

## บทที่ 3

### การทดลอง

#### วัตถุประสงค์ อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการวิเคราะห์

##### 1. วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการเตรียมเมือกเมล็ดแมงลัก

- เมล็ดแมงลัก (*Ocimum canum* Sims.)

##### 2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการแยกเมือกเมล็ดแมงลัก

- เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius: model A200S)
- กระจกตวง 1000 มิลลิลิตร
- ถุงผ้าขาวบาง
- water bath
- เทอร์โมมิเตอร์ 0 ถึง 100 องศาเซลเซียส
- นาฬิกาจับเวลา
- เครื่องตีปั่นผสมอาหารไฟฟ้า (Kenwood: model FP-310)
- ตะแกรงขนาดความละเอียด 50 mesh (Retsch)
- ตะแกรงขนาดความละเอียด 30 mesh (Retsch)
- เครื่องบีบแยก pneumatic press พร้อมปั๊มลม (Campbell Hausfeld 2HP)

##### 3. สารเคมีที่ใช้ฟอกสีเมือกเมล็ดแมงลัก

- 30% Hydrogen Peroxide (A.R.)
- 1 M Hydrochloric acid (A.R.)
- 1 M Sodium Hydroxide (A.R.)

##### 4. อุปกรณ์ที่ใช้ฟอกสีเมือกเมล็ดแมงลัก

- เครื่อง pH meter (Horiba: model F-21)
- เครื่องกวนผสม (Mechanical agitator)
- เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius: model BP210S)
- นาฬิกาจับเวลา

### 5. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลัก

- เมือกเมล็ดแมงลักที่ฟอกสีแล้ว

### 6. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลัก

- ถาดอลูมิเนียมเคลือบ Teflon®
- ตู้อบลมร้อนแบบถาด (tray dryer)
- เครื่องบด (Philips : model SR1841)
- ตะแกรงขนาดความละเอียด 50 mesh (Retsch)
- ตะแกรงขนาดความละเอียด 100 mesh (Retsch)
- ชุดเครื่อง Automatic Sieving (Retsch)

### 7. สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์และตรวจสอบ

- Glacial acetic acid (A.R.)
- Hydrochloric acid (A.R.)
- Petroleum ether (A.R.)
- Silver nitrate (A.R.)
- Sodium hydroxide (A.R.)
- Sulfuric acid (A.R.)

### 8. วัตถุดิบที่ใช้ในการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ

- ผงเมือกเมล็ดแมงลัก
- กัวกัม (บริษัท เบอรัลียูคเกอร์ สเปเชียลตี้ส์ จำกัด , ภาคผนวก ข)
- โลคัสปีนกัน (บริษัท เบอรัลียูคเกอร์ สเปเชียลตี้ส์ จำกัด , ภาคผนวก ข)
- แซนแทนกัน (บริษัท เบอรัลียูคเกอร์ สเปเชียลตี้ส์ จำกัด , ภาคผนวก ข)

### 9. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์และตรวจสอบ

- ชุดย่อยและกลั่นโปรตีน (Kjeldahltherm and Vapodest I, Gerhardt:model KT85)
- ชุดสกัดไขมัน (Gerhardt Soxtherm Automatic: model S166)
- เครื่องวัดสี (Minolta Croma Meter: model CR-300 series)

- เครื่องวัดความหนืด Brookfield Digital Viscometer model DV-II +version 3.2 พร้อมชุดควบคุมอุณหภูมิ Neslab
- เครื่องเหวี่ยงแยก (Kubota: model 5200)
- เครื่องเหวี่ยงแยก (Heraers-Christ: model MEDIFUGE)
- เครื่องเหวี่ยงแยกความเร็วสูงพร้อมชุดทำความเย็น (High speed refrigerated centrifuge)
- เครื่อง hand homogenizer (Ystral : model X10/20) พร้อมหัวตีเบอร์ 20G
- กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (JEOL: model 5410LV)
- เต้าเผา (Isotherm: model FT01/138)
- ตู้อบลมร้อน (WTB binder: model E-53)
- เครื่องวัดค่า Water Activity ,  $A_w$  (Novasina: model AW SPRINT TH-500)

#### 10. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างของเนสไขมันต่ำ

- เครื่องตีผสมอาหารแบบมือถือ (Kenwood handmixer : model HM300T)

#### 11. วิธีตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

(ภาคผนวก ก)

- วัดค่าความสามารถในการพองตัว (swelling capacity) ตามวิธีของ Auffret และคณะ (1994)
- วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC , 1995)
- วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC , 1995)
- วิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC , 1995)
- วิเคราะห์ปริมาณเส้นใยหยาบ (AOAC , 1995)
- วิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC , 1995)
- วิเคราะห์ปริมาณใยอาหารทั้งหมด (AOAC , Enzymatic Gravimetric Method)
- วิเคราะห์ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ ตามวิธี Mohr titration

## ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

### 1. ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

#### 1.1 ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ

- วัดค่า Bulk density
- วัดค่าน้ำหนักต่อ 100 เมล็ด
- วัดค่าความสามารถในการพองตัว (swelling capacity) ของเมล็ดแมงลักและเมล็ดแมงลักบด

#### 1.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดแมงลักและเมือกเมล็ดแมงลัก

นำเมล็ดแมงลักและเมือกเมล็ดแมงลักมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ และใยอาหารทั้งหมด ตามวิธี AOAC (1995)

### 2. ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลัก

#### 2.1 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการแยกเมือกเมล็ดแมงลัก

เปรียบเทียบค่าที่ดีที่สุดจากการทดลองแยกเมือกจากเมล็ดแมงลักโดยวิธีต่างๆ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

##### 2.1.1 การแยกเมือกเมล็ดแมงลักแบบแห้ง (Dry demucilagation) จากเมล็ดแมงลักและเมล็ดแมงลักบด (ภาพที่ 3.1)

นำเมล็ดแมงลักมาร่อนแยกฝุ่นผงออกด้วยตะแกรงขนาด 30 mesh นำเมล็ดแมงลัก 100 กรัม มาบดด้วยเครื่องบด นาน 2 นาที จากนั้นนำเมล็ดแมงลักและเมล็ดแมงลักบดอย่างละ 20 กรัม แช่น้ำสะอาดในอัตราส่วนเมล็ดแมงลักต่อน้ำ เท่ากับ 1:50 ให้เมล็ดแมงลักทั้ง 2 แบบ พองตัว โดยแปรอุณหภูมิของน้ำแช่เป็น 30 60 และ 90 องศาเซลเซียส และเวลาในการแช่เป็น 1 3 และ 6 ชั่วโมง จากนั้นกรองแยกน้ำส่วนเกินออกนาน 5 นาที ใส่ในถาดเคลือบ Teflon<sup>®</sup> ทำแห้งในตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง เมื่อแห้งแล้ว นำมาบดด้วยเครื่องบด นาน 1 นาที เนื่องจากการบดจะทำให้ส่วนเมือกซึ่งถูกบดง่ายกว่ามีความละเอียดกว่าส่วนสีดำ ซึ่งมีความแข็งและบดยากกว่า จึงสามารถร่อนแยกส่วนเมือกส่วนใหญ่ออกจากส่วนสีดำด้วยตะแกรงขนาด 50 mesh โดยที่ยังมีส่วนสีดำที่มีขนาดเล็กร่อนผ่านตะแกรงลงมาด้วย จากนั้นนำผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ร่อนผ่านตะแกรงได้มาหาค่า ร้อยละของผลผลิต (%yield) และวัดสี (L, a, b) ด้วยเครื่องวัดสี Minolta Chroma Meter



$$\text{ร้อยละของผลผลิต} = \frac{\text{น้ำหนักผงเมือกเมล็ดแมงลัก}}{\text{น้ำหนักเมล็ดแมงลักเริ่มต้น}} \times 100$$

และวัดการเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์ (Nonenzymatic Browning reaction) ของน้ำแช่เมล็ดแมงลักโดยวิธีของ Klim และ Nagy (1988) (ภาคผนวก ก)

วางแผนการทดลองแบบ Symmetric Factorial Design ขนาด 3x3 ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

### 2.1.2 การแยกเมือกเมล็ดแมงลักแบบเปียก (Wet Demucilagination) (ภาพที่ 3.2)

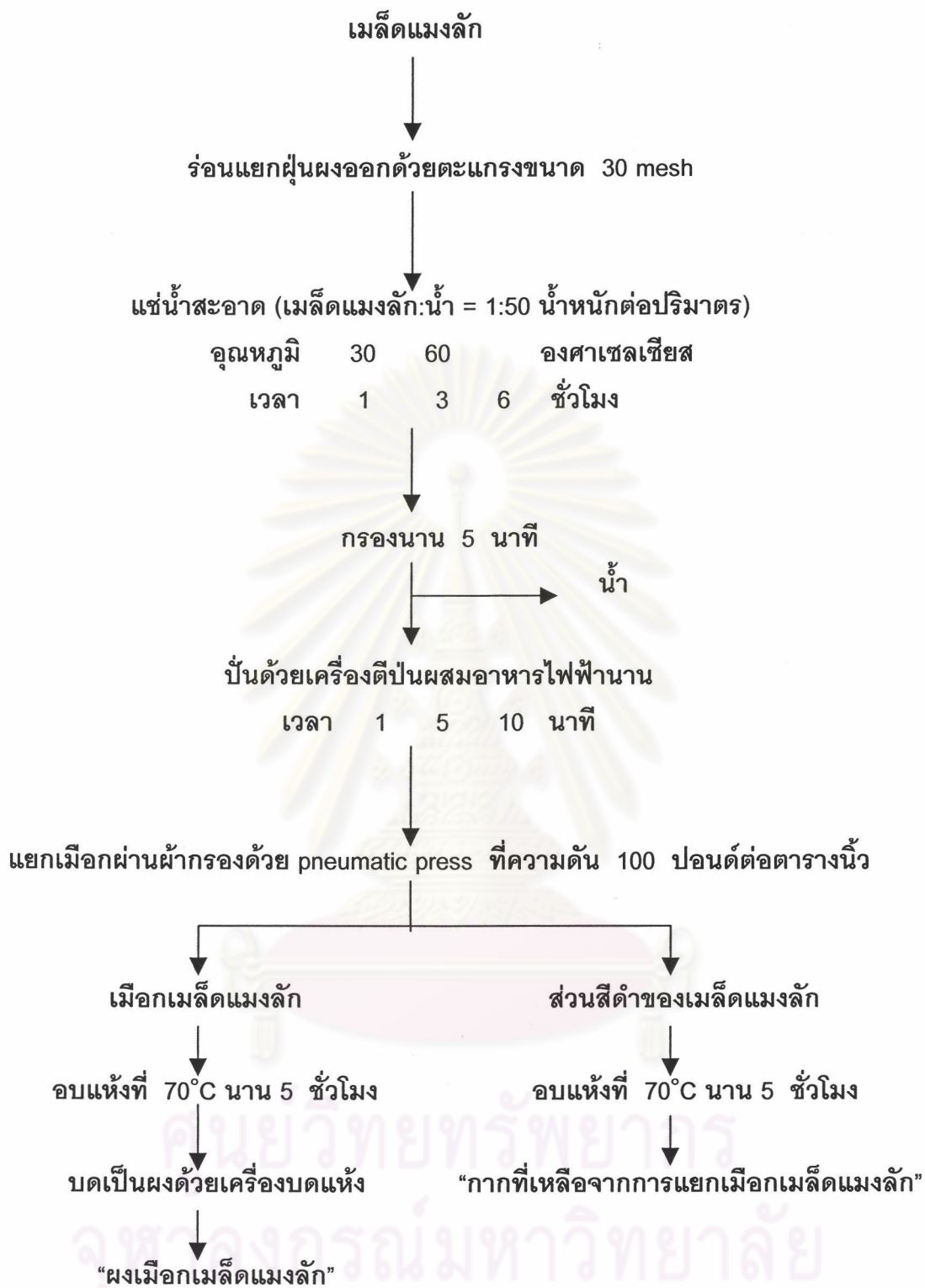
นำเมล็ดแมงลักมาร่อนแยกฝุ่นผงออกด้วยตะแกรงขนาด 30 mesh แช่เมล็ดแมงลัก 20 กรัม ในน้ำสะอาดที่อัตราส่วนเมล็ดแมงลักต่อน้ำ เท่ากับ 1:50 โดยแปรอุณหภูมิของน้ำแช่เป็น 30 และ 60 องศาเซลเซียส และเวลาในการแช่เป็น 1 3 และ 6 ชั่วโมง จากนั้นกรองแยกน้ำส่วนเกินออกนาน 5 นาที บั่นเมล็ดแมงลักที่พองตัวแล้วด้วยเครื่องตีปั่นผสมอาหารไฟฟ้า โดยใช้หัวปั่นใบมีดเหล็ก (steel blade) ที่ความเร็วในการปั่นระดับ III นาน 1 5 และ 10 นาที แล้วบีบแยกด้วยเครื่อง pneumatic press ผ่านผ้ากรองที่ความดัน 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 2 นาที นำเมือกที่ได้ใส่ถาดเคลือบ Teflon<sup>®</sup> ออบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง แล้วบดเป็นผงด้วยเครื่องบด นาน 1 นาที นำผงเมือกที่ได้มาหาค่าร้อยละของผลผลิตและวัดสี (L,a,b) ด้วยเครื่อง Minolta Chroma Meter

วางแผนการทดลองแบบ Symmetric Factorial Design ขนาด 2x3x3 ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการแยกเมือกเมล็ดแมงลักแบบแห้งจากเมล็ดแมงลักและเมล็ดแมงลักบด



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการแยกเมือกเมล็ดแมงลักแบบเปียก

## 2.2 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการฟอกสีเมือกเมล็ดแมงลักโดยวิธี Alkaline Hydrogen Peroxide (AHP)

นำเมือกเมล็ดแมงลักที่ผ่านการแยกจากข้อ 2.1 มาฟอกสีโดยวิธี AHP ที่ดัดแปลงมาจากวิธีของ Abdel-Aal และคณะ (1996) , Doner และ Hicks (1997) และ Doner และคณะ (1998) โดยทดลองแปรปริมาณการเติม 30% Hydrogen peroxide เป็น 0.1 , 0.3 , 0.5 , 0.7 , 1.0 และ 2.0%(w/v) ของสารเมือกเมล็ดแมงลัก จากนั้นปรับ pH โดยแปรค่าเป็น 9.0 และ 11.5 ด้วย 1M NaOH กวนด้วยเครื่องกวนผสมนาน 15 นาที แปรเวลาในการทำปฏิกิริยาเป็น 1 , 2 และ 3 ชั่วโมง แล้วทำให้เป็นกลางด้วย 1M HCl กวนด้วยเครื่องกวนผสมต่ออีก 15 นาที นำไปอบแห้งที่ 70 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง บดเป็นผงด้วยเครื่องบดแห้ง นำผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้มาวัดค่าสี (L,a,b) ด้วยเครื่อง Minolta Chroma Meter , หาปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก) โดยวิธี Mohr titration และหาปริมาณ Hydrogen peroxide คงเหลือในผงเมือกเมล็ดแมงลัก โดยการนำไปละลายน้ำ แล้ววัดด้วย Peroxid-test strip ของ Merck®

วางแผนการทดลองแบบ Asymmetric Factorial Design ขนาด 2x5x3 ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

## 2.3 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งเมือกเมล็ดแมงลักด้วยตู้อบลมร้อน

นำเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้จากข้อ 2.2 มาแปรอุณหภูมิในการอบด้วยตู้อบลมร้อน เป็น 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส นำเมือกที่อบแล้วมาบดเป็นผง วัดค่าสี (L,a,b) ด้วยเครื่อง Minolta Chroma Meter และค่าความสามารถในการดูดซับน้ำ (water absorption) ตามวิธีดัดแปลงของ Gould (1985) (ภาคผนวก ก.)

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

## 3. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและค่า water activity , $A_w$ ของผงเมือกเมล็ดแมงลักและกากที่เหลือจากการแยกเมือกเมล็ดแมงลัก

นำผงเมือกเมล็ดแมงลักจากข้อ 2.3 และกากที่เหลือจากการแยกเมือกเมล็ดแมงลักที่อบแห้งแล้ว มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ และใยอาหารทั้งหมด ตามวิธีของ AOAC (1995) และวัดค่า water activity ( $A_w$ ) ด้วยเครื่องวัด  $A_w$



#### 4. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผงเมือกเมล็ดแมงลัก

นำผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ได้จากข้อ 2.3 มาร่อนแยกขนาดเป็น 2 ขนาด ด้วยตะแกรงขนาด 50 และ 100 mesh ได้เป็นผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบ (COG) ขนาด 150-250 ไมครอน และผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบละเอียด (FOG) ขนาดน้อยกว่า 150 ไมครอน เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพกับกัมที่มีการใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ กัวกัม (GG) โลคัสปีนัม (LBG) และ แชนแทนกัม (XG)

##### 4.1 ลักษณะอนุภาคและพื้นผิวของผงเมือกเมล็ดแมงลัก

นำผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบและแบบละเอียด มาตรวจลักษณะอนุภาคและพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด โดยเปรียบเทียบกับกัวกัม โลคัสปีนัม และ แชนแทนกัม

##### 4.2 สี

นำผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบและแบบละเอียด มาวัดค่าสี (L,a,b) ด้วยเครื่อง Minolta Chroma Meter เปรียบเทียบกับกัวกัม โลคัสปีนัม และ แชนแทนกัม

##### 4.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity , WHC)

นำผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบและแบบละเอียด มาวัดความสามารถในการอุ้มน้ำ เปรียบเทียบกับกัวกัม โลคัสปีนัม และ แชนแทนกัม โดยวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีของ Auffret และคณะ (1994) และ Mongeau และ Brassard (1982) โดยนำตัวอย่าง 0.25 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปลอดอิออน 50 mL กวนด้วย magnetic stirrer นาน 5 นาที นำไปเหวี่ยงแยกด้วยความเร็ว 10000xg นาน 20 นาที เทส่วนใสทิ้ง แล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่างเปียก นำไปทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่างแห้งที่มีอยู่จริง

$$\text{ความสามารถในการอุ้มน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างเปียก} - \text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}}$$

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

#### 4.4 ความหนืด (viscosity)

นำสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบและแบบละเอียด ที่แปรค่าความเข้มข้น เป็น 0.3 0.5 0.7 และ 1.0%(w/v) และปล่อยให้พองตัวนาน 1 ชั่วโมง มาวัดความหนืดด้วย เครื่อง Brookfield Digital Viscometer รุ่น DV-II + version 3.2 ที่อัตราการเขย่า 10 วินาที<sup>-1</sup> เปรียบเทียบกับสารละลายกัวกัม โลคัสปีนกัม และแซนแทนกัม ที่ความเข้มข้นเดียวกัน

#### 4.5 ลักษณะการไหล (rheological behavior)

นำสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบและแบบละเอียด ที่แปรค่าความเข้มข้น เป็น 0.3 0.5 0.7 และ 1.0%(w/v) และปล่อยให้พองตัวนาน 1 ชั่วโมง มาวัดความหนืดด้วย เครื่อง Brookfield Digital Viscometer โดยแปรอัตราการเขย่าเป็น 1 2 5 8 10 และ 20 วินาที<sup>-1</sup> เพื่อดูลักษณะการไหลของสารละลายที่ความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับสารละลาย กัวกัม โลคัสปีนกัม และแซนแทนกัม ที่ความเข้มข้นเดียวกัน

#### 4.6 ค่าการดูดซับน้ำมัน (oil absorption)

นำผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบและละเอียด มาวัดค่าการดูดซับน้ำมัน โดยวิธีที่ ดัดแปลงมาจากวิธีของ Sathe และ Salunkhe (1981) เปรียบเทียบกับกัวกัม โลคัสปีนกัม และ แซนแทนกัม โดยชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 1 กรัม ใส่ลงในหลอดสำหรับเหวี่ยง แยก เติมน้ำมันพืช 10 mL แล้วผสมด้วย Vortex mixer นาน 30 วินาที ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 30 นาที นำไปเหวี่ยงแยกด้วยความเร็ว 3000xg นาน 30 นาที จากนั้นรินส่วนใสออก คั่ว หลอดทิ้งไว้ 15 นาที ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ดูดน้ำมันไว้

$$\text{ค่าการดูดซับน้ำมัน} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ดูดน้ำมันไว้} - \text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}}{\text{กรัมไขมัน/กรัมตัวอย่างแห้ง}}$$

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

#### 4.7 ความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชัน (Emulsion Capacity , EC)

นำผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบและแบบละเอียด มาวัดค่าความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชัน ตามวิธีของ Cui และ Eskin (1993) เปรียบเทียบกับกัวกัม โลคัสปีนกัม และ

แซนแทนกัม โดยชั่งตัวอย่าง 0.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปลอดอิออน 40 mL จากนั้นเติมน้ำมันพืช 40 mL แล้วทำให้เป็นอิมัลชันโดยใช้เครื่อง hand homogenizer หัวตีเบอร์ 20G นาน 1 นาที นำอิมัลชันที่ได้ใส่หลอดสำหรับเหวี่ยง นำไปเหวี่ยงแยกที่ความเร็ว 1300xg นาน 5 นาที วัดความสูงของชั้นอิมัลชันเทียบกับความสูงของชั้นของเหลวทั้งหมด

$$\text{ความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชัน (\%)} = \frac{\text{ความสูงของชั้นอิมัลชัน}}{\text{ความสูงของชั้นของเหลวทั้งหมด}} \times 100$$

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

#### 4.8 ผลของอัตราการเจือปนต่อความหนืดของสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลัก

นำสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบ และแบบละเอียดที่ความเข้มข้น 0.5%(w/v) ที่ปล่อยให้พองตัวนาน 1 ชั่วโมง มาวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Digital Viscometer DV-II + version 3.2 โดยแปรอัตราการเจือปนเป็น 5 8 10 20 และ 40 วินาที<sup>1</sup> เปรียบเทียบกับสารละลายกัวกัม โลคัสปีนกัม และแซนแทนกัมที่ความเข้มข้นเดียวกัน

#### 4.9 ผลของอุณหภูมิต่อความหนืดของสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลัก

นำสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบ และแบบละเอียดที่ความเข้มข้น 0.5%(w/v) ที่ปล่อยให้พองตัวนาน 1 ชั่วโมง มาวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Digital Viscometer DV-II + version 3.2 โดยแปรอุณหภูมิของสารละลายเป็น 10 20 30 40 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับสารละลายกัวกัม โลคัสปีนกัม และแซนแทนกัมที่ความเข้มข้นเดียวกัน

#### 4.10 ผลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อความหนืดของสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลัก

นำสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบ และแบบละเอียดที่ความเข้มข้น 0.5%(w/v) ที่ปล่อยให้พองตัวนาน 1 ชั่วโมง มาวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Digital Viscometer DV-II + version 3.2 โดยแปรปริมาณเกลือเป็น 0 0.1 0.5 1.0 และ 2.0%(w/v) ของสารละลาย เปรียบเทียบกับสารละลายกัวกัม โลคัสปีนกัม และแซนแทนกัมที่



ความเข้มข้นเดียวกัน พร้อมทั้งตรวจดูลักษณะ microstructure ของสารละลายกัมแต่ละชนิดเมื่อเติมเกลือ 0.5%(w/v) เปรียบเทียบกับเมื่อไม่เติมเกลือ โดยนำสารละลายกัมมาทำแห้งแบบเยือกแข็ง แล้วนำไปส่องดูลักษณะ microstructure ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

#### 4.11 ผลของน้ำตาลซูโครส (sucrose) ต่อความหนืดของสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลัก

นำสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบและแบบละเอียดที่ความเข้มข้น 0.5% (w/v) ที่ปล่อยให้พองตัวนาน 1 ชั่วโมง มาวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Digital Viscometer DV-II + version 3.2 โดยแปรปริมาณน้ำตาลซูโครสเป็น 0.0 0.5 1.0 2.0 3.0 5.0 และ 10.0% (w/v) ของสารละลาย เปรียบเทียบกับสารละลายกัวกัม โลคัสปีนกัม และแซนแทนกัมที่ความเข้มข้นเดียวกัน พร้อมทั้งตรวจดูลักษณะ microstructure ของสารละลายกัมแต่ละชนิดเมื่อเติมน้ำตาล 10.0%(w/v) เปรียบเทียบกับเมื่อไม่เติมน้ำตาล โดยนำสารละลายกัมมาทำแห้งแบบเยือกแข็ง แล้วนำไปส่องดูลักษณะ microstructure ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

#### 4.12 ผลของความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่อความหนืดของสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลัก

นำสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบและแบบละเอียดที่ความเข้มข้น 0.5% (w/v) ที่ปล่อยให้พองตัวนาน 1 ชั่วโมง มาวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Digital Viscometer DV-II + version 3.2 โดยแปร pH เป็น 3 4 5 และ 6 ด้วยกรดอะซิติก ความเข้มข้น 5% และ 50%(w/v) และปรับ pH เป็น 7 8 และ 9 ด้วย 0.1 M และ 1 M NaOH เปรียบเทียบกับสารละลายกัวกัม โลคัสปีนกัม และแซนแทนกัมที่ความเข้มข้นเดียวกัน พร้อมทั้งตรวจดูลักษณะ microstructure ของสารละลายกัมแต่ละชนิดเมื่อปรับ pH เป็น 5 เปรียบเทียบกับเมื่อไม่มีการปรับ pH โดยนำสารละลายกัมมาทำแห้งแบบเยือกแข็ง แล้วนำไปส่องดูลักษณะ microstructure ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

### 5. ศึกษาผลของการใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักร่วมกับกัมชนิดอื่น

นำผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบและแบบละเอียดมาผสมกับกัวกัม โลคัสปีนกัม และแซนแทนกัม ให้ได้ความเข้มข้นของสารละลายเป็น 0.5%(w/v) โดยแปรอัตราส่วนผงเมือกเมล็ดแมงลักต่อกัมชนิดอื่นเป็น 50/50 , 60/40 และ 70/30 จากนั้นวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Digital Viscometer DV-II + version 3.2 โดยแปรอัตราการเขื่อนเป็น 1 2 5



8 10 20 และ 40 วินาที-1 เปรียบเทียบกับสารละลายผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบแบบละเอียด กัวกัม โลคัสปีนัม และแซนแทนัมที่ความเข้มข้นเดียวกัน

#### 6. ตัวอย่างการทดลองใช้ผงเมือกเมล็ดแมงลักในผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ

นำผงเมือกเมล็ดแมงลักแบบหยาบและแบบละเอียดเติมลงในผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ (low-fat mayonnaise) โดยแทนที่ส่วนของไข่แดงเพื่อทดสอบคุณสมบัติการเป็นสารให้ความหนืดและอิมัลซิฟายเออร์ในผลิตภัณฑ์จริงที่มีส่วนผสมของสารอาหารต่างๆ รวมอยู่ด้วย

สูตรมายองเนสไขมันต่ำ (ดัดแปลงจากสูตรมายองเนสไขมันต่ำ ตรา ไฮเนซ)

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)
น้ำมันถั่วเหลือง	25.0
น้ำ	45.0
น้ำตาล	8.0
ไข่แดง	5.0 , 4.7 , 4.5 , 4.3 , 4.0
น้ำส้มสายชู (5% น้ำหนักต่อปริมาตร)	8.0
นมผงพร่องมันเนย	2.0
เกลือ	3.0
มัสตาร์ดผง	2.0
ผงเมือกเมล็ดแมงลัก	0.0 , 0.3 , 0.5 , 0.7 , 1.0

#### วิธีทำ

1. นำผงเมือกเมล็ดแมงลักมาละลายน้ำ ตีผสมด้วยเครื่อง handmixer ให้พองตัวนาน 2 นาที
2. ใส่ นมผงพร่องมันเนย น้ำตาล เกลือ มัสตาร์ดผง ตีผสมด้วยเครื่อง handmixer นาน 5 นาที
3. ใส่ไข่แดง ตามด้วยน้ำมันถั่วเหลือง ตีผสมด้วยเครื่อง handmixer นาน 1 นาที
4. ใส่น้ำส้มสายชู ตีผสมด้วยเครื่อง handmixer นาน 1 นาที
5. ต้มใน water bath จนมีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที
6. บรรจุในขวดที่ฆ่าเชื้อแล้ว ปิดฝา ทำให้เย็น
7. เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ ประมาณ 10 องศาเซลเซียส

นำมายองเนสที่ได้มาวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับมายองเนสที่ขายในท้องตลาด (มายองเนสไขมันต่ำ ตรา ไฮเน่) และติดตามการแยกชั้นของมายองเนสจนกว่าจะพบการแยกชั้น



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย