

# บทที่ 4

## การสกัดแยกและวิเคราะห์ลิปิด

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ทราบวิธีสกัดลิปิดจากเมล็ดพืชโดยวิธีอย่างง่าย
2. เพื่อให้เข้าใจหลักการ และวิธีการในการหาปริมาณกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) ในลิปิดที่สกัดมาได้
3. เพื่อให้เข้าใจหลักการ และวิธีการในการหาปริมาณไตรกลีเซอไรด์ ในลิปิดที่สกัดมาได้
4. เพื่อให้เข้าใจหลักการ และวิธีการในการหาปริมาณเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันพืช

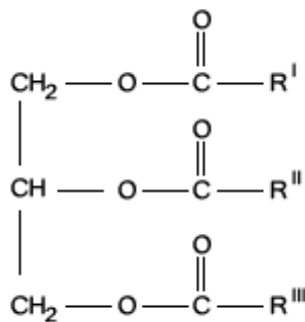
### ทฤษฎีเบื้องต้น

ลิปิด (lipid) เป็นกลุ่มของชีวโมเลกุลผสม (heteromolecules) ที่มีคุณสมบัติเป็น amphiphilic molecule คือ ประกอบด้วยสายของไฮโดรคาร์บอนซึ่งมีคุณสมบัติความไม่ชอบน้ำ (hydrophobicity) เป็นโครงสร้างส่วนใหญ่ของโมเลกุล และมีหมู่ที่มีขั้ว (polar headgroups) ซึ่งมีความชอบน้ำ (hydrophilicity)

ให้ลิปิดละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น แอลกอฮอล์ อีเทอร์ คลอโรฟอร์ม และ อะซีโตน แต่ไม่ละลายในน้ำ ลิปิดที่พบในธรรมชาตินั้นจะหมายถึง ลิปิดเชิงเดี่ยว (simple lipid) ลิปิดเชิงซ้อน (compound lipids) อนุพันธ์ของลิปิด (derived lipid) และลิปิดเบ็ดเตล็ด (miscellaneous lipid)

ลิปิดเป็นสารที่ให้พลังงานสูงถึง 9 กิโลแคลอรี ต่อ 1 กรัมลิปิด จึงเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญมากต่อสิ่งมีชีวิต พบในสิ่งมีชีวิตในรูปของแหล่งสะสมพลังงาน หรือไขมันสะสม (storage lipid) มากที่สุด ในรูปของลิปิดหรือไขมันโครงสร้าง และนอกจากนี้ไขมันยังทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับเมตา- บอลิซึมของเซลล์อีกด้วย

ในปฏิบัติการนี้จะทำการสกัดลิปิดเชิงเดี่ยว ได้แก่ ไขมันสะสม หรือ neutral fats ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาสร้างพันธะเอสเทอร์ระหว่างกรดไขมัน (fatty acid) ที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมตั้งแต่ 14 อะตอมขึ้นไป กับแอลกอฮอล์ชนิดต่างๆ โดยถ้าแอลกอฮอล์เป็นกลีเซอรอล (glycerol) ลิปิดนั้นจะเป็นกลีเซอไรด์ เรียกว่า เอซิลกลีเซอรอล (acyl glycerol) ซึ่งที่ภาวะอุณหภูมิห้อง กลีเซอไรด์ที่มีสถานะเป็นของแข็งจะเรียกว่า "ไขมัน" (fats) ส่วนลิปิดที่มีสถานะเป็นของเหลวจะเรียกว่า "น้ำมัน" (oils) ที่พบในพืชได้แก่ ไตรเอซิล กลีเซอรอล (triacylglycerol) หรือ ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ซึ่งเกิดจากการที่หมู่ไฮดรอกซิลในโมเลกุลของกลีเซอรอล (glycerol) ทำปฏิกิริยากับหมู่คาร์บอกซิลของ กรดไขมัน (fatty acid) 3 โมเลกุล (รูปที่ 4.1) ซึ่งเป็นลิปิดที่พบมากที่สุดในธรรมชาติ



รูปที่ 4.1 แสดงโครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์ (R<sup>I</sup>, R<sup>II</sup> และ R<sup>III</sup> แทนหมู่ของ ไฮโดรคาร์บอน)

กรดไขมันที่พบในไขมันหรือน้ำมันจากเซลล์พืชหรือสัตว์ แบ่งเป็น 2 ชนิดได้แก่

1. กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) เป็นกรดไขมันที่ไม่มีพันธะ C=C อยู่ในโมเลกุล

2. กรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) เป็นกรดไขมันที่มีพันธะ C=C อย่างน้อย 1 พันธะในโมเลกุล

ลิวดีนที่พบในพืชผักจะมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากกว่าในสัตว์ จึงนิยมนำมาใช้บริโภคมากกว่าไขมันสัตว์ ปัจจุบันแหล่งของพืชที่นำมาสกัดเอาน้ำมันเพื่อใช้บริโภค ได้แก่ เมล็ดถั่วเหลือง ถั่วลิสง มะพร้าว ปาล์ม มะกอก เมล็ดทานตะวัน เป็นต้น (ตารางที่ 4.1 และ 4.2)

### วิธีการสกัดลิวดีนเพื่อใช้ในการปรุงอาหาร

1. วิธีธรรมชาติ ทำได้โดยการบีบอัด หรือใช้ความร้อน 70-90 องศาเซลเซียส ร่วมกับการบีบอัดเพื่อช่วยลดความชื้น และทำลายเอ็นไซม์บางชนิดที่เกี่ยวข้องในการเน่าสลายและอื่นๆ จากนั้นจึงตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน ทำการกรองหรือเข้าเครื่องเหวี่ยงเพื่อแยกเอากากออก
2. วิธีผ่านกระบวนการ ทำได้โดยการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ สกัดละลายลิวดีนออกมา จากนั้นจึงทำการระเหยแยกเอาตัวทำละลายอินทรีย์ออก

ในการทดลองนี้ ใช้ทั้งสองวิธีการร่วมกันในการสกัดไขมันจากเมล็ดพืช โดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent) คือ คลอโรฟอร์ม ต่อ เมทานอล (chloroform : methanol) ในอัตราส่วน 1 ต่อ 2 จากนั้นทำการระเหยตัวทำละลายอินทรีย์ออก

น้ำมันที่สกัดได้ เรียกว่า “น้ำมันดิบ” (crude oil) จะได้ปริมาณของไตรกลีเซอไรด์ค่อนข้างสูงประมาณ 98% เพราะว่าถูกสะสมไว้เป็นแหล่งพลังงานในเมล็ดพืช ไตรกลีเซอไรด์ที่พบในธรรมชาติจะมาจากกรดไขมันหลายชนิดผสมกัน สามารถหาปริมาณของไตรกลีเซอไรด์ได้ในรูปของกรดไขมันอิสระ

เมื่อไตรกลีเซอไรด์ถูกสลายพันธะเอสเทอร์ด้วยด่าง เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ จะได้กลีเซอรอล และสบู่ (soap) ปฏิกิริยานี้เรียกว่า Saponification สบู่ที่เกิดขึ้นนี้มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ และสามารถเปลี่ยนให้เป็นกรดไขมันได้เมื่อทำปฏิกิริยากับกรด ได้กรดไขมันแยกตัวออกมา กรดไขมันสามารถทำปฏิกิริยากับเกลือโลหะบางชนิดให้เกลือโลหะของไขมันนั้น หรือ สบู่โลหะ (metallic soap) ซึ่งมีสีและละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์บางชนิด สบู่โลหะนี้สามารถดูดกลืนแสงในช่วง visible ได้ดี การดูดกลืนแสงของสบู่โลหะนี้เป็นไปตามกฎของเบียร์ (Beer's law) สามารถนำไปวิเคราะห์หาปริมาณได้เมื่อเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดไขมัน

ในการทดลองนี้ จึงนำวิธีการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้หาปริมาณของไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมันที่สกัดในรูปของกรดไขมัน และหาปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันที่สกัดได้ โดยใช้เกลือโลหะทองแดงทำให้เกิด Copper metallic

### ตารางที่ 4.1 แสดงตัวอย่างกรดไขมันอิ่มตัวที่พบทั่วไป

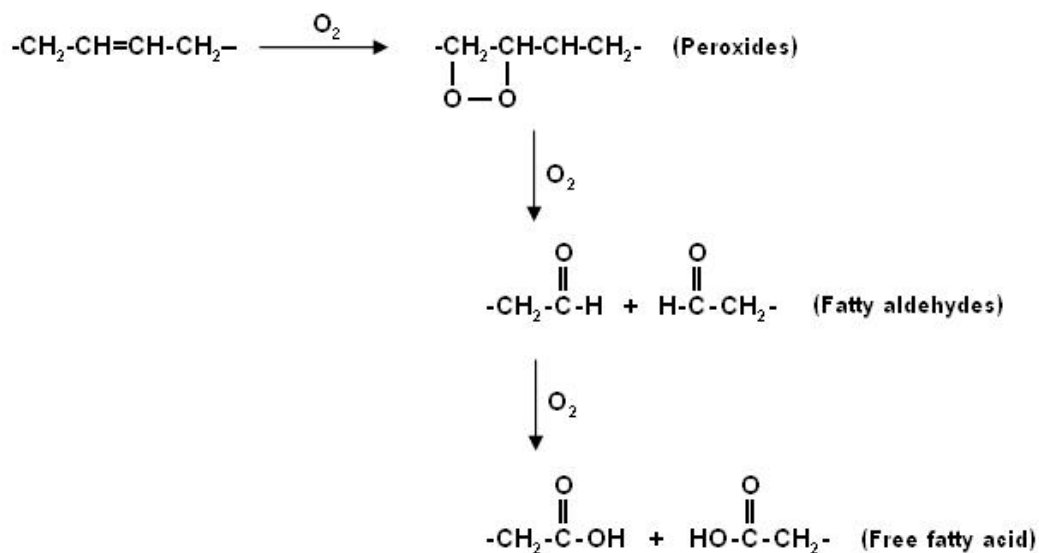
โครงสร้าง	ชื่อสามัญ	แหล่งที่พบ
-----------	-----------	------------

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	Lauric acid	-น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Palmitic acid	-น้ำมันสัตว์ น้ำมันมะพร้าว
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	Arachidic acid	-น้ำมันถั่วลิสง
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$	Lignoceric acid	-น้ำมันถั่วลิสง

ตารางที่ 4.2 แสดงตัวอย่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่พบทั่วไป

โครงสร้าง	ชื่อสามัญ	แหล่งที่พบ
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Oleic acid	-น้ำมันพืช น้ำมันสัตว์ (เป็นกรดไขมันที่พบมากที่สุด ในสิ่งมีชีวิต)
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Linoleic acid	-น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วลิสง น้ำมันถั่วเหลือง
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	Arachidonic acid	-น้ำมันถั่วลิสง

กรดไขมันไม่อิ่มตัวมีพันธะคู่ในโมเลกุล ทำให้สามารถถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนในอากาศ เรียกว่าเกิด "auto-oxidation" ทำให้กรดไขมันเปลี่ยนเป็นเปอร์ออกไซด์ (peroxide) และเปลี่ยนต่อไปเป็นสารประกอบเชิงซ้อนอัลดีไฮด์ (fatty aldehydes) ซึ่งทำให้มีกลิ่นเหม็นหืนนั่นเอง ดังสมการ



รูปที่ 4.2 แสดงสมการปฏิกิริยาการเกิดออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนของกรดไขมันไม่อิ่มตัว

ปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นในน้ำมันนั้น มีค่ามาตรฐานที่องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) กับองค์การอนามัยโลก (WHO) กำหนดไว้ว่าไม่ควรเกิน 10 milliequivalent oxygen ต่อ น้ำมัน 1 กิโลกรัม (meq oxygen / kg oil) ถ้าน้ำมันใดมีค่าเกิน ไม่ควรใช้ในการบริโภค

โดยปริมาณเปอร์ออกไซด์ (peroxide value) สามารถหาได้ตามวิธีของ American Oil Chemistry Society (AOAC, 1971) คือ Iodometric titration method โดยให้เปอร์ออกไซด์ ของน้ำมันที่เกิดขึ้นทำปฏิกิริยากับ โพแทสเซียมไอโอไดด์ จะได้ไอโอดีน (I<sub>2</sub>) ซึ่งเป็นสารละลายที่มีสีน้ำตาล เมื่อมีน้ำแข็งอยู่ในสารละลาย ไอโอดีน จะแทรกเข้าไปโมเลกุลแป้ง จะให้สีน้ำเงิน โดยเมื่อเติมโซเดียมโซอิลเฟตในสารละลายนี้ จะเกิดปฏิกิริยากับ ไอโอดีน ได้เป็นโซเดียม ไอโอไดด์ (NaI<sub>2</sub>) จุดที่ปริมาณของไอโอดีนทำปฏิกิริยาพอดีกับปริมาณของโซเดียมโซอิลเฟต สังเกตได้จากสารละลายสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นไม่มีสี ซึ่งน้ำแข็งนี้จะทำหน้าที่เป็นอินดิเคเตอร์นั่นเอง โดยปริมาณของ เปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นนั้น สามารถคำนวณได้จากสมการของ Heldrich (Heldrich, 1990) ดังนี้

$$\begin{aligned}
 PV &= \frac{\text{meq. thio}}{\text{kg sample}} \\
 &= \frac{N_{\text{thio}} \times V_{\text{thio}}}{\text{kg sample}} \\
 &= \frac{\left(0.005 \times \frac{\text{meq.}}{\text{g sample}}\right) \times (V_S - V_B) \times 1000}{\text{ml}} \\
 &= \frac{5 \times (V_S - V_B)}{\text{g sample}}
 \end{aligned}$$

กำหนดให้  $V_S$  = ปริมาตร Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ที่ใช้ในการไทเทรตสารตัวอย่าง

$V_B$  = ปริมาตร Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ที่ใช้ในการไทเทรต blank

หรือ

$$\text{Peroxide Value} = \frac{\text{Normality ของ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \text{ปริมาณ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ ที่ใช้}}{\text{น้ำหนักของน้ำมัน (g)}} \times 1000$$

โดยในการทดลองนี้แบ่งออกเป็น 3 การทดลอง คือ

1. การสกัดน้ำมันจากเมล็ดพืช
2. การหาปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมันพืชที่สกัดได้
3. การหาปริมาณเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันพืชที่สกัดได้กับตัวอย่างน้ำมันพืชเก่า

## วิธีการทดลอง

### ตอนที่ 1 การสกัดแยกน้ำมันจากเมล็ดพืช

#### วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. กระจกบอทวง (cylinder)
2. โกร่งและที่ปด (mortar, pestle)
3. เครื่องชั่ง (balance)

4. เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge)
5. ถ้วยระเหยสาร (evaporating dish)
6. แท่งแก้ว (stirring rod)
7. ปิเปตต์ (pipette)
8. พาราฟิล์ม (parafilm)
9. ลูบยาง (rubber)
10. หลอดเซนตริฟิวจ์ (centrifuge tube)
11. หลอดทดลอง (test tube)
12. หลอดหยด (dropper)
13. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)

### สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. คลอโรฟอร์ม ต่อ เมทานอล (chloroform : methanol) อัตราส่วน 1 ต่อ 2
2. พืชตัวอย่าง
3. ไอโซโพรพานอล (isopropanol)

### วิธีการทดลอง

1. ชั่งผงเมล็ดพืชตัวอย่างหนัก 20 กรัม ใส่ในโกร่ง เติมคลอโรฟอร์ม ต่อ เมทานอล (อัตราส่วน 1 ต่อ 2) ปริมาตร 40 มิลลิลิตร ทำการบดให้ละเอียด จากนั้นทิ้งไว้ให้ ตะกอนนอนกัน ดูดส่วนใสใส่หลอดทดลองเซนตริฟิวจ์
2. ทำซ้ำข้อ (1) อีกครั้ง รวมส่วนใสทั้งหมด นำไปเซนตริฟิวจ์ ที่ความเร็ว 2,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที
3. นำส่วนใสที่ได้ใส่ในถ้วยระเหยสารที่ซึ่งทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว นำไประเหยเอาตัวทำละลายออกบนอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนตัวทำละลายระเหยออกจนหมด จากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
4. นำถ้วยระเหยสารไปชั่งน้ำหนักอีกครั้ง นำน้ำหนักที่ได้ลบด้วยน้ำหนักของถ้วยระเหยสารที่ชั่งไว้ในตอนแรกแล้ว จากข้อ (3) จะได้น้ำหนักของน้ำมันที่สกัดได้
5. เติมไอโซโพรพานอล ลงในถ้วยระเหยสาร เพื่อละลายน้ำมันที่สกัดได้ (ปริมาตรน้อยที่สุดเท่าที่จะละลายน้ำมันที่ได้หมด) จากนั้นวัดปริมาตรที่ได้
6. เทน้ำมันที่สกัดได้ใส่หลอดทดลองที่ติดฉลากกลุ่มแล้ว เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อทำการหาปริมาณไตรกลีเซอไรด์ต่อไป

### ตอนที่ 2 การหาปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมันที่สกัดได้

#### วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. คิวเวตต์ (cuvette)
2. เครื่องผสมสาร (vortex mixture)
3. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer)
4. เต้าแก๊ส และหม้อต้มน้ำ
5. ปิเปตต์ (pipette)



สารละลายคอปเปอร์	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

**\*หมายเหตุ** n-n' หมายถึง การทำซ้ำ (duplicate) และการใช้สารตัวอย่างที่ไม่ได้ Sponify จะเป็นการหาปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันที่สกัดได้

2. ปิดจุกหลอดทดลอง เขย่าแรงๆ ด้วยเครื่องผสมสาร ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที เพื่อให้สารละลายแยกชั้นกัน ดูเฉพาะสารละลายส่วนบนไปวัดการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 715 นาโนเมตร โดยใช้หลอดที่ 1 เป็นชุดการทดลองเปรียบเทียบ (blank)
3. เขียนกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง ต่อปริมาณกรด palmitic (หลอดที่ 1-6)

### ตอนที่ 3. การหาปริมาณเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันที่สกัดได้กับตัวอย่างน้ำมันเก่า

#### วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. กระจกบอขวด (cylinder)
2. ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. เครื่องชั่ง (balance)
4. แทนยึดบิวเรตต์ (burette clamp)
5. บิวเรตต์ (burette)
6. ปิเปตต์ (pipette)
7. ลูกยาง (rubber bulb)

#### สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. กรดแอซติกเข้มข้น ต่อ คลอโรฟอร์ม (glacial acetic acid : chloroform) อัตราส่วน 3 ต่อ 2
2. สารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) ความเข้มข้น 0.05 นอร์มอล
3. น้ำกลั่น
4. สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ความเข้มข้น 0.05 นอร์มอล
5. อินดิเคเตอร์น้ำแป้งสุก ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์

#### วิธีการทดลอง

1. นำขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร ชั่งบนเครื่องชั่งหยาบ เติมน้ำมันตัวอย่างลงไปให้ได้ 5 กรัม
2. เติมกรดแอซติกเข้มข้น ต่อ คลอโรฟอร์ม (อัตราส่วน 3 ต่อ 2) ปริมาตร 30 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ ให้เข้ากัน
3. เติมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ ความเข้มข้น 0.05 นอร์มอล ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ ให้เข้ากัน
4. เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 30 มิลลิลิตร และเติมอินดิเคเตอร์น้ำแป้งสุก ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ ให้เข้ากัน นำไปเก็บในที่มืดนาน 5 - 10 นาที จากนั้นนำไป

- ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.05 นอร์มอล จนกระทั่งสีน้ำเงินจางหายไป จดปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไป เพื่อนำไปใช้คำนวณต่อไป
5. ในส่วนของชุดการทดลองเปรียบเทียบ (blank) ทำการทดลองโดยเติมกรดแอสติกเข้มข้น ต่อคลอโรฟอร์ม (อัตราส่วน 3 ต่อ 2) ปริมาตร 30 มิลลิลิตร เติมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ ความเข้มข้น 0.05 นอร์มอล ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ ให้เข้ากัน เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 30 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ ให้เข้ากัน หลังจากนั้นเติม อินดิเคเตอร์น้ำแป้งสุก ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ ให้เข้ากัน นำไปไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.05 นอร์มอล จนกระทั่งสีน้ำเงินจางหายไป จดปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ เพื่อนำไปใช้คำนวณต่อไป

### การเตรียมสารละลายที่ใช้ในการทดลอง

1. สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ ใน 80เปอร์เซ็นต์ ของไอโซโพรพานอล
  - เตรียมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ความเข้มข้น 2.0 โมลาร์ ในน้ำกลั่น
  - นำ 200 มิลลิลิตร ของ 2.0 โมลาร์ KOH เติมใส่ในไอโซโพรพานอล ผสมให้เข้ากัน ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตรด้วยไอโซโพรพานอล
2. สารละลายคอปเปอร์
  - เตรียมสารละลายคอปเปอร์แอสเตท  $Cu_2(CH_3COO)_4$  ความเข้มข้น 0.25 โมลาร์ ในน้ำกลั่น โดยปรับค่าพีเอชให้ได้เท่ากับ 6.1 ด้วยไพรีดีน ( $C_5H_5N$ ) กรองก่อนเก็บไว้ใช้



**รายงานผลการทดลอง**  
**เรื่อง การสกัดแยกและวิเคราะห์ลิปิด**

ชื่อผู้ทดลองและเขียนรายงาน \_\_\_\_\_ รหัส \_\_\_\_\_

ชื่อผู้ร่วมทดลอง 1. \_\_\_\_\_ รหัส \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_ รหัส \_\_\_\_\_

กลุ่มที่ \_\_\_\_\_ section/วันที่ทำการทดลอง \_\_\_\_\_ เวลา \_\_\_\_\_

ห้องที่ทำการทดลอง \_\_\_\_\_

อาจารย์ผู้ควบคุมการทดลอง 1. \_\_\_\_\_

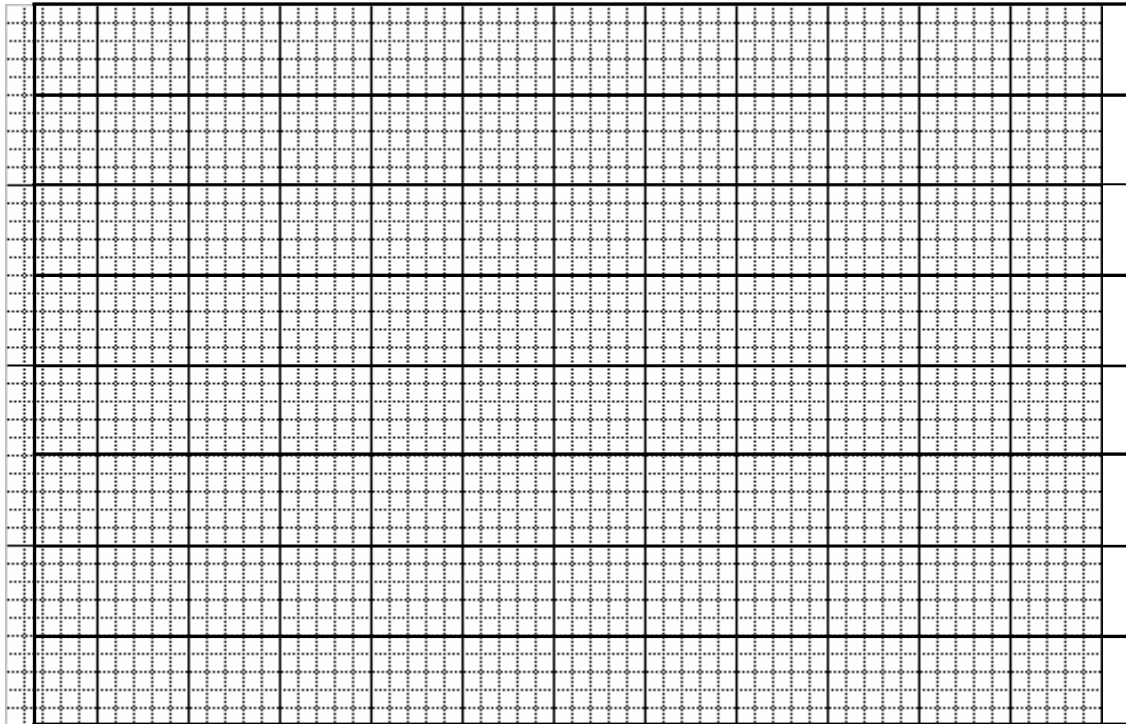
2. \_\_\_\_\_

.....

**ตอนที่ 1 การสกัดแยกน้ำมันจากเมล็ดพืช**

การทดลอง	ผลการทดลอง
1.1 ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง	.....กรัม
1.2 ปริมาณ คลอโรฟอร์ม ต่อ เมทานอลที่เติม	.....มิลลิลิตร
1.3 น้ำหนักถ้วยระเหยสาร	.....กรัม
1.4 น้ำหนักถ้วยระเหยสาร + น้ำมันที่สกัดได้	.....กรัม
1.5 ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้	.....กรัม
1.6 ปริมาณไอโซโพรพานอลที่ใช้ละลายน้ำมัน	.....มิลลิลิตร





กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $OD_{715}$  และปริมาณกรดไขมันมาตรฐาน Palmitic (มิลลิกรัม)

- เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันอิสระ = -----  
เปอร์เซ็นต์ของไตรกลีเซอไรด์ = -----  
ปริมาณของไตรกลีเซอไรด์ที่พบในสารตัวอย่างหนัก 1 กรัม = ----- มิลลิกรัม

วิธีคำนวณหาปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในสารตัวอย่าง

**ตอนที่ 3** ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันที่สกัดได้จากตัวอย่างน้ำมันเก่า

การทดลอง	น้ำมันพืชตัวอย่างที่ 1	น้ำมันพืชตัวอย่างที่ 2
ปริมาณน้ำมันที่ใช้ (กรัม)	.....	.....
ความเข้มข้นโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มอล)	.....	.....
ปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ (มิลลิลิตร)	.....	.....
ปริมาณเปอร์ออกไซด์ (meq oxygen / kg oil)	.....	.....

**วิธีคำนวณหาปริมาณเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันตัวอย่าง**

สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

คำถามท้ายบท

1. จากการทดลองลิปิดที่สกัดได้เป็นลิปิดชนิดใด เพราะเหตุใด
2. เหตุใดในการหาปริมาณของไตรกลีเซอไรด์ จึงต้องทำการ Saponify ก่อน และให้อธิบายเปรียบเทียบผลที่ได้กับน้ำมันที่ไม่ทำการ Saponify
3. นักศึกษาคิดว่าความสำคัญของการหาปริมาณไตรกลีเซอไรด์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้อย่างไรได้บ้าง จงอธิบาย
4. นักศึกษาสามารถหาปริมาณเปอร์ออกไซด์ได้จากกรดไขมันอิ่มตัว ได้หรือไม่ จงอธิบาย
5. ปัจจุบันตามท้องที่อาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) และองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้กำหนดค่ามาตรฐานของเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันไว้ ว่าไม่ควรเกิน 10 milliequivalent oxygen ต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม นักศึกษาคิดว่ามีความสำคัญอย่างไรต่อผู้บริโภค