# บทที่ 3

## การทดลอง

<u>วัตถุดิบ</u>

- น้ำมันปลาทูน่าที่ผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ จากบริษัท TC UNION จำกัด ใส่สารกันหืน TBHQ 120 ส่วนในล้านส่วน และ $\alpha$-Tocopherol 500 ส่วนในล้านส่วน
- น้ำมันถั่วเหลือง (บริษัทน้ำมันพืชไทย จำกัด)
- มอลโทเด็กซ์ทรินจากแป้งข้าวโพด (บริษัทเนชั่นแนลสตาร์ทแอนด์เคมิคอล ประเทศไทย จำกัด) สารละลายเข้มข้น 20 % โดยน้ำหนัก มีความหนืด 7,077.6 mPa.s (ค่าความหนืดและความเข้มข้นของสารละลาย แสดงในภาคผนวก จ1.)
- โซเดียมเคซีเนต (บริษัทวิคกี้คอนโซลิเดท จำกัด) สารละลายเข้มข้น 20 % โดยน้ำหนัก มีความหนืด 18,201.5 mPa.s (ค่าความหนืดและความเข้มข้นของสารละลาย แสดงในภาคผนวก จ1.)
- ทวีน®80 HLB 15 (บริษัท Fluka Chemical จำกัด)
- ทวีน® 60 HLB 15 (บริษัท Fluka Chemical จำกัด)
- น้ำตาลทรายขาว ( บริษัทรวมเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด)
- เกลือปรุงทิพย์ (บริษัทอุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด) ความบริสุทธิ์ 99.9% โดยน้ำหนัก
- มัสตาร์ดผง (บริษัทโคลแมนฟู้ดส์ ประเทศอังกฤษ ) ส่วนประกอบสำคัญ คือ มัสตาร์ดผง 95 % ยี่หร่าผง 4.5 % โดยน้ำหนัก
- น้ำส้มสายชูกลั่น (บริษัทจิ้วฮวด จำกัด ) ปริมาณกรดอะซิติก 5% โดยน้ำหนัก
- พริกไทยขาวผง (บริษัทง่วนสูน จำกัด)
- อบเชยผง (บริษัทยูไนเต็ดโพรเกรส ประเทศไทย จำกัด)
- ขิ้นฉ่ายผง (บริษัทกริฟฟิทท์ จำกัด )
- กระชายผง (บริษัทง่วนสูน จำกัด)

- ไข่ขาวผง (บริษัทไทยฟูดแอนด์เคมิคอล จำกัด) สารละลายเข้มข้น 20 % โดยน้ำหนัก มีความหนืด 6,705.1 mPa.s (ค่าความหนืดและความเข้มข้นของสารละลายแสดงในภาคผนวก จ1.)
- แซนแทนกัม (บริษัท Fluka Chemical จำกัด) น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 16,604

<u>สารเคมี</u>

การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์

| | |
|---|---|
| -โปรแตสเซียมไอโอไดด์ (potassium iodide) | (A.R.) |
| -โซเดียมไธโอซัลเฟต (sodium thiosulphate) | (A.R.) |
| - กรดอะซิติก (acetic acid) | (A.R.) |
| - คลอโรฟอร์ม (chloroform) | (A.R.) |

การวิเคราะห์กรดไขมันอิสระ

| | |
|---|---|
| - ไดเอทธิลอีเทอร์ (diethylether) | (A.R.) |
| - เอทธิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) | (A.R.) |
| - ฟีนอล์ฟธาลีน (phenolphthalein) | (A.R.) |
| - โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) | (A.R.) |

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

| | |
|---|---|
| - กรดซัลฟุริก (sulfuric acid) | (A.R.) |
| - เอมิลแอลกอฮอล์ (amyl alcohol) | (A.R.) |

การวิเคราะห์ค่าทีบีเอ (thiobarbituric acid, TBA)

| | |
|---|---|
| - บิวทานอล (1-butanon) | (A.R.) |
| - กรดไธโอบาร์บิทุริก (2-thiobarbituric acid) | (A.R.) |

การวัดขนาดอนุภาคไขมัน

- เมทธิลีนบลู (methylene blue) (A.R.)

การวิเคราะห์กรดไขมัน (วิเคราะห์โดย สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล)

การสกัดไขมันจากมายองเนส

- กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) (A.R.)
- ไดเอทธิลอีเทอร์ (A.R.)
- ปิโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether) (A.R.)

การทำเมทธิลเลชันของกรดไขมัน (methylation of fatty acid)

- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (A.R.)
- เมทานอล (methaol) (A.R.)
- โบรอนไตรฟลูโอไรด์ (borontrifluoride) (A.R.)
- ไอโซออกเทน (isooctane) (A.R.)
- โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) (A.R.)
- โซเดียมซัลเฟตแอนไฮดรัส (sodium sulfate anhydrous) (A.R.)

การวิเคราะห์ด้วยเครื่องแกสโครมาโตกราฟ (gas chromatograph) (A.R.)

สารมาตรฐานที่ใช้อ้างอิงสำหรับกรดไขมัน

- เมทธิลเอสเทอร์ของกรดไมรีสติก (A.R.)
  (Myristic acid (C14:0) methyl ester)
- เมทธิลเอสเทอร์ของกรดปาล์มิติก (A.R.)
  (Palmitic acid (C16:0) methyl ester)
- เมทธิลเอสเทอร์ของกรดสเตียริก (A.R.)
  (Stearic acid (C18:0) methyl ester)
- เมทธิลเอสเทอร์ของกรดโอเลอิก (A.R.)
  (Oleic acid (C18:1) methyl ester)
- เมทธิลเอสเทอร์ของกรดไลโนเลอิก (A.R.)
  (Linoleic acid (C18:2) methyl ester)

- เมทธิลเอสเทอร์ของกรดไลโนเลนิก (A.R.)
  (Linolenic acid (C18:3) methyl ester)
- เมทธิลเอสเทอร์ของกรดออกตะเดกกะเตตระอิโนอิก (A.R.)
  (6,9,12,15-Octadecatetraenoic acid (C18:4) methyl ester)
- เมทธิลเอสเทอร์ของกรดอะราคิดิก (A.R.)
  (Arachidic acid (C20:0) methyl ester)

- เมทธิลเอสเทอร์ของกรดไอโคซะเพนตะอิโนอิก (A.R.)
  (5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic acid (C20:5) methyl ester)
- เมทธิลเอสเทอร์ของกรดโดโคซะเฮกซะอิโนอิก (A.R.)
  (4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic acid (C22:6) methyl ester)

อุปกรณ์

การผลิตมายองเนส

- เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ ( hand homogenizer, series X10/20 แสดงในภาคผนวก ง.8 )
  ประกอบด้วยหัวผสม (mixing head, 3923 14 ) และแกนหัวผสม (shaft,20/T)

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

- เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (texture analyzer, TA-XT2i®) ใช้หัวกดอะลูมิเนียมรูปทรงกระบอก (aluminum cylinder probe) เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร (แสดงในภาคผนวก ง.3)
- เครื่องวัดสี (Minolta Chroma Meter, CR 300 series; แสดงดังรูป ง.4)
- เครื่องวัดความหนืด (Brookfield digital viscometer, DV-II+) ใช้หัวเข็มรหัส 27 วัดความหนืดมายองเนส และใช้หัวเข้มรหัส 00 วัดความหนืดน้ำมัน (แสดงในภาคผนวก ง.5 และ ง.6 ตามลำดับ)
- กล้องจุลทรรศน์ พร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วงกับจอโทรทัศน์ที่ใส่แผ่นมาตราส่วนสำหรับวัดขนาดอนุภาค ไว้ภายใน (System microscope, BX50; แสดงดังรูป ง.2)

การวิเคราะห์ทางเคมี

- เครื่องชั่งน้ำหนักชนิดละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง พิกัดการชั่ง 3,100 กรัม (Sartorius,A200S )
- เครื่องชั่งน้ำหนักชนิดหยาบ ทศนิยม 2 ตำแหน่ง พิกัดการชั่ง 3,000 กรัม (Sartorius,BP 3100S)
- ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ไขมัน ประกอบด้วยหลอดวัดปริมาณไขมัน (standard Gerber butyrometer) และ เครื่องปั่นแยก (Effre tikon, CH-8307) ความเร็ว 1,100 รอบต่อนาที
- ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ความชื้น (TMC0, 1L ; แสดงในภาคผนวก ง.1)
- เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectronic 21, Milton Roy)

การวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมัน

- ชุดวิเคราะห์ในขั้นตอนสกัดไขมัน
  - ขวดสกัดไขมัน (Mojonnier fat extraction flask)
  - อ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิ (Heto, DT Hetotherm)
  - เตาอบ (WTB binder, 41 M02.1)
- ชุดวิเคราะห์ในขั้นตอนการเตรียมเมทิลเลชันของกรดไขมัน
  - ชุดควบแน่นไอ (condensor)
  - ขวดรูปชมพู่ (elenmeyer flask)
  - เครื่องให้ความร้อน (hot plate)
- เครื่องแกสโครมาโตกราฟ (gas chromatograp,Varian 3400) ใช้ดีเทคเตอร์ชนิดเฟลมไอออไนเซชั่น ( flame ionization detector,FID) ตั้งอุณหภูมิดีเทคเตอร์และอินเจ็กเตอร์ (injector) เป็น 240 องศาเซลเซียส ฉีดตัวอย่างครั้งละ 1 ไมโครลิตร แกซพา (carrier gas) คือไนโตรเจน ปรับให้มีอัตราการไหล 25 มิลลิลิตร/นาที กาซไฮโดรเจน ($H_2$ flame) และอากาศสำหรับเปลวไฟ (compressed air) ปรับให้มีความดัน 0.6 และ 0.5 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ
- คอลัมน์รูเล็ก (capillary column, DB 235) ทำจากโลหะไร้สนิมความยาว 2 เมตรเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 3 มิลลิเมตร ภายในบรรจุ 10% SP 2330

100/120 โครโมซอร์พชนิดดับเบิ้นยู เอดับเบิ้นยู (Chromosorb W AW) อุณหภูมิคอลัมน์ตั้งโปรแกรมไว้จาก 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที แล้วเพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตราเร็ว 5 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึง220 องศาเซลเซียส แล้วคงไว้ที่อุณหภูมินี้อีก 20 นาที

การวิเคราะห์จุลินทรีย์

- หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (IWAKI, ACV-3167)
- ตู้บ่มเชื้อ (Memmert, B30) ช่วงอุณหภูมิ 25-70 องศาเซลเซียส

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา

- ขวดแก้ว (บริษัท ง่วนสูน จำกัด ) ขนาด 200 มิลลิลิตร มีฝาปิดพลาสติก
- ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Hotpack, 355371 )

  ควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 5 - 50 องศาเซลเซียส (แสดงในภาคผนวก ง.7)

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้คือ น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาทูน่า นำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าเปอร์ออกไซด์ (A.O.A.C.,1984 ) ปริมาณกรดไขมันอิสระ (A.O.A.C.,1984) และ องค์ประกอบกรดไขมัน (A.O.A.C.,1990) สมบัติทางกายภาพที่วิเคราะห์ ได้แก่ ค่าความหนืด วัดด้วยเครื่อง Brookfileld digital viscometer และสี วัดด้วยเครื่อง Minolta Chroma Meter (วิธีวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์, กรดไขมันอิสระ และองค์ประกอบกรดไขมัน แสดงในภาคผนวก ก1. ก2. และ ก3 ตามลำดับ)

3.2 การใช้สารอิมัลซิไฟเออร์ น้ำมันผสม และคัดเลือกชนิดของสารอิมัลซิไฟเออร์ที่ดีที่สุด ในผลิตภัณฑ์มายองเนส

ศึกษาปริมาณและชนิดของสารอิมัลซิไฟเออร์ ได้แก่ ทวีน®60 กับ ทวีน®80 และอัตราส่วนระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองกับน้ำมันปลาทูน่า เตรียมอิมัลชันโดยใช้สูตรต้นแบบและวิธีผลิตที่ดัดแปลงมาจากผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ (Jonson, 1979) ดังแสดงด้านล่าง

สูตรต้นแบบ

| องค์ประกอบ | ปริมาณ(%) |
|---|---|
| น้ำมัน | 65 |
| น้ำส้มสายชูกลั่น (กรดอะซิติก 5%) | 6 |
| น้ำตาลทราย | 12 |
| มัสตาร์ดผง | 2 |
| เกลือ | 1.5 |
| สารอิมัลซิไฟเออร์ | 0.5 |
| น้ำ | 13 |

วิธีผลิต

ละลายน้ำตาลทราย เกลือ มัสตาร์ด ในน้ำและน้ำส้มสายชู ผสมสารอิมัลซิไฟเออร์ลงไป คนให้ละลาย จากนั้นค่อยๆเทน้ำมันลงไป ผสมด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ ความเร็ว 2,000 รอบต่อนาที นาน 3 นาที แล้วเพิ่มความเร็วเป็น 5,000 รอบต่อนาที ผสมต่ออีก 5 นาที

ผลิตอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำตามสูตรต้นแบบ โดยแปรปริมาณ ทวีน®60 หรือ ทวีน® 80 เป็น 5 ระดับ ได้แก่ 0.5, 0.3, 0.24, 0.17 และ 0.1% โดยน้ำหนักน้ำมัน และแปรอัตราส่วนของน้ำมันถั่วเหลืองต่อน้ำมันปลาทูน่า เป็น 4:0, 3:1, 1:1, 1:3 และ 0:4 ใช้วิธีผลิตตามข้อ 3.2 ผลิตภัณฑ์ที่ได้บรรจุในในขวดแก้วปิดฝาให้สนิท และเก็บที่อุณหภูมิ 32-36 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างที่ได้จากการใช้สารอิมัลซิไฟเออร์แต่ละชนิด นำมาประเมินคุณภาพเพื่อเลือกตัวอย่างที่ดีที่สุด โดยวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield digital viscometer วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของอนุภาคไขมันด้วยกล้อง System microscope และวิเคราะห์ค่าความคงตัวต่อการแยกชั้นของน้ำมันกับน้ำ (stability index) ตามวิธีของ Titus และคณะ (1968 ) (ค่า stability index เป็นปริมาณไขมันที่ยังคงอยู่ในอิมัลชันจำนวน 5 มิลลิลิตร ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับปริมาณไขมันในอิมัลชันที่ไม่ได้รับความร้อน)

$$\text{ค่า stability index} = \frac{\text{ปริมาณไขมันในอิมัลชันที่ได้รับความร้อน}}{\text{ปริมาณไขมันในอิมัลชันที่ไม่ได้รับความร้อน}} \times 100$$

เลือกตัวอย่างที่ดีที่สุดที่สรุปได้ด้วยเกณฑ์ดังกล่าว มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น ใช้วิธีทดสอบแบบ scoring test ซึ่งมีช่วงคะแนน 1-10 โดย 1-2 หมายถึงมีกลิ่นคาวมาก 3-5 หมายถึงมีกลิ่นคาวปานกลาง 6-8 หมายถึงมีกลิ่นคาวเล็กน้อย และ 9-10 หมายถึงไม่มีกลิ่นคาว ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 20 คน (แบบทดสอบแสดงในภาคผนวก ข.1)

การศึกษาค่าความหนืด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของอนุภาคไขมัน และ stability index วางแผนการทดลองแบบ Symmetric Factorial Experiment ขนาด $2^5$ ทดลอง

2 ซ้ำ คุณภาพทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Package for the Social Science (SPSS, Keller and Warrack, 1994) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey 's Honestly Significant Difference Test (Cochran and Cox, 1957)

ผลิตอิมัลชันโดยใช้สารอิมัลซิไฟเออร์แต่ละชนิดและอัตราส่วนน้ำมันผสมที่ปริมาณเหมาะสมที่สุด ที่สรุปได้จากข้อ 3.2.1 นำมาประเมินคุณภาพเพื่อเลือกชนิดสารอิมัลซิไฟเออร์ที่ดีที่สุดเช่นเดียวกับข้อ 3.2.1 การศึกษาค่าความหนืด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของอนุภาคไขมัน และ stability index วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 6 ซ้ำ คุณภาพทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey 's Honestly Significant Difference Test

3.3 <u>การใช้สารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์มายองเนส</u>

ศึกษาการใช้สารทดแทนไขมัน 2 ชนิด ได้แก่ มอลโทเด็กซ์ทรินจากแป้งข้าวโพด กับของผสมระหว่างไข่ขาวผง-โซเดียมเคซีเนต (1:1) ในผลิตภัณฑ์มายองเนสที่ลดปริมาณน้ำมันจากสูตรต้นแบบข้อ 3.1

3.3.1 <u>ศึกษาการใช้มอลโทเด็กซ์ทริน หรือไข่ขาวผง-โซเดียมเคซีเนต</u>

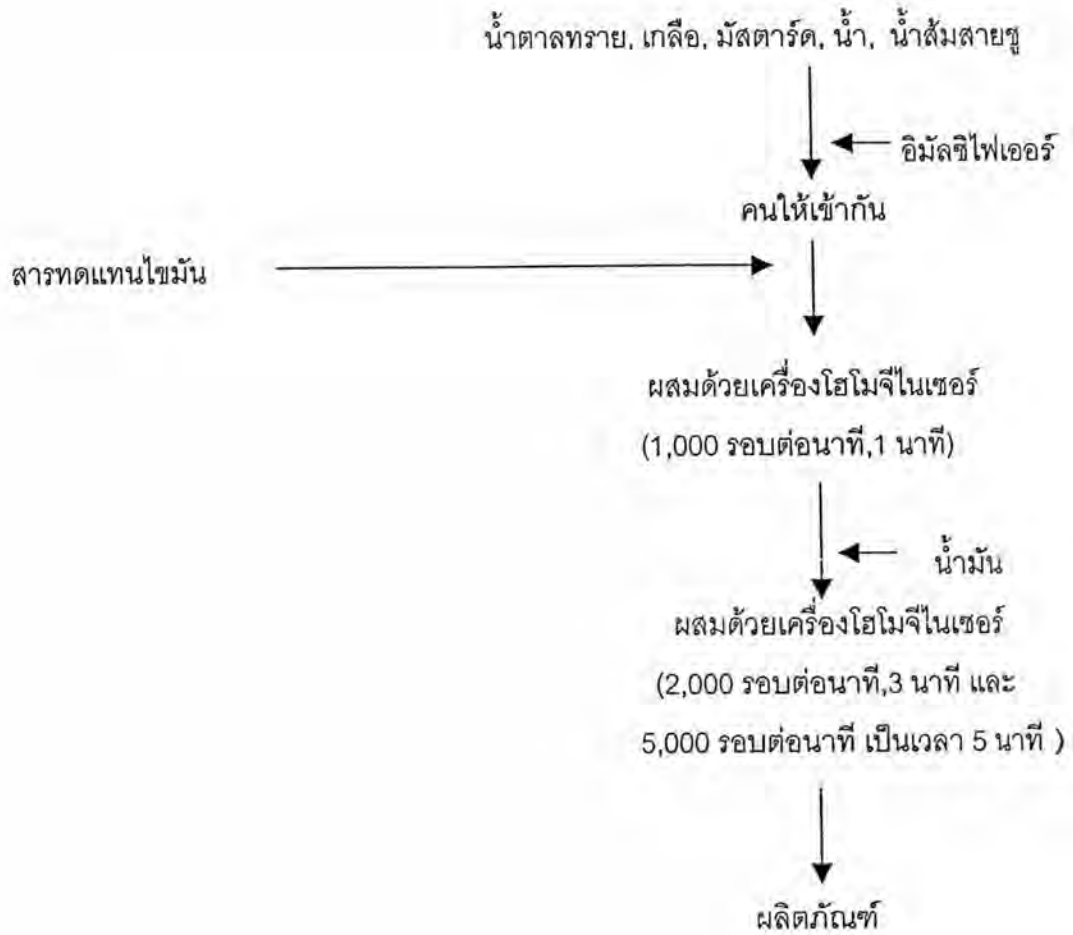
เลือกตัวอย่างอิมัลชันที่ดีที่สุดจากข้อ 3.2.2 มาผลิตมายองเนสไขมันต่ำโดยทดแทนปริมาณน้ำมันในสูตรต้นแบบจาก ข้อ 3.? ด้วยสารทดแทนไขมัน 2 ชนิด ได้แก่ มอลโทเด็กซ์ทรินจากแป้งข้าวโพด กับไข่ขาวผง-โซเดียมเคซีเนต (1:1) ใช้สารทดแทนไขมันในรูปสารละลายเข้มข้น 20% โดยน้ำหนัก ซึ่งเตรียมสารละลายสารทดแทนโดยค่อยๆกระจายผงของสารทดแทนไขมันลงในน้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พร้อมทั้งคนให้เข้ากันจนได้สารละลายที่ข้นหนืด แปรปริมาณสารทดแทนไขมันแต่ละชนิดและลดน้ำมันจากสูตรต้นแบบ ตามตารางที่ 3.1 ผลิตมายองเนสด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ ใช้ตามวิธีที่ดัดแปลงมาจากผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ (Jonson, 1979) ดังแสดงในรูปที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ปริมาณสารทดแทนไขมันแต่ละชนิดที่แปรในมายองเนส

| ปริมาณสารทดแทนไขมัน (%) | ปริมาณน้ำมันที่ลดลงจากปริมาณในสูตรต้นแบบ (%) |
|---|---|
| มอลโทเด็กซ์ทรินจากแป้งข้าวโพด | |
| 3 | 40, 60, 80 |
| 4 | 40, 60, 80 |
| 5 | 40, 60, 80 |
| ไข่ขาวผง-โซเดียมเคซีเนต | |
| 3 | 40, 60, 80 |
| 4 | 40, 60, 80 |
| 5 | 40, 60, 80 |

ประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield digital viscometer วัดค่ามอดุลัส (Young's modulus) ด้วยเครื่อง texture analyzer (ตั้งระยะการกดลงในมายองเนสเป็น 20%) วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยอนุภาคไขมันด้วยกล้อง System microscope และการแยกชั้นของน้ำกับน้ำมัน ตามวิธีของ Hennock (1984) ซึ่งวัดเป็นความสูง (เซนติเมตร) ของน้ำมันที่แยกชั้นของหลังจากเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

วางแผนการทดลองแบบ Symmetric Factorial Experiment ขนาด $2^3$ ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey 's Honestly Significant Difference Test




รูปที่ 3.1 กระบวนการผลิตมายองเนสไขมันต่ำ

3.3.2 ศึกษาชนิดสารทดแทนไขมัน

ผลิตมายองเนสไขมันต่ำทุกตัวอย่างที่สรุปได้จากข้อ 3.3.1 ประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกับ ข้อ 3.3.1 เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพและเลือกชนิดของสารทดแทนไขมันที่ดีที่สุด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 6 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey 's Honestly Significant Difference Test

3.4 การปรับปรุงคุณภาพด้านความหนืด

เลือกผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำที่มีคุณภาพดีที่สุดที่สรุปได้จากข้อ 3.3.2 มาปรับปรุงสมบัติด้านความหนืดให้อยู่ในช่วง 6,000 – 7,000 mPa.s ซึ่งเป็นความหนืดของมายองเนสที่จำหน่ายในท้องตลาด โดยใช้สารละลายแซนแทนกัมเข้มข้น 3.25% โดยน้ำหนัก ผสมลงในสารละลายสารทดแทนไขมัน (เข้มข้น 20% โดยน้ำหนัก) ที่จะใช้ในสูตร ผลิตมายองเนสตามวิธีในรูปที่ 3.1 แปรปริมาณแซนแทนกัม เป็น 4 ระดับ ได้แก่ 0.50, 0.75, 1.00 และ 1.25% โดยน้ำหนัก ประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกับ ข้อ 3.3.1 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 4 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey 's Honestly Significant Difference Test

3.5 การปรับปรุงกลิ่นผลิตภัณฑ์มายองเนส

3.5.1 ศึกษาปริมาณอบเชย

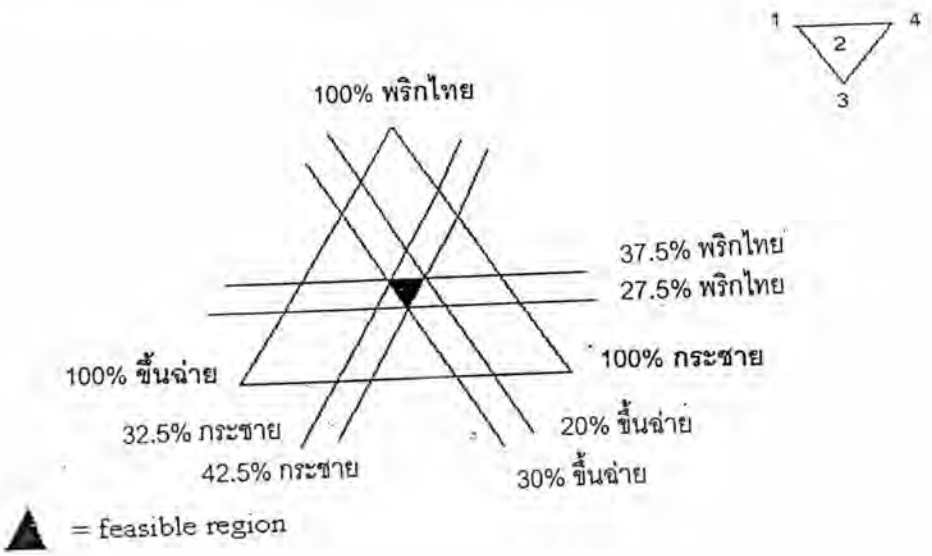
ปรับปรุงกลิ่นมายองเนสไขมันต่ำโดยใช้อบเชยผง แปรปริมาณอบเชยเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 0.25, 0.5 และ 0.75% โดยน้ำหนัก ผสมอบเชยรวมกับเครื่องปรุงรสทั้งหมด และใช้วิธีการผลิตตามขั้นตอนข้อ 3.4 ประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดย ทดสอบประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 20 คน ต่อซ้ำ ใช้แบบทดสอบชนิด scoring test (คะแนนเต็ม 10 โดยคะแนนสี ต่ำกว่า 5 หมายถึงมีสีเหลืองคล้ำไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค คะแนนกลิ่นรสต่ำกว่า 5 หมายถึงมีกลิ่นคาวปานกลางและยอมรับได้น้อย คะแนนเนื้อสัมผัสต่ำกว่า 9 หมายถึงความหนืดยังไม่พอดี และคะแนนความชอบรวม

ต่ำกว่า 6 หมายถึงยังไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ แบบทดสอบแสดงในภาคผนวก ข2.) และวัดค่าสีด้วยเครื่อง Minolta Chroma Meter

การทดสอบทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 2 ซ้ำ ค่าสี วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 5 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey 's Honestly Significant Difference Test

3.5.2 <u>ศึกษาปริมาณกระชาย ขิ้นฉ่ายและพริกไทยขาว</u>

เลือกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด จากข้อ 3.5.1 มาปรับปรุงกลิ่นเพิ่มเติม โดยใช้สารอิมัลซิไฟเออร์ สารทดแทนไขมัน น้ำมันผสม แซนแทนกัม และอบเชยปริมาณเหมาะสมที่สรุปได้จากข้อ 3.2.2, 3.3.2, 3.4 และ 3.5.1 ตามลำดับ ใช้น้ำส้มสายชูกลั่น น้ำตาลทราย มัสตาร์ดผง และเกลือ ตามปริมาณในสูตรต้นแบบข้อ 3.2 แปรปริมาณกระชายผง 32.5-42.5 %, ขิ้นฉ่ายผง 20-30 % และพริกไทยขาวผง 27.5-37.5% โดยน้ำหนัก เลือกสูตรโดยใช้ mixture design (Hare,1974) ในการพัฒนา ดังแสดงในแผนภาพด้านล่าง




จากพื้นที่ที่เป็นไปตามข้อกำหนด เลือกทดลอง 4 ตัวอย่าง ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.2 ปริมาณ กระชาย ขิ้นฉ่ายและ พริกไทยขาว ที่แปรโดย mixture design

| ตัวอย่าง | กระชาย (%) | ขิ้นฉ่าย (%) | พริกไทยขาว (%) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1.3 | 1.2 | 1.5 |
| 2 | 1.5 | 1.1 | 1.4 |
| 3 | 1.7 | 1.2 | 1.1 |
| 4 | 1.7 | 0.8 | 1.5 |

ขั้นตอนการผลิตมายองเนสเริ่มจากการผสมผงกระชาย ขิ้นฉ่าย และพริกไทยขาว กับน้ำมันปลาทูน่าเก็บไว้ในภาชนะปิดและตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 24 ชั่วโมง แล้วกรองน้ำมันด้วยผ้าขาวบาง นำน้ำมันปลาทูน่าที่ได้ไปผสมกับน้ำมันถั่วเหลือง จึงผลิตมายองเนสตามขั้นตอนข้อ 3.5.1

ประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกับข้อ 3.5.1 โดยใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสจำนวน 10 คน (เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านปริมาณน้ำมันปลาทูน่าที่ไม่สามารถจัดหาเพิ่มเติมได้)

การทดสอบทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 2 ซ้ำ และค่าสี วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 4 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey 's Honestly Significant Difference Test

## 3.6 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ

ผลิตมายองเนสไขมันต่ำที่สรุปได้จากข้อ 3.5.2 นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณไขมัน ตามวิธีของ A.O.A.C. (1984) กรดไขมัน ตามวิธีของ A.O.A.C. (1990) และ น้ำ วิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ความชื้น และมายองเนสสูตรต้นแบบข้อ 3.2 วิเคราะห์ปริมาณไขมัน และน้ำ

3.7 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา

ผลิตมายองเนสไขมันต่ำตัวอย่างที่สรุปได้จากข้อ 3.5 บรรจุผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในขวดแก้วขนาด 200 มิลลิลิตร อุณหภูมิขณะบรรจุอยู่ในช่วง 35-40 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (32-36 องศาเซลเซียส) และ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ ทุก 2 สัปดาห์ โดยวิเคราะห์ค่า TBA (A.O.C.S.,1995) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ราและยีสต์ (ICMSF,1982) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเช่นเดียวกับข้อ 3.5.2 วัดค่าความหนืดและการแยกชั้นของน้ำกับน้ำมัน เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 3 เดือน ตัวอย่างควบคุม (ผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำที่เก็บเป็นเวลา 0 เดือน) และผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายในท้องตลาด

การศึกษาค่า TBA ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและรา วางแผนการทดลองแบบ Asymmetric Factorial Experiment ขนาด 2x7 ทดลอง 2 ซ้ำ คุณภาพทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบ Asymmetric Factorial with Randomized Complete Block Design ขนาด 2x7x10 ทดลอง 2 ซ้ำ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey 's Honestly Significant Difference Test