

การใช้น้ำมันปลาในมายองเนสไขมันต่ำ

นางสาว พิรยา มีมาก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-332-134-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# THE USE OF FISH OIL IN LOW FAT MAYONNAISE

Miss Pheeraya Meemak

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Food Technology

Department of Food Technology

Graduate School

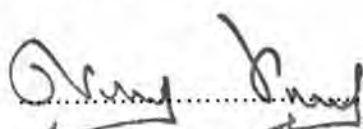
Chulalongkorn University

Academic Year 1998

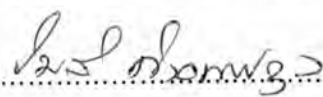
ISBN 974-332-134-9

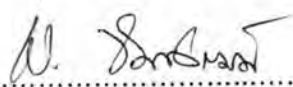
|                      |                                     |
|----------------------|-------------------------------------|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์    | การใช้น้ำมันปลาในมายองเนสไขมันต่ำ   |
| โดย                  | นางสาว พิรยา มีมาก                  |
| ภาควิชา              | เทคโนโลยีทางอาหาร                   |
| อาจารย์ที่ปรึกษา     | รองศาสตราจารย์ ดร.พันธิพา จันทวัฒน์ |
| อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม | อาจารย์ ดร. พาสวดี ประทีปะเสน       |

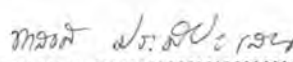
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

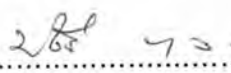
  
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ศุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการ  
(อาจารย์ ดร.รณณี สงวนดีกุล)

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร. พันธิพา จันทวัฒน์)

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(อาจารย์ ดร. พาสวดี ประทีปะเสน)

  
.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. พัชรี ปานกุล)

พริษา มีมาก : การใช้น้ำมันปลาในมายองเนสไขมันต่ำ (THE USE OF FISH OIL IN LOW FAT MAYONNAISE) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร. พันธิพา จันทวัฒน์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : อาจารย์ ดร.พาสวดี ประทีปะเสน, 124 หน้า. ISBN 974-332-134-9.

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของการใช้น้ำมันปลาในมายองเนสไขมันต่ำ โดยในขั้นต้นได้ศึกษาสมบัติของน้ำมัน ถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่า แล้วศึกษาการใช้ ทวิน® 60 และ ทวิน® 80 ในอิมัลชันจากน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันถั่วเหลือง กับน้ำมันปลาทูน่า แปรปริมาณสารอิมัลซิไฟเออร์ เป็น 0.1-0.5%โดยน้ำหนักน้ำมัน และอัตราส่วนน้ำมันผสมเป็น 4:0, 3:1, 1:1, 1:3 และ0:4 ต่อมาทดแทนน้ำมันผสมด้วยมอลโทเด็กซ์ทรินจากแป้งข้าวโพด และของผสมระหว่างไข่ขาวผงกับ โซเดียมเคซีเนต(1:1) ในปริมาณ 3-5% พร้อมทั้งลดน้ำมันในมายองเนสตั้งต้นลง 40-80% แล้วปรับปรุงความหนืดของ มายองเนสไขมันต่ำ ให้อยู่ในช่วงความหนืดของผลิตภัณฑ์จำหน่ายในท้องตลาด (6,000-7,000 mPa.s) โดยแปรปริมาณ แชนแทนกัมเป็น 0.50-1.25% จากนั้นปรับปรุงกลิ่นด้วย อบเชย, กระชาย, ขึ้นฉ่าย, และพริกไทยขาว ปริมาณ 0.25-0.75%, 1.0-1.7 %, 0.8-1.2 %, และ 1.0-1.5 % ตามลำดับ วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และศึกษาคุณภาพระหว่างการเก็บ รักษาที่ 10 องศาเซลเซียส และ 32-36 องศาเซลเซียส

ผลจากการทดลอง พบว่าน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่ามีค่าเปอร์ออกไซด์ และกรดไขมันอิสระใกล้เคียงกัน น้ำมันปลาทูน่ามีความหนืดต่ำกว่าแต่มีสีเข้มกว่าน้ำมันถั่วเหลือง องค์ประกอบกรดไขมันส่วนใหญ่ในน้ำมันถั่วเหลือง ได้แก่ โลโนเลอิก , โอเลอิก และปาล์มิติก แต่ในน้ำมันปลาทูน่า ได้แก่ กรดปาล์มิติก,โอเลอิก และ DHA อิมัลชันที่ใช้ ทวิน® 60 0.24-0.5% โดยน้ำหนักน้ำมัน และน้ำมันถั่วเหลืองต่อน้ำมันปลาทูน่า 1:1 มีค่า stability index สูง มีอนุภาคไขมันขนาดเล็ก และมีคะแนนด้านกลืนอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับได้ ผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำที่ผลิตได้มีปริมาณน้ำมันผสมลดลง จากเดิม 60% เมื่อใช้มอลโทเด็กซ์ทรินจากแป้งข้าวโพด 5% ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการแยกชั้นต่ำที่สภาวะแรง (60 องศาเซลเซียส) มีอนุภาคไขมันขนาดเล็ก มีค่าความหนืด และค่ามอดุลัสสูง มายองเนสไขมันต่ำที่ใช้แชนแทนกัม 1.00% มีค่าความหนืด อยู่ในระดับเดียวกันกับผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด ผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงกลิ่นด้วย อบเชย 0.25 % , กระชาย 1.7%, ขึ้นฉ่าย 0.8% และพริกไทยขาว 1.5% มีคะแนนกลืนอยู่ในช่วงที่ผู้ทดสอบยอมรับ มีปริมาณไขมัน 24.30% , น้ำ 45.46%, EPA 0.1% และ DHA 13.7% (ของปริมาณกรดไขมันทั้งหมด) เก็บมายองเนสที่ 10 องศาเซลเซียส และ 32-36 องศาเซลเซียสได้นาน 6 และ 4 สัปดาห์ ตามลำดับ โดยคุณภาพทางเคมี, ประสาทสัมผัสและจุลินทรีย์ อยู่ในเกณฑ์ ยอมรับได้

ภาควิชา เทคโนโลยีการอาหาร  
สาขาวิชา เทคโนโลยีการอาหาร  
ปีการศึกษา 2541

ลายมือชื่อนิสิต [ลายมือ]  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา [ลายมือ]  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ทศ.อ. ดร.อ.ป.ป.น.

## C827516 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD: EMULSIFIER / FAT SUBSTITUTE / LOW FAT MAYONNAISE/FISH OIL / EICOSAPENTAENOIC /  
DOCOSAHEXAENOIC  
PHEERAYA MEEMAK : THE USE OF FISH OIL IN LOW FAT MAYONNAISE. THESIS ADVISOR :  
ASSO. PROF. PANTIPA JANTAWAT, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR : PASAWADEE  
PRADIPASENA, Sc.D. 124 pp. ISBN 974-332-134-9.

The use of fish oil in low fat mayonnaise (LFM) was investigated. Initially the properties of soybean oil (SBO) and tuna oil (TO) were studied. Tween<sup>®</sup> 60 and 80(0.1-0.5%) were used as emulsifiers in SBO-TO (4:0, 3:1, 1:1, 1:3 and 0:4) mayonnaise emulsion and the most appropriate combination selected. The SBO-TO in the emulsion was later substituted with corn maltodextrin and mixture of egg white powder-sodium caseinate (1:1) at 3-5% levels, along with the reduction of the SBO-TO to 40-80% of the original level. The viscosity of the resulting LFM emulsion was adjusted to within the range of the commercially produced products (6,000-7,000 mPa.s), with 0.5-1.25% xanthan gum. The flavor of the LFM was then improved with spices comprising 0.25-0.75% cinnamon, 1.0-1.7% rhizome, 0.8-1.2% celery and 1.0-1.5% white pepper. The final LFM product was analyzed for its chemical composition and quality change during storage at 10 °C and 32-36 °C.

The experimental result revealed that the peroxide value and free fatty acid content of the SBO and the TO were closely resemble. Lower viscosity and darker color were observed in TO. The highest kinds of fatty acid found in SBO were linoleic, oleic and palmitic acids while those found for the TO were palmitic, oleic and DHA. The highest stability index, smallest oil-particle size and acceptable odor score were obtained in the LFM sample containing 0.24-0.5% Tween<sup>®</sup> 60 and 1:1, SBO: TO. The oil content of the LFM sample was 60% lower than that of the original mayonnaise sample when using 5% corn maltodextrin as fat substitute. The resulting LFM had low separation value at 60 °C, small fat-particle size and high modulus. The viscosity of the LFM containing 10% xanthan gum was comparable to that of the commercially produced product. The flavor of the LFM containing 0.25% cinnamon 1.7% rhizome, 0.8% celery and 1.5% white pepper was acceptable by the sensory panelists. Result from chemical analyses indicated that the LFM was composed of 24.30% fat, 45-46% water, 0.1% EPA and 13.7% DHA (of total fatty acid). The chemical, sensory and microbial properties of the LFM were acceptable when stored at 10 °C for 6 weeks or 32-36 °C for 4 weeks.

ภาควิชา..... เทคโนโลยีชีวภาพอาหาร

สาขาวิชา..... เทคโนโลยีชีวภาพอาหาร

ปีการศึกษา..... ๒๕๕๑

ลายมือชื่อนิสิต..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... พทศอศ นร: ๗๖: ๑๖๔

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต และวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ โดยได้รับความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. พันธิพา จันทวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร. พาสวดี ประทีปะเสน อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำแนะนำและช่วยตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ ซึ่งศิษย์ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. พัชรี ปานกุล และ อาจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล ที่กรุณารับเป็นกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตในครั้งนี้

ขอขอบคุณ บริษัท TC UNION ที่ให้ความอนุเคราะห์น้ำมันปลาทูน่าในการทดลองทดลองงานวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารทุกท่าน ที่ให้สถานที่และความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ พี่ และเพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่สำคัญยิ่งสำหรับการศึกษาระดับปริญญาโทตลอดเวลา

## สารบัญ

|                                      | หน้า |
|--------------------------------------|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....                 | ง    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....              | จ    |
| กิตติกรรมประกาศ.....                 | ฉ    |
| สารบัญตาราง.....                     | ช    |
| สารบัญรูป.....                       | ฅ    |
| บทที่.                               |      |
| 1. บทนำ.....                         | 1    |
| 2. วารสารปริทัศน์.....               | 2    |
| 3. การทดลอง.....                     | 26   |
| 4. ผลการทดลอง.....                   | 41   |
| 5. วิจัยรณัผลการทดลอง.....           | 31   |
| 6. สรุปลผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... | 96   |
| รายการอ้างอิง.....                   | 98   |
| ภาคผนวก.....                         | 106  |
| ประวัติผู้เขียน.....                 | 124  |

สารบัญตาราง

| ตารางที่   | หน้า |
|--|------|
| 3.1 ปริมาณสารทดแทนไขมันแต่ละชนิดที่แปรในมายองเนส .....                           | 35   |
| 3.2 ปริมาณ กระจาย ขึ้นฉ่ายและ พริกไทยขาว ที่แปรโดย mixture design .....          | 39   |
| 4.1 ค่าเปอร์ออกไซด์ และกรดไขมันอิสระของน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่า .....   | 41   |
| 4.2 ค่าความหนืด และสี (L, a, b) ของน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่า .....       | 42   |
| 4.3 องค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่า.....                  | 42   |
| 4.4 คะแนนกลิ่นของอิมัลชันจากน้ำมันผสมอัตราส่วน 4:0, 3:1 และ 1:1 ที่ใช้.....      | 47   |
| ทวิน® 60 0.24% โดยน้ำหนักน้ำมัน เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์                            |      |
| 4.5 คะแนนกลิ่นของอิมัลชันจากน้ำมันผสมอัตราส่วน 4:0, 3:1 และ 1:1 ที่ใช้.....      | 51   |
| ทวิน® 80 0.30% โดยน้ำหนักน้ำมัน เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์                            |      |
| 4.6 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอนุภาคไขมัน, ค่า stability index ,ค่าความหนืด และ ..... | 52   |
| คะแนนกลิ่น ของอิมัลชันจากน้ำมันถั่วเหลืองกับน้ำมันปลาทูน่า (1:1) ที่ใช้ ทวิน® 60 |      |
| 0.24% โดยน้ำหนักน้ำมัน และ ทวิน® 80 0.30%โดยน้ำหนักน้ำมัน เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์  |      |
| 4.7 ค่าความหนืดของมายองเนสที่แปรปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินจากแป้งข้าวโพด .....        | 55   |
| เป็น 3, 4 และ 5% โดยน้ำหนัก และลดปริมาณน้ำมันลงจากปริมาณในสูตรต้นแบบ             |      |
| 40, 60 และ 80% โดยน้ำหนัก  |      |
| 4.8 ค่ามอดูลัสของมายองเนสที่แปรปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินจากแป้งข้าวโพด เป็น .....    | 56   |
| 3, 4 และ 5% โดยน้ำหนัก และลดปริมาณน้ำมันลงจากปริมาณในสูตรต้นแบบ                  |      |
| 40, 60 และ 80% โดยน้ำหนัก  |      |
| 4.9 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอนุภาคไขมันของของมายองเนสที่แปรปริมาณ.....              | 57   |
| มอลโทเด็กซ์ทรินจากแป้งข้าวโพด เป็น 3, 4 และ 5% โดยน้ำหนัก และลดปริมาณ            |      |
| น้ำมันลง จากปริมาณในสูตรต้นแบบ 40, 60 และ 80% โดยน้ำหนัก                         |      |
| 4.10 ค่าการแยกชั้นของมายองเนสที่แปรปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินจากแป้งข้าวโพด .....     | 60   |
| เป็น 3, 4 และ 5% โดยน้ำหนัก และลดปริมาณน้ำมันลงจากปริมาณในสูตร                   |      |
| ต้นแบบ 40, 60 และ 80% โดยน้ำหนัก   |      |



| ตารางที่   | หน้า |
|--|------|
| 4.11 ค่าความหนืดของมายองเนสที่แปรปริมาณไข่ขาวผง-โซเดียมเคซีเนต (1:1) เป็น.....   | 61   |
| 3, 4 และ 5% โดยน้ำหนัก และลดปริมาณน้ำมันลงจากปริมาณในสูตรต้นแบบ                  |      |
| 40, 60 และ 80% โดยน้ำหนัก  |      |
| 4.12 ค่ามอดูลัสของมายองเนสที่แปรปริมาณไข่ขาวผง-โซเดียมเคซีเนต (1:1) เป็น.....    | 62   |
| 3, 4 และ 5% โดยน้ำหนัก และลดปริมาณน้ำมันลงจากปริมาณในสูตรต้นแบบ                  |      |
| 40, 60 และ 80% โดยน้ำหนัก  |      |
| 4.13 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอนุภาคไขมันของของมายองเนสที่แปรปริมาณไข่ขาวผง-.....    | 63   |
| โซเดียมเคซีเนต (1:1) เป็น 3, 4 และ 5% โดยน้ำหนัก และลดปริมาณน้ำมันลง             |      |
| จากปริมาณในสูตรต้นแบบ 40, 60 และ 80% โดยน้ำหนัก                                  |      |
| 4.14 ค่าการแยกชั้นของมายองเนสที่แปรปริมาณไข่ขาวผง-โซเดียมเคซีเนต (1:1) .....     | 66   |
| เป็น 3, 4 และ 5% โดยน้ำหนัก และลดปริมาณน้ำมันลงจากปริมาณในสูตร                   |      |
| ต้นแบบ 40, 60 และ 80% โดยน้ำหนัก   |      |
| 4.15 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยอนุภาคไขมัน การแยกชั้นของน้ำกับน้ำมัน.....       | 67   |
| ค่าความหนืด และค่ามอดูลัสของมายองเนสไขมันต่ำ ที่ได้ลดน้ำมันจากปริมาณใน           |      |
| สูตรต้นแบบ 60% โดยน้ำหนัก ใช้มอลโทเดกซ์ทรีนจากแป้งข้าวโพด 5%                     |      |
| โดยน้ำหนัก หรือไข่ขาวผง-โซเดียมเคซีเนต (1:1) 4% โดยน้ำหนัก                       |      |
| 4.16 ค่าความหนืด การแยกชั้นระหว่างน้ำกับน้ำมัน และค่า มอดูลัส ของมายองเนส.....   | 70   |
| ไขมันต่ำ ที่แปรปริมาณแซนแทนกัม เป็น 0.50, 0.75,1.00 และ 1.25% โดยน้ำหนัก         |      |
| 4.17 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ ที่แปร.....           | 71   |
| ปริมาณ อบเชยเป็น 0.25, 0.5 และ 0.75% โดยน้ำหนัก                                  |      |
| 4.18 ค่าสี L,a,b ผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ ที่แปรปริมาณอบเชย เป็น 0.25, 0.5..... | 71   |
| และ 0.75% โดยน้ำหนัก   |      |
| 4.19. คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ ที่แปร.....         | 72   |
| ปริมาณกระชาย 1-1.7 % โดยน้ำหนัก ขึ้นฉ่าย 0.8-1.2% โดยน้ำหนัก และพริกไทยขาว       |      |
| 1.0-1.5 % โดยน้ำหนัก   |      |
| 4.20 ค่าสี L,a,b ผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ ที่แปรปริมาณกระชาย 1-1.7 % .....      | 73   |
| โดยน้ำหนัก ขึ้นฉ่าย 0.8-1.2% โดยน้ำหนัก และพริกไทยขาว 1-1.5 % โดยน้ำหนัก         |      |

| ตารางที่  | หน้า |
|---|------|
| 4.21 ปริมาณไขมันและน้ำในมายองเนสไขมันต่ำ และมายองเนสสูตรต้นแบบ .....              | 74   |
| 4.22 องค์ประกอบกรดไขมันของมายองเนสไขมันต่ำ.....                                   | 74   |
| 4.23 ค่า TBA ของมายองเนสไขมันต่ำที่บรรจุในขวดแก้ว เก็บที่อุณหภูมิ 10 และ .....    | 76   |
| 32-36 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน   |      |
| 4.24 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น กลิ่นรสตกค้าง เนื้อสัมผัส .....     | 77   |
| และความชอบรวม ของมายองเนสไขมันต่ำที่บรรจุในขวดแก้ว เก็บที่อุณหภูมิ 10             |      |
| และ 32-36 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน   |      |
| 4.25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น.....         | 78   |
| กลิ่นรสตกค้าง เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของมายองเนสไขมันต่ำที่บรรจุในขวดแก้ว      |      |
| เก็บที่อุณหภูมิ 10 และ 32-36 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน                        |      |
| 4.26 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส ค่าความหนืด และค่าการ .....      | 78   |
| แยกชั้นของมายองเนสไขมันต่ำ ที่บรรจุในขวดแก้ว เก็บที่อุณหภูมิ 10 และ               |      |
| 32-36 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน เมื่อพิจารณาอิทธิพลของอุณหภูมิเก็บ            |      |
| 4.27 ค่าความหนืด และค่าการแยกชั้นของมายองเนสไขมันต่ำ ที่บรรจุในขวดแก้ว .....      | 79   |
| เก็บที่อุณหภูมิ 10 , 32-36 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน ตัวอย่างควบคุมและ        |      |
| ผลิตภัณฑ์จากห้องตลาด  |      |
| 4.28 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ราและยีสต์ ของมายองเนสไขมันต่ำที่บรรจุในขวดแก้ว ..... | 79   |
| เก็บที่ 10 และ 32-36 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 0,1,2 และ 3 เดือน                     |      |

## สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า |
|--------|------|
| 3.1    | 36   |
| 4.1    | 44   |
| 4.2    | 45   |
| 4.3    | 46   |
| 4.4    | 48   |
| 4.5    | 49   |
| 4.6    | 50   |
| 4.7    | 53   |
| 4.8    | 53   |

| รูปที่   | หน้า |
|--|------|
| 4.9 อนุภาคไขมันของขงมายองเนสที่ใช้มอลโทเด็กซ์ทรินจากแป้งข้าวโพด 3%.....                | 58   |
| โดยน้ำหนัก และลดปริมาณ น้ำมันลงจากปริมาณในสูตรต้นแบบ 40% โดยน้ำหนัก<br>(กำลังขยาย 40X) |      |
| 4.10 อนุภาคไขมันของขงมายองเนสที่ใช้มอลโทเด็กซ์ทรินจากแป้งข้าวโพด 5%.....               | 58   |
| โดยน้ำหนัก และลดปริมาณ น้ำมันลงจากปริมาณในสูตรต้นแบบ 40% โดยน้ำหนัก<br>(กำลังขยาย 40X) |      |
| 4.11 อนุภาคไขมันของขงมายองเนสที่ใช้มอลโทเด็กซ์ทรินจากแป้งข้าวโพด 3%.....               | 59   |
| โดยน้ำหนัก และลดปริมาณ น้ำมันลงจากปริมาณในสูตรต้นแบบ 80% โดยน้ำหนัก<br>(กำลังขยาย 40X) |      |
| 4.12 อนุภาคไขมันของขงมายองเนสที่ใช้มอลโทเด็กซ์ทรินจากแป้งข้าวโพด 5%.....               | 59   |
| โดยน้ำหนัก และลดปริมาณ น้ำมันลงจากปริมาณในสูตรต้นแบบ 80% โดยน้ำหนัก<br>(กำลังขยาย 40X) |      |
| 4.13 อนุภาคไขมันของขงมายองเนสที่ใช้ไข่ขาวผง-โซเดียมเคซีเนต (1:1) 3% .....              | 64   |
| โดยน้ำหนัก และลดปริมาณน้ำมันลงจากปริมาณในสูตรต้นแบบ 80% โดยน้ำหนัก<br>(กำลังขยาย 40X)  |      |
| 4.14 อนุภาคไขมันของขงมายองเนสที่ใช้ ไข่ขาวผง-โซเดียมเคซีเนต (1:1) 5% .....             | 64   |
| โดยน้ำหนัก และลดปริมาณน้ำมันลงจากปริมาณในสูตรต้นแบบ 40% โดยน้ำหนัก<br>(กำลังขยาย 40X)  |      |
| 4.15 อนุภาคไขมันของขงมายองเนสที่ใช้ไข่ขาวผง-โซเดียมเคซีเนต (1:1) 3% .....              | 65   |
| โดยน้ำหนัก และลดปริมาณน้ำมันลงจากปริมาณในสูตรต้นแบบ 40% โดยน้ำหนัก<br>(กำลังขยาย 40X)  |      |
| 4.16 อนุภาคไขมันของขงมายองเนสที่ใช้ไข่ขาวผง-โซเดียมเคซีเนต (1:1) 5% .....              | 65   |
| โดยน้ำหนัก และลดปริมาณน้ำมันลงจากปริมาณในสูตรต้นแบบ 80% โดยน้ำหนัก<br>(กำลังขยาย 40X)  |      |
| 4.17 อนุภาคไขมันมายองเนสไขมันต่ำ ที่ ใช้มอลโทเด็กซ์ทรินจากแป้งข้าวโพด 5% .....         | 68   |
| โดยน้ำหนัก และลดปริมาณน้ำมันลงจากปริมาณในสูตรต้นแบบ 60% โดยน้ำหนัก<br>(กำลังขยาย 40X)  |      |

| รูปที่   | ร<br>หน้า |
|--|-----------|
| 4.18 อนุภาคไขมันของของมายองเนสที่ ใช้ ไข่ขาวผง- โซเดียมเคซีเนต (1:1) 4%.....           | 68        |
| โดยน้ำหนัก และลดปริมาณน้ำมันลงจากปริมาณในสูตรต้น แบบ 60% โดยน้ำหนัก<br>(กำลังขยาย 40X) |           |
| ค1 ผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ.....  | 117       |
| ง.1 ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ความชื้น (TMC0, 1L).....  | 118       |
| ง.2 กล้องจุลทรรศน์ พร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วงกับจอโทรทัศน์ที่ใส่แผ่นมาตราส่วนสำหรับวัด.....   | 118       |
| ขนาดอนุภาค ใ้ภายใน (System microscope, BX50)   |           |
| ง.3 เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (texture analyzer, TA-XT2i <sup>®</sup> ) .....        | 119       |
| ง.4 เครื่องวัดสี (Minolta chroma meter, CR 300 series).....                            | 119       |
| ง.5 เครื่องวัดความหนืด (Brookfield digital viscometer, DV-II+) หัวเข็มรหัส 27 .....    | 120       |
| วัดความหนืดผลิตภัณฑ์มายองเนส   |           |
| ง.6 เครื่องวัดความหนืด (Brookfield digital viscometer, DV-II+) หัวเข็มรหัส 00 .....    | 120       |
| วัดความหนืดน้ำมัน  |           |
| ง.7 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Hotpack, 355371 ).....  | 121       |
| ง.8 เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ (hand homogenizer, series X10/20) หัวผสม (mixing head, .....  | 121       |
| 3923 14 ) และแกนหัวผสม (shaft, 20/T)   |           |
| จ.1 ความหนืดของสารละลายมอลโทเด็กซ์ทรินจากแป้งข้าวโพด โซเดียมเคซีเนต.....               | 122       |
| และไข่ขาวผง ที่แปรความเข้มข้นเป็น 5,10,15 และ 20% โดยน้ำหนัก                           |           |