

บทที่ 4

การทดลอง

4.1 การแยกส่วนของคั่นอ่อน (Germ หรือEmbryo) ออกจากเมล็ดข้าวโพด
 เมล็ดข้าวโพดจะนำมาแยกส่วนของคั่นอ่อนตามขั้นตอนของขบวนการ Wet-Milling การทดลองใช้เมล็ดข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1 ซึ่งมีความชื้นประมาณ 15%

วิธีการ นำเมล็ดข้าวโพดมาร่อนแยกสิ่งปะปนออก คัดเลือกขนาดและทำความสะอาดโดยการล้าง แล้วจึงนำมาทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการแช่ (Steeping) ตัวแปรที่สำคัญในขั้นตอนนี้คือ เวลา อุณหภูมิ และเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์

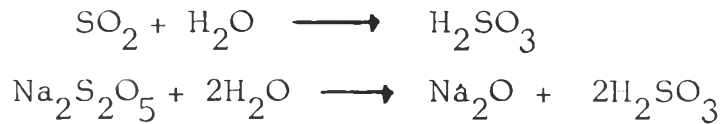
<u>ตัวแปร</u>	<u>ช่วงที่ใช้ในการทดลอง</u>
เวลา (วัน)	1, 2, 3, 4, 5
อุณหภูมิ (°C)	อุณหภูมิห้อง (30), 40, 50, 60
% SO ₂ (น.น./ปริมาตร)	0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4
จำนวนซ้ำคือการทดลอง (Treatment Combination)	= 2

เมล็ดข้าวโพดที่ผ่านการแช่แล้ว นำมาบดเพื่อให้คั่นอ่อนหลุดออกจากเมล็ดข้าวโพด โดยผ่าน Degerminator และแยกคั่นอ่อนออกโดย Germ Separator ส่วนของข้าวโพดที่แยกคั่นอ่อนออกแล้วจะผ่านกรรมวิธี Wet-Milling เพื่อผลิตเป็นแป้งข้าวโพดต่อไป (ภาคผนวก ค)

4.1.1 การเตรียมสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์

สารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เมื่อละลายน้ำจะอยู่ในรูปกรดซัลฟูรัส (H₂SO₃) ในการทดลองใช้ Sodium Metabisulphite (Na₂S₂O₅)

คำนวณในรูป %SO₂ โดย Na₂S₂O₅ จะแตกตัวให้ 2 โมเลกุลของ SO₂
 ในน้ำไค้กรกซัลฟูรัส ดังสมการ



เมล็ดข้าวโพดที่ใช้ในการทดลอง ใช้ครั้งละ 1 ก.ก. ค่อสารละลายซัลเฟอร์-
 ไค้ออกไซด์ 2 ลิตร

4.1.2 การหาเวลาที่เหมาะสมในการแช่

วิธีการทดลอง นำเมล็ดข้าวโพดแช่เป็นเวลา 1, 2, 3, 4 และ 5 วัน
 โดยกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ คงที่คือ อุณหภูมิ 50 °ซ และความเข้มข้นของสารละลายซัลเฟอร์-
 ไค้ออกไซด์ 0.3%

เกณฑ์ตัดสินจะพิจารณาจาก

- ก. การอิมตัวของเมล็ดข้าวโพด
- ข. น้ำหนักผลิตภัณฑ์ที่ได้
- ค. เพอร์เซ็นต์ Starch ในแป้งข้าวโพดที่ยังไม่ได้แยกโปรตีนออก
 (โดยการเซ็นทริฟิวส์)
- ง. ผลของการแช่ที่มีต่อปริมาณน้ำมันที่ได้โดยการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์
 น้ำมันที่ได้

4.1.3 การหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการแช่

วิธีการทดลอง แช่เมล็ดข้าวโพดที่อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 °ซ
 ใช้เวลาในการแช่ 2 วัน (ผลการทดลองในข้อ 4.1.2) และความเข้มข้นของสาร
 ละลายซัลเฟอร์ไค้ออกไซด์ 0.3% เกณฑ์ตัดสินจะใช้ตามข้อ 4.1.2

4.1.4 การหาความเข้มข้นของสารละลายซิลเฟอไรไดออกไซด์ที่เหมาะสมในการแช่

วิธีการทดลอง แช่เมล็ดข้าวโพดโดยใช้สารละลายซิลเฟอไรไดออกไซด์ 0.0, 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4% ใช้เวลาในการแช่ 2 วัน และอุณหภูมิ 50 °C (ผลการทดลองในข้อ 4.1.2 และ 4.1.3) เกณฑ์ตัดสินใช้ตามข้อ 4.1.2

4.2 การเตรียมส่วนของคั่นอ่อนเพื่อการสกัดน้ำมัน

คั่นอ่อนที่ได้นำมาล้างหลาย ๆ ครั้งด้วยน้ำเพื่อแยกเอาแป้งและสิ่งปะปนออก แล้วทำให้แห้งโดยใช้อุณหภูมิประมาณ 40 °C ให้ได้ความชื้นอยู่ในช่วง 7-10% คั่นอ่อนที่ได้นำมาบดโดยใช้เครื่อง Disc Grinder และโกร่งบด ขนาดอนุภาคที่ได้อยู่ในช่วง 2.0-1.0, 1.0-0.5, 0.5-0.355 มม. และความหนาประมาณ 0.3 มม. (วัคควยเวอร์เนีย) นำคั่นอ่อนที่ได้เก็บในขวดสีชาและแช่แข็งสำหรับการทดลองต่อไป

สำหรับคั่นอ่อนที่ใช้ในการทดลองนั้น ก่อนนำมาสกัดน้ำมันจะต้องนำมาึ่ง (Steaming) เสียก่อน พร้อมกับปรับความชื้นให้ได้ 12% อุณหภูมิึ่งอยู่ในช่วง 87 - 95 °C ใช้เวลา 15 นาที แล้วทำให้แห้งในเครื่องอบแห้ง อุณหภูมิอากาศร้อนจาก 95 ถึง 115 °C เวลาที่ใช้ทั้งหมดประมาณ 45 นาที ความชื้นสุดท้ายอยู่ในช่วง 2.5 - 3.0 %

4.3 การสกัดน้ำมัน

4.3.1 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการบีบน้ำมันโดยใช้เครื่องไฮโดรลิก

4.3.1.1 การหาความดันที่เหมาะสม

วิธีการทดลอง ใช้คั่นอ่อนขนาดอนุภาค 0.5 - 1.0 มม. ครั้งละ 15 ก. นำมาบีบน้ำมันโดยใช้เครื่องไฮโดรลิก แปรช่วงความดันระหว่าง 139 ถึง 2,339 ก.ก.ต่อตาราง ซม. จำนวนซ้ำต่อการทดลอง = 4 เก็บน้ำมันที่ได้ในขวดสีชา ในสภาวะแช่แข็งที่อุณหภูมิ -15 °C จนถึงเวลาวิเคราะห์

เกณฑ์ตัดสินจะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่ไค้, เปอร์เซ็นต์น้ำมันที่เหลือในกาล และคุณสมบัติต่าง ๆ ของน้ำมันไค้แก่เปอร์เซ็นต์ความชื้นและสารที่ระเหยไค้, เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ, ค่าเปอร์ออกไซด์, เปอร์เซ็นต์ Transmittance, ปริมาณ Gum, เถ้า, สิ่งปะปนและความหนืด

4.3.1.2 การหาขนาดอนุภาคของคั่นอ่อนที่เหมาะสม

วิธีการทดลอง นำคั่นอ่อนที่มีอนุภาค 0.355 - 0.5, 0.5 - 1.0 และ 1.0 - 2.0 ม.ม. มาบดน้ำมันโดยใช้เครื่องไฮโดรลิคความดัน 1,149 ก.ก. ต่อตาราง ซม. (ผลจากการหาความถี่ที่เหมาะสมตามข้อ 4.3.1.1) จำนวนซ้ำการทดลอง = 3

เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาคัดสิน พิจารณาจากเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่ไค้และที่เหลือในกาล

4.3.2 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันโดยใช้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน

4.3.2.1 การหาปริมาณตัวทำละลาย (นอร์มอลเฮกเซน) และเวลาที่
เหมาะสมในการสกัด

วิธีการทดลอง ใช้คั่นอ่อนขนาดอนุภาค 0.5-1.0 ม.ม. สกัดน้ำมันโดยใช้นอร์มอลเฮกเซนด้วยวิธี Reflux โดยใช้ตัวอย่างครั้งละประมาณ 20 ก.

น้ำมันที่ไค้ละลายอยู่ในนอร์มอลเฮกเซน นำมาแยกออกด้วยการกรองผ่าน Buchner Funnel แล้วจึงแยกน้ำมันออกจากนอร์มอลเฮกเซนด้วยการระเหยโดยใช้เครื่องระเหยตัวทำละลายแบบสูญญากาศ อบน้ำมันที่ไค้ที่อุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลา 3 ชม. เพื่อให้แน่ใจว่านอร์มอลเฮกเซนที่ยังคงเหลืออยู่ระเหยออกหมด(๗) เก็บตัวอย่างน้ำมันในขวดสีชาในสภาวะแช่แข็งที่อุณหภูมิ - 15 °C จนถึงเวลาวิเคราะห์

สภาวะที่ศึกษามีดังนี้คือ

ตัวแปร

ช่วงที่ใช้ในการทดลอง

คั่นอ่อน: นอร์มอลเฮกเซน (น.น.: ปริมาตร) 1:2, 1:3, 1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:30, 1:50

เวลา (ชม.ม.)

2, 6, 12, 24, 48, 60

จำนวนซ้ำการทดลอง = 2

เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาคัดสิน พิจารณาจากเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่ได้ เมื่อใช้ เวลาและปริมาณตัวห้ำละลายต่าง ๆ กัน และคุณสมบัติของน้ำมันเมื่อใช้เวลาการสกัด ต่าง ๆ กัน โดยใช้อัตราส่วนคั่นอ่อน : นอร์มอลเฮกเซนคงที่ = 1 : 2 ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความชื้นและสารที่ระเหยได้ , เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ, ค่าเปอร์ออกไซด์, เปอร์เซ็นต์ Transmittance, ปริมาณ Gum, เถ้า และสิ่งปะปน

4.3.2.2 การหาขนาดอนุภาคของคั่นอ่อนที่เหมาะสม

วิธีการทดลอง นำคั่นอ่อนที่มีอนุภาค 0.355 - 0.5, 0.5 - 1.0 และ 1.0 - 2.0 มาสกัดน้ำมันด้วยวิธี Reflux โดยใช้คั่นอ่อน : นอร์มอลเฮกเซน = 1 : 20 เป็นเวลา 12 ช.ม. (ผลจากการหาปริมาณนอร์มอลเฮกเซน และเวลาที่เหมาะสมในการสกัดตามข้อ 4.3.2.1) จำนวนซ้ำต่อการทดลอง = 3

เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาคัดสิน พิจารณาจากเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่ได้

4.3.3 การสกัดน้ำมันโดยใช้เครื่องบีบแบบไฮโดรลิกควบกับการสกัด ค้วยตัวห้ำละลาย

วิธีการทดลอง ใช้ตัวห้ำละลายนอร์มอลเฮกเซน สกัดน้ำมันที่เหลือ ในกากจากการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิก โดยนำกากที่เหลือจากการบีบโดยใช้เครื่อง ไฮโดรลิกความดัน 1,149 ก.ก.ต่อตาราง ช.ม. (ผลจากข้อ 4.3.1.1 และ 4.3.1.2) มาบดให้แตก ใช้นอร์มอลเฮกเซนสกัดด้วยวิธี Reflux โดยใช้กาก : นอร์มอลเฮกเซน 1 : 20 เป็นเวลา 12 ช.ม. (ผลจากข้อ 4.3.2.1) จำนวนซ้ำต่อการทดลอง = 3

เกณฑ์ที่ใช้พิจารณา จะพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่ได้จากกากและคุณสมบัติ ต่าง ๆ ของน้ำมันที่ได้ คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นและสารที่ระเหยได้, เปอร์เซ็นต์กรด ไขมันอิสระ, ค่าเปอร์ออกไซด์, เปอร์เซ็นต์ Transmittance, ปริมาณ Gum เถ้า และสิ่งปะปนต่าง ๆ

4.3.4 เปรียบเทียบคุณสมบัติน้ำมันข้าวโพดที่ได้ (จากผลการทดลอง
ในข้อ 4.3.1.1, 4.3.2.1 และ 4.3.3) กับน้ำมันพืชบริสุทธิ์ตาม
มาตรฐานของน้ำมันและไขมันบริโภคตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข พรบ.อ.
2522/22

4.3.5 ทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ (Economic
Analysis) เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตน้ำมันข้าวโพดดิบ (Crude Corn Oil) ด้วยวิธี
การบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิก, การใช้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน และวิธีการสกัด
ด้วยการบีบโดยใช้เครื่องไฮโดรลิกควบกับการใช้ตัวทำละลายนอร์มอลเฮกเซน สำหรับการ
ผลิตในประเทศไทยและเปรียบเทียบค่าที่ได้กับราคาน้ำมันข้าวโพดบริสุทธิ์จากต่างประเทศ
ที่มีขายในประเทศไทย และน้ำมันพืชบริสุทธิ์จากวัตถุดิบอื่น ๆ ที่ผลิตในประเทศไทย

4.4 วิธีวิเคราะห์

4.4.1 การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเมล็ดข้าวโพด

A.O.A.C. Official Method 14.004 ปี 1980

4.4.2 การวิเคราะห์หา % Starch

วิธีใช้ Hydrolyse แป้งด้วยกรดและโคโคเรค Glucose

ที่เกิดขึ้นด้วยวิธี Lane - Eynon (3,34)

4.4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันในตัวอย่าง

A.O.C.S Official Method Ba 3-38

4.4.4 การวิเคราะห์หาน้ำมัน

ความชื้นและสารที่ระเหยได้ (Moisture and Volatile Matter)

Air Oven Method

A.O.C.S Official Method Ca 2C-25

เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acids)

A.O.C.S Official Method Ca 5a-40

ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value)

A.O.C.S Official Method Cd 8-53

สิ่งปะปนค้าง ๆ (Insoluble Impurities)

A.O.C.S Official Method Ca 3-46

เถ้า (Ash)

A.O.C.S Official Method Ca 11-55

การหาค่าเปอร์เซ็นต์ Transmittance ของน้ำมัน

- อุปกรณ์ : Spectrophotometer
- สารเคมี : คลอโรฟอร์ม (Chloroform Reagent Grade)
- วิธีการ : เจือจางน้ำมันด้วยคลอโรฟอร์ม
อัตราส่วน 1 : 1000 วัดค่า %
Transmittance ที่ความยาวคลื่นที่แสง
ถูกดูดกลืนมากที่สุด (Maximum Absorption
Wavelength) ของน้ำมัน (ภาคผนวก ข)

การหาค่าความหนืด (Viscosity)

เครื่องมือ : Ostwald Viscosimeter

วิธีการ :

- ล้าง Viscosimeter ให้สะอาดด้วย Chromic acid และ Acetone แล้วทำให้แห้ง
- ใช้น้ำและ Benzene ควบคู่ใส่ Viscosimeter จับเวลาที่สารละลายไหลจากซิกมันดิงซิกล่าง เพื่อหาค่าคงที่จากสูตร

$$y = C_{pt} - C \rho/t$$

$$y = \text{ค่าความหนืด (Poise)}$$

$$\rho = \text{ความหนาแน่น (ก./ซ.ม.)}^3$$

$$t = \text{เวลา (วินาที)}$$

โดยน้ำและ Benzene ทราบค่าของความหนืดและความหนาแน่นที่แน่นอนที่อุณหภูมิห้อง ทำการทดลอง จะสามารถหาค่าคงที่ของ Viscosimeter ได้

- ใช้น้ำมันที่ต้องการหาความหนืดลงใน Viscosimeter จับเวลาการไหลจากซิกมันดิงซิกล่าง แล้วแทนค่าในสูตรเพื่อหาค่าความหนืด

การวิเคราะห์หาปริมาณ Gum (7)

สารเคมี : Acetone

วิธีการ :

1. ใช้น้ำมันประมาณ 50 ก. อบในตู้อบ 120° ซ เป็นเวลา 24 ช.ม. เพื่อให้ น้ำระเหยออกจากน้ำมันให้หมด
2. อบกระดาษกรอง Whatmann No.1 ที่ 100° ซ ทำให้เย็นในอุณหภูมิต่ำ คุกความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักไว้
3. เติม Acetone ลงในน้ำมัน ทำให้อาหารละลายเย็น 15° ซ กรองผ่านกระดาษกรอง โดยใช้ Acetone ที่ละ 50 มล. จนสารละลายที่กรองได้ไม่มีสีม่วงัน (ใช้ประมาณ 200 มล.)
4. นำกระดาษกรองและสิ่งสกปรกอยู่บนกระดาษกรอง ไปอบให้แห้ง ทำให้เย็นในอุณหภูมิต่ำ คุกความชื้น ชั่งน้ำหนักที่ได้

การคำนวณ

$$\% \text{ Gum} = \frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นบนกระดาษกรอง} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างน้ำมันที่ใช้}}$$