BO-1.0	$81.24^{b} \pm 0.30$	$0.54^{c} \pm 0.17$	$11.41^{c} \pm 0.28$
P-BO-1.5	$82.07^{a} \pm 0.54$	$0.33^{d} \pm 0.04$	$10.78^{d} \pm 0.43$

$^{a, b, c, d}$ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.15 พบว่าสีของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 (Omega-3 fatty acid powder) ทั้ง 6 สูตร ได้แก่ P-TO-0.5, P-TO-1.0, P-TO-1.5, P-BO-0.5, P-BO-1.0 และ P-BO-1.5 มีค่าที่ใกล้เคียงกัน หากพิจารณาค่า L* พบว่าสูตรที่เติมปริมาณน้ำมันสูงสุด (P-TO-1.5 และ P-BO-1.5) จะให้ค่า L* (ความสว่าง) สูงที่สุด ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ชนิดและปริมาณน้ำมันที่ต่างกันส่งผลต่อลักษณะปรากฏทางด้านสีของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่ได้เพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบว่าผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่เตรียมได้ทั้ง 6 สูตรมีสีที่ใกล้เคียงกับสีของโปรตีนถั่วเหลืองที่ใช้เป็นสารช่วยเพิ่มความคงตัวแต่จะมีความสว่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังการทำแห้งแบบพ่นฝอย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสีของผลิตภัณฑ์ที่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารห่อหุ้มที่ใช้ในกระบวนการทำเอนแคปซูเลชันด้วย

Ref. code: 25666409036164KRV

4.3.3.2 ปริมาณความชื้น (Moisture content) และปริมาณน้ำอิสระ (Water activity)

ตารางที่ 4.16 ปริมาณความชื้น (Moisture content) และปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) ของผงกรดไขมันโอเมก้า-3

สูตร	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณน้ำอิสระ
P-TO-0.5	$2.85^{b} \pm 0.05$	$0.36^{a} \pm 0.01$
P-TO-1.0	$1.64^{d} \pm 0.01$	$0.30^{b} \pm 0.01$
P-TO-1.5	$1.62^{d} \pm 0.03$	$0.31^{b} \pm 0.01$
P-BO-0.5	$3.16^{a} \pm 0.00$	$0.28^{c} \pm 0.01$
P-BO-1.0	$1.80^{c} \pm 0.02$	$0.26^{d} \pm 0.01$
P-BO-1.5	$1.81^{c} \pm 0.03$	$0.38^{a} \pm 0.05$

$^{a, b, c, d}$ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.16 พบว่าปริมาณความชื้นของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-TO-0.5, P-TO-1.0, P-TO-1.5, P-BO-0.5, P-BO-1.0 และ P-BO-1.5 มีค่าเท่ากับ 2.85, 1.64, 1.62, 3.16, 1.80 และ 1.81 ตามลำดับ โดยสูตรที่ใช้ปริมาณน้ำมันน้อยจะมีปริมาณความชื้นสูงขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากเมื่อปริมาณน้ำมันน้อยทำให้มีโปรตีนที่ไม่ได้ไปห่อหุ้มที่พื้นผิวของหยดน้ำมันมากขึ้นจึงจับกับน้ำได้มากขึ้น หลังการทำแห้งจึงอาจมีปริมาณน้ำที่หลงเหลืออยู่กับผลิตภัณฑ์ผงมากกว่า ส่วนปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) ของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่เตรียมได้ ทั้ง 6 สูตร มีค่าต่ำกว่า 0.6 จึงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของอาหารแห้ง (ปริมาณน้ำอิสระน้อยกว่า 0.6) (พิมเพ็ญ และนิธิยา, ไม่ระบุ)

Ref. code: 25666409036164KRV

4.3.3.3 ความสามารถในการละลายน้ำ (Water solubility)

ตารางที่ 4.17 ความสามารถในการละลายน้ำ (Water solubility) ของผงกรดไขมันโอเมก้า-3

สูตร	ความสามารถในการละลายน้ำ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
P-TO-0.5	$54.13^{c} \pm 0.13$
P-TO-1.0	$35.49^{f} \pm 0.41$
P-TO-1.5	$45.95^{e} \pm 0.12$
P-BO-0.5	$53.65^{d} \pm 0.04$
P-BO-1.0	$56.25^{b} \pm 0.19$
P-BO-1.5	$67.59^{a} \pm 0.02$

$^{a, b, c, d, e, f}$ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.17 พบว่าผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่เตรียมได้ทั้ง 6 สูตร มีความสามารถในการละลายน้ำ (Water solubility) อยู่ในช่วงร้อยละ 35.49-67.59 โดยน้ำหนัก ซึ่งผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-TO-1.0 มีความสามารถในการละลายน้ำต่ำที่สุด (ร้อยละ 35.49) เนื่องจากอนุภาคส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก (ประมาณ 35 ไมโครเมตร) ดังแสดงในรูปที่ 4.20 (ข) จึงอาจเกิดการดูดความชื้นอย่างรวดเร็วภายหลังการทำแห้งส่งผลให้ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่ได้เกิดการรวมตัวกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.15 ความสามารถในการละลายน้ำจึงค่อนข้างต่ำ ส่วนผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-BO-1.5 อนุภาคส่วนใหญ่มีขนาดประมาณ 1,000 ไมโครเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.20 (ฉ) จึงอาจดูดความชื้นได้ช้ากว่า ทำให้อนุภาคที่ได้มีการกระจายตัวที่ดีกว่า ดังแสดงในรูปที่ 4.19 ความสามารถในการละลายน้ำจึงสูงที่สุด (ร้อยละ 67.59)

Ref. code: 25666409036164KRV

4.3.3.4 อัตราการเกิดออกซิเดชัน (Oxidation rate)

ตารางที่ 4.18 ค่าการเกิดออกซิเดชันที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 3 วัน

สูตร	Peroxide value, PV (meq O_2/kg)	p-Anisidine value, pAV	TOTOX value (2PV+pAV)
P-TO-0.5	$0.80^{b} \pm 0.02$	$9.63^{b} \pm 0.22$	$11.23^{d} \pm 0.18$
P-TO-1.0	$1.15^{a} \pm 0.04$	$9.47^{b} \pm 0.08$	$11.77^{c} \pm 0.08$
P-TO-1.5	$0.27^{e} \pm 0.03$	$9.89^{b} \pm 0.05$	$10.43^{e} \pm 0.10$
P-BO-0.5	$0.53^{c} \pm 0.04$	$16.39^{a} \pm 0.32$	$17.45^{a} \pm 0.26$
P-BO-1.0	$0.29^{e} \pm 0.03$	$16.27^{a} \pm 0.29$	$16.85^{b} \pm 0.24$
P-BO-1.5	$0.44^{d} \pm 0.04$	$16.34^{a} \pm 0.27$	$17.22^{a} \pm 0.24$

$^{a, b, c, d, e}$ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.19 ค่าการเกิดออกซิเดชันที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 30 วัน

สูตร	Peroxide value, PV (meq O_2/kg)	p-Anisidine value, pAV	TOTOX value (2PV+pAV)
P-TO-0.5	$1.17^{c} \pm 0.03$	$13.75^{e} \pm 0.24$	$16.10^{e} \pm 0.29$
P-TO-1.0	$2.14^{a} \pm 0.07$	$19.93^{b} \pm 0.46$	$24.20^{a} \pm 0.45$
P-TO-1.5	$0.61^{d} \pm 0.04$	$11.46^{f} \pm 0.18$	$12.69^{f} \pm 0.20$
P-BO-0.5	$1.29^{b} \pm 0.12$	$20.43^{a} \pm 0.11$	$23.02^{b} \pm 0.33$
P-BO-1.0	$0.29^{e} \pm 0.01$	$17.71^{c} \pm 0.27$	$18.29^{c} \pm 0.28$
P-BO-1.5	$0.54^{d} \pm 0.04$	$16.35^{d} \pm 0.04$	$17.43^{d} \pm 0.10$

$^{a, b, c, d, e, f}$ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

Ref. code: 25666409036164KRV

ตารางที่ 4.20 ค่าการเกิดออกซิเดชันที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 60 วัน

สูตร	Peroxide value, PV (meq O_2/kg)	p-Anisidine value, pAV	TOTOX value (2PV+pAV)
P-TO-0.5	$1.22^{c} \pm 0.02$	$17.21^{d} \pm 0.22$	$19.65^{d} \pm 0.19$
P-TO-1.0	$2.10^{a} \pm 0.04$	$21.33^{a} \pm 0.19$	$25.52^{a} \pm 0.11$
P-TO-1.5	$0.61^{d} \pm 0.05$	$15.11^{e} \pm 0.18$	$16.33^{f} \pm 0.12$
P-BO-0.5	$1.31^{b} \pm 0.04$	$20.59^{b} \pm 0.29$	$23.21^{b} \pm 0.27$
P-BO-1.0	$0.23^{e} \pm 0.06$	$18.33^{c} \pm 0.11$	$18.80^{e} \pm 0.15$
P-BO-1.5	$0.59^{d} \pm 0.01$	$20.29^{b} \pm 0.16$	$21.47^{c} \pm 0.16$

$^{a, b, c, d, e, f}$ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.18, 4.19 และ 4.20 พบว่าการเกิดออกซิเดชันเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการจัดเก็บในซองลามิเนตฟอยด์ที่อุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) นานขึ้น ดังนี้

- ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value): พบว่าผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-TO-0.5, P-TO-1.0 และ P-TO-1.5 มีการเพิ่มขึ้นของค่าเปอร์ออกไซด์อย่างรวดเร็วในช่วง 30 วันแรกของการเก็บและอัตราการเพิ่มขึ้นจะลดลงที่ระยะเวลาในการเก็บที่ 30-60 วัน ส่วนผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-BO-0.5, P-BO-1.0 และ P-BO-1.5 มีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าเปอร์ออกไซด์ที่ช้ากว่าเนื่องจากมีสารต้านอนุมูลอิสระที่อยู่ในน้ำมันรำข้าว ยกเว้นผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-BO-0.5 ที่มีอัตราการเกิดเปอร์ออกไซด์ใกล้เคียงกันกับสูตรที่ใช้น้ำมันปลาทูน่า (P-TO) ที่ระยะเวลาการเก็บ 30 วัน

- ค่าพาราอะนิซิดีน (p-Anisidine value): พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บ 3 วัน ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-TO-0.5, P-TO-1.0 และ P-TO-1.5 มีค่าพาราอะนิซิดีนต่ำกว่าสูตร P-BO-0.5, P-BO-1.0 และ P-BO-1.5 ทั้งนี้ขึ้นกับคุณภาพของน้ำมันที่ใช้เป็นวัตถุดิบเริ่มต้น แต่ถึงอย่างไรก็ตามที่ระยะเวลาการเก็บ 30-60 วัน ค่าพาราอะนิซิดีนของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-BO-0.5, P-BO-1.0 และ P-BO-1.5 มีอัตราการเพิ่มขึ้นที่ช้ากว่าสูตร P-TO-0.5, P-TO-1.0 และ P-TO-1.5 ซึ่งอาจเป็นผลมาจากสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในน้ำมันรำข้าวเช่นกัน

- ค่าออกซิเดชันรวม (Total oxidation value): เมื่อพิจารณาผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-TO-0.5, P-TO-1.0 และ P-TO-1.5 พบว่าค่าการเกิดออกซิเดชันรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาการเก็บ 60 วัน ในขณะที่ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-BO-0.5, P-BO-1.0 และ P-BO-1.5 ถึงแม้จะมีค่าการเกิดออกซิเดชันรวมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกัน แต่อัตราการเพิ่มขึ้นจะช้ากว่าในช่วงระยะเวลาการเก็บ 30-60 วัน

Ref. code: 25666409036164KRV

ทั้งนี้การเกิดออกซิเดชันของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ทั้ง 6 สูตร ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการเก็บอาจเนื่องมาจากภายในบรรจุภัณฑ์มีอากาศจึงทำให้มีปริมาณออกซิเจนมากพอที่จะเกิดการออกซิเดชันของไขมันอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการจัดเก็บ แต่ต่อมาเมื่อออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ถูกใช้จนมีปริมาณลดลงจึงจำกัดอัตราการเกิดออกซิเดชัน

4.3.3.5 ประสิทธิภาพการห่อหุ้ม (Encapsulation efficiency)

ตารางที่ 4.21 ประสิทธิภาพการห่อหุ้มผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 3 วัน

สูตร	น้ำมันพื้นผิว (ร้อยละ)	ไขมันทั้งหมด (ร้อยละ)	ประสิทธิภาพการห่อหุ้ม (ร้อยละ)
P-TO-0.5	$2.18^{f} \pm 0.03$	$27.93^{e} \pm 0.07$	$92.21^{a} \pm 0.11$
P-TO-1.0	$4.56^{c} \pm 0.12$	$35.72^{c} \pm 0.03$	$87.25^{c} \pm 0.34$
P-TO-1.5	$7.54^{b} \pm 0.11$	$59.91^{a} \pm 0.03$	$87.42^{c} \pm 0.19$
P-BO-0.5	$3.26^{d} \pm 0.07$	$18.93^{f} \pm 0.15$	$82.77^{e} \pm 0.37$
P-BO-1.0	$3.01^{e} \pm 0.03$	$35.10^{d} \pm 0.02$	$91.44^{b} \pm 0.07$
P-BO-1.5	$8.31^{a} \pm 0.06$	$52.11^{b} \pm 0.10$	$84.06^{d} \pm 0.11$

$^{a, b, c, d, e, f}$ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.22 ประสิทธิภาพการห่อหุ้มผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 30 วัน

สูตร	น้ำมันพื้นผิว (ร้อยละ)	ไขมันทั้งหมด (ร้อยละ)	ประสิทธิภาพการห่อหุ้ม (ร้อยละ)
P-TO-0.5	$2.25^{f} \pm 0.06$	$27.93^{e} \pm 0.07$	$91.95^{a} \pm 0.20$
P-TO-1.0	$4.56^{c} \pm 0.04$	$35.72^{c} \pm 0.03$	$87.23^{d} \pm 0.10$
P-TO-1.5	$7.50^{b} \pm 0.04$	$59.91^{a} \pm 0.03$	$87.48^{c} \pm 0.07$
P-BO-0.5	$3.24^{d} \pm 0.03$	$18.93^{f} \pm 0.15$	$82.90^{f} \pm 0.17$
P-BO-1.0	$3.02^{e} \pm 0.02$	$35.10^{d} \pm 0.02$	$91.40^{b} \pm 0.05$
P-BO-1.5	$8.36^{a} \pm 0.02$	$52.11^{b} \pm 0.10$	$83.96^{e} \pm 0.04$

$^{a, b, c, d, e, f}$ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

Ref. code: 25666409036164KRV

ตารางที่ 4.23 ประสิทธิภาพการห่อหุ้มผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 60 วัน

สูตร	น้ำมันพื้นผิว (ร้อยละ)	ไขมันทั้งหมด (ร้อยละ)	ประสิทธิภาพการห่อหุ้ม (ร้อยละ)
P-TO-0.5	$5.40^{b} \pm 0.07$	$27.93^{e} \pm 0.07$	$80.68^{d} \pm 0.24$
P-TO-1.0	$5.59^{b} \pm 0.33$	$35.72^{c} \pm 0.03$	$84.36^{b} \pm 0.93$
P-TO-1.5	$10.14^{a} \pm 0.08$	$59.91^{a} \pm 0.03$	$83.08^{c} \pm 0.14$
P-BO-0.5	$4.60^{c} \pm 0.06$	$18.93^{f} \pm 0.15$	$75.68^{e} \pm 0.32$
P-BO-1.0	$4.06^{d} \pm 0.07$	$35.10^{d} \pm 0.02$	$88.44^{a} \pm 0.19$
P-BO-1.5	$10.33^{a} \pm 0.10$	$52.11^{b} \pm 0.10$	$80.17^{d} \pm 0.19$

$^{a, b, c, d, e, f}$ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.21, 4.22 และ 4.23 พบว่าประสิทธิภาพการห่อหุ้มผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่จัดเก็บไว้นาน 3 วัน สูตร P-TO-0.5 และ P-BO-1.0 มีประสิทธิภาพการห่อหุ้มสูงสุด (ร้อยละ 92.21 และ 91.44 ตามลำดับ) แต่เมื่อจัดเก็บไว้นานขึ้นผงกรดไขมันโอเมก้า-3 อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพทำให้น้ำมันที่ถูกห่อหุ้มไว้ถูกปลดปล่อยมายังพื้นผิวของโปรตีนมากขึ้น ประสิทธิภาพการห่อหุ้มจึงลดลง

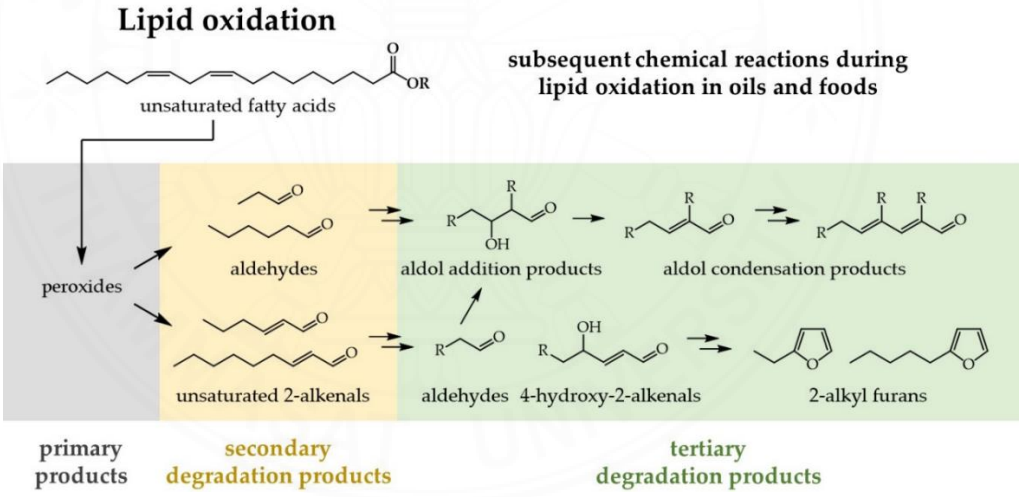
ตารางที่ 4.24 Induction time ของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 เมื่อระยะเวลาการจัดเก็บเปลี่ยนแปลงไป

สูตร	Induction time (นาที)		
	3 วัน	30 วัน	60 วัน
P-TO-0.5	$154.00^{d} \pm 2.21$	$141.81^{d} \pm 6.00$	$90.78^{e} \pm 3.18$
P-TO-1.0	$140.94^{e} \pm 1.90$	$133.95^{e} \pm 2.75$	$126.82^{d} \pm 3.72$
P-TO-1.5	$203.47^{a} \pm 1.70$	$157.66^{c} \pm 2.49$	$134.06^{c} \pm 2.50$
P-BO-0.5	$165.89^{c} \pm 3.90$	$138.19^{de} \pm 1.17$	$130.56^{cd} \pm 0.70$
P-BO-1.0	$203.10^{a} + 2.42$	$200.93^{a} \pm 2.38$	$169.09^{a} \pm 1.58$
P-BO-1.5	$173.79^{b} \pm 1.82$	$173.83^{b} \pm 1.79$	$142.42^{b} \pm 2.89$

$^{a, b, c, d, e}$ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

Ref. code: 25666409036164KRV

ตารางที่ 4.24 พบว่าที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 3 วัน ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่เตรียมได้สูตร P-TO-1.5 และ P-BO-1.0 มีความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันสูงสุด (Induction time เท่ากับ 203.47 และ 203.10 นาที ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5 กับน้ำมันปลาทูน่า (TO) ที่ไม่ได้ถูกห่อหุ้ม (Induction time เท่ากับ 166.74 นาที) พบว่าการใช้โปรตีนห่อหุ้มน้ำมันปลาทูน่าสามารถช่วยเพิ่มความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันได้ แต่เมื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้สูตร P-BO-1.0 กับน้ำมันผสม (BO) ที่ไม่ได้ถูกห่อหุ้ม (Induction time เท่ากับ 222.43 นาที) พบว่าการใช้โปรตีนห่อหุ้มน้ำมันผสม (BO) ไม่สามารถช่วยเพิ่มความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันของน้ำมันผสมได้และยังทำให้ความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันลดลงอีกด้วย ซึ่งอาจเกิดจากการที่น้ำมันผสม (BO) เริ่มต้นมีค่าออกซิเดชันรวมที่ค่อนข้างสูง (TOTOX value = 18.36) เมื่อนำมาใช้เตรียมอิมัลชันและทำแห้งแบบพ่นฝอย สารประกอบทุติยภูมิ (secondary oxidation products) จึงเกิดออกซิเดชันต่อเป็นสารประกอบตติยภูมิ (Tertiary oxidation products) ได้ง่ายขึ้น (Grebenteuch และคณะ, 2021) ดังแสดงในรูปที่ 4.13 ส่งผลให้ความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ต่ำกว่าน้ำมันผสม (BO) ที่ไม่ได้ถูกห่อหุ้ม



รูปที่ 4.13 ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมัน
ที่มา: Grebenteuch และคณะ (2021)

Ref. code: 25666409036164KRV

ตารางที่ 4.25 ปริมาณโปรตีนของผงกรดไขมันโอเมก้า-3

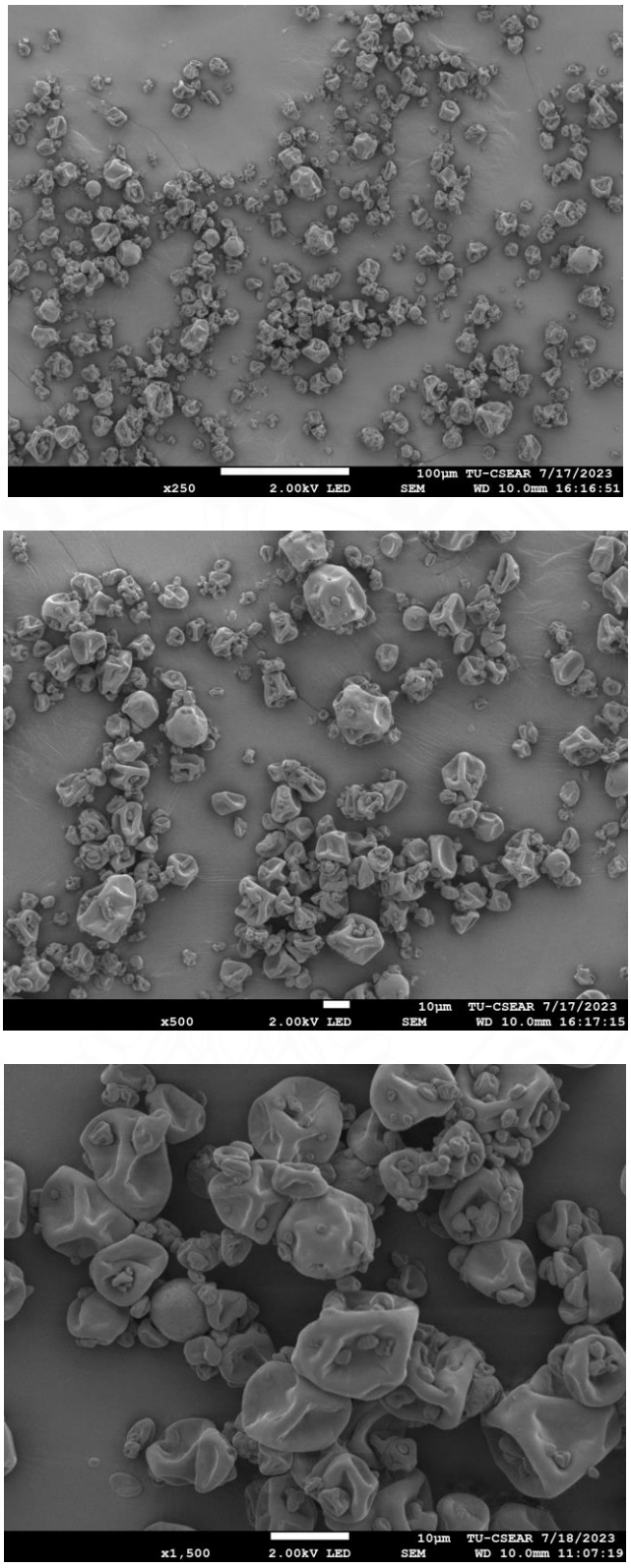
สูตร	ปริมาณโปรตีนที่เติม* (ร้อยละ)	ปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์ได้ (ร้อยละ)
P-TO-0.5	60.24	$52.72^{b} \pm 0.11$
P-TO-1.0	45.18	$40.64^{d} \pm 0.16$
P-TO-1.5	36.14	$35.05^{e} \pm 0.05$
P-BO-0.5	60.24	$60.26^{a} \pm 0.08$
P-BO-1.0	45.18	$45.34^{c} \pm 0.06$
P-BO-1.5	36.14	$34.46^{f} \pm 0.06$

$^{a, b, c, d, e, f}$ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ปริมาณโปรตีนที่เติม* คำนวณจาก Protein content ในโปรตีนถั่วเหลือง (ร้อยละ 90.35)

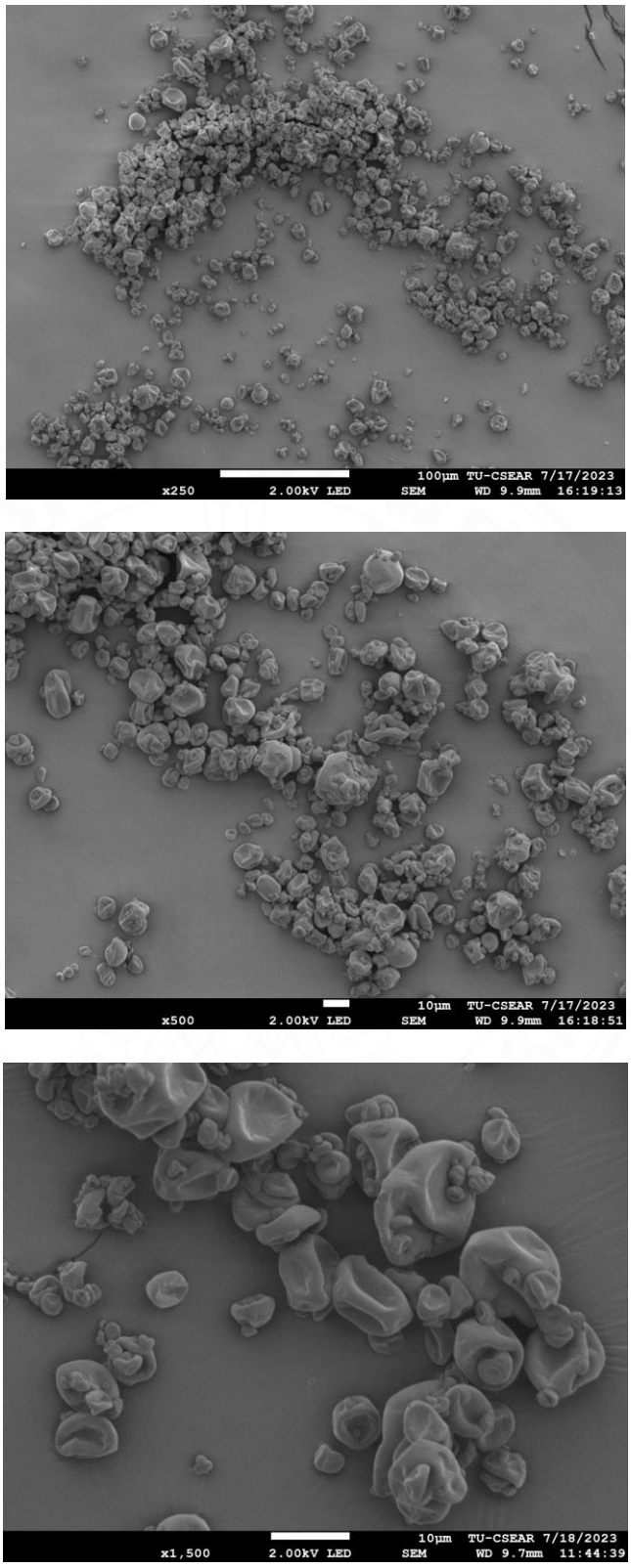
ตารางที่ 4.25 พบว่าปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์ได้ต่ำกว่าปริมาณโปรตีนที่ใช้จริงอาจเนื่องมาจากเกิดการสูญเสียไประหว่างกระบวนการผลิต นอกจากนี้ยังพบว่าในผลิตภัณฑ์สูตรที่มีการเติมน้ำมันน้อยๆ โปรตีนจะสูญเสียไปค่อนข้างเยอะ ซึ่งในกรณีนี้อาจอธิบายได้ว่าเมื่อปริมาณน้ำมันในระบบน้อย โปรตีนอาจเกิดการจับตัวกันเองเกิดเป็นก้อนโปรตีนขนาดใหญ่ขึ้น นอกจากนี้การที่มีปริมาณของเหลวในระบบน้อยอาจส่งผลให้การไหลหรือการเคลื่อนที่ของอิมัลชันเกิดขึ้นได้ไม่ดี โปรตีนจึงอาจตกค้างอยู่กับเครื่องมือและอุปกรณ์มากขึ้น

Ref. code: 25666409036164KRV



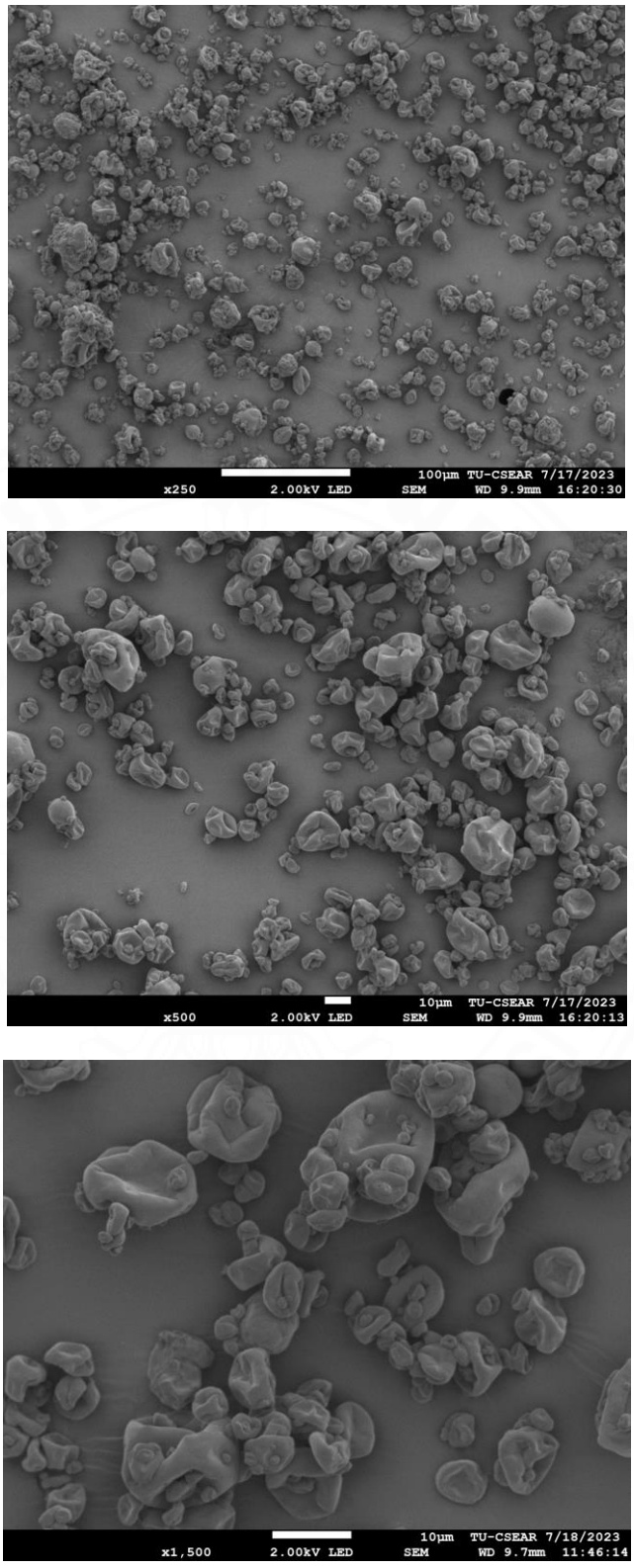
รูปที่ 4.14 รูปถ่ายผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-TO-0.5 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 250 เท่า (รูปบน) 500 เท่า (รูปกลาง) และ 1,500 เท่า (รูปล่าง)

Ref. code: 25666409036164KRV



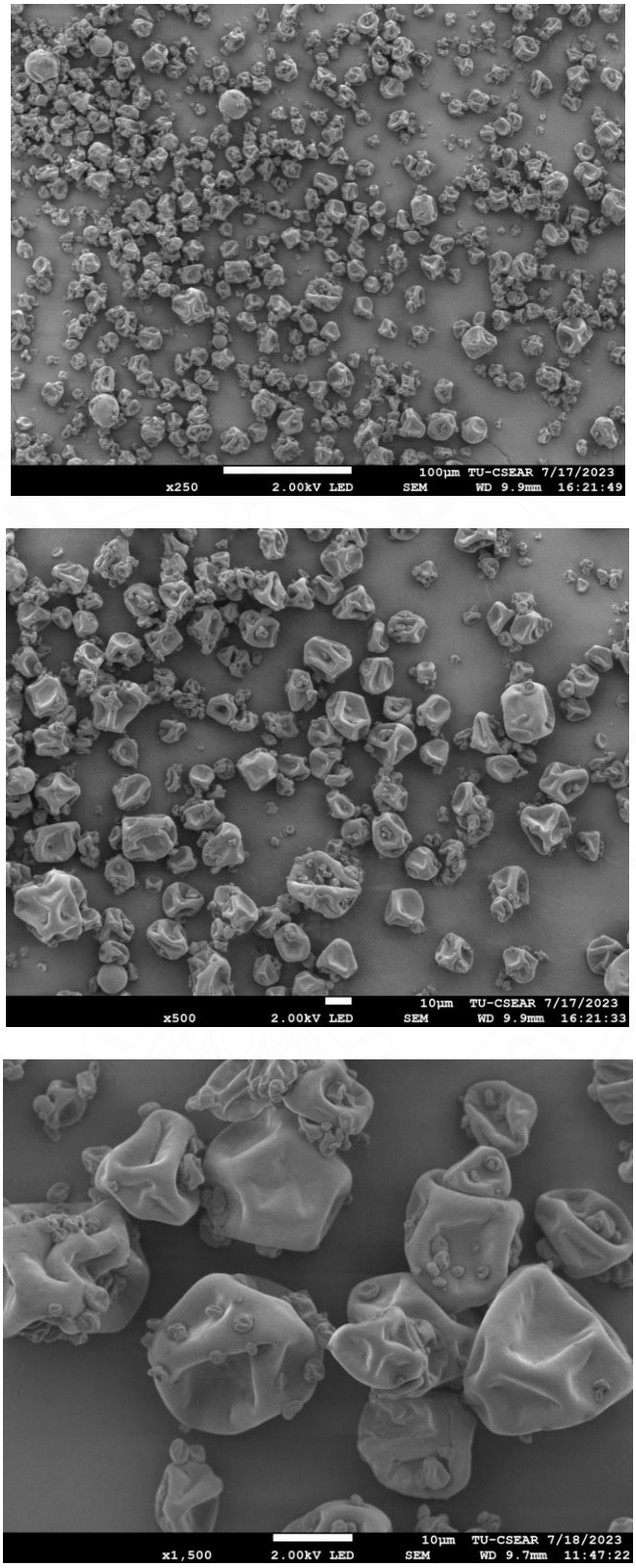
รูปที่ 4.15 รูปถ่ายผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-TO-1.0 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 250 เท่า (รูปบน) 500 เท่า (รูปกลาง) และ 1,500 เท่า (รูปล่าง)

Ref. code: 25666409036164KRV



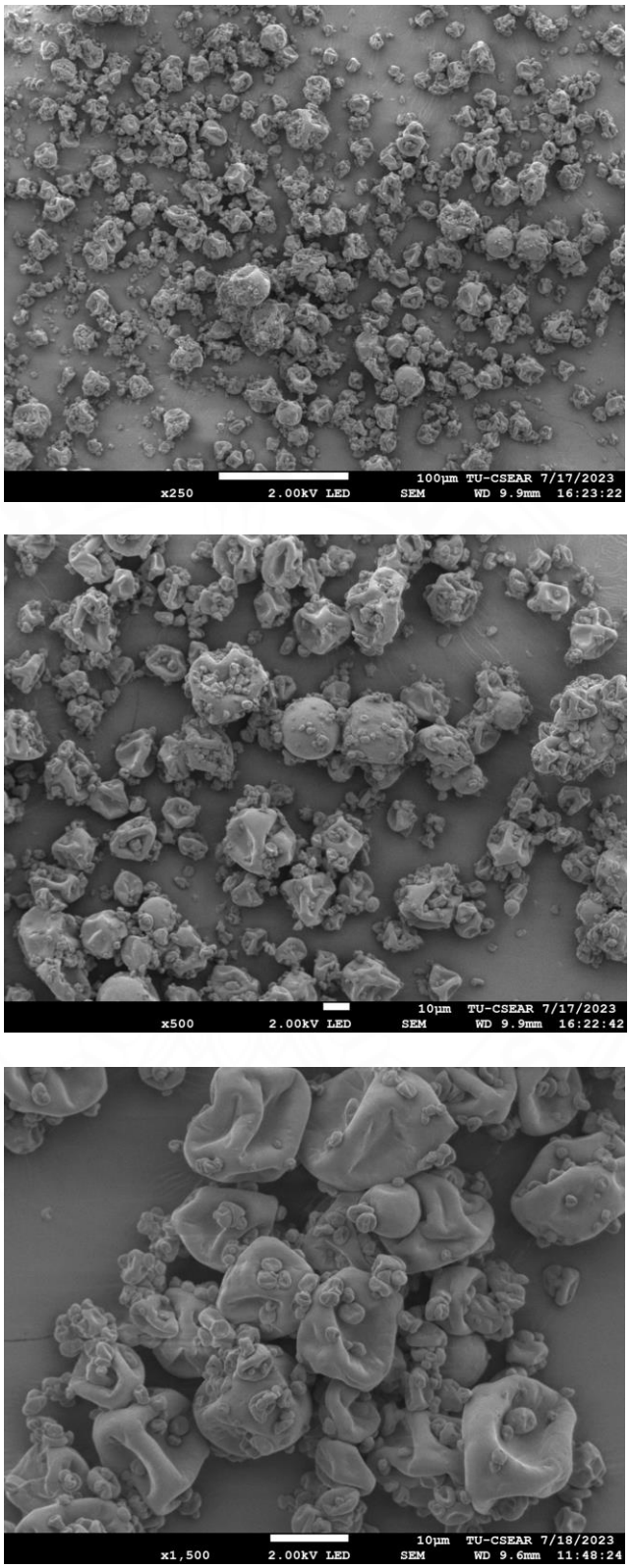
รูปที่ 4.16 รูปถ่ายผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-TO-1.5 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ที่กำลังขยาย 250 เท่า (รูปบน) 500 เท่า (รูปกลาง) และ 1,500 เท่า (รูปล่าง)

Ref. code: 25666409036164KRV



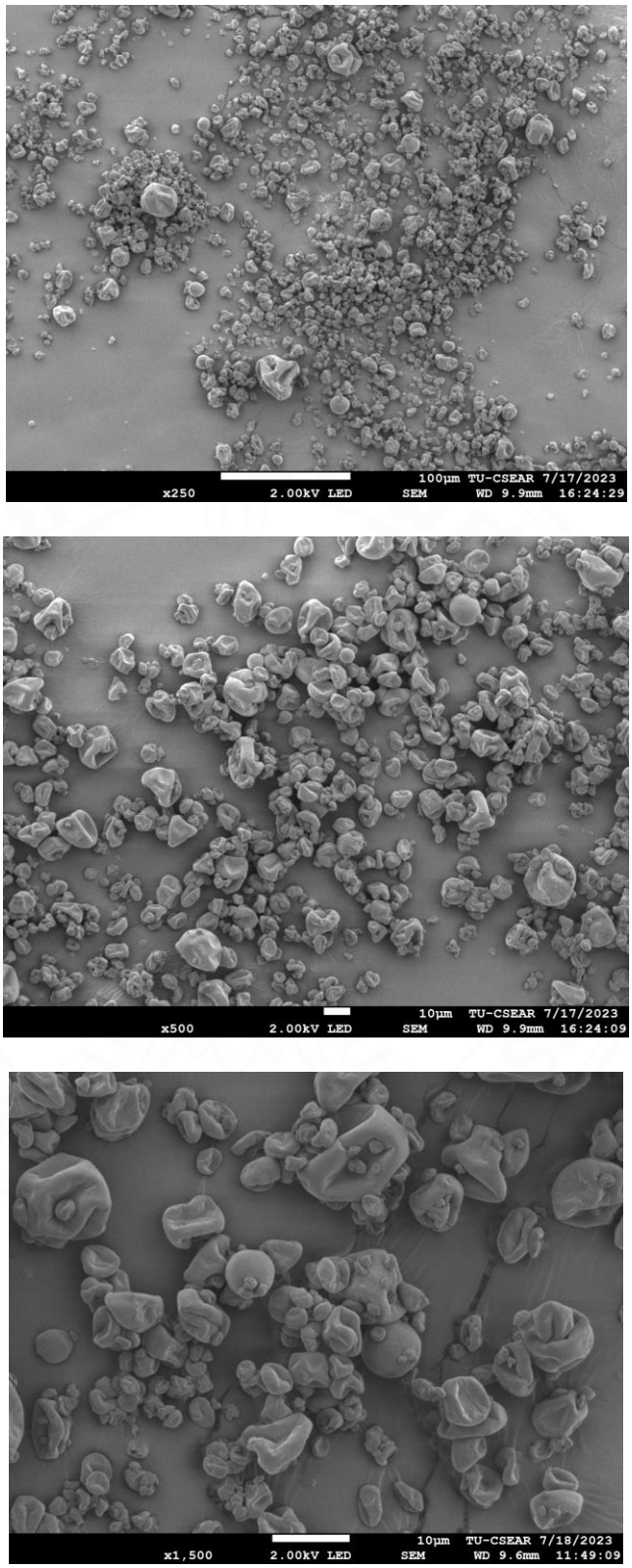
รูปที่ 4.17 รูปถ่ายผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-BO-0.5 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ที่กำลังขยาย 250 เท่า (รูปบน) 500 เท่า (รูปกลาง) และ 1,500 เท่า (รูปล่าง)

Ref. code: 25666409036164KRV



รูปที่ 4.18 รูปถ่ายผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-BO-1.0 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ที่กำลังขยาย 250 เท่า (รูปบน) 500 เท่า (รูปกลาง) และ 1,500 เท่า (รูปล่าง)

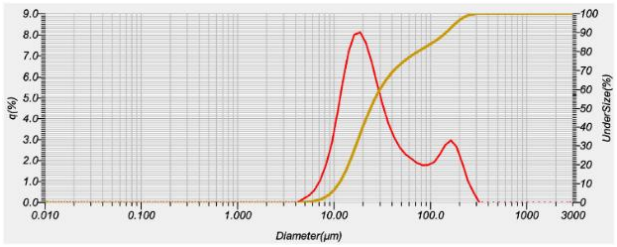
Ref. code: 25666409036164KRV



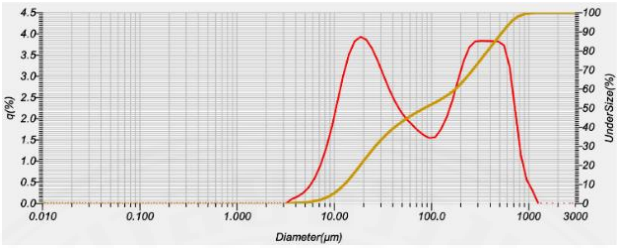
รูปที่ 4.19 รูปถ่ายผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-BO-1.5 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ที่กำลังขยาย 250 เท่า (รูปบน) 500 เท่า (รูปกลาง) และ 1,500 เท่า (รูปล่าง)

Ref. code: 25666409036164KRV

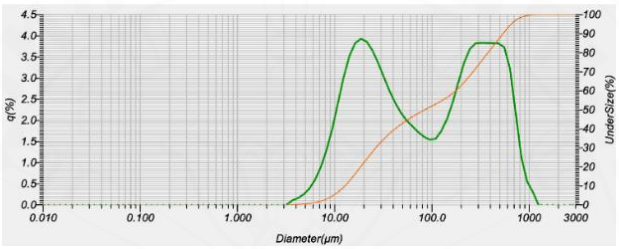
(ก)



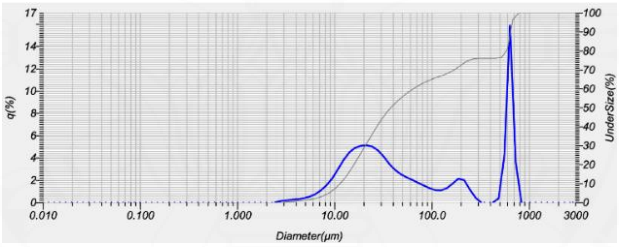
(ข)



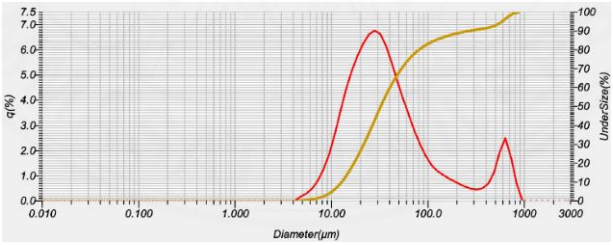
(ค)



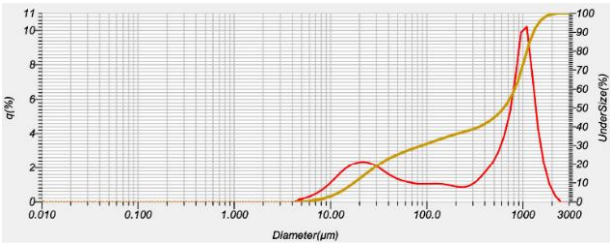
(ง)



(จ)



(ฉ)



รูปที่ 4.20 การกระจายตัวของขนาดอนุภาคของผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตรต่างๆ
(ก) P-TO-0.5 (ข) P-TO-1.0 (ค) P-TO-1.5 (ง) P-BO-0.5 (จ) P-BO-1.0 และ (ฉ) P-BO-1.5

Ref. code: 25666409036164KRV

4.3.4 ผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด

ผู้วิจัยได้นำผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-TO-1.5 และ P-BO-1.0 ซึ่งเป็นสูตรที่ดีที่สุดในด้านของความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันของแต่ละชนิดของน้ำมันมาเปรียบเทียบคุณภาพในด้านต่างๆ กับผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด แสดงดังตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่พัฒนาได้เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด

รายการ	หน่วย	ผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5	ผลิตภัณฑ์สูตร P-BO-1.0	ผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A*
ปริมาณความชื้น	%	$1.62^{c} \pm 0.03$	$1.80^{b} \pm 0.02$	$3.14^{a} \pm 0.07$
ปริมาณน้ำอิสระ	-	$0.31^{a} \pm 0.01$	$0.26^{b} \pm 0.01$	$0.31^{a} \pm 0.01$
การละลายน้ำ	%	$45.95^{c} \pm 0.12$	$56.25^{b} \pm 0.19$	$98.07^{a} \pm 0.04$
ประสิทธิภาพการห่อหุ้ม*	%	$87.48^{b} \pm 0.07$	$91.40^{a} \pm 0.05$	$35.04^{c} \pm 0.05$
Induction time*	min.	$157.66^{b} \pm 2.49$	$200.93^{a} \pm 2.38$	$200.08^{a} \pm 2.62$
EPA	%	$4.84^{a} \pm 0.42$	$3.97^{b} \pm 0.35$	$1.68^{c} \pm 0.45$
	mg/g	$40.66^{a} \pm 0.37$	$34.30^{b} \pm 0.45$	$14.35^{c} \pm 0.61$
DHA	%	$28.34^{a} \pm 0.70$	$22.84^{b} \pm 0.57$	$15.11^{c} \pm 0.48$
	mg/g	$232.67^{a} \pm 0.51$	$193.00^{b} \pm 0.49$	$125.41^{c} \pm 0.57$
ปริมาณกรดไขมันโอเมก้า-3	%	$35.67^{a} \pm 0.61$	$28.72^{b} \pm 0.73$	$19.04^{c} \pm 0.55$

$^{a, b, c}$ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกัน แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)

ผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A* หมายถึง ผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่มีวางจำหน่ายในประเทศไทย และมีอายุการจัดเก็บนาน 2 ปี ในสภาวะการจัดเก็บที่แห้ง บรรจุในถุงลามิเนตฟอยด์ และภายใต้สภาวะสุญญากาศ

ประสิทธิภาพการห่อหุ้ม* หมายถึง ประสิทธิภาพการห่อหุ้มที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 30 วัน

Induction time* หมายถึง ค่าความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 30 วัน

Ref. code: 25666409036164KRV

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.21 ผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3

(ก) ผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5 (ข) ผลิตภัณฑ์สูตร P-BO-1.0 (ค) ผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A

ตารางที่ 4.26 พบว่าผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5, P-BO-1.0 และผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A มีคุณภาพที่แตกต่างกัน ดังนี้

-ปริมาณความชื้น: ผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5 และ P-BO-1.0 มีปริมาณความชื้นต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A โดยที่ผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5 มีปริมาณความชื้นต่ำที่สุด (ร้อยละ 1.62)

-ปริมาณน้ำอิสระ: ผลิตภัณฑ์สูตร P-BO-1.0 มีปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุด (A_w=0.26) ในขณะที่ผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5 และผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A มีปริมาณน้ำอิสระที่ไม่แตกต่างกัน

-ความสามารถในการละลายน้ำ: ผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A มีความสามารถในการละลายน้ำสูงที่สุด (ร้อยละ 98.07) ในขณะที่ผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5 และ P-BO-1.0 มีความสามารถในการละลายน้ำเพียงร้อยละ 45.95 และ 56.25 ตามลำดับ

-ประสิทธิภาพการห่อหุ้ม: ผลิตภัณฑ์สูตร P-BO-1.0 มีประสิทธิภาพการห่อหุ้มสูงที่สุด (ร้อยละ 91.40) รองลงมาคือผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5 (ร้อยละ 87.48) และผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A มีประสิทธิภาพการห่อหุ้มต่ำที่สุด (ร้อยละ 35.04)

-Induction time: ผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A และผลิตภัณฑ์สูตร P-BO-1.0 มีค่า Induction time ที่ไม่แตกต่างกัน (200.08 และ 200.93 นาที ตามลำดับ) ในขณะที่ผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5 มีค่า Induction time น้อยที่สุด (157.66 นาที)

-ปริมาณ EPA, DHA และกรดไขมันโอเมก้า-3: ผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5 มีปริมาณ EPA, DHA และกรดไขมันโอเมก้า-3 สูงที่สุด และผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A มีปริมาณ EPA, DHA และกรดไขมันโอเมก้า-3 ต่ำที่สุด แต่ถ้าเปรียบปริมาณ EPA, DHA และกรดไขมันโอเมก้า-3 ระหว่างผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5 และ P-BO-1.0 พบว่าผลิตภัณฑ์สูตร P-BO-1.0 มีปริมาณของ EPA, DHA และกรดไขมันโอเมก้า-3 ลดลงน้อยกว่าสูตร P-TO-1.5 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า EPA, DHA และกรดไขมันโอเมก้า-3

Ref. code: 25666409036164KRV

ในผลิตภัณฑ์สูตร P-BO-1.0 ถูกทำลายด้วยความร้อนระหว่างกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยน้อยกว่าสูตร P-TO-1.5

4.3.5 มาตรฐานของผลิตภัณฑ์

ผู้วิจัยได้นำผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5 และ P-BO-1.0 ที่พัฒนาได้มาเปรียบเทียบกับมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 422) พ.ศ. 2564 ออกตามความในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 เรื่อง น้ำมันปลา ดังแสดงในตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 เปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 422)

รายการ	หน่วย	มาตรฐาน*	ผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5	ผลิตภัณฑ์สูตร P-BO-1.0
ปริมาณความชื้น	%	< 5.0	1.62	1.80
ค่าเปอร์ออกไซด์	meq O_2/kg	< 5.0	0.27	0.29
ค่าแอนนิซิดีน	-	< 20	9.89	16.27
ค่าออกซิเดชันรวม	-	< 26	10.43	16.85
EPA	%	2.5-9.0	4.84	3.97
DHA	%	21.0-42.5	28.34	22.84

มาตรฐาน* หมายถึง ค่ามาตรฐานอ้างอิงตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 422) พ.ศ. 2564 ออกตามความในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 เรื่อง น้ำมันปลา

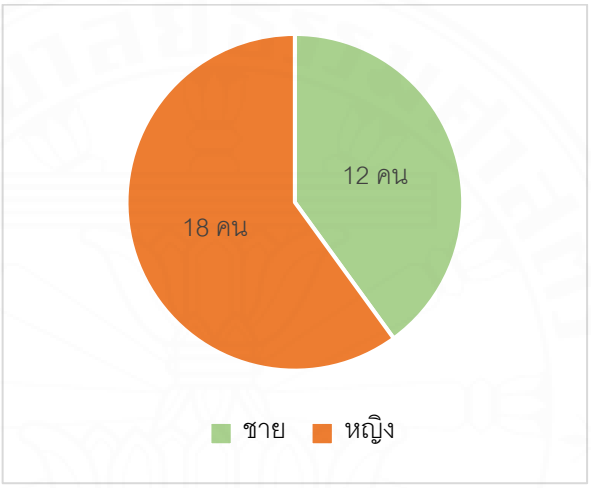
ตารางที่ 4.27 พบว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-TO-1.5 และ P-BO-1.0 มีปริมาณความชื้น ค่าเปอร์ออกไซด์ ค่าแอนนิซิดีน ค่าออกซิเดชันรวม ปริมาณ EPA และ DHA เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์น้ำมันปลาตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 422)

Ref. code: 25666409036164KRV

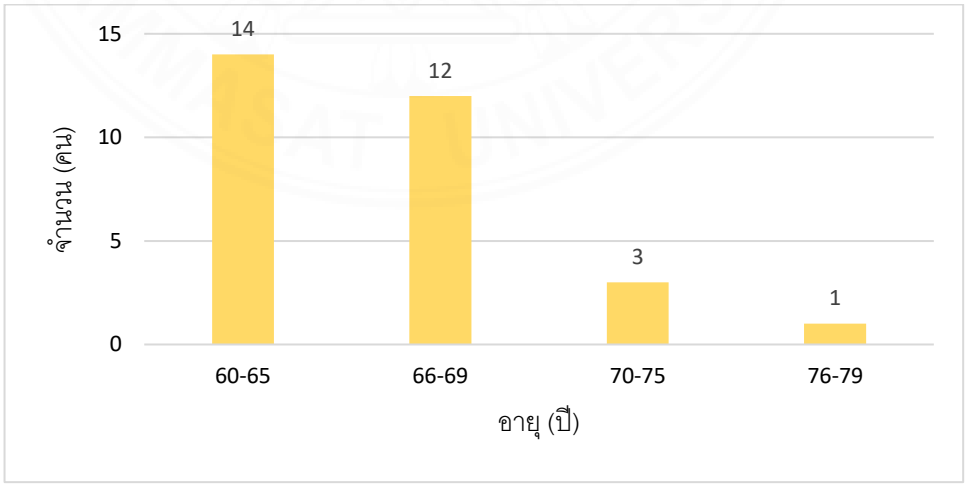
4.4 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

ผู้วิจัยคัดเลือกผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่พัฒนาได้จากสูตรที่มีความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันสูงสุดของน้ำมันแต่ละชนิด เพื่อนำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสและการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคเทียบกับผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด ได้ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป



รูปที่ 4.22 เพศของผู้บริโภค



รูปที่ 4.23 อายุของผู้บริโภค

Ref. code: 25666409036164KRV

จากข้อมูลส่วนที่ 1 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชาย 12 คน (ร้อยละ 40) และเป็นเพศหญิง 18 คน (ร้อยละ 60) ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 60-69 ปี (ร้อยละ 86.67)

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 4.28 คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5	ผลิตภัณฑ์สูตร P-BO-1.0	ผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A*
ลักษณะปรากฏ^{ns}	4.70 $\pm$ 0.54	4.63 $\pm$ 0.49	4.80 $\pm$ 0.41
สี^{ns}	4.97 $\pm$ 0.18	4.93 $\pm$ 0.25	5.00 $\pm$ 0.00
กลิ่น	3.07^{b} $\pm$ 0.18	4.30^{a} $\pm$ 0.25	1.63^{c} $\pm$ 0.00
เนื้อสัมผัส	4.03^{b} $\pm$ 0.72	3.90^{b} $\pm$ 0.80	4.60^{a} $\pm$ 0.50
ความชอบโดยรวม	3.57^{b} $\pm$ 0.63	4.27^{a} $\pm$ 0.79	2.53^{c} $\pm$ 0.51

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

$^{a, b, c}$ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกัน แตกต่างกัน ($p\leq0.05$)

ผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A* หมายถึง ผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่วางจำหน่ายในประเทศไทย

จากข้อมูลส่วนที่ 2 พบว่าผู้บริโภคจำนวน 30 คน ให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 5-point hedonic scale ดังนี้

-ด้านลักษณะปรากฏ: คะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5, P-BO-1.0 และผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A เท่ากับ 4.70, 4.63 และ 4.80 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

-ด้านสี: คะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5, P-BO-1.0 และผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A เท่ากับ 4.97, 4.93 และ 5.00 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

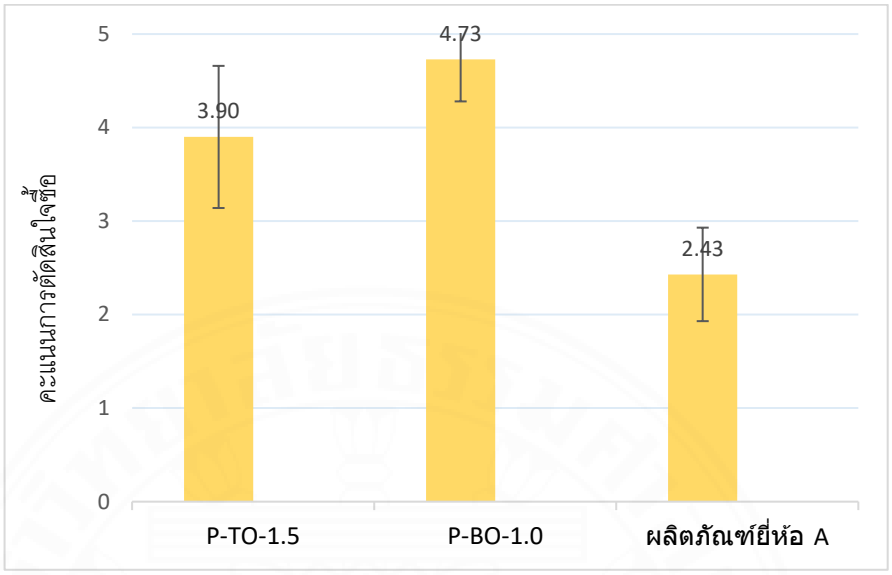
-ด้านกลิ่น: คะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5, P-BO-1.0 และผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A เท่ากับ 3.07, 4.30 และ 1.63 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์สูตร P-BO-1.5 ให้คะแนนการยอมรับสูงสุด

-ด้านเนื้อสัมผัส: คะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5, P-BO-1.0 และผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A เท่ากับ 4.03, 3.90 และ 4.60 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A ให้คะแนนการยอมรับสูงสุด

-ด้านความชอบโดยรวม: คะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์สูตร P-TO-1.5, P-BO-1.0 และผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A เท่ากับ 3.57, 4.27 และ 2.53 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์สูตร P-BO-1.5 ให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด

Ref. code: 25666409036164KRV

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์



รูปที่ 4.24 คะแนนการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3

จากข้อมูลส่วนที่ 3 ผู้บริโภคจำนวน 30 คน ให้คะแนนการตัดสินใจซื้อด้วยวิธี 5-point hedonic scale พบว่าผลิตภัณฑ์สูตร P-BO-1.0 มีคะแนนการตัดสินใจซื้อเฉลี่ยสูงสุด (4.73 คะแนน)

ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ไม่มี

Ref. code: 25666409036164KRV

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 จากน้ำมันปลาทูน่าสำหรับผู้สูงอายุสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) ผู้สูงอายุที่บริโภคผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่มีสีขาว เนื่องจากให้ความรู้สึกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีสีขาวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการใช้สารเคมี คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่สามารถดึงดูดผู้บริโภคได้ คือ ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ควรเป็นรูปแบบผง มีอายุการเก็บรักษามากกว่า 1 ปี บรรจุ 1 ซองต่อ 1 หน่วยบริโภค หาซื้อได้ง่ายในห้างสรรพสินค้าหรือร้านสะดวกซื้อทั่วไป และมีรีวิวจากผู้ใช้จริง นอกจากนี้คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นก็เป็นอีกปัจจัยที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญและส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อ

2) ผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่มีกลิ่นไม่รุนแรง ไม่มีการใช้สารเคมี แสดงส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ไว้อย่างชัดเจน และสถานที่จำหน่ายมีความน่าเชื่อถือ คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่สามารถดึงดูดผู้ซื้อได้ คือ ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ควรเป็นรูปแบบผง มีหลายรสชาติให้เลือก บรรจุ 1 ซองต่อ 1 หน่วยบริโภค ราคามีความเหมาะสมกับปริมาณ หาซื้อได้ง่ายในห้างสรรพสินค้าหรือร้านสะดวกซื้อทั่วไป มีช่องทางจำหน่ายออนไลน์ และมีรีวิวจากผู้ใช้จริง

3) ผลิตภัณฑ์สูตร P-BO-1.0 เป็นผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่มีความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันและลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นดีที่สุด จึงสรุปได้ว่าการใช้น้ำมันรำข้าวสามารถช่วยปรับปรุงลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและช่วยยืดอายุการจัดเก็บได้ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาดที่มีอายุการเก็บรักษานานถึง 2 ปี ในบรรจุภัณฑ์ถุงลามิเนตฟอยด์และภายใต้สภาวะสุญญากาศ พบว่าผลิตภัณฑ์สูตร P-BO-1.0 มีค่า Induction time ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ดังนั้นจึงคาดได้ว่าผลิตภัณฑ์สูตร P-BO-1.0 อาจจะจัดเก็บได้นานกว่า 1 ปี ในบรรจุภัณฑ์และสภาวะการจัดเก็บที่เหมือนกันกับผลิตภัณฑ์ A ซึ่งสอดคล้องตามความต้องการของผู้บริโภค และเมื่อนำไปทดสอบการตัดสินใจซื้อพบว่าผู้บริโภคให้ความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-BO-1.0 สูงที่สุด (คะแนนการตัดสินใจซื้อเท่ากับ 4.73 จาก 5 คะแนน)

Ref. code: 25666409036164KRV

4) ผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-BO-1.0 ขนาดบรรจุ 4 กรัมต่อซอง มีปริมาณ EPA และ DHA เท่ากับ 48.16 และ 270.97 มิลลิกรัม ตามลำดับ (ปริมาณ EPA และ DHA รวมเท่ากับ 319.13 มิลลิกรัม ต่อ 1 ซอง) ซึ่งปริมาณ EPA และ DHA ต่อ 1 ซอง เพียงพอสำหรับการรับประทานเพื่อการดูแลเกี่ยวกับสุขภาพหัวใจ (องค์การอนามัยโลกแนะนำให้รับประทานอาหารที่ให้ EPA และ DHA ปริมาณ 200-500 มิลลิกรัมต่อวัน)

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) การวิเคราะห์ความพึงพอใจตามแบบจำลองคาโนเน้นความเข้าใจในเนื้อหาของแบบสอบถามเป็นสำคัญ ดังนั้นควรให้ความสำคัญกับการตั้งข้อคำถามและเนื้อหา จำนวนข้อคำถามไม่ควรมากจนเกินไป รวมถึงควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายเพื่อให้ได้รับข้อมูลที่ตรงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

2) การจัดเก็บผลิตภัณฑ์ควรอัดก๊าซไนโตรเจนเพื่อลดการเกิดออกซิเดชันของน้ำมันและเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น

3) ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มีความสามารถในการละลายน้ำค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด ดังนั้นควรมีการศึกษาเพื่อปรับปรุงความสามารถในการละลายน้ำเพิ่มเติมตามวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้งาน

4) เนื่องจากผลิตภัณฑ์น้ำมันปลาจัดเป็นกลุ่มอาหารที่มีสารปนเปื้อน ดังนั้นควรตรวจวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านโลหะหนักเพิ่มเติม ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 422) พ.ศ. 2564

5) การศึกษาอายุการจัดเก็บของผลิตภัณฑ์ควรบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ที่จะวางจำหน่ายจริงและจัดเก็บที่สภาวะจริงเพื่อศึกษาคุณภาพที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างการจัดเก็บด้วย

6) ผลิตภัณฑ์ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่พัฒนาได้สามารถนำไปชงดื่มกับน้ำอุณหภูมิปกติหรือรับประทานพร้อมกับอาหารได้

Ref. code: 25666409036164KRV

รายการอ้างอิง

กรมประมง. 2566. รายงานการส่งออกสินค้าประมงของไทยประจำเดือนมกราคม–ธันวาคม 2565. [Online]. แหล่งที่มา: http://www4.fisheries.go.th. เข้าถึงเมื่อ 29 เมษายน 2566.

กระทรวงสาธารณสุข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 422) พ.ศ. 2564 เรื่อง น้ำมันปลา. ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 138, ตอนพิเศษ 31 ง (ลงวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2564).

ถนอมพงษ์ เสถียรลัคนา. 2561. Role of omega-3 polyunsaturated fatty acid in clinical practice. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม.

ธีเดช วราอัศวปติ. 2564. Focus Group กับ In-depth Interview เลือกใช้ยังไงดี?. [Online]. แหล่งที่มา: https://predictive.co.th/blog/focus-group-vs-in-depth-interview/. เข้าถึงเมื่อ 20 สิงหาคม 2566.

นัชนา รัตนากรโกวิท. 2551. ผลของส่วนผสมต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์ไส้อั่วมังสวิรัติ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิรนาม. 2563. ประโยชน์ของแกมม่าออริซานอลในน้ำมันรำข้าว ทางเลือกใหม่สำหรับคนรักสุขภาพ. [Online]. แหล่งที่มา: https://women.trueid.net/detail/JNa36WgLOg4x. เข้าถึงเมื่อ 8 พฤษภาคม 2566.

นิรนาม. 2564ก. การสนทนากลุ่ม. [Online]. แหล่งที่มา: https://www.penfill.co/expertise/research-method/focus-group/. เข้าถึงเมื่อ 20 สิงหาคม 2566.

นิรนาม. 2564ข. การสัมภาษณ์เชิงลึก. [Online]. แหล่งที่มา: https://www.penfill.co/expertise/research-method/in-depth-interview/. เข้าถึงเมื่อ 20 สิงหาคม 2566.

ปัญญา ธีระวิทยเลิศ. 2559. เทคนิคการสนทนากลุ่ม (Focus group) ที่มีประสิทธิภาพ. วารสารสถาบันวิจัยญาณสังวร ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2559): 284-289.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (ไม่ระบุ). สมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีน. [Online]. แหล่งที่มา: https://www.foodnetworksolution.com/. เข้าถึงเมื่อ 28 สิงหาคม 2566.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (ไม่ระบุ). Omega-3 fatty acid. [Online]. แหล่งที่มา: https://www.foodnetworksolution.com/. เข้าถึงเมื่อ 8 พฤษภาคม 2566.

Ref. code: 25666409036164KRV

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (ไม่ระบุ). Water activity. [Online]. แหล่งที่มา: https://www.foodnetworksolution.com/. เข้าถึงเมื่อ 28 สิงหาคม 2566.

วิทวัส นิ่มสกุล. 2555. ทัศนคติผู้บริโภคในจังหวัดเชียงใหม่ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ อาหารเพื่อสุขภาพจากงาขี้ม้อน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมเกษตร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิรัชนีย์ แก่นแสนดี. (ไม่ระบุ). เทคนิคเอนแคปซูเลชัน (Encapsulation). สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิกขวัฒน์ นักร้อง. (ไม่ระบุ). น้ำมันปลา (Fish oil). [Online]. แหล่งที่มา: https://www.wongkarnpat.com/viewpat.php?id=2968. เข้าถึงเมื่อ 8 พฤษภาคม 2566.

Alarcon-Moyano, J., and Matiacevich, S. 2019. Active emulsion based on alginate and lemongrass/citral essential oils: Effect of encapsulating agents on physical and antimicrobial properties. International Journal of Food Properties 22: 1952-1965.

American Oil Chemists' Society. 2017. AOCS Official method Cd 18-90. p-Anisidine value. [Online]. Available from: https://www.aocs.org/attain-lab-services/methods?SSO=True. Accessed August 28, 2023.

American Oil Chemists' Society. 2017. AOCS Official method Cd 3d-63. Acid value. [Online]. Available from: https://www.aocs.org/attain-lab-services /methods?SSO=True. Accessed August 28, 2023.

American Oil Chemists' Society. 2017. AOCS Official method Cd 8b-90. Peroxide value Acetic acid-Isooctane method. [Online]. Available from: https://www.aocs.org/ attain-lab-services/methods?SSO=True. Accessed August 28, 2023.

American Oil Chemists' Society. 2017. AOCS Official method Ce 1b-89. Fatty acid composition of marine oils by GLC. [Online]. Available from: https://www.aocs.org/attain-lab-services/methods?SSO=True. Accessed August 28, 2023.

American Oil Chemists' Society. 2017. AOCS Official method Ce 2e-84. Moisture, Karl fisher method. [Online]. Available from: https://www.aocs.org/attain-lab-services/methods?SSO=True. Accessed August 28, 2023.

Ref. code: 25666409036164KRV

American Oil Chemists' Society. 2017. AOCS Official method Td 1a-64. Gardner color. [Online]. Available from: https://www.aocs.org/attain-lab-services /methods?SSO=True. Accessed August 28, 2023.

American Oil Chemists' Society. 2022. AOCS Official method Cd 1d-92. Iodine value of fats and oils Cyclohexane-acetic acid method. [Online]. Available from: https://www.aocs.org/attain-lab-services/methods?SSO=True. Accessed August 28, 2023.

Anisa, I., and Nour, A. H. 2010. Affect of viscosity and droplet diameter on water-in-oil (w/o) emulsions: An experimental study. International Journal of Chemical and Molecular Engineering 4(2): 213-216.

Aroonsang, P. 2012. Nursing care for health problem of the elderly: Application to learning activity. (3rd edition). KhonKaen: Klungnana Vitthaya Press. Thailand.

Association of Analytical Chemists. 2016. AOAC official method 920.39-1920. Fat (Crude) or ether extract in animal feed. [Online]. Available from: http://www.aoacofficialmethod.org/index.php?main_page=product_ info&cPath=1&products_id=1088. Accessed August 28, 2023.

Bae, E. K., and Lee, S. J. 2008. Microencapsulation of avocado oil by spray drying using whey protein and maltodextrin. Journal of Microencapsulation 25(8): 549-560.

Buchi. (n.d.). Spray Drying. [Online]. Available from: https://www.buchi.com/th/spray-drying. Accessed May 5, 2023.

Cochran, W. G. 1953. Sampling Techniques. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Cronbach, L. J. 1951. Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika 6(3): 297-334.

Eastman, J. E., and Moore, C. O. 1984. Cold water soluble granular starch for gelled food composition. US Patent 4465,702.

Giese, J. 1992. Developing low-fat meat products. Food Technology 46(4): 100-108.

Giorgio, L. D., Salgado, P. R., and Mauri, A. N. 2019. Encapsulation of fish oil in soybean protein particles by emulsification and spray drying. Food hydrocolloids 87: 891-901.

Ref. code: 25666409036164KRV

Global Age Index. 2015. How's Asia's population is ageing: 2015-2030 Scenario. [Online]. Available from: https://www.laoconnection.com/2018/02/laos-has-youngest-average-population-in.html. Accessed April 29, 2023.

Goldberg, R. J., and Katz, J. 2007. A meta-analysis of the analgesic effects of omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation for inflammatory joint pain. Pain 129(1-2): 210-223.

Grebenteuch, S., Kroh, L. W., Drusch, S., and Rohn, S. 2021. Formation of secondary and tertiary volatile compounds resulting from the lipid oxidation of rapeseed oil. Foods: 102417. https://doi.org/10.3390/foods10102417.

Hu, H. 2022. Kano Model: Introduction and Application. [Online]. Available from: http://wiki.doing- projects.org. Accessed September 10, 2023.

Hess, B. (n.d.). Essential fatty acids. [Online]. Available from: http://qualitycounts.com. Accessed May 8, 2023.

Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F., and Tsuji, S. 1984. Attractive quality and must-be quality. The Journal of the Japanese Society for Quality Control 14(2): 147-156.

Matzler, K., Hinterhuber, H. H., Bailom, F., and Sauerwein, E. 1996. How to delight your customers. Journal of Product and Brand Management 5(2): 6-18.

National Council on Aging. 2021. Chronic Conditions for Older Adults. [Online]. Available from: https://www.ncoa.org/article/the-top-10-most- common-chronic-conditions-in-older-adults. Accessed April 29, 2023.

Nunnally, J. C. 1978. Psychometric theory (2nd edition). New York: McGraw-Hill.

Ogrodowska, D., Laaksonen, O., Tanska, M., Konopka, I., and Linderborg, K. M. 2020. Pumpkin oil addition and encapsulation process as methods to improve oxidative stability of fish oil. Food Science and Technology 124: 109142. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109142.

Pankong, O. 2010. Nursing Care for the Elderly. (2nd edition). Bangkok: Tana-Press-Company Limited.

Pourashouri, P., Shabanpour, B., Heydari, S., and Raeisi, S. 2021. Encapsulation of fish oil by carrageenan and gum tragacanth as wall materials and its application to the enrichment of chicken nuggets. Food Science and Technology 137: 110334. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110334.

Ref. code: 25666409036164KRV

Priol, L. L., Dagmey, A., Morandat, S., Saleh, K., El Kirat, K., and Nesterenko, A. 2019. Comparative study of plant protein extracts as wall materials for the improvement of the oxidative stability of sunflower oil by microencapsulation. Food Hydrocolloids 95: 105-115.

Punia, S., Sandhu, K. S., Siroha, A. K., and Dhull, S. B. 2019. Omega 3-metabolism, absorption, bioavailability and health benefits–A review. PharmaNutrition 10(3): 100162. https://doi.org/10.1016/j.phanu.2019.100162.

Qianli, X., Roger, J. J., Yang, X., Martin, H., Halimahtun, M. K. and Anders, O. 2008. An analytical Kano model for customer need analysis. Design Studies 30: 87-110.

Sarkar, S., and Singhal, R. S. 2011. Esterification of guar gum hydrolysate and gum arabic with n-octenyl succinic anhydride and oleic acid and its evaluation as wall material in microencapsulation. Carbohydrate Polymers 86(4): 1723-1731.

Shao, W., Xie, Q., Yan, M., and Pan, W. 2016. Microencapsulation of DHA algal oil by spray drying. Advance in biological sciences research. International conference on biological engineering and pharmacy. Atlantis Press. [Online]. Available from: https://www.atlantis-press.com/proceedings/bep-16/25870306. Accessed May 8, 2023.

United Nations. 2017. Global population by broad age group, in 1980, 2017, 2030 and 2050. [Online]. Available from: https://global.chinadaily.com.cn/a/201904/09/WS5cabe02da3104842260b50cb.html. Accessed May 8, 2023.

Wikipedia. 2023. Omega-3 Fatty Acid. [Online]. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Omega-3_fatty_acid. Accessed June 7, 2023.

Zhang, X., Li, Y., Li, J., Liang, H., Chen, Y., Li, B., Luo, X., Pei, Y., and Liu, S. 2022. Edible oil powders based on spray-dried pickering emulsion stabilized by soy protein/cellulose nanofibrils. Food Science and Technology 154: 112605. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112605.

Ref. code: 25666409036164KRV

ภาคผนวก

Ref. code: 25666409036164KRV

ภาคผนวก ก

ข้อคำถามสำหรับการสัมภาษณ์ผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

แบบการสนทนากลุ่ม (Focus group discussion)

ประกอบด้วยหัวข้อการสัมภาษณ์ทั้งหมด 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไป

1) เพศ

☐ เพศชาย ☐ เพศหญิง ☐ LGBTQ+

2) อายุ.....ปี

3) อาชีพหลักก่อนเกษียณ

☐ ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ

☐ พนักงานบริษัทเอกชน

☐ ธุรกิจส่วนตัว

☐ รับจ้างทั่วไป

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

4) การพักอาศัย

☐ อยู่คนเดียวตามลำพัง

☐ คู่สมรส

☐ บุตรหลาน

☐ ญาติ

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

5) ปัญหาด้านสุขภาพ

☐ ไม่มี

☐ มี (โปรดระบุ.....)

ส่วนที่ 2: คำถามปลายเปิดเกี่ยวกับทัศนคติที่มีต่ออาหารและอาหารเสริม

ท่านเชื่อว่าอาหารเสริมสำคัญหรือไม่ อย่างไร

_____

Ref. code: 25666409036164KRV

ส่วนที่ 3: คำถามปลายเปิดเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร

ท่านพบปัญหาใดบ้าง เกี่ยวกับการรับประทานอาหารในปัจจุบัน

_____

ใครเป็นผู้ซื้อสินค้าให้ท่าน

_____

ประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารใดที่ท่านสนใจซื้อมากที่สุด เพราะอะไร

_____

ส่วนที่ 4: คำถามปลายเปิดเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้ออาหาร

อะไรเป็นสิ่งที่ท่านพิจารณาเป็นอันดับแรกในการตัดสินใจเลือกซื้ออาหาร

_____

ใครที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อของท่านมากที่สุด

_____

ส่วนที่ 5: ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร

_____

_____

_____

Ref. code: 25666409036164KRV

ภาคผนวก ข

ข้อคำถามสำหรับการสัมภาษณ์ผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

แบบการสัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคล (In-depth interview)

ประกอบด้วยหัวข้อการสัมภาษณ์ทั้งหมด 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไป

1) เพศ

☐ เพศชาย ☐ เพศหญิง ☐ LGBTQ+

2) อายุ.....ปี

3) อาชีพหลักก่อนเกษียณ

☐ ข้าราชการ พนักงานรัฐวิสาหกิจ

☐ พนักงานบริษัทเอกชน

☐ ธุรกิจส่วนตัว เจ้าของกิจการ

☐ รับจ้างทั่วไป รับจ้างอิสระ

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

4) การพักอาศัย

☐ อยู่คนเดียวตามลำพัง

☐ สมาชิกในครอบครัว

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

5) ปัญหาด้านสุขภาพ

☐ ไม่มี

☐ มี (โปรดระบุ.....)

6) ความถี่ในการรับประทานปลาทะเลหรือพืชตระกูลถั่วของท่านเฉลี่ยต่อเดือนโดยประมาณ

☐ ไม่บริโภค (โปรดระบุเหตุผล.....)

☐ ไม่เกิน 3 ครั้ง

☐ ไม่เกิน 5 ครั้ง

☐ ไม่เกิน 10 ครั้ง

☐ มากกว่า 10 ครั้ง

Ref. code: 25666409036164KRV

ส่วนที่ 2: คำถามปลายเปิดเกี่ยวกับทัศนคติ ประสบการณ์ และพฤติกรรมการรับประทานผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 หรือไม่

_____

ท่านรับประทานผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 มานานแค่ไหน

_____

ปัจจุบันท่านยังรับประทานผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 หรือไม่

_____

ท่านรับประทานผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 บ่อยแค่ไหน

_____

ทำไมท่านถึงรับประทานผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

_____

ท่านรับประทานผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ยี่ห้ออะไร

_____

ทำไมท่านรับประทานผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ยี่ห้อนี้

_____

ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่วางขายอยู่ในตลาดอยู่ในปัจจุบัน

_____

ท่านเป็นผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ด้วยตัวท่านเองหรือไม่

_____

ปริมาณการซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ต่อครั้งมากน้อยแค่ไหน

_____

รูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่ท่านเลือกซื้อ เป็นรูปแบบใด เพราะอะไร

_____

ท่านซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 จากช่องทางใด เพราะอะไร

_____

Ref. code: 25666409036164KRV

ส่วนที่ 3: คำถามปลายเปิดเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อ

ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้ท่านอยากซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

_____

อะไรเป็นสิ่งที่ท่านพิจารณาเป็นอันดับแรกในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

_____

ใครที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อของท่านมากที่สุด

_____

ส่วนที่ 4: ข้อเสนอแนะหรือสิ่งที่อยากให้ปรับปรุงเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

_____

_____

_____

Ref. code: 25666409036164KRV

ภาคผนวก ค

ข้อคำถามสำหรับการสัมภาษณ์ผู้ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

แบบการสัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคล (In-depth interview)

ประกอบด้วยหัวข้อการสัมภาษณ์ทั้งหมด 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1) เพศ

☐ เพศชาย ☐ เพศหญิง ☐ LGBTQ+

2) อายุ.....ปี

3) อาชีพ

☐ ข้าราชการ พนักงานรัฐวิสาหกิจ

☐ พนักงานบริษัทเอกชน

☐ ธุรกิจส่วนตัว เจ้าของกิจการ

☐ รับจ้างทั่วไป รับจ้างอิสระ

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

ส่วนที่ 2 คำถามปลายเปิดเกี่ยวกับทัศนคติ ประสบการณ์ และพฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

ท่านเคยซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 หรือไม่

_____

ท่านซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 สำหรับใคร

_____

ท่านซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 บ่อยแค่ไหน

_____

ทำไมท่านถึงซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

_____

ท่านซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ยี่ห้ออะไร

_____

Ref. code: 25666409036164KRV

ทำไมท่านซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ยี่ห้อนี้

_____

ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่วางขายอยู่ในตลาดอยู่ในปัจจุบัน

_____

ปริมาณการซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ต่อครั้งมากน้อยแค่ไหน

_____

รูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่ท่านเลือกซื้อ เป็นรูปแบบใด เพราะอะไร

_____

ท่านซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 จากช่องทางใด เพราะอะไร

_____

ส่วนที่ 3 คำถามปลายเปิดเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อ

ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้ท่านอยากซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเม้า-3 เพราะอะไร

_____

อะไรเป็นสิ่งที่ท่านพิจารณาเป็นอันดับแรกในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

_____

ใครบ้างที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อของท่านมากที่สุด

_____

ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะหรือสิ่งที่อยากให้ปรับปรุงเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

_____

_____

_____

Ref. code: 25666409036164KRV

ภาคผนวก ง

แบบสอบถามเพื่อศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคและผู้ซื้อ
ที่มีต่อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

แบบสอบถามนี้ดำเนินการโดยคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์และผลิตภัณฑ์นวัตกรรมอาหาร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคและผู้ซื้อที่มีต่อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ซึ่งข้อมูลที่ได้จะใช้เป็นประโยชน์เพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น จะไม่มีผลกระทบใดๆต่อผู้ตอบแบบสอบถาม จึงขอความกรุณาให้ท่านตอบแบบสอบถามซึ่งประกอบไปด้วยทั้งหมด 3 ส่วน ให้ตรงกับความจริงและความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ทางผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความร่วมมือเป็นอย่างดีของท่านมา ณ โอกาสนี้

.....

ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ ข้อที่ตรงกับความจริงของท่านมากที่สุด

1) เพศ

☐ เพศชาย ☐ เพศหญิง ☐ LGBTQ+

2) อายุ.....ปี

3) จังหวัดที่พักอาศัยปัจจุบัน

☐ กรุงเทพมหานคร

☐ นครปฐม

☐ ปทุมธานี

☐ นนทบุรี

☐ สมุทสาคร

☐ สมุทรปราการ

4) อาชีพหลักก่อนเกษียณ/อาชีพหลักปัจจุบัน

☐ ข้าราชการ พนักงานรัฐวิสาหกิจ

☐ พนักงานบริษัทเอกชน

☐ ธุรกิจส่วนตัว เจ้าของกิจการ

☐ รับจ้างทั่วไป รับจ้างอิสระ

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

Ref. code: 25666409036164KRV

5) การพักอาศัย

☐ อยู่คนเดียวตามลำพัง

☐ สมาชิกในครอบครัว

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

6) ปัญหาด้านสุขภาพ

(ข้อนี้ตอบเฉพาะผู้สูงอายุที่บริโภคผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3)

☐ ไม่มี

☐ โรคไขมันในโลหิตสูง

☐ โรคความดันโลหิตสูง

☐ โรคหัวใจ

☐ โรคข้ออักเสบ

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

7) รูปแบบผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ที่บริโภค/ซื้อในปัจจุบัน

☐ ชนิดเม็ดแคปซูล

☐ ชนิดผง

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

8) บุคคลที่ซื้อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ให้ท่าน

(ข้อนี้ตอบเฉพาะผู้สูงอายุที่บริโภคผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3)

☐ ตัวเอง

☐ สมาชิกในครอบครัว

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

Ref. code: 25666409036164KRV

ส่วนที่ 2: คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์และความพึงพอใจ

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ด้านที่ 1 ผลิตภัณฑ์ (Product)		ระดับความพึงพอใจ				
		ชอบถ้าเป็นแบบนี้ (5)	ต้องควรจะเป็นแบบนี้ (4)	รู้สึกเฉยๆ ถ้าเป็นแบบนี้ (3)	รับได้ถ้าเป็นแบบนี้ (2)	ไม่ชอบเลยถ้าเป็นแบบนี้ (1)
1	1.1 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ได้รับการรับรองความปลอดภัยทางด้านอาหาร					
	1.2 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ไม่ได้รับการรับรองความปลอดภัยทางด้านอาหาร					
2	2.1 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 อยู่ในรูปแบบผง					
	2.2 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ไม่ได้อยู่ในรูปแบบผง					
3	3.1 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 มีกลิ่นที่ไม่รุนแรง					
	3.2 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 มีกลิ่นที่รุนแรง					
4	4.1 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 มีอายุการเก็บรักษามากกว่า 1 ปี					
	4.2 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 1 ปี					
5	5.1 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 มีสีขาว					
	6.2 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ไม่ใช่สีขาว					
6	6.1 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 มีหลายรสชาติให้เลือก					
	6.2 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 มีเพียงรสชาติเดียว					

Ref. code: 25666409036164KRV

ด้านที่ 1 ผลิตภัณฑ์ (Product) (ต่อ)		ระดับความพึงพอใจ				
		ชอบถ้าเป็นแบบนี้ (5)	ต้องควรจะเป็นแบบนี้ (4)	รู้สึกเฉยๆ ถ้าเป็นแบบนี้ (3)	รับได้ถ้าเป็นแบบนี้ (2)	ไม่ชอบเลยถ้าเป็นแบบนี้ (1)
7	7.1 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 บรรจุ 1 ซองต่อการทาน 1 ครั้ง					
	7.2 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 บรรจุในบรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่					
8	8.1 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ไม่มีการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต					
	8.2 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 มีการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต					
9	9.1 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 มีการแสดงส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ไว้บนบรรจุภัณฑ์					
	9.2 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ไม่มีการแสดงส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ไว้บนบรรจุภัณฑ์					

ด้านที่ 2 ราคา (Price)		ระดับความพึงพอใจ				
		ชอบถ้าเป็นแบบนี้ (5)	ต้องควรจะเป็นแบบนี้ (4)	รู้สึกเฉยๆ ถ้าเป็นแบบนี้ (3)	รับได้ถ้าเป็นแบบนี้ (2)	ไม่ชอบเลยถ้าเป็นแบบนี้ (1)
10	10.1 ราคามีความเหมาะสมกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์					
	10.2 ราคาไม่มีความเหมาะสมกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์					
11	11.1 ราคามีความเหมาะสมกับปริมาณ					
	11.2 ราคาไม่มีความเหมาะสมกับปริมาณ					

Ref. code: 25666409036164KRV

ด้านที่ 2 ราคา (Price) (ต่อ)		ระดับความพึงพอใจ				
		ชอบถ้าเป็นแบบนี้ (5)	ต้องควรจะเป็นแบบนี้ (4)	รู้สึกเฉยๆ ถ้าเป็นแบบนี้ (3)	รับได้ถ้าเป็นแบบนี้ (2)	ไม่ชอบเลยถ้าเป็นแบบนี้ (1)
12	12.1 แสดงราคาของผลิตภัณฑ์ไว้บนบรรจุภัณฑ์					
	12.2 ไม่มีการแสดงราคาของผลิตภัณฑ์ไว้บนบรรจุภัณฑ์					

ด้านที่ 3 ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place)		ระดับความพึงพอใจ				
		ชอบถ้าเป็นแบบนี้ (5)	ต้องควรจะเป็นแบบนี้ (4)	รู้สึกเฉยๆ ถ้าเป็นแบบนี้ (3)	รับได้ถ้าเป็นแบบนี้ (2)	ไม่ชอบเลยถ้าเป็นแบบนี้ (1)
13	13.1 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 มีจำหน่ายในห้างสรรพสินค้าหรือร้านสะดวกซื้อทั่วไป					
	13.2 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ไม่มีจำหน่ายในห้างสรรพสินค้าหรือร้านสะดวกซื้อทั่วไป					
14	14.1 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 มีจำหน่ายในช่องทางออนไลน์					
	14.2 ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ไม่มีจำหน่ายในช่องทางออนไลน์					
15	15.1 สถานที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 มีความน่าเชื่อถือ					
	15.2 สถานที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ไม่มีความน่าเชื่อถือ					

Ref. code: 25666409036164KRV

ด้านที่ 4 การส่งเสริมการขาย (Promotion)		ระดับความพึงพอใจ				
		ชอบถ้าเป็นแบบนี้ (5)	ต้องควรจะเป็นแบบนี้ (4)	รู้สึกเฉยๆ ถ้าเป็นแบบนี้ (3)	รับได้ถ้าเป็นแบบนี้ (2)	ไม่ชอบเลยถ้าเป็นแบบนี้ (1)
16	16.1 มีการประชาสัมพันธ์หรือให้ความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของผลิตภัณฑ์					
	16.2 ไม่มีการประชาสัมพันธ์หรือให้ความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของผลิตภัณฑ์					
17	17.1 มีรีวิวจากผู้ใช้จริง ที่แสดงถึงประโยชน์ของผลิตภัณฑ์					
	17.2 ไม่มีรีวิวจากผู้ใช้จริง ที่แสดงประโยชน์ของผลิตภัณฑ์					
18	18.1 มีสายด่วนผู้บริโภคเพื่อให้ข้อมูลหรือรับเรื่องร้องเรียนเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์					
	18.2 ไม่มีสายด่วนผู้บริโภคเพื่อให้ข้อมูลหรือรับเรื่องร้องเรียนเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์					

ส่วนที่ 3: ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

_____

_____

_____

ขอขอบพระคุณอย่างยิ่งที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้

Ref. code: 25666409036164KRV

ภาคผนวก จ

แบบสอบถามเพื่อศึกษาการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภค
ที่มีต่อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3

แบบสอบถามนี้ดำเนินการโดยคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์และผลิตภัณฑ์นวัตกรรมอาหาร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 ซึ่งข้อมูลที่ได้จะใช้เป็นประโยชน์เพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น จะไม่มีผลกระทบใดๆต่อผู้ตอบแบบสอบถาม จึงขอความกรุณาให้ท่านตอบแบบสอบถามซึ่งประกอบไปด้วยทั้งหมด 4 ส่วน ให้ตรงกับความจริงและความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ทางผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความร่วมมือเป็นอย่างดีของท่านมา ณ โอกาสนี้

.....

ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ ข้อที่ตรงกับความจริงของท่านมากที่สุด

1) เพศ

☐ เพศชาย ☐ เพศหญิง ☐ LGBTQ+

2) อายุ

☐ 60-65 ปี

☐ 66-69 ปี

☐ 70-75 ปี

☐ 76-79 ปี

☐ 80 ปีขึ้นไป

Ref. code: 25666409036164KRV

ส่วนที่ 2: ข้อมูลด้านการยอมรับทางประทาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์: ผลิตภัณฑ์กรดไขมันโอเมก้า-3 (รูปแบบผง)

วันที่ทดสอบ: .....

คำชี้แจง: กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบที่ตรงกับระดับความชอบของท่านมากที่สุด ดังนี้

ระดับคะแนนความชอบ

1 = ไม่ชอบมาก

2 = ไม่ชอบ

3 = เฉยๆ

4 = ชอบ

5 = ชอบมาก

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	รหัส 283	รหัส 568	รหัส 154
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

Ref. code: 25666409036164KRV

ส่วนที่ 3: ข้อมูลด้านการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

หากผลิตภัณฑ์นี้มีวางจำหน่าย ท่านจะตัดสินใจซื้อหรือไม่

ระดับคะแนน การตัดสินใจซื้อ	รหัส 283	รหัส 154	รหัส 568
ไม่ซื้ออย่างแน่นอน (1)			
ไม่ซื้อ (2)			
ไม่แน่ใจ (3)			
ซื้อ (4)			
ซื้ออย่างแน่นอน (5)			

ส่วนที่ 4: ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

_____

_____

_____

ขอขอบพระคุณอย่างยิ่งที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้

Ref. code: 25666409036164KRV

ภาคผนวก ฉ
การตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

All questions

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.763	36

Ref. code: 25666409036164KRV

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Q1.1	106.53	126.464	-.032	.768
Q1.2	109.63	124.585	.093	.763
Q2.1	106.97	113.826	.495	.745
Q2.2	108.77	119.702	.162	.765
Q3.1	106.70	120.907	.216	.759
Q3.2	109.00	111.931	.403	.749
Q4.1	106.63	121.137	.324	.756
Q4.2	109.37	122.585	.145	.763
Q5.1	106.60	117.766	.557	.748
Q5.2	109.53	122.740	.158	.762
Q6.1	107.27	110.340	.585	.738
Q6.2	109.17	118.695	.215	.761
Q7.1	106.77	114.737	.547	.744
Q7.2	109.67	125.126	.079	.763
Q8.1	106.67	125.126	.042	.766
Q8.2	109.50	126.052	-.002	.766
Q9.1	106.50	121.155	.364	.755
Q9.2	109.60	115.283	.405	.749
Q10.1	106.80	124.166	.126	.762
Q10.2	109.30	122.631	.158	.762
Q11.1	107.07	119.513	.267	.757
Q11.2	109.57	120.185	.429	.753
Q12.1	106.70	116.424	.502	.747
Q12.2	109.27	114.547	.468	.746
Q13.1	106.63	122.102	.237	.759
Q13.2	109.43	121.564	.228	.759
Q14.1	106.77	122.875	.193	.760
Q14.2	108.80	122.028	.077	.771
Q15.1	107.00	116.345	.419	.750
Q15.2	108.93	115.168	.336	.753
Q16.1	106.83	119.109	.364	.753
Q16.2	108.70	115.872	.316	.754
Q17.1	107.10	120.093	.206	.760
Q17.2	109.77	128.599	-.214	.770
Q18.1	106.57	125.426	.025	.766
Q18.2	109.57	127.633	-.110	.769

Functional questions

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.865	18

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Q1.1	73.70	76.148	-.156	.879
Q2.1	74.13	62.878	.618	.851
Q3.1	73.87	67.292	.406	.861
Q4.1	73.80	69.062	.456	.859
Q5.1	73.77	66.875	.660	.852
Q6.1	74.43	63.702	.501	.858
Q7.1	73.93	61.926	.816	.842
Q8.1	73.83	74.764	-.050	.876
Q9.1	73.67	68.161	.607	.855
Q10.1	73.97	67.757	.598	.855
Q11.1	74.23	62.116	.722	.846
Q12.1	73.87	62.671	.831	.843
Q13.1	73.80	67.614	.545	.856
Q14.1	73.93	67.306	.584	.855
Q15.1	74.17	62.282	.717	.846
Q16.1	74.00	64.552	.703	.849
Q17.1	74.27	67.857	.299	.868
Q18.1	73.73	75.926	-.135	.879

Ref. code: 25666409036164KRV

Dysfunctional questions

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.766	18

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Q1.2	31.33	67.195	.086	.770
Q2.2	30.47	62.326	.203	.772
Q3.2	30.70	51.252	.732	.713
Q4.2	31.07	65.030	.180	.767
Q5.2	31.23	64.047	.281	.760
Q6.2	30.87	54.120	.670	.723
Q7.2	31.37	66.861	.154	.766
Q8.2	31.20	66.303	.172	.766
Q9.2	31.30	58.976	.479	.744
Q10.2	31.00	65.379	.176	.767
Q11.2	31.27	65.513	.269	.761
Q12.2	30.97	59.275	.496	.743
Q13.2	31.13	65.085	.210	.764
Q14.2	30.50	59.776	.310	.761
Q15.2	30.63	54.171	.652	.725
Q16.2	30.40	55.283	.600	.731
Q17.2	31.47	68.464	-.010	.772
Q18.2	31.27	67.926	.030	.772

Ref. code: 25666409036164KRV

ภาคผนวก ช
การตรวจสอบทางด้านกายภาพและเคมี

ช 1 การวิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ Color flex รุ่น CX2678

1.1 ขั้นตอนการใช้งาน

1.1.1 เสียบปลั๊ก เปิดเครื่องวัดสีและคอมพิวเตอร์

1.1.2 เข้าวินโดวส์แล้วดับเบิ้ลคลิกที่ไอคอน “Universal”

1.1.3 เมื่อเข้าโปรแกรม Universal สิ่งที่ต้องทำอันดับแรกคือ การทำ Standardize

1.1.4 ใช้เม้าส์คลิกที่เมนู “Standardize”

1.1.5 เลือกค่าในการทำ Standardize ซึ่งมีให้เลือก 4 โหมดดังนี้

1) “RSIN” ใช้สำหรับการวัดสีแบบวิธีการสะท้อนแสง (Reflectance mode) โดยไม่รวมลักษณะพื้นผิว

2) “RSEX” ใช้สำหรับการวัดสีแบบวิธีการสะท้อนแสง (Reflectance mode) โดยรวมลักษณะพื้นผิว

3) “TTRAN” ใช้สำหรับการวัดสีแบบวิธีการสะท้อนแสง (Reflectance mode) โดยวัดเฉพาะค่า Regular และ Diffuse (นิยมใช้)

4) “RTRAN” ใช้สำหรับการวัดสีแบบวิธีการสะท้อนแสง (Reflectance mode) โดยวัดเฉพาะค่า Regular ไม่รวมค่า Diffuse (ตัวอย่างใสมากๆ)

1.1.6 วัดค่าสีของตัวอย่าง โดยการวัดซ้ำ 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย

1.2 ขั้นตอนการทำ Standardize ในโหมด “RSIN” และ “RSEX”

1.2.1 เลือกโหมด “RSIN” หรือ “RSEX” พร้อมตั้งค่าต่างๆตามต้องการแล้วกด “OK”

1.2.2 วางแผ่นเทียบสีมาตรฐานสีดำ (Light trap) ที่ Reflectance Port จากนั้นกด “OK”

1.2.3 วางแผ่นเทียบสีมาตรฐานสีขาว (White tile) ที่ Reflectance Port จากนั้นกด “OK”

1.2.4 กด “OK” อีกครั้ง

Ref. code: 25666409036164KRV

1.2.5 ทำการทดสอบโดยวัดค่าการสะท้อนแสง (Reflectance) โดยใช้ตัวอย่างเป็นแผ่นเทียบสีมาตรฐานสีขาว (White tile) และใช้สเกล XYZ ซึ่งค่า XYZ ที่วัดได้ต้องใกล้กับค่าที่ด้านหลังแผ่นเทียบสีมาตรฐานสีขาว (White tile) โดยต้องต่างกันไม่เกิน 0.3 หน่วย ถ้าเกินให้ทำความสะอาดแผ่นเทียบสีมาตรฐานสีดำ (Light trap) และแผ่นเทียบสีมาตรฐานสีขาว (White tile) แล้วทำ Standardize ใหม่

1.3 ขั้นตอนการทำ Standardize ในโหมด “TTRAN” และ “RTRAN”

1.3.1 เลือกโหมด “TTRAN” หรือ “RTRAN” พร้อมตั้งค่าต่างๆตามต้องการแล้วกด “OK”

1.3.2 วางแผ่นเทียบสีมาตรฐานสีดำ (Black Card) ที่ Transmittance Port จากนั้นกด “OK”

1.3.3 วาง Cell Black ที่ Transmittance Port กด “OK”

1.3.4 เอา Cell Black ออกจากช่อง Transmittance Port

1.3.5 วางแผ่นเทียบสีมาตรฐานสีขาว (White tile) ที่ Reflectance Port จากนั้นกด “OK”

1.3.6 กด “OK” อีกครั้ง

1.3.7 ทำการทดสอบโดยวัดค่าการสะท้อนแสง (Transmittance) โดยใช้ตัวอย่างเป็นอากาศและใช้สเกล L* a* b* ซึ่งค่า L* ต้องเท่ากับ 100 หรือใกล้ 100 ค่า a* และ b* ต้องเท่ากับ 0 หรือใกล้ 0

1.4 ข้อควรระวัง

1.4.1 การใช้สารละลายตัวอย่างที่เป็นของเหลวหรือน้ำต้องระมัดระวังเพราะอาจจะหกลงใส่เครื่องและทำให้เกิดไฟฟ้าช็อตได้

1.4.2 อย่าปิดเครื่องขณะที่เครื่องกำลังทำงานอยู่

1.4.3 ใช้เครื่องมือด้วยความระมัดระวังเพราะอุปกรณ์มีราคาแพง

หมายเหตุ การวัดค่าสีในระบบ CILAB เครื่องจะแสดงค่าต่างๆดังนี้

L* หมายถึง ค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 (สีดำ) ถึง 100 (สีขาว)

a* หมายถึง ค่าสีแดงถ้าเป็นบวก (+)/ค่าสีเขียวถ้าเป็นลบ (-)

b* หมายถึง ค่าสีเหลืองถ้าเป็นบวก (+)/ค่าสีน้ำเงินถ้าเป็นลบ (-)

C* หมายถึง ค่าความเข้มของสี (Chroma) คำนวณจาก $C^* = (a^2 + b^2)^{1/2}$

H* หมายถึง มุมของฮิว (Hue angle) คำนวณจาก $H^* = \arctan(b^*/a^*)$

Ref. code: 25666409036164KRV

ช 2 การวิเคราะห์ค่าสี (Color) ด้วยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ Lovibond รุ่น PFxi-195/1 (AOCS, 2017)

2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Lovibond รุ่น PFxi - 195/1
- คิวเวทท์แก้ว (Glass cuvette) ขนาด 1 เซนติเมตร
- อุปกรณ์เทียบสีมาตรฐาน Gardner conformance filter ค่า 2.0
- อุปกรณ์เทียบสีมาตรฐาน Gardner conformance filter ค่า 7.7
- อุปกรณ์เทียบสีมาตรฐาน Gardner conformance filter ค่า 11.3
- อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)
- กรวยกรองบุคเนอร์ (Buchner funnel)
- ขวดกรองสาร (Suction flask)
- บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
- กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4
- เครื่องกรองแบบลดความดัน

2.2 สารเคมีที่ใช้

ไม่มี

2.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

2.3.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำมัน

2.3.1.1 อุ่นตัวอย่างน้ำมันให้เป็นเนื้อเดียวกันในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)

2.3.1.2 เทตัวอย่างน้ำมันจำนวน 20-30 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร

2.3.1.3 นำไปกรองด้วยเครื่องกรองแบบลดความดัน โดยใช้กระดาษกรองยี่ห้อ Whatman เบอร์ 4

2.3.1.4 นำน้ำมันที่ผ่านการกรองเสร็จแล้วไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดสี (น้ำมันที่กรองได้ต้องใส ไม่ขุ่นและไม่มีตะกอน)

2.3.2 การเปิดและเตรียมความพร้อมเครื่องวัดสี

2.3.2.1 เสียบปลั๊กและเปิดสวิตช์ด้านหลังเครื่อง ที่หน้าจอจะขึ้นหน้าต่างดังนี้

Ref. code: 25666409036164KRV

Lovibond R Spectro Colorimeter

Model : PFXi
195/1
Serial No. :
103912
Firmware Version :
4.6
Reg. Code :
001B7B010DC9

2.3.2.2 เปิดเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 30 นาทีเพื่อให้เครื่องพร้อมสำหรับการใช้งาน

2.3.2.3 กดปุ่ม “ZERO” หน้าจอจะแสดงดังนี้

Main Menu
Colour Scales
Measurement Options
Hardware Setup
Database
Calibration

2.3.2.4 กดปุ่ม “Esc” เพื่อออกหน้าจอหลัก หน้าจอจะแสดงดังนี้

Gardner D6166
Path : 10.0
Gardner -.—
Off Hue -.—
Sample is :

2.3.3 การทวนสอบความพร้อมของเครื่องก่อนการใช้งาน

ใช้อุปกรณ์มาตรฐาน Gardner conformance filter เพื่อทวนสอบเครื่องทั้งหมด 3 จุด ซึ่งมีสีมาตรฐานดังนี้

1) Gardner conformance filter 118approx. Value 2.0 ค่าต้องอยู่ในช่วง 2.0 ± 0.2

Ref. code: 25666409036164KRV

2) Gardner conformance filter 119 approx. Value 7.7 ค่าต้องอยู่ในช่วง 7.7 ± 0.2

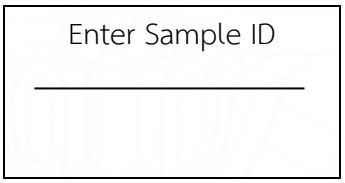
3) Gardner conformance filter 119 approx. Value 13.1 ค่าต้องอยู่ในช่วง 7.7 ± 0.3

หมายเหตุ หากค่าสีมาตรฐานไม่อยู่ในช่วง ให้ใช้กระดาษทิชชู่แผ่นเรียบเช็ดทำความสะอาดช่องแสงผ่านให้สะอาดและใช้อุปกรณ์มาตรฐานวิเคราะห์ใหม่อีกครั้ง

2.3.4 การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำมัน

2.3.4.1 เทตัวอย่างน้ำมันที่เตรียมได้ใส่คิวเวทท์แก้ว (Glass cuvette) ขนาด 1 เซนติเมตร ปริมาณ 3 ใน 4 ส่วนของคิวเวทท์

2.3.4.2 วางคิวเวทท์ให้ชิดด้านขวาในช่องใส่คิวเวทท์ แล้วกดปุ่ม “READ” หน้าจอจะแสดงเพื่อให้ใส่ Sample ID ดังนี้



2.3.4.3 เมื่อใส่ Sample ID เสร็จแล้วให้กด “Enter”

2.3.4.4 หน้าจอจะแสดงค่าสีในหน่วย Gardner ให้จดค่าสีที่อ่านได้

2.3.5 การปิดเครื่อง

หลังการวิเคราะห์เสร็จแล้วให้ปิดสวิตซ์ด้านหลังเครื่องและถอดปลั๊กออกให้เรียบร้อย

Ref. code: 25666409036164KRV

ช 3 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture content) โดยวิธี Karl fisher ด้วยเครื่องวัดความชื้น ยี่ห้อ Metrohm รุ่น 899 Coulometer (AOCS, 2017)

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- เครื่องวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ยี่ห้อ Metrohm รุ่น 899 Coulometer
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- เข็มฉีดตัวอย่าง (Syringe)

3.2 สารเคมีที่ใช้

- Hydranal Coulomat AGK (Coulometric KF reagents grade)
- Hydranal Coulomat CGK (Coulometric KF reagents grade)

3.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

3.3.1 เสียบปลั๊กแล้วกดปุ่มสีแดงเพื่อเปิดเครื่อง จะมีเสียงแจ้งเตือน 1 ครั้ง หลังเปิดเครื่อง และหน้าจอจะแสดงดังนี้

Menu	ready
Method	KFC
ID1	
ID2	
Sample size	0.0616
Unit	g

3.3.2 กดปุ่มสีเขียว (START) รอจนกว่าค่า Drift ต่ำกว่า 20 จะมีเสียงแจ้งเตือน 1 ครั้ง และหน้าจอจะแสดง “Conditioning OK” แสดงว่าเครื่องพร้อมใช้งาน

3.3.3 นำเข็มฉีดตัวอย่าง (Syringe) ดูดตัวอย่างน้ำมันประมาณ 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปชั่งน้ำหนักที่แน่นอนด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.3.4 กด “START” ที่เครื่อง แล้วฉีดตัวอย่างน้ำมันเข้าไปในเครื่องจำนวน 10 หยด

Ref. code: 25666409036164KRV

3.3.5 นำตัวอย่างน้ำมันที่เหลือมาชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณหาน้ำหนักน้ำมันที่ฉีดเข้าไปในเครื่อง จากนั้นกด “OK” แล้วใส่ค่าน้ำหนักของน้ำมันที่คำนวณได้ เสร็จแล้วกด “OK” และกด “START”

3.3.6 เครื่องจะประมวลผลออกมาเป็นกราฟและค่าความชื้นที่วิเคราะห์ได้

3.3.7 จดบันทึกค่าความชื้นที่ได้

3.3.8 หลังการวิเคราะห์เสร็จแล้วให้ปิดสวิตซ์ซึ่งอยู่ด้านหน้าของเครื่องค้างไว้ 2-3 วินาทีและถอดปลั๊กออกให้เรียบร้อย

Ref. code: 25666409036164KRV

ช 4 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture content) ด้วยเครื่องอบลมร้อน (Hot air oven) (Shao และคณะ, 2016)

4.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- เครื่องอบลมร้อนยี่ห้อ Memmert รุ่น UF55
- จานแก้วเพาะเชื้อ (Petri dish glass)
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- โถดูดความชื้น (Desiccator)

4.2 สารเคมีที่ใช้

ไม่มี

4.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

4.3.1 ชั่งตัวอย่างผงแห้งจำนวน 1 กรัมลงในจานแก้วเพาะเชื้อ (Petri dish glass) ที่ผ่านการอบความร้อนและชั่งน้ำหนักที่แน่นอนไว้แล้ว

4.3.2 นำไปอบในเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง โดยตั้งระดับพัดลมของเครื่องอบลมร้อนไว้ที่ 0%

4.3.3 ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

4.3.4 ชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาปริมาณความชื้น

วิธีการคำนวณ

ปริมาณความชื้น (ร้อยละ) $= [(W_0-W_1)/W_0)] \times 100$

กำหนดให้

W_0 = น้ำหนักตัวอย่างผงแห้งเริ่มต้น (กรัม)

W_1 = น้ำหนักตัวอย่างผงแห้งหลังอบลมร้อน (กรัม)

Ref. code: 25666409036164KRV

ช 5 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ ยี่ห้อ Aqualab รุ่น CX2

5.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- เครื่องวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ ยี่ห้อ Aqualab รุ่น CX2

5.2 สารเคมีที่ใช้

ไม่มี

5.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

5.3.1 สภาวะแวดล้อมของการทดสอบ

ควรวางเครื่องวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระบนวัสดุที่มีผิวเรียบและแข็งแรง ในห้องที่มีอุณหภูมิและความชื้นคงที่

5.3.2 การเปิดเครื่อง

เสียบปลั๊กและกดปุ่มสวิตซ์เปิดซึ่งอยู่ด้านหลังเครื่อง (แนะนำให้ใช้ปลั๊กที่มีการต่อสายดิน) และควรอุ่นเครื่องไว้ทิ้งเป็นเวลา 15 นาที ก่อนวิเคราะห์ตัวอย่าง

5.3.3 การเตรียมตัวอย่าง มีดังนี้

5.3.3.1 ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ไม่ควรเกินครึ่งหนึ่งของถาดใส่ตัวอย่าง

5.3.3.2 ปริมาณตัวอย่างที่ใช้น้อยที่สุด ควรให้ครอบคลุมพื้นที่ของฐานถาดใส่ตัวอย่าง

5.3.3.3 ตรวจสอบอุณหภูมิตัวอย่างไม่ให้เกิน 4 องศาเซลเซียสกับอุณหภูมิของเครื่อง

5.3.4 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระของตัวอย่าง

5.3.4.1 วางถาดใส่ตัวอย่างลงในช่องที่กำหนด

5.3.4.2 หมุนสวิตซ์ไปที่ “READ” เพื่อเริ่มวิเคราะห์

5.3.4.3 เมื่อเครื่องวิเคราะห์เสร็จเรียบร้อยแล้ว จะมีเสียงแจ้งเตือน (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการตั้งโปรแกรมการแจ้งเตือน)

5.3.4.4 จดบันทึกค่าที่วิเคราะห์ได้

Ref. code: 25666409036164KRV

ช 6 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด (Acid value) (AOCS, 2017)

6.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
- บิวเรต (Burette) ขนาด 10 มิลลิลิตร
- กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 250 มิลลิลิตร
- ขวดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 100 มิลลิลิตร
- บีกเกอร์แก้ว (Glass beaker) ขนาด 2 ลิตร
- ขวดหยดสารเคมี ขนาด 60 มิลลิลิตร
- Magnetic bar
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- Hot plate stirrer

6.2 สารเคมีที่ใช้

- สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide, KOH) เข้มข้น 0.1 โมลาร์ (M)
- สารละลายผสมระหว่างไอโซโพรพานอล (Isopropanol) และโทลูอีน (Toluene) ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยปริมาตร
- สารละลายฟีนอฟทาลีน (Phenolphthalein) เข้มข้นร้อยละ 1 ใน ไอโซโพรพานอล (Isopropanol) (ใช้เป็น Indicator)

6.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

6.3.1 ชั่งตัวอย่างน้ำมันจำนวน 10 ± 0.02 กรัมลงในขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วบันทึกน้ำหนักที่แน่นอนไว้

6.3.2 เติมสารละลายผสมระหว่างไอโซโพรพานอล (Isopropanol) และโทลูอีน (Toluene) ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยปริมาตร จำนวน 125 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างน้ำมันพร้อมเขย่าให้ตัวอย่างละลายจนหมด

6.3.3 เติม Indicator จำนวน 10 หยด

6.3.4 ไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน 0.1 M KOH จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูและสีคงอยู่นาน 30 วินาที

Ref. code: 25666409036164KRV

หมายเหตุ: ก่อนการวิเคราะห์ตัวอย่าง ให้วิเคราะห์ Blank โดยใช้สารละลายผสมระหว่างไอโซโพรพานอล (Isopropanol) และโทลูอีน (Toluene) ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยปริมาตร จำนวน 125 มิลลิลิตร และจดปริมาตรสารละลายมาตรฐาน KOH ที่ใช้ในการไตเตรท

วิธีการคำนวณ

$$\text{Acid value (mg KOH/1 g Oil)} = \frac{(A - B) \times N \times 56.1}{W}$$

กำหนดให้

A = ปริมาตรสารละลายมาตรฐาน KOH ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่างให้เป็นกลาง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรสารละลายมาตรฐาน KOH ที่ใช้ในการไตเตรท Blank ให้เป็นกลาง (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน KOH (โมลาร์)

W = น้ำหนักตัวอย่างน้ำมัน (กรัม)

Ref. code: 25666409036164KRV

ช 7 การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) (AOCS, 2017)

7.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) แบบมีจุกแก้ว ขนาด 250 มิลลิลิตร
- บิวเรต (Burette) ขนาด 25 มิลลิลิตร
- กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 250 มิลลิลิตร
- ปิเปต (Measuring pipette) ขนาด 1 มิลลิลิตร
- กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 50 มิลลิลิตร
- ขวดหยดสารเคมี ขนาด 60 ml
- นาฬิกาจับเวลา (Stopwatch)
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- เครื่องกลั่นตัวทำละลายแบบสุญญากาศ (Rotary evaporator)
- เครื่องปั่นผสมสาร (Vortex mixer)

7.2 สารเคมีที่ใช้

- สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต (Sodium thiosulfate, $Na_2S_2O_3$) เข้มข้น 0.01 โมลาร์ (M)
- สารละลายผสมระหว่างกรดอะซิติก (Acetic acid) และไอโซออกเทน (Isooctane) ในอัตราส่วน 3 ต่อ 2 โดยปริมาตร
- สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (Potassium Iodide, KI) อิ่มตัว (เตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้งาน) เตรียมโดยชั่ง KI จำนวน 50 กรัม เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตรแล้วเก็บไว้ในที่มืดจนกว่าจะนำมาใช้ ก่อนนำไปใช้ให้ทดสอบสารละลายโดยการเติมน้ำแป้ง 2 หยด และสารละลายผสมระหว่างกรดอะซิติก (Acetic acid) และไอโซออกเทน (Isooctane) ในอัตราส่วน 3 ต่อ 2 โดยปริมาตร จำนวน 30 มิลลิลิตร ลงในสารละลาย KI อิ่มตัว 0.5 มิลลิลิตร ถ้าเกิดสีน้ำเงินให้ไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต (Sodium thiosulfate, $Na_2S_2O_3$) เข้มข้น 0.1 โมลาร์ (M) ถ้าใช้มากกว่า 1 หยดแล้วสีไม่เปลี่ยนให้ทิ้งสารละลาย KI อิ่มตัวนั้นไปแล้วเตรียมใหม่

Ref. code: 25666409036164KRV

- สารละลายน้ำแป้ง (ใช้เป็น Indicator) เตรียมโดยชั่ง Soluble Starch 1 กรัม เติมน้ำกลั่นที่เย็นลงไปปริมาณเล็กน้อยกวนให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน และเติมน้ำกลั่นต้มให้ครบ 200 มิลลิลิตร นำไปต้มจนเดือดและตั้งทิ้งไว้ให้เย็นลง แล้วกรองด้วยกระดาษกรองยี่ห้อ Whatman เบอร์ 4 หรือเทียบเท่า (ควรเตรียมน้ำแป้งใหม่ทุกครั้งที่มีการวิเคราะห์)
- สารละลาย Sodium dodecyl sulfate (SDS) เข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร เตรียมโดยชั่ง SDS จำนวน 10 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตรในขวดปริมาตร

7.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

7.3.1 ชั่งตัวอย่างน้ำมันจำนวน 5 ± 0.01 กรัมลงในขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask) แบบมีจุกแก้ว ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วบันทึกน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างไว้ (กรณีตัวอย่างผงแห้งหรืออิมัลชัน ให้นำไปสกัดไขมันก่อนโดยใช้สารละลายผสมระหว่างกรดอะซิติก (Acetic acid) และไอโซออกเทน (Isooctane) ในอัตราส่วน 3 ต่อ 2 โดยปริมาตร แล้วนำไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นตัวทำละลายแบบสุญญากาศ จากนั้นจึงนำไขมันที่สกัดได้ไปวิเคราะห์หาค่าเปอร์ออกไซด์)

7.3.2 เติมสารละลายผสมระหว่างกรดอะซิติก (Acetic acid) และไอโซออกเทน (Isooctane) ในอัตราส่วน 3 ต่อ 2 โดยปริมาตร จำนวน 50 มิลลิลิตร ปิดจุกแก้วและเขย่าจนตัวอย่างละลายจนหมด แล้วเติมสารละลาย KI อิ่มตัว จำนวน 0.5 มิลลิลิตร โดยใช้ปิเปต (Measuring pipette) ขนาด 1 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้เข้ากัน

7.3.3 ตั้งสารละลายทิ้งไว้และเขย่าสารละลายเป็นระยะอย่างน้อย 3 ครั้งในช่วงเวลา 1 นาที และเติมน้ำกลั่นจำนวน 30 มิลลิลิตร

7.3.4 ไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน $Na_2S_2O_3$ เข้มข้น 0.01 โมลาร์ ค่อยๆเขย่าอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่งสีเหลืองของไอโอดีนเกือบจะหายไป ให้เติมสารละลาย SDS เข้มข้นร้อยละ 10 โดยมวลต่อปริมาตร จำนวน 0.5 มิลลิลิตรและน้ำแป้ง จำนวน 0.5 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าให้เข้ากัน แล้วไตเตรทต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงินชั้นบนของสารละลายหายไปเปลี่ยนเป็นไม่มีสี

7.3.5 บันทึกปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ในการไตเตรท

Ref. code: 25666409036164KRV

หมายเหตุ: ก่อนการวิเคราะห์ตัวอย่าง ให้วิเคราะห์ Blank เพื่อทดสอบสารละลายที่ใช้ก่อน โดยขั้นตอนการวิเคราะห์เหมือนกับการวิเคราะห์ตัวอย่างแต่ไม่เติมน้ำมัน ซึ่งเมื่อไตเตรทกับ สารละลาย $Na_2S_2O_3$ เข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตรของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ไม่ควรเกิน 0.1 มิลลิลิตร

วิธีการคำนวณ

$$\text{Peroxide value (milliequivalent / kg oil)} = \frac{(S - B) \times M \times 1000}{W}$$

กำหนดให้

S = ปริมาตรสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ในการไตเตรท Blank (มิลลิลิตร)

M = ความเข้มข้นของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ในการไตเตรท (โมลาร์)

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

Ref. code: 25666409036164KRV

ช 8 การวิเคราะห์ค่าพาราอะนิซิดีน (p-Anisidine value) (AOCS, 2017)

8.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)
- หลอดทดลอง (Test tube) แบบมีฝาปิด ขนาด 10 มิลลิลิตร
- ขวดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 25 มิลลิลิตร
- ปิเปต (Volumetric pipette) ขนาด 1 และ 5 มิลลิลิตร
- นาฬิกาจับเวลา (Stopwatch)
- คิวเวตท์แก้ว (Glass cuvette) ขนาด 1 เซนติเมตร
- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- เครื่องปั่นผสมสาร (Vortex mixer)
- เครื่องกลั่นตัวทำละลายแบบสุญญากาศ (Rotary evaporator)

8.2 สารเคมีที่ใช้

- ไอโซออกเทน (Isooctane)
- กรดอะซิติก (Glacial acetic acid)
- สารละลายพาราอะนิซิดีน (p-Anisidine) เตรียมโดยการชั่งสาร p-Anisidine จำนวน 0.25 กรัมละลายใน Glacial acetic acid ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ตรวจสอบก่อนการนำไปใช้งานโดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 350 นาโนเมตร และใช้ไอโซออกเทน (Isooctane) เป็น Blank ถ้าค่าการดูดกลืนแสงมากกว่า 0.2 ต้องเตรียมใหม่

8.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

8.3.1 อุ่นตัวอย่างน้ำมันให้เป็นเนื้อเดียวกัน

8.3.2 ชั่งตัวอย่างน้ำมันจำนวน 0.5 ± 0.001 กรัมลงในขวดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร บันทึกน้ำหนักของตัวอย่างที่แน่นอนไว้ (กรณีตัวอย่างผงแห้งหรืออิมัลชัน ให้นำไปสกัดไขมันก่อนโดยใช้ไอโซออกเทน (Isooctane) แล้วนำไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นตัวทำละลายแบบสุญญากาศ จากนั้นจึงนำไขมันที่สกัดได้ไปวิเคราะห์หาค่าพาราอะนิซิดีน)

8.3.3 เติมไอโซออกเทน (Isooctane) และปรับปริมาตรให้ครบ 25 มิลลิลิตร ผสมสารละลายไอโซออกเทน (Isooctane) และตัวอย่างน้ำมันให้เป็นเนื้อเดียวกัน

Ref. code: 25666409036164KRV

8.3.4 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 350 นาโนเมตรโดยใช้ไอโซออกเทน (Isooctane) เป็น Blank บันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้

8.3.5 ใช้ปิเปต (Volumetric pipette) ขนาด 5 มิลลิลิตร ดูดสารละลายในข้อ 8.3.3 จำนวน 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่ 1

8.3.6 ใช้ปิเปต (Volumetric pipette) ขนาด 5 มิลลิลิตร ดูดไอโซออกเทน (Isooctane) จำนวน 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่ 2

8.3.7 ใช้ปิเปต (Volumetric pipette) ขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดสารละลายพารา อะนิซิดีน (p-Anisidine) จำนวน 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่ 1 และหลอดทดลองที่ 2 ในข้อ 8.3.5 และ 8.3.6 แล้วเขย่าผสมให้เข้ากัน

8.3.8 ทิ้งไว้ในที่มืด 10 นาที

8.3.9 ใช้สารละลายในหลอดทดลองที่ 2 ในการปรับค่าการดูดกลืนแสงให้เป็น “ศูนย์” (Blank) ที่ 350 นาโนเมตร

8.3.10 วัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง (สารละลายในหลอดทดลองที่ 1) ที่ 350 นาโนเมตร บันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้

วิธีการคำนวณ

$$\text{p- Anisidine value} = \frac{25 \times (1.2A_s - A_b)}{m}$$

กำหนดให้

A_s = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างหลังทำปฏิกิริยากับสารลาย p-Anisidine

A_b = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายน้ำมันเริ่มต้น

m = น้ำหนักของตัวอย่างน้ำมัน (กรัม)

Ref. code: 25666409036164KRV

ช 9 การวิเคราะห์ค่าไอโอดีน (Iodine value, IV) (AOCS, 2022)

9.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- ปิเปต (Measuring pipette) ขนาด 1 และ 50 มิลลิลิตร
- ปิเปต (Volumetric pipette) ขนาด 5 มิลลิลิตร
- ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) แบบมีจุกแก้ว ขนาด 250 และ 500 มิลลิลิตร
- บิวเรต (Burette) ขนาด 25 มิลลิลิตร
- กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 50, 100 และ 250 มิลลิลิตร
- นาฬิกาจับเวลา (Stopwatch)
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

9.2 สารเคมีที่ใช้

- Wijs Solution
- สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (Potassium iodide, KI) เข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก เตรียมโดยชั่ง KI จำนวน 100 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1000 มิลลิลิตร (ควรเตรียมใช้ใหม่ทุกครั้ง)
- ไซโคลเฮกเซน (Cyclohexane)
- กรดอะซิติก (Acetic acid)
- สารละลายผสมระหว่างไซโคลเฮกเซน (Cyclohexane) และกรดอะซิติก (Acetic acid) ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยปริมาตร ทดสอบก่อนการใช้งานโดยนำสารละลายผสมจำนวน 10 มิลลิลิตร เติมสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium dichromate) อิ่มตัว จำนวน 1 มิลลิลิตร และกรดซัลฟูริก (Sulfuric acid) จำนวน 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันจะต้องไม่มีสีเขียวเกิดขึ้น
- Hydrochloric acid
- สารละลายน้ำแป้ง 1 % เตรียมโดย : ชั่ง Soluble Starch 1 กรัม เติมน้ำกลั่นเล็กน้อย กวนให้เป็นเนื้อเดียวกัน และเติมน้ำกลั่นต้มครบ 100 มล. ต้มอีกเล็กน้อย กรองกับกระดาษกรอง Whatman No. 4 หรือเทียบเท่า ทิ้งให้เย็น (ควรเตรียมใช้ใหม่ทุกครั้ง)
- Potassium dichromate : นำไปอบที่อุณหภูมิ 110 °C นาน 2 ชั่วโมงก่อนนำไปใช้งาน
- สารละลายมาตรฐาน Sodium thiosulfate ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) 0.1 M

Ref. code: 25666409036164KRV

9.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

9.3.1 เตรียมตัวอย่างน้ำมันให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยการอุ่นด้วยน้ำอุ่นที่อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส และกรองผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 หรือเทียบเท่าจำนวน 1 แผ่น ที่มี Sodium sulfate anhydrous ประมาณ 1 กรัม เพื่อกำจัดกากและน้ำ

9.3.2 น้ำมันที่ได้จากการกรองต้องมีอุณหภูมิ 68-71±1 องศาเซลเซียส ก่อนทำการชั่งตัวอย่าง

9.3.3 ชั่งตัวอย่างน้ำมันที่ได้จากข้อ 9.3.2 จำนวน 0.10 ± 0.0010 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) แบบมีจุกแก้ว ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่สะอาดและแห้งสนิท แล้วเติมสารละลายผสมระหว่างไซโคลเฮกเซน (Cyclohexane) และกรดอะซิติก (Acetic acid) ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยปริมาตร จำนวน 15 มิลลิลิตรลงไป เขย่าให้น้ำมันละลายจนหมด

9.3.4 เติม Wijs solution จำนวน 25 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่าง และปิดจุกแก้ว เขย่าให้ตัวอย่างผสมเข้ากัน

9.3.5 เก็บไว้ในที่มืด ตามระยะเวลาดังนี้

- ถ้าค่า IV < 150 เก็บไว้ในที่มืด 1 ชั่วโมง
- ถ้าค่า IV ≥ 150 เก็บไว้ในที่มืด 2 ชั่วโมง

9.3.6 เติมสารละลาย KI เข้มข้นร้อยละ 10 โดนน้ำหนัก จำนวน 20 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่นจำนวน 100 มิลลิลิตร

9.3.7 ไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน $Na_2S_2O_3$ เข้มข้น 0.1 โมลาร์ โดยกวน (Stirrer) สารละลายอย่างต่อเนื่องขณะไตเตรท จนกระทั่งสีเหลืองเริ่มจาง (เกือบหายไป) ให้เติมน้ำแป้งเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก จำนวน 1-2 มิลลิลิตร แล้วไตเตรทต่อจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป บันทึกปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ในการไตเตรท

หมายเหตุ: ในการวิเคราะห์ตัวอย่างให้วิเคราะห์ Blank ก่อนทุกครั้ง

Ref. code: 25666409036164KRV

วิธีการคำนวณ

$$\text{Iodine value} = \frac{(B - S) \times M \times 12.69}{W}$$

กำหนดให้

S = ปริมาตรของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ไตเตรท Blank (มิลลิลิตร)

M = ความเข้มข้นของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ในการไตเตรท (โมลาร์)

W = น้ำหนักน้ำมันตัวอย่าง (กรัม)

Ref. code: 25666409036164KRV

ช 10 การวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน (Fatty acid composition) (AOCS, 2017)

10.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- เครื่อง Gas chromatograph (GC) ยี่ห้อ Agilent รุ่น 7820A
- เครื่องให้ความร้อนหลอดทดลอง (Dry block heater)
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- เครื่องกวนสารละลายพร้อมให้ความร้อน (Hot plate stirrer)
- หลอดทดลองพร้อมฝาปิดขนาด 15 มิลลิลิตร
- ขวดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 25 และ 100 มิลลิลิตร
- เครื่องผสมสาร (Vortex mixer)
- นาฬิกาจับเวลา (Stopwatch)
- ขวดไวแอล (Vial) ขนาด 2 มิลลิลิตร
- เครื่องกลั่นตัวทำละลายแบบสุญญากาศ (Rotary evaporator)

10.2 สารเคมีที่ใช้

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, NaOH) ในเมทิลแอลกอฮอล์ (MeOH) เข้มข้น 0.5 โมลาร์ เตรียมโดยชั่ง NaOH จำนวน 2 กรัม ละลายด้วย MeOH แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร
- สารละลายเมทิลแอลกอฮอล์ (Methyl alcohol, MeOH)
- สารละลายโบรอนไตรฟลูออไรด์ในเมธานอล (Boron trifluoride in methanol solution) เข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก
- ไอโซออกเทน (Isooctane)
- สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride, NaCl) อิ่มตัว เตรียมโดยชั่ง NaCl จำนวน 36 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร
- $C_{19:0}$ Methyl ester (Internal Standard, IS) เตรียมโดยชั่ง $C_{19:0}$ Methyl ester จำนวน 25 ± 0.1 มิลลิกรัม ลงในขวดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 25 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยไอโซออกเทน (Isooctane) ให้ครบ 25 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารละลาย IS จำนวน 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร ปกคลุมด้วยแก๊สไนโตรเจนให้แห้งแล้วนำไปแช่แข็ง สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

Ref. code: 25666409036164KRV

10.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

10.3.1 ชั่งตัวอย่างน้ำมันจำนวน 25±0.1 มิลลิกรัม ลงในหลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร (กรณีตัวอย่างผงแห้ง ให้นำไปสกัดไขมันก่อนโดยใช้ไอโซออกเทน (Isooctane) แล้วนำไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นตัวทำละลายแบบสุญญากาศ จากนั้นจึงนำไขมันที่สกัดได้ไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบของกรดไขมัน)

10.3.2 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, NaOH) ในเมทิลแอลกอฮอล์ (MeOH) เข้มข้น 0.5 โมลาร์ ปริมาตร 1.5 มิลลิลตร ลงไปในหลอดทดลองที่มีตัวอย่างน้ำมันอยู่ แล้วปกคลุมด้วยแก๊สไนโตรเจน ปิดฝาให้แน่น ผสมให้เข้ากัน และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที

10.3.3 วางหลอดทดลองทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อสารละลายเย็นตัวลงให้เติมสารละลายโบรอนไตรฟลูออไรด์ในเมธานอล (Boron trifluoride in methanol solution) ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ลงไปจำนวน 2 มิลลิลิตร แล้วปกคลุมด้วยแก๊สไนโตรเจน ผสมให้เข้ากัน และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

10.3.4 วางหลอดทดลองทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อสารละลายเย็นตัวลง (30-40 องศาเซลเซียส) ให้เติมไอโซออกเทน (Isooctane) จำนวน 1 มิลลิลิตร ปกคลุมด้วยแก๊สไนโตรเจน ปิดฝาแล้วผสมให้เข้ากันนาน 30 วินาที

10.3.5 เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) จำนวน 5 มิลลิลิตร ทันที ปกคลุมด้วยแก๊สไนโตรเจน และผสมให้เข้ากัน

10.3.6 วางหลอดทดลองทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องให้สารละลายเย็นตัวลง ไอโซออกเทน (Isooctane) จะเกิดการแยกชั้นออกจากชั้นน้ำ ให้ดูดชั้นของไอโซออกเทน (Isooctane) (ชั้นบน) ใส่ขวดไวแอล (Vial) ขนาด 2 มิลลิลิตร ปกคลุมด้วยแก๊สไนโตรเจนแล้วปิดฝาทันที

10.3.7 นำชั้นน้ำที่เหลือยู่ (ชั้นล่าง) มาสกัดซ้ำตามข้อ 9.3.4 อีกครั้ง ปกคลุมด้วยแก๊สไนโตรเจน และผสมให้เข้ากัน เมื่อไอโซออกเทน (Isooctane) เกิดการแยกออกจากชั้น ให้ดูดชั้นของไอโซออกเทน (Isooctane) (ชั้นบน) ใส่ขวดไวแอล (Vial) ขนาด 2 มิลลิลิตร ปกคลุมด้วยแก๊สไนโตรเจนแล้วปิดฝาทันที (สังเกตชั้นของไอโซออกเทนต้องใสและไม่มีตะกอน)

Ref. code: 25666409036164KRV

10.3.8 นำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC โดยใช้สภาวะของการวิเคราะห์ดังนี้

- Column: Agilent DB-FATWAX UI, 30 m x0.25 mm x 0.25 µm
- Inlet: 250 °C, split/splitless mode, split ratio 50:1
- Carrier: Helium, constant flow 30 cm/s at 180 °C
- Oven: 180 °C (2 min.), 2 °C/min to 210 °C (35 min.)
- FID: 280 °C
- Injection: 1 µL

Ref. code: 25666409036164KRV

ช 11 การวิเคราะห์ความสามารถในการละลายน้ำ (Water solubility) (ดัดแปลงจาก Eastman and Moore, 1984)

11.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge)
- เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
- เครื่องผสมสาร (Vortex mixer)
- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- จานแก้วเพาะเชื้อ (Petri dish glass)
- ปิเปตขนาด 5 มิลลิลิตร
- โถดูดความชื้น (Desiccator)

11.2 สารเคมีที่ใช้

ไม่มี

11.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

11.3.1 เตรียมน้ำกลั่นจำนวน 100 มิลลิลิตร ในหลอด Centrifuge ขนาด 250 มิลลิลิตร

11.3.2 ชั่งตัวอย่างผงแห้งจำนวน 1 กรัม เติมลงในน้ำกลั่นที่เตรียมไว้ในข้อ 11.3.1

11.3.3 ผสมให้เข้ากันที่ระดับความเร็ว 3,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 10 นาที

11.3.4 นำสารละลายที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงที่ระดับความเร็ว 3000 x g เป็นเวลา 5 นาที

11.3.5 ใช้ปิเปตดูดสารละลายส่วนบนของหลอด Centrifuge ทันที จำนวน 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานแก้วเพาะเชื้อ (Petri dish glass) ที่ผ่านการอบความร้อนและชั่งน้ำหนักที่แน่นอนไว้แล้ว

11.3.6 นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

11.3.7 ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

11.3.8 คำนวณความสามารถในการละลายน้ำ ดังนี้

Ref. code: 25666409036164KRV

วิธีการคำนวณ

ความสามารถในการละลายน้ำ (ร้อยละ) = $(W_1/W_0) \times 4 \times 100$

กำหนดให้

W_0 คือ น้ำหนักผงแห้งเริ่มต้น (1 กรัม)

W_1 คือ น้ำหนักของแข็งที่ได้หลังการอบ (กรัม)

Ref. code: 25666409036164KRV

ช 12 การวิเคราะห์ปริมาณไขมันทั้งหมด (Total oil, TO) (AOAC 920.39, 2016)

12.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- เครื่องสกัดไขมัน ยี่ห้อ FOSS รุ่น ST243
- เครื่องทำความเย็น
- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- ถ้วยสกัด (Aluminum extraction cup)
- หลอดสำหรับการสกัด (Cellulose thimble) ขนาด 26 มิลลิเมตร
- โถดูดความชื้น (Desiccator)

12.2 สารเคมีที่ใช้

- ปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether)

12.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

12.3.1 นำ Extraction cup ไปอบที่อุณหภูมิ 103±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

12.3.2 นำ Extraction cup ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งและบันทึกน้ำหนักของ Extraction cup

12.3.3 ชั่งตัวอย่างจำนวน 2 กรัม ลงบนกระดาษกรองแล้วใส่ลงใน Thimble และนำเข้าเครื่อง

12.3.4 เติม Petroleum ether จำนวน 40 มิลลิลิตร ลงใน Extraction cup

12.3.5 วิเคราะห์ตัวอย่างโดยตั้งค่า ดังนี้

- อุณหภูมิที่ใช้ 90 °C
- Step 1 Boiling 20 นาที
- Step 2 Rinsing 40 นาที
- Step 3 Recovery 10 นาที
- Step 4 Pre drying 1 นาที

12.3.6 เมื่อเสร็จขั้นตอน Step 4 Pre drying ให้นำ Extraction cup ออกจากเครื่องแล้วนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 103 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

12.3.7 ทิ้งไว้ในเย็นในโถดูดความชื้น แล้วบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน

Ref. code: 25666409036164KRV

12.3.8 คำนวณปริมาณไขมันทั้งหมด ดังนี้

วิธีการคำนวณ

ปริมาณไขมันทั้งหมด (ร้อยละ) = $[(W_3 - W_2)/W_1] \times 100$

กำหนดให้

W_1 คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนัก Extraction cup (กรัม)

W_3 คือ น้ำหนักรวมของตัวอย่างที่ผ่านการสกัดและน้ำหนัก Extraction cup (กรัม)

Ref. code: 25666409036164KRV

ช 13 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันบนพื้นผิว (Surface oil, SO) (ดัดแปลงจาก Bae and Lee, 2008)

13.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- โถดูดความชื้น (Desiccator)
- เครื่องผสมสาร (Vortex mixer)
- กระดาษกรองยี่ห้อ Whatman เบอร์ 1
- กรวยกรอง Buchner
- เครื่องกรองแบบสุญญากาศ
- เครื่องกลั่นระเหยสารแบบสุญญากาศ (Rotary evaporator)

13.2 สารเคมีที่ใช้

- เอททิลอีเทอร์ (Ethyl ether)

13.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

13.3.1 ชั่งตัวอย่างผงแห้งจำนวน 1 กรัม

13.3.2 เติม Ethyl ether จำนวน 7.5 มิลลิลิตร และผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 2 นาที ด้วยเครื่องปั่นผสมสาร (Vortex mixer)

13.3.3 กรองผ่านกระดาษกรองยี่ห้อ Whatman เบอร์ 1 และใช้ Ethyl ether ชะตัวอย่างที่อยู่บนกระดาษกรองอีก 3 รอบ รอบละ 10 มิลลิลิตร

13.3.4 นำสารละลายที่ได้ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยสารแบบสุญญากาศ (Rotary evaporator)

13.3.5 ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

13.3.6 คำนวณปริมาณน้ำมันที่ได้

วิธีการคำนวณ

ปริมาณน้ำมันบนพื้นผิว (ร้อยละ) = $[(W_0-W_1)/W_0] \times 100$

กำหนดให้

W_0 คือ น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

W_1 คือ น้ำหนักตัวอย่างที่ได้หลังสกัดและระเหยตัวทำลายออก (กรัม)

Ref. code: 25666409036164KRV

ช 14 ประสิทธิภาพของการห่อหุ้ม (Encapsulation efficiency, EE) (Giorgio และคณะ, 2019)

ประสิทธิภาพของการห่อหุ้ม (EE) คำนวณจากปริมาณไขมันทั้งหมด (TO) และปริมาณน้ำมันพื้นผิว (SO) ดังนี้

วิธีการคำนวณ

ประสิทธิภาพของการห่อหุ้ม (ร้อยละ) = [(TO-SO)/TO] x 100

กำหนดให้
TO คือ ปริมาณไขมันทั้งหมด (ร้อยละ)
SO คือ ปริมาณน้ำมันบนพื้นผิว (ร้อยละ)

Ref. code: 25666409036164KRV

ช 15 การหาค่าดัชนีความคงตัวของอิมัลชัน (Emulsion stability index, ESI) (Sarkar and Singhal, 2011)

15.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- หลอดทดลองแบบมีฝาปิด ขนาด 10 มิลลิลิตร
- ตะแกรงวางหลอดทดลอง
- ไม้บรรทัด
- ปิเปตอัตโนมัติ (Automatic pipette) ขนาด 5 มิลลิลิตร

15.2 สารเคมีที่ใช้

- ไม่มี

15.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

15.3.1 ดูดตัวอย่างอิมัลชันปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร จำนวน 3 หลอด แล้วปิดฝาให้สนิท

15.3.2 วัดระยะความสูงของอิมัลชันเริ่มต้น (ที่เวลา 0 ชั่วโมง) (H_0)

15.3.3 ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง และสังเกตการแยกชั้นของอิมัลชันที่ระยะเวลาต่างๆ พร้อมใช้ไม้บรรทัดวัดระยะของอิมัลชันที่เกิดการแยกชั้นทั้งส่วนที่ลอยตัวขึ้นด้านบน (H_1) และส่วนที่ตกลงด้านล่างของหลอดทดลอง (H_2)

ข้อควรระวัง: ควรตั้งอิมัลชันทิ้งไว้บนโต๊ะที่มีความแข็งแรงและไม่มีการสั่นสะเทือน

วิธีการคำนวณ

$$ESI\ (\%) = [1- ((H_1+H_2)/H_0)] \times 100$$

กำหนดให้

H_0 คือ ความสูงของอิมัลชันเริ่มต้น (เซนติเมตร)

H_1 คือ ระยะของอิมัลชันที่แยกชั้นลอยตัวขึ้นด้านบน (เซนติเมตร)

H_2 คือ ระยะของอิมัลชันที่แยกชั้นตกลงด้านล่าง (เซนติเมตร)

Ref. code: 25666409036164KRV

ช 16 การทดสอบความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชัน (Oxidative stability) (Alarcon-Moyano and Matiacevich, 2019)

16.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- เครื่องทดสอบความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันยี่ห้อ Anton Paar รุ่น RapidOxy 100
- เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

16.2 สารเคมีที่ใช้

- แก๊สออกซิเจนบริสุทธิ์ 99.7%

16.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

16.3.1 เสียบปลั๊กและกดปุ่มเปิด-ปิดด้านหลังเครื่อง เพื่อเปิดเครื่อง

16.3.2 ตั้งชื่อตัวอย่างตามต้องการ

16.3.3 ตั้งโปรแกรมการทดสอบ โดยในงานวิจัยนี้ตั้งโปรแกรมการทดสอบ ดังนี้

- อุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบ เท่ากับ 80 องศาเซลเซียส
- ความดันแก๊สออกซิเจน เท่ากับ 700 กิโลปาสคาล (kPa)
- Stop criterion เท่ากับ 1%

16.3.4 กดปุ่ม “Start” เพื่อยืนยันโปรแกรม

16.3.5 ชั่งตัวอย่างลงในถาดวางตัวอย่าง ใส่ O-ring และปิดฝาเครื่องให้แน่น

16.3.6 เปิดวาส์วแก๊สออกซิเจน

16.3.7 กดปุ่ม “Start” เครื่องจะเริ่มทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง

16.3.8 เมื่อการวิเคราะห์เสร็จสิ้น เครื่องจะมีเสียงแจ้งเตือน

16.3.9 จดบันทึกค่า Induction time ซึ่งจะแสดงบนหน้าจอของเครื่อง

16.3.10 ปิดวาส์วแก๊สออกซิเจน

16.3.11 นำถาดใส่ตัวอย่างไปล้างทำความสะอาด

16.3.12 กดปุ่มเปิด-ปิดด้านหลังเครื่อง เพื่อปิดเครื่องและถอดปลั๊กออกให้เรียบร้อย

ข้อควรระวัง: การตั้งค่าความดันออกซิเจนเริ่มต้นในการทดสอบไม่ควรเกิน 8 kPa และเมื่ออยู่ในช่วงระหว่างการทดสอบจะต้องมีค่าความดันออกซิเจนไม่เกิน 18 kPa

Ref. code: 25666409036164KRV

ส่วนประกอบของเครื่องทดสอบความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชัน (ด้านหน้า)

1 = ฝาเกลียวหมุนสำหรับช่องใส่ตัวอย่าง

2 = หน้าจอ

3 = ช่องสำหรับใส่ตัวอย่าง

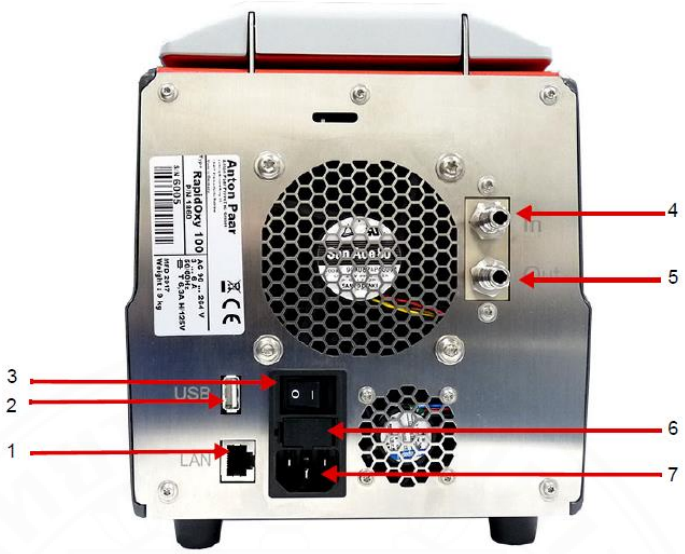
4 = ตัวล็อคฝาครอบเครื่องขณะทำการทดสอบ

5 = ฝาเครื่อง

6 =ที่จับฝาเครื่องสำหรับเปิด-ปิด

7 = ช่องเสียบ USB

Ref. code: 25666409036164KRV



ส่วนประกอบของเครื่องทดสอบความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชัน (ด้านหลัง)

1 = ช่องเสียบสายแลน

2 = ช่องเสียบ USB

3 = ปุ่มเปิด-ปิดเครื่อง

4 = ช่องทางเข้าของแก๊สออกซิเจน

5 = ช่องทางออกของแก๊สออกซิเจน

6 = ช่องใส่ฟิวส์

7 = ช่องต่อปลั๊กไฟ

Ref. code: 25666409036164KRV

ภาคผนวก ซ

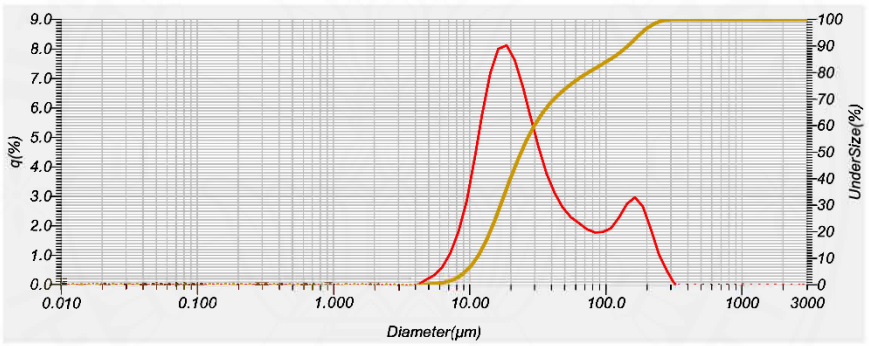
ผลวิเคราะห์ขนาดอนุภาค ($D_{4,3}$) ผงกรดไขมันโอเมก้า-3

ซ 1 ผลวิเคราะห์ขนาดอนุภาค ($D_{4,3}$) ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-TO-0.5

2023.07.11 15:28:15

HORIBA Laser Scattering Particle Size Distribution Analyzer LA-950

Sample Name	: P-TO-0.5	Median Size	: 23.87214(um) : (D)90.00 (%)- 144.7621(um)
ID#	: 20230711152719?	Mean Size	: 49.3331(um)
Data Name	: 20230711152719?	Std.Dev.	: 56.5823(um)
Transmittance(R)	: 98.8(%)	Geo.Mean Size	: 30.4898(um)
Transmittance(B)	: 98.8(%)	Geo.Std.Dev.	: 2.5202(um)
Circulation Speed	: 5	Mode Size	: 18.5413(um)
Agitation Speed	: 5	Span	: OFF
Ultra Sonic	: 01:45 (7)	Diameter on Cumulative %	: (2)10.00 (%)- 11.2161(um)
Form of Distribution	: Auto		: (5)50.00 (%) 23.8721(um)
Distribution Base	: Volume		
Refractive Index (R)	: 1.52-0.00i[1.52-0.00i(1.520 - 0.000),Water(1.333)]		
Refractive Index (B)	: 1.52-0.00i[1.52-0.00i(1.520 - 0.000),Water(1.333)]		
Material	:		
Source	:		
Lot Number	:		
Test or Assay. Number	:		



No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)
1	0.011	0.000	0.000	25	0.296	0.000	0.000	49	7.697	1.083	2.152	73	200.000	2.650	96.852
2	0.013	0.000	0.000	26	0.339	0.000	0.000	50	8.816	1.774	3.926	74	229.075	1.866	98.518
3	0.015	0.000	0.000	27	0.389	0.000	0.000	51	10.097	2.794	6.720	75	262.376	1.020	99.538
4	0.017	0.000	0.000	28	0.445	0.000	0.000	52	11.565	4.235	10.956	76	300.518	0.462	100.000
5	0.020	0.000	0.000	29	0.510	0.000	0.000	53	13.246	5.823	16.778	77	344.206	0.000	100.000
6	0.022	0.000	0.000	30	0.584	0.000	0.000	54	15.172	7.187	23.965	78	394.244	0.000	100.000
7	0.026	0.000	0.000	31	0.669	0.000	0.000	55	17.377	7.995	31.961	79	451.556	0.000	100.000
8	0.029	0.000	0.000	32	0.766	0.000	0.000	56	19.904	8.116	40.077	80	517.200	0.000	100.000
9	0.034	0.000	0.000	33	0.877	0.000	0.000	57	22.797	7.632	47.709	81	592.387	0.000	100.000
10	0.039	0.000	0.000	34	1.005	0.000	0.000	58	26.111	6.747	54.456	82	678.504	0.000	100.000
11	0.044	0.000	0.000	35	1.151	0.000	0.000	59	29.907	5.693	60.149	83	777.141	0.000	100.000
12	0.051	0.000	0.000	36	1.318	0.000	0.000	60	34.255	4.652	64.802	84	890.116	0.000	100.000
13	0.058	0.000	0.000	37	1.510	0.000	0.000	61	39.234	3.758	68.560	85	1019.515	0.000	100.000
14	0.067	0.000	0.000	38	1.729	0.000	0.000	62	44.938	3.103	71.664	86	1167.725	0.000	100.000
15	0.076	0.000	0.000	39	1.981	0.000	0.000	63	51.471	2.622	74.285	87	1337.481	0.000	100.000
16	0.087	0.000	0.000	40	2.269	0.000	0.000	64	58.953	2.292	76.578	88	1531.914	0.000	100.000
17	0.100	0.000	0.000	41	2.599	0.000	0.000	65	67.523	2.093	78.671	89	1754.613	0.000	100.000
18	0.115	0.000	0.000	42	2.976	0.000	0.000	66	77.339	1.887	80.558	90	2009.687	0.000	100.000
19	0.131	0.000	0.000	43	3.409	0.000	0.000	67	88.583	1.775	82.334	91	2301.841	0.000	100.000
20	0.150	0.000	0.000	44	3.905	0.000	0.000	68	101.480	1.788	84.122	92	2636.487	0.000	100.000
21	0.172	0.000	0.000	45	4.472	0.000	0.000	69	116.210	1.909	86.031	93	3000.000	0.000	100.000
22	0.197	0.000	0.000	46	5.122	0.168	0.168	70	133.103	2.276	88.307				
23	0.226	0.000	0.000	47	5.867	0.322	0.490	71	152.453	2.737	91.044				
24	0.259	0.000	0.000	48	6.720	0.599	1.089	72	174.616	2.958	94.002				

1 / 1

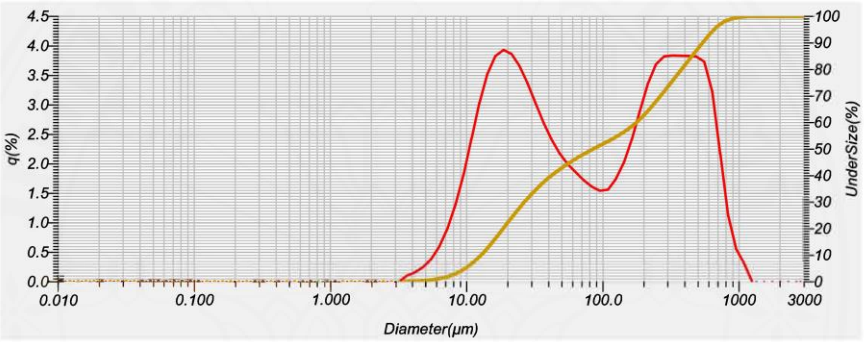
Ref. code: 25666409036164KRV

ซ 2 ผลวิเคราะห์ขนาดอนุภาค ($D_{4,3}$) ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-TO-1.0

2023.07.17 14:04:42

HORIBA Laser Scattering Particle Size Distribution Analyzer LA-950

Sample Name	: P-TO-1.0	Median Size	: 84.59084(um) : (9)90.00 (%)- 538.3254(um)
ID#	: 202307171404200	Mean Size	: 194.68808(um)
Data Name	: 202307171404200	Std.Dev.	: 221.8017(um)
Transmittance(R)	: 92.2(%)	Geo.Mean Size	: 83.0613(um)
Transmittance(B)	: 92.5(%)	Geo.Std.Dev.	: 4.2471(um)
Circulation Speed	: 5	Mode Size	: 18.6080(um)
Agitation Speed	: 5	Span	: OFF
Ultra Sonic	: 02:34 (7)	Diameter on Cumulative %	: (2)10.00 (%)- 12.7095(um)
Form of Distribution	: Auto		: (5)50.00 (%)- 84.5908(um)
Distribution Base	: Volume		
Refractive Index (R)	: 1.52-0.00i[1.52-0.00i(1.520 - 0.000i),Water(1.333)]		
Refractive Index (B)	: 1.52-0.00i[1.52-0.00i(1.520 - 0.000i),Water(1.333)]		
Material	:		
Source	:		
Lot Number	:		
Test or Assay. Number	:		



No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)
1	0.011	0.000	0.000	25	0.296	0.000	0.000	49	7.697	0.893	2.381	73	200.000	2.892	62.719
2	0.013	0.000	0.000	26	0.339	0.000	0.000	50	8.816	1.291	3.672	74	229.075	3.362	66.082
3	0.015	0.000	0.000	27	0.389	0.000	0.000	51	10.097	1.806	5.478	75	262.376	3.687	69.769
4	0.017	0.000	0.000	28	0.445	0.000	0.000	52	11.565	2.418	7.896	76	300.518	3.818	73.587
5	0.020	0.000	0.000	29	0.510	0.000	0.000	53	13.246	3.027	10.922	77	344.206	3.834	77.421
6	0.022	0.000	0.000	30	0.584	0.000	0.000	54	15.172	3.521	14.443	78	394.244	3.830	81.252
7	0.026	0.000	0.000	31	0.669	0.000	0.000	55	17.377	3.826	18.270	79	451.556	3.829	85.081
8	0.029	0.000	0.000	32	0.766	0.000	0.000	56	19.904	3.929	22.199	80	517.200	3.819	88.899
9	0.034	0.000	0.000	33	0.877	0.000	0.000	57	22.797	3.858	26.057	81	592.387	3.732	92.631
10	0.039	0.000	0.000	34	1.005	0.000	0.000	58	26.111	3.656	29.713	82	678.504	3.235	95.866
11	0.044	0.000	0.000	35	1.151	0.000	0.000	59	29.907	3.363	33.075	83	777.141	2.166	98.032
12	0.051	0.000	0.000	36	1.318	0.000	0.000	60	34.255	3.020	36.096	84	890.116	1.114	99.146
13	0.058	0.000	0.000	37	1.510	0.000	0.000	61	39.234	2.690	38.785	85	1019.515	0.549	99.695
14	0.067	0.000	0.000	38	1.729	0.000	0.000	62	44.938	2.408	41.193	86	1167.725	0.305	100.000
15	0.076	0.000	0.000	39	1.981	0.000	0.000	63	51.471	2.175	43.368	87	1337.481	0.000	100.000
16	0.087	0.000	0.000	40	2.269	0.000	0.000	64	58.953	1.994	45.362	88	1531.914	0.000	100.000
17	0.100	0.000	0.000	41	2.599	0.000	0.000	65	67.523	1.855	47.218	89	1754.613	0.000	100.000
18	0.115	0.000	0.000	42	2.976	0.000	0.000	66	77.339	1.719	48.936	90	2009.687	0.000	100.000
19	0.131	0.000	0.000	43	3.409	0.000	0.000	67	88.583	1.611	50.547	91	2301.841	0.000	100.000
20	0.150	0.000	0.000	44	3.905	0.101	0.101	68	101.460	1.544	52.091	92	2636.467	0.000	100.000
21	0.172	0.000	0.000	45	4.472	0.158	0.259	69	116.210	1.559	53.650	93	3000.000	0.000	100.000
22	0.197	0.000	0.000	46	5.122	0.248	0.507	70	133.103	1.744	55.394				
23	0.226	0.000	0.000	47	5.867	0.386	0.893	71	152.453	2.021	57.415				
24	0.259	0.000	0.000	48	6.720	0.595	1.488	72	174.616	2.412	59.827				

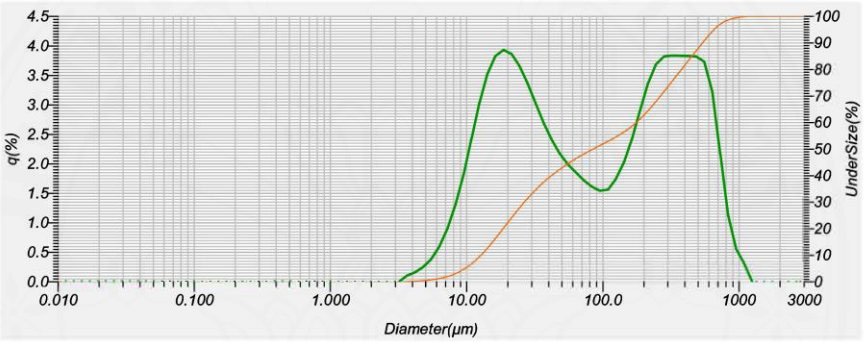
1 / 1

ซ 3 ผลวิเคราะห์ขนาดอนุภาค ($D_{4,3}$) ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-TO-1.5

2023.07.17 14:17:52

HORIBA Laser Scattering Particle Size Distribution Analyzer LA-950

Sample Name	: P-TO-1.5	Median Size	: 84.59084(um) : (9)90.00 (%)- 538.3254(um)
ID#	: 202307171404200	Mean Size	: 194.68808(um)
Data Name	: 202307171404200	Std.Dev.	: 221.8017(um)
Transmittance(R)	: 92.2(%)	Geo.Mean Size	: 83.0613(um)
Transmittance(B)	: 92.5(%)	Geo.Std.Dev.	: 4.2471(um)
Circulation Speed	: 5	Mode Size	: 18.6080(um)
Agitation Speed	: 5	Span	: OFF
Ultra Sonic	: 02:34 (7)	Diameter on Cumulative %	: (2)10.00 (%)- 12.7095(um)
Form of Distribution	: Auto		: (5)50.00 (%)- 84.5908(um)
Distribution Base	: Volume		
Refractive Index (R)	: 1.52-0.00i[1.52-0.00i(1.520 - 0.000i),Water(1.333)]		
Refractive Index (B)	: 1.52-0.00i[1.52-0.00i(1.520 - 0.000i),Water(1.333)]		
Material	:		
Source	:		
Lot Number	:		
Test or Assay. Number	:		



No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)
1	0.011	0.000	0.000	25	0.296	0.000	0.000	49	7.697	0.893	2.381	73	200.000	2.892	62.719
2	0.013	0.000	0.000	26	0.339	0.000	0.000	50	8.816	1.291	3.672	74	229.075	3.362	66.082
3	0.015	0.000	0.000	27	0.389	0.000	0.000	51	10.097	1.806	5.478	75	262.376	3.687	69.769
4	0.017	0.000	0.000	28	0.445	0.000	0.000	52	11.565	2.418	7.896	76	300.518	3.818	73.587
5	0.020	0.000	0.000	29	0.510	0.000	0.000	53	13.246	3.027	10.922	77	344.206	3.834	77.421
6	0.022	0.000	0.000	30	0.584	0.000	0.000	54	15.172	3.521	14.443	78	394.244	3.830	81.252
7	0.026	0.000	0.000	31	0.669	0.000	0.000	55	17.377	3.826	18.270	79	451.556	3.829	85.081
8	0.029	0.000	0.000	32	0.766	0.000	0.000	56	19.904	3.929	22.199	80	517.200	3.819	88.899
9	0.034	0.000	0.000	33	0.877	0.000	0.000	57	22.797	3.858	26.057	81	592.387	3.732	92.631
10	0.039	0.000	0.000	34	1.005	0.000	0.000	58	26.111	3.656	29.713	82	678.504	3.235	95.866
11	0.044	0.000	0.000	35	1.151	0.000	0.000	59	29.907	3.363	33.075	83	777.141	2.166	98.032
12	0.051	0.000	0.000	36	1.318	0.000	0.000	60	34.255	3.020	36.096	84	890.116	1.114	99.146
13	0.058	0.000	0.000	37	1.510	0.000	0.000	61	39.234	2.690	38.785	85	1019.515	0.549	99.695
14	0.067	0.000	0.000	38	1.729	0.000	0.000	62	44.938	2.408	41.193	86	1167.725	0.305	100.000
15	0.076	0.000	0.000	39	1.981	0.000	0.000	63	51.471	2.175	43.368	87	1337.481	0.000	100.000
16	0.087	0.000	0.000	40	2.269	0.000	0.000	64	58.953	1.994	45.362	88	1531.914	0.000	100.000
17	0.100	0.000	0.000	41	2.599	0.000	0.000	65	67.523	1.855	47.218	89	1754.613	0.000	100.000
18	0.115	0.000	0.000	42	2.976	0.000	0.000	66	77.339	1.719	48.936	90	2009.687	0.000	100.000
19	0.131	0.000	0.000	43	3.409	0.000	0.000	67	88.583	1.611	50.547	91	2301.841	0.000	100.000
20	0.150	0.000	0.000	44	3.905	0.101	0.101	68	101.460	1.544	52.091	92	2636.467	0.000	100.000
21	0.172	0.000	0.000	45	4.472	0.158	0.259	69	116.210	1.559	53.650	93	3000.000	0.000	100.000
22	0.197	0.000	0.000	46	5.122	0.248	0.507	70	133.103	1.744	55.394				
23	0.226	0.000	0.000	47	5.867	0.386	0.893	71	152.453	2.021	57.415				
24	0.259	0.000	0.000	48	6.720	0.595	1.488	72	174.616	2.412	59.827				

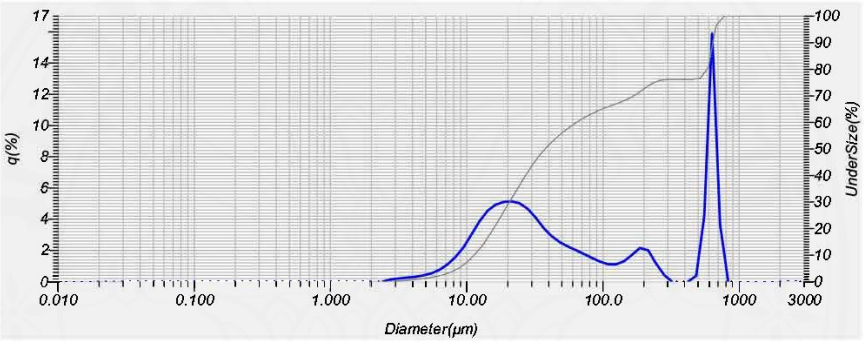
1 / 1

ซ 4 ผลวิเคราะห์ขนาดอนุภาค ($D_{4,3}$) ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-BO-0.5

2023.07.17 14:17:32

HORIBA Laser Scattering Particle Size Distribution Analyzer LA-950

Sample Name	: P-BO-0.5	Median Size	: 37.67922(um) : (9)90.00 (%)- 641.8638(um)
ID#	: 20230717141020 1	Mean Size	: 188.53011(um)
Data Name	: 20230717141020 1	Std.Dev.	: 254.2227(um)
Transmittance(R)	: 85.6(%)	Geo.Mean Size	: 62.2692(um)
Transmittance(B)	: 85.5(%)	Geo.Std.Dev.	: 4.6793(um)
Circulation Speed	: 5	Mode Size	: 632.4403(um)
Agitation Speed	: 5	Span	: OFF
Ultra Sonic	: 01:53 (7)	Diameter on Cumulative %	: (2)10.00 (%)- 11.3912(um)
Form of Distribution	: Auto		: (5)50.00 (%)- 37.6792(um)
Distribution Base	: Volume		
Refractive Index (R)	: 1.52-0.00i[1.52-0.00i(1.520 - 0.000i),Water(1.333)]		
Refractive Index (B)	: 1.52-0.00i[1.52-0.00i(1.520 - 0.000i),Water(1.333)]		
Material	:		
Source	:		
Lot Number	:		
Test or Assay. Number	:		



No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)
1	0.011	0.000	0.000	25	0.296	0.000	0.000	49	7.697	1.076	3.590	73	200.000	2.139	72.596
2	0.013	0.000	0.000	26	0.339	0.000	0.000	50	8.816	1.553	5.144	74	229.075	2.005	74.601
3	0.015	0.000	0.000	27	0.389	0.000	0.000	51	10.097	2.185	7.329	75	262.376	1.149	75.749
4	0.017	0.000	0.000	28	0.445	0.000	0.000	52	11.565	3.006	10.335	76	300.518	0.420	76.169
5	0.020	0.000	0.000	29	0.510	0.000	0.000	53	13.246	3.851	14.186	77	344.206	0.000	76.169
6	0.022	0.000	0.000	30	0.584	0.000	0.000	54	15.172	4.515	18.701	78	394.244	0.000	76.169
7	0.026	0.000	0.000	31	0.669	0.000	0.000	55	17.377	4.910	23.611	79	451.556	0.000	76.169
8	0.029	0.000	0.000	32	0.766	0.000	0.000	56	19.904	5.093	28.705	80	517.200	0.366	76.535
9	0.034	0.000	0.000	33	0.877	0.000	0.000	57	22.797	5.134	33.839	81	592.387	4.084	80.619
10	0.039	0.000	0.000	34	1.005	0.000	0.000	58	26.111	5.015	38.853	82	678.504	15.868	96.486
11	0.044	0.000	0.000	35	1.151	0.000	0.000	59	29.907	4.665	43.518	83	777.141	3.514	100.000
12	0.051	0.000	0.000	36	1.318	0.000	0.000	60	34.255	4.081	47.600	84	890.116	0.000	100.000
13	0.058	0.000	0.000	37	1.510	0.000	0.000	61	39.234	3.419	51.019	85	1019.515	0.000	100.000
14	0.067	0.000	0.000	38	1.729	0.000	0.000	62	44.938	2.906	53.925	86	1167.725	0.000	100.000
15	0.076	0.000	0.000	39	1.981	0.000	0.000	63	51.471	2.527	56.451	87	1337.481	0.000	100.000
16	0.087	0.000	0.000	40	2.269	0.000	0.000	64	58.953	2.245	58.697	88	1531.914	0.000	100.000
17	0.100	0.000	0.000	41	2.599	0.000	0.000	65	67.523	2.018	60.715	89	1754.613	0.000	100.000
18	0.115	0.000	0.000	42	2.976	0.135	0.135	66	77.339	1.762	62.477	90	2009.687	0.000	100.000
19	0.131	0.000	0.000	43	3.409	0.191	0.326	67	88.583	1.510	63.987	91	2301.841	0.000	100.000
20	0.150	0.000	0.000	44	3.905	0.242	0.568	68	101.460	1.275	65.263	92	2636.467	0.000	100.000
21	0.172	0.000	0.000	45	4.472	0.301	0.869	69	116.210	1.101	66.364	93	3000.000	0.000	100.000
22	0.197	0.000	0.000	46	5.122	0.385	1.254	70	133.103	1.094	67.459				
23	0.226	0.000	0.000	47	5.867	0.521	1.774	71	152.453	1.296	68.755				
24	0.259	0.000	0.000	48	6.720	0.740	2.514	72	174.616	1.703	70.457				

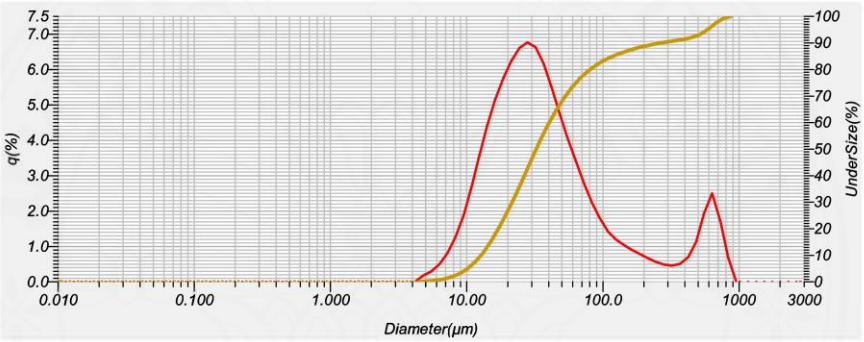
1 / 1

ซ 5 ผลวิเคราะห์ขนาดอนุภาค ($D_{4,3}$) ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-BO-1.0

2023.07.17 14:18:21

HORIBA Laser Scattering Particle Size Distribution Analyzer LA-950

Sample Name	: P-BO-1.0	Median Size	: 32.42866(um) : (9)90.00 (%)- 268.9575(um)
ID#	: 202307171418203	Mean Size	: 95.31923(um)
Data Name	: 202307171418203	Std.Dev.	: 170.2241(um)
Transmittance(R)	: 88.3(%)	Geo.Mean Size	: 41.2768(um)
Transmittance(B)	: 89.9(%)	Geo.Std.Dev.	: 3.0857(um)
Circulation Speed	: 5	Mode Size	: 27.9500(um)
Agitation Speed	: 5	Span	: OFF
Ultra Sonic	: 01:00 (7)	Diameter on Cumulative %	: (2)10.00 (%)- 12.7130(um)
Form of Distribution	: Auto		: (5)50.00 (%)- 32.4287(um)
Distribution Base	: Volume		
Refractive Index (R)	: 1.52-0.00i[1.52-0.00i(1.520 - 0.000i),Water(1.333)]		
Refractive Index (B)	: 1.52-0.00i[1.52-0.00i(1.520 - 0.000i),Water(1.333)]		
Material	:		
Source	:		
Lot Number	:		
Test or Assay. Number	:		



No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)
1	0.011	0.000	0.000	25	0.296	0.000	0.000	49	7.697	0.800	1.751	73	200.000	0.781	88.690
2	0.013	0.000	0.000	26	0.339	0.000	0.000	50	8.816	1.245	2.996	74	229.075	0.664	89.355
3	0.015	0.000	0.000	27	0.389	0.000	0.000	51	10.097	1.853	4.850	75	262.376	0.558	89.912
4	0.017	0.000	0.000	28	0.445	0.000	0.000	52	11.565	2.665	7.515	76	300.518	0.480	90.392
5	0.020	0.000	0.000	29	0.510	0.000	0.000	53	13.246	3.564	11.079	77	344.206	0.455	90.848
6	0.022	0.000	0.000	30	0.584	0.000	0.000	54	15.172	4.424	15.503	78	394.244	0.509	91.356
7	0.026	0.000	0.000	31	0.669	0.000	0.000	55	17.377	5.162	20.665	79	451.556	0.692	92.049
8	0.029	0.000	0.000	32	0.766	0.000	0.000	56	19.904	5.764	26.429	80	517.200	1.127	93.176
9	0.034	0.000	0.000	33	0.877	0.000	0.000	57	22.797	6.250	32.679	81	592.387	1.936	95.112
10	0.039	0.000	0.000	34	1.005	0.000	0.000	58	26.111	6.606	39.285	82	678.504	2.493	97.606
11	0.044	0.000	0.000	35	1.151	0.000	0.000	59	29.907	6.764	46.049	83	777.141	1.718	99.324
12	0.051	0.000	0.000	36	1.318	0.000	0.000	60	34.255	6.625	52.674	84	890.116	0.676	100.000
13	0.058	0.000	0.000	37	1.510	0.000	0.000	61	39.234	6.157	58.831	85	1019.515	0.000	100.000
14	0.067	0.000	0.000	38	1.729	0.000	0.000	62	44.938	5.482	64.313	86	1167.725	0.000	100.000
15	0.076	0.000	0.000	39	1.981	0.000	0.000	63	51.471	4.751	69.064	87	1337.481	0.000	100.000
16	0.087	0.000	0.000	40	2.269	0.000	0.000	64	58.953	4.048	73.112	88	1531.914	0.000	100.000
17	0.100	0.000	0.000	41	2.599	0.000	0.000	65	67.523	3.412	76.524	89	1754.613	0.000	100.000
18	0.115	0.000	0.000	42	2.976	0.000	0.000	66	77.339	2.787	79.312	90	2009.687	0.000	100.000
19	0.131	0.000	0.000	43	3.409	0.000	0.000	67	88.583	2.247	81.559	91	2301.841	0.000	100.000
20	0.150	0.000	0.000	44	3.905	0.000	0.000	68	101.460	1.797	83.356	92	2636.467	0.000	100.000
21	0.172	0.000	0.000	45	4.472	0.000	0.000	69	116.210	1.421	84.777	93	3000.000	0.000	100.000
22	0.197	0.000	0.000	46	5.122	0.169	0.169	70	133.103	1.195	85.972				
23	0.226	0.000	0.000	47	5.867	0.291	0.460	71	152.453	1.036	87.008				
24	0.259	0.000	0.000	48	6.720	0.491	0.951	72	174.616	0.902	87.909				

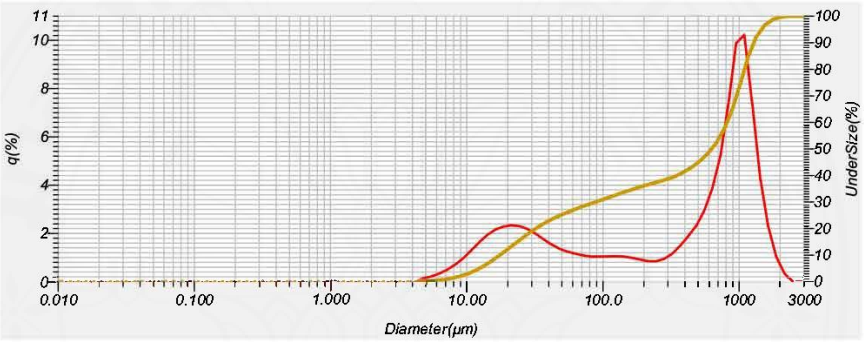
1 / 1

ซ 6 ผลวิเคราะห์ขนาดอนุภาค ($D_{4,3}$) ผงกรดไขมันโอเมก้า-3 สูตร P-BO-1.5

2023.07.17 14:25:52

HORIBA Laser Scattering Particle Size Distribution Analyzer LA-950

Sample Name	: P-BO-1.5	Median Size	: 627.63763(um) : (6)90.00 (%)-1285.1595(um)
ID#	: 20230717142520	Mean Size	: 612.13458(um)
Data Name	: 20230717142520	Std.Dev.	: 517.2520(um)
Transmittance(R)	: 89.7(%)	Geo.Mean Size	: 260.0887(um)
Transmittance(B)	: 94.9(%)	Geo.Std.Dev.	: 5.4721(um)
Circulation Speed	: 5	Mode Size	: 1073.0657(um)
Agitation Speed	: 5	Span	: OFF
Ultra Sonic	: 01:00 (7)	Diameter on Cumulative %	: (2)10.00 (%)- 17.5529(um) :
Form of Distribution	: Auto		(5)50.00 (%)- 527.6375(um)
Distribution Base	: Volume		
Refractive Index (R)	: 1.52-0.00i[1.52-0.00i(1.520 - 0.000i),Water(1.333)]		
Refractive Index (B)	: 1.52-0.00i[1.52-0.00i(1.520 - 0.000i),Water(1.333)]		
Material	:		
Source	:		
Lot Number	:		
Test or Assay Number	:		



No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)	No.	Diameter(μm)	q(%)	UnderSize(%)
1	0.011	0.000	0.000	25	0.296	0.000	0.000	49	7.697	0.485	1.157	73	200.000	0.909	36.027
2	0.013	0.000	0.000	26	0.339	0.000	0.000	50	8.816	0.698	1.855	74	229.075	0.840	36.867
3	0.015	0.000	0.000	27	0.389	0.000	0.000	51	10.097	0.969	2.824	75	262.376	0.837	37.704
4	0.017	0.000	0.000	28	0.445	0.000	0.000	52	11.565	1.295	4.119	76	300.518	0.935	38.639
5	0.020	0.000	0.000	29	0.510	0.000	0.000	53	13.246	1.631	5.750	77	344.206	1.144	39.783
6	0.022	0.000	0.000	30	0.584	0.000	0.000	54	15.172	1.926	7.675	78	394.244	1.483	41.266
7	0.026	0.000	0.000	31	0.669	0.000	0.000	55	17.377	2.146	9.822	79	451.556	1.878	43.144
8	0.029	0.000	0.000	32	0.766	0.000	0.000	56	19.904	2.281	12.103	80	517.200	2.304	45.448
9	0.034	0.000	0.000	33	0.877	0.000	0.000	57	22.797	2.330	14.433	81	592.387	2.922	48.369
10	0.039	0.000	0.000	34	1.005	0.000	0.000	58	26.111	2.294	16.727	82	678.504	3.830	52.199
11	0.044	0.000	0.000	35	1.151	0.000	0.000	59	29.907	2.172	18.898	83	777.141	5.174	57.373
12	0.051	0.000	0.000	36	1.318	0.000	0.000	60	34.255	1.977	20.875	84	890.116	7.311	64.685
13	0.058	0.000	0.000	37	1.510	0.000	0.000	61	39.234	1.745	22.620	85	1019.515	9.687	74.371
14	0.067	0.000	0.000	38	1.729	0.000	0.000	62	44.938	1.531	24.151	86	1167.725	10.221	84.593
15	0.076	0.000	0.000	39	1.981	0.000	0.000	63	51.471	1.357	25.507	87	1337.481	7.376	92.168
16	0.087	0.000	0.000	40	2.269	0.000	0.000	64	58.953	1.231	26.738	88	1531.914	4.237	96.406
17	0.100	0.000	0.000	41	2.599	0.000	0.000	65	67.523	1.149	27.887	89	1754.613	2.249	98.655
18	0.115	0.000	0.000	42	2.976	0.000	0.000	66	77.339	1.073	28.960	90	2009.687	1.012	99.667
19	0.131	0.000	0.000	43	3.409	0.000	0.000	67	88.583	1.032	29.992	91	2301.841	0.333	100.000
20	0.150	0.000	0.000	44	3.905	0.000	0.000	68	101.460	1.029	31.021	92	2636.467	0.000	100.000
21	0.172	0.000	0.000	45	4.472	0.000	0.000	69	116.210	1.038	32.059	93	3000.000	0.000	100.000
22	0.197	0.000	0.000	46	5.122	0.135	0.135	70	133.103	1.049	33.108				
23	0.226	0.000	0.000	47	5.867	0.211	0.347	71	152.453	1.029	34.136				
24	0.259	0.000	0.000	48	6.720	0.325	0.671	72	174.616	0.982	35.118				

1 / 1

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	สุริยัณห์ อิศรางกูล
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2558: วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยศิลปากร
ประวัติการฝึกงาน	บริษัท เนชั่นแนล เฮลท์แคร์ ซิสเท็มส์ จำกัด
ประวัติการทำงาน	ปี 2559-2560 เจ้าหน้าที่ระบบคุณภาพ บริษัท เอเชี่ยน อะไลอันซ์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด (มหาชน) ปี 2560-ปัจจุบัน ผู้จัดการแผนกวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์โอเมก้า-3 บริษัท ไทยยูเนี่ยน อินกรีเดียนท์ จำกัด

Ref. code: 25666409036164KRV