บทที่ 4
การสกัดแยกและวิเคราะห์ lipid

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ทราบวิธีการในการแยกและสกัด lipid จากเมล็ดพืชอย่างง่าย
2. เพื่อให้เข้าใจหลักการและวิธีการในการหาปริมาณ triglyceride ใน lipid ที่สกัดมาได้
3. เพื่อให้เข้าใจหลักการและวิธีการในการหาปริมาณ cholesterol จากสารตัวอย่าง

บทนำ

Lipid หมายถึง กลุ่มของโมเลกุลที่ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น ether,chloroform และ alcohol เป็นต้น ณ อุณหภูมิห้อง lipid ที่มีสถานะภาพเป็นของแข็งจะเรียกว่า "ไขมัน(fats)" ส่วน lipid ที่มีสถานะเป็นของเหลวจะเรียกว่า "น้ำมัน (oils)" น้ำมันและไขมันเป็นสารที่ให้พลังงานสูง จึงเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ อาหารแต่ละประเภทจะมีไขมัน และน้ำมันในปริมาณที่แตกต่างกัน เช่น ผักและผลไม้ส่วนใหญ่จะมีสารอาหารประเภทนี้ค่อนข้างต่ำ พวกเนื้อสัตว์จะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่สะสมของไขมันและน้ำมัน ส่วนพวกเมล็ดพืช เช่น ถั่วเมล็ดแห้งจะมีปริมาณน้ำมัน และไขมันในปริมาณค่อนข้างสูงจึงสามารถสกัดเอาน้ำมันมาใช้บริโภคได้ เช่น ถั่วลิสงมี lipid ประมาณ 45-50 % และถั่วเหลืองมี lipid ประมาณ 15-20 %

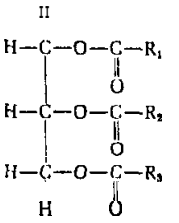
<u>การสกัด lipid เพื่อใช้ในการปรุงอาหาร</u> กระทำได้ 2 วิธี

1. <u>วิธีธรรมชาติ</u> ทำโดยการบีบอัด หรือใช้ความร้อน 70-90 องศาเซลเซียส ร่วมในการบีบอัด เพื่อช่วยลดความชื้นและทำลายเอ็นไซม์บางชนิดที่เกี่ยวข้องในการเน่าเสียและอื่นๆ จากนั้นจึงตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน ทำการกรองหรือเข้าเครื่องเหวี่ยงเพื่อแยกเอากากออก

2. <u>วิธีผ่านขบวนการ</u> ทำโดยการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ สกัดละลายlipid ออกมา จากนั้นจึงทำการระเหยแยกเอาตัวทำละลายอินทรีย์ออก

น้ำมันหรือไขมันที่สกัดได้ เรียกว่า"น้ำมันดิบ(crude oil)" จะพบปริมาณของ triglyceride ค่อนข้างสูง(98%)เนื่องจากสะสมไว้เป็นพลังงานในเมล็ดพืช triglyceride จัดอยู่ในประเภท simple lipid ซึ่งเป็น ester ระหว่าง glycerol กับ fatty acid สามารถเขียนสูตรโครงสร้างได้ดังรูปที่ 4.1 ดุลยภาพของ triglyceride ที่สกัดได้ขึ้นอยู่กับชนิด

7.นอกจากการใช้ Copper solution และ Nelson's reagent ในการหาปริมาณ glucose นักศึกษาคิดว่ามีวิธีการอื่น q ที่ใช้หาได้หรือไม่ จงอธิบาย



รูปที่4.1 แสดงสูตรโครงสร้างของ triglyceride

ของ fatty acid ที่เป็นองค์ประกอบเช่น triglyceride จากbutyric acid เรียกว่า "tributyrin" จะมีจุดหลอมเหลว -75 องศาเซลเซียส , triglyceride จาก stearic acid เรียกว่า "tristearin" จะมีจุดหลอมเหลว 71 องศาเซลเซียส และ triglyceride จาก oleic acid เรียกว่า "triolein" จะมีจุดหลอมเหลว -17 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปแล้ว triglyceride ที่พบในธรรมชาติจะมาจากfatty acid หลายๆ ตัวผสมกัน เราสามารถหาปริมาณของ triglyceride ได้โดยอาศัยปฏิกิริยาการเกิดอนุพันธ์ของ lutidine หรือ Hantzch reaction Lutidine ที่เกิดขึ้นนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสีเหลือง สามารถนำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ 410 nm.ได้ เมื่อใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารละลาย triglyceride มาตราฐานที่ทราบความเข้มข้นกับค่าการดูดกลืนแสง จะทำให้สามารถคำนวณหาปริมาณ triglyceride ที่สกัดได้ ปฏิกิริยาดังกล่าวมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การเกิด saponification ของlipid ที่สกัดได้ด้วยเบสได้ผลิตภัณฑ์เป็น glycerol

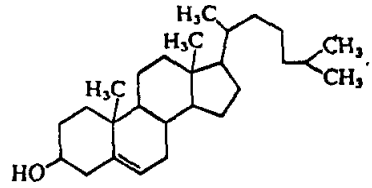
ขั้นที่ 2 การเกิด oxidation ของ glycerol จากขั้นที่ 1 ด้วย sodium metaperiodate ได้ผลิตภัณฑ์เป็น formaldehyde

ขั้นที่ 3 การเกิด reaction ระหว่าง formaldehyde กับ acetyl acetone ได้อนุพันธ์ lutidine เป็นผลิตภัณฑ์

เนื่องจากlipidจัดเป็นสารอาหารที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ในแง่โภชนาการเพราะให้พลังงานมากที่สุด สารอาหาร lipids มีทั้งที่มาจากกรดไขมันชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว กรดไขมันบางชนิดร่างกายสังเคราะห์เองไม่ได้ จำเป็นต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น โดยเฉพาะกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น linoleic acid และ linolenic acid เรียกกรดไขมันเหล่านี้ว่า "กรดไขมันจำเป็น" (essential fatty acid) ซึ่งพบในน้ำมันพืชทั่วไปยกเว้นน้ำมันมะพร้าว กรดไขมันจำเป็นมีความสำคัญต่อร่างกายมาก คนที่ขาดกรดไขมันจำเป็น เป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดโรคผิวหนังผื่นคัน

กรดไขมันจำเป็นยังช่วยลด cholesterol ในเลือดได้เพราะการพบ cholesterol ปริมาณมากๆ ในเลือด (≥300 mg%) ก่อให้เกิดภาวะของหลอดเลือดตีบแข็งโดยเฉพาะหลอดเลือดหัวใจ ดังนั้นในการบริโภคสารอาหารประเภทlipid จึงควรคำนึงถึงสาร cholesterol เช่นกัน Cholesterol จัดอยู่ใน lipid ประเภทที่เรียกว่า "steroid" สูตรโครงสร้างแสดง ในรูปที่ 4.2 cholesterol เป็นสารที่พบมากในสัตว์โดยเฉพาะมนุษย์ เนื่องจาก cholesterol

Cholesterol



<u>รูปที่ 4.2</u> แสดง สูตรโครงสร้างของ cholesterol

เป็นส่วนประกอบหนึ่งของเยื่อหุ้มเซลล์ เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดงและยังเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์พวกฮอร์โมนต่างๆ และน้ำดี เป็นต้น การหาปริมาณcholesterol ที่มีในสารตัวอย่างน้ำมันที่สกัดได้ โดยการทำปฏิกิริยาของ cholesterol กับกรด H_2SO_4 เข้มข้นและสารละลาย ferric chloride ในกรดน้ำส้มจะได้สารละลายที่มีสีชมพูปนม่วง เป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ 560nm. โดยค่าการดูดกลืนแสงดังกล่าวจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณ cholesterol ที่มีในสารตัวอย่าง

การทดลองจะแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นการสกัดแยกน้ำมันจากเมล็ดพืช

ตอนที่ 2 เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณ triglyceride ในน้ำมันที่สกัดได้

ตอนที่ 3 เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณ cholesterol จากสารตัวอย่าง

<u>ตอนที่ 1</u> การสกัดแยกน้ำมันจากเมล็ดพืช

<u>อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ต่อ 1 กลุ่มการทดลอง</u>

1.Mortar และ pestle 1 ชุด	10.Rubber bulb และ tip 1 ชุด
2.Watch glass 2 ชุด	11.Beaker ขนาด 250 ml. 1ใบ
3.หลอดทดลองขนาด13X100 mm.2หลอด	12.Stirring rod 1 อัน
4.Test tube holder 1 อัน	13.Wash bottle 1 ขวด
5.Evaporating dish 2 ใบ	14.Brush 1 อัน
6.Cylinder ขนาด 10 ml. 1 ใบ	15.Aluminium foilขนาด 1X1นิ้ว 2 แผ่น

7.Centrifuge tube 2 หลอด 16.Parafilm ขนาด 1X1นิ้ว 2 แผ่น

8.Dropper 1 อัน 17.เมล็ดพืช 2 ชนิด

9.Serological pipette ขนาด 1 ml. 1 อัน

<u>สารเคมีที่ใช้ร่วมกัน</u>

1.สารละลาย chloroform - methanol (1:2โดยปริมาตร) พร้อม beaker ขนาด 100 ml. จำนวน 1 ใบ และ cylinder ขนาด 10 ml. 2 ใบ

2.Isopropanol พร้อม beaker ขนาด 10 ml.

<u>เครื่องมือที่ใช้ร่วมกัน</u>

1.Toploading balance (2 decimal points)

2.Water bath พร้อม steel rack จำนวน 3 ชุด

3.Oven

4.Centrifuge และ two-pan balance

<u>วิธีทดลอง</u>

1.นำเมล็ดพืชแช่น้ำให้นิ่ม จากนั้นแบ่งมา 5 g. บดให้ละเอียดใน mortar และ pestle

2.เทใส่ watch glassนำไปอบให้แห้งใน Oven(50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5ช.ม.)

3.ชั่งผงเมล็ดพืชที่ได้ 1 g. ใส่ลงใน mortar ทำการบดให้ละเอียดอีกครั้งด้วย pestle

4.ทำการสกัดน้ำมันโดยเติมสารละลาย chloroform - methanol ลงใน mortar 5 ml. บดต่ออีก 1นาที ตั้งทิ้งไว้ให้ตะกอนนอนก้น แล้วจึงดูดส่วนใสใส่ evaporating dish ที่ทราบน้ำหนัก

5.ทำการสกัดเช่นเดียวกับข้อ 4 อีก 2 ครั้ง จากนั้นดูดส่วนใส ใส่ evaporating dish แล้วจึงนำไประเหยเอาตัวทำละลายออกบน water bathให้เหลือปริมาตรน้อยที่สุด นำ evaporating dish ไปชั่งหาน้ำหนัก

6.ดูดส่วนใสใส่ cylinder ขนาด 10 ml เติม isopropanol ลงไปละลายน้ำมันใน evaporating dish เทส่วนใสใส่ cylinder จนกระทั่งได้ปริมาตร 5 ml. ผสมให้เข้ากัน จากนั้นเทใส่ centrifuge tube ติดฉลากกลุ่มให้เรียบร้อย

7.นำไป centrifuge ที่ 2,500 rpm เป็นเวลา 10 นาที

8.เทส่วนใสใส่หลอดทดลองติดฉลากกลุ่มและ Sample ชนิดที่ 1 และ 2 ให้เรียบร้อย ปิดปากหลอดทดลองด้วย aluminium foil และ parafilm นำไปแช่ในภาชนะรวมที่ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงนำ evaporating dish ไปชั่งหาน้ำหนักของน้ำมันที่ถูกสกัดออกไป

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์หาปริมาณ triglyceride ในน้ำมันที่สกัดได้

อุปกรณ์และ วัสดุที่ใช้ต่อ 1 กลุ่มการทดลอง

1.หลอดทดลองขนาด13X100 mm.12หลอดพร้อม rack
2.Test tube holder 1 อัน
3.Beaker ขนาด 250 จำนวน 1 ใบ
4.Serological pipette ขนาด 1 ml.6 อัน
5.Rubber bulb และ tip 1 ชุด
6.Dropper 1 อัน
7.Stirring rod 1 อัน
8.Wash bottle 1 ขวด
9.Brush 1 อัน
10.Aluminium foilขนาด 1X1นิ้ว 8 แผ่น

สารเคมีที่ใช้ร่วมกัน

1.Isopropanol พร้อม beaker ขนาด 100 ml.จำนวน 1 ใบ และ serological pipette ขนาด 1 ml.1 อัน และ ขนาด 10 ml.จำนวน 1 อัน
2.KOH solution พร้อม beaker ขนาด 100 ml. และ burette
3.Sodium metaperiodate solution พร้อม beakerขนาด 100 ml.และburette
4.Acetyl acetone solution พร้อม beaker ขนาด 100 ml.จำนวน 1 ใบ และ serological pipette ขนาด 10 ml. จำนวน 2 อัน
5.สารละลายมาตรฐาน triolein ความเข้มข้น 2 mg/ml , 4 mg/ml และ 8 mg/ml พร้อม Serological pipette ขนาด 1 ml.จำนวน 2 อัน ต่อ 1 ความเข้มข้น

เครื่องมือที่ใช้ร่วมกัน

1.Water bath
2.Spectrophotometer พร้อม cuvette

วิธีทดลอง

1.ก่อนนำ Sample 1 และ 2 มาวิเคราะห์หาปริมาณ triglyceride ควรเจือจางด้วย isopropanol 4 เท่า และ 8 เท่า ดังนี้
   1.1 Pipette สารใน Sample 1 หรือ 2 มา 1 ml.เติม isopropanol 3 ml. ผสมให้เข้ากันติดฉลากว่าเป็น Sample 1(4เท่า)หรือ Sample 2(4เท่า) ตามลำดับ
   1.2 Pipette สารใน Sample 1 (4เท่า) หรือ Sample 2 (4เท่า)จากข้อ 1 มา 1 ml.เติม isopropanol 1 ml. ผสมให้เข้ากันติดฉลากว่าเป็น Sample 1 (8เท่า) หรือ Sample 2(8เท่า) ตามลำดับ
2.Pipette isopropanol,สารละลายมาตรฐาน trioleinความเข้มข้น 2 mg/ml , 4 mg/ml, 8 mg/ml,Sample 1(4เท่า), Sample 1(8เท่า),Sample 2 (4เท่า)

และ Sample 2(8เท่า) อย่างละ 0.1 ml. ลงในหลอดทดลองที่ 1-8 ตามลำดับ

3.เติม KOH solution ลงไปหลอดละ 1 ml. ผสมให้เข้ากัน จากนั้นปิดปากหลอดด้วย aluminium foil

4.นำไปอุ่นที่ 60 องศาเซลเซียส 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

5.เติม sodium metaperiodate solution ลงไปหลอดละ 1 ml. ผสมให้เข้ากัน จากนั้นเติม acetyl acetone solution ลงไปหลอดละ 1 ml. ผสมให้เข้ากัน

6.นำไปอุ่นที่ 60 องศาเซลเซียส 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

7.นำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ 410 nm. โดยใช้หลอดที่ 1 เป็น blank

<u>ตอนที่ 3</u> การวิเคราะห์หาปริมาณ cholesterol จากสารตัวอย่าง

<u>อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ต่อ 1 กลุ่มการทดลอง</u>

1.หลอดทดลองขนาด16X150 mm.7 หลอดพร้อม rack

2.Beaker ขนาด 100 ml. 1 ใบ

3.Serological pipette ขนาด 1 ml. 1 อัน

4.Rubber bulb และ tip 1 ชุด

5.Stirring rod 1 อัน

6.Wash bottle 1 ขวด

7.Brush 1 อัน

<u>สารเคมีที่ใช้ร่วมกัน</u>

1.Glacial acetic acid พร้อม beaker ขนาด 260 ml.และburette(ตั้งในตู้ควัน)

2.H_2SO_4 conc. พร้อม beaker ขนาด 250 ml. และ burette (ตั้งในตู้ควัน)

3.$FeCl_3$ reagent พร้อมbeakerขนาด 100 ml. และ burette

4.สารละลายมาตรฐาน cholesterol ใน glacial acetic acid 0.5 mg/ml พร้อม serological pipette ขนาด 1 ml.

5.Unknown ชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 พร้อม serological pipette ขนาด 1 ml. ชนิดละ 1 อัน

<u>เครื่องมือที่ใช้ร่วมกัน</u>

1.Spectrophotometer พร้อม cuvette

2.ตู้ควัน

<u>วิธีทดลอง</u>

1.เตรียมหลอดทดลองจำนวน 7 หลอด เติมสารต่าง ๆ ตามตารางดังนี้

สาร \ หลอด	ปริมาตรที่เติม(ml.)						
	1	2	3	4	5	6	7
น้ำกลั่น	0.1	0.1	0.1	-	-	-	-
สารละลายมาตรฐาน cholesterol	-	0.1	0.2	-	-	-	-
Unknown 1	-	-	-	0.1	0.2	-	-
Unknown 2	-	-	-	-	-	0.1	0.2
Glacial acetic acid	0.3	0.2	0.1	0.3	0.2	0.3	0.2

2.เขย่าให้เข้ากันทุกหลอด จากนั้นเติม $FeCl_3$ reagent ลงไปหลอดละ 3 ml. ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที

3.เติม H_2SO_4conc. ลงไปหลอดละ 2 ml. ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในตู้ควัน 30 นาที

4.นำไปอ่านค่าการดูดกลืนที่ 560 nm. โดยใช้หลอดที่ 1 เป็น blank

---

<u>การเตรียมสารละลายบางชนิดที่ใช้ในการทดลอง</u>

1.<u>KOH solution</u>

ละลาย potassium hydroxide 10g.ในน้ำกลั่น 120 ml. แล้วจึงเติม isopropanol ลงไป 80 ml. ผสมให้เข้ากัน

2.<u>Sodium ❑ etaueriodate solution</u>

ละลายsodium metaperiodate 0.163 g.และaluminium acetate 20 g.ในน้ำกลั่น 50 ml.เติม glacial acetic acid 15 ml.จากนั้นเติมน้ำกลั่นปรับให้มีปริมาตร250 ml.

3.<u>Acetyl acetone solution</u> (เตรียมในตู้ควัน)

ละลาย 1.5 ml.ของacetyl acetone(2,4 -pentanedione)ในisopropanol 200 ml.

4.<u>$FeCl_3$ reagent</u> (เตรียมในตู้ควัน)

ละลาย FeC13.6 H_2O 0.25 g. ใน glacial acetic acid 300 ml.

รายงานผลการทดลอง

เรื่อง การสกัดแยกและวิเคราะห์ lipid

ชื่อผู้ทดลองและเขียนรายงาน_____รหัส_____เลขที่_____

ชื่อผู้ร่วมทดลอง 1._____รหัส_____เลขที่_____

2._____รหัส_____เลขที่_____

กลุ่มที่____Section/วันที่ทำการทดลอง_____เวลา_____

ห้องที่ทำการทดลอง_____

อาจารย์ผู้ควบคุมการทดลอง 1._____

2._____

ตอนที่ 1 ผลการสกัดแยกน้ำมันจากเมล็ดพืช

ชื่อสารตัวอย่าง	_____	_____
ปริมาณสารตัวอย่างที่ใช้	_____g.	_____g.
ปริมาณน้ำมันที่ได้	_____g.	_____g.
% yield	_____	_____

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ triglyceride ในน้ำมันที่สกัดได้จากตอนที่ 1

ชื่อสารตัวอย่าง	_____	_____
ปริมาณน้ำมันที่ได้	_____ml.	_____ml.
เติม isopropanolจนได้ปริมาตร	_____ml.	_____ml.
นำมาเจือจาง ครั้งแรก	_____เท่า	_____เท่า
นำมาเจือจาง ครั้งที่สอง	_____เท่า	_____เท่า

หลอดที่	สารที่ใช้ปริมาตร 0.1 ml.	OD_{410}	ปริมาณ triglyceride (mg.)	ความเข้มข้น triglyceride (mg/ml)
1	Isopropanol			
2	สารละลายมาตรฐานtriolein 2❑ g/ml			
3	สารละลายมาตรฐานtriolein 4 mg/ml			
4	สารละลายมาตรฐานtriolein 8 mg/ml			
5	สารตัวอย่าง...Sample 1(.....เท่า)			
6	Sample 1(.....เท่า)			
7	สารตัวอย่าง...Sample 2(.....เท่า)			
8	สารตัวอย่าง...Sample 2(.....เท่า)			

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า OD_{410} และปริมาณ triglyceride (mg.)

ความเข้มข้นของสารตัวอย่าง.....Sample 1 (.....เท่า) =_____mg/ml

Sample 1 (.....เท่า) =_____mg/ml

ค่าเฉลี่ย ความเข้มข้นของสารตัวอย่าง.....Sample 1 =_____mg/ml

ความเข้มข้นของสารตัวอย่าง.....Sample 2 (.....เท่า) =_____mg/ml

Sample 2 (.....เท่า) =_____mg/ml

ค่าเฉลี่ย ความเข้มข้นของสารตัวอย่าง.....Sample 2 =_____mg/ml

% triglyceride ที่พบในน้ำมันสารตัวอย่าง .....=_____

% triglyceride ที่พบในน้ำมันสารตัวอย่าง .....=_____

ปริมาณ triglyceride ที่พบในสารตัวอย่าง .....หนัก 1g. = ...mg.

ปริมาณ triglyceride ที่พบในสารตัวอย่าง .....หนัก 1g. = ...mg.

<u>วิธีคำนวณหาปริมาณ triglycerideในสารตัวอย่าง</u>

<u>สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง</u>

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ cholesterol ในสาร unknown

หลอดที่ / สารหรือค่าต่างๆ	ปริมาตรที่ใช้หรือปริมาณค่าต่าง ๆ						
	1	2	3	4	5	6	7
น้ำกลั่น+glacial acetic acid	0.4ml	0.3ml	0.2ml	0.3ml	0.2ml	0.3ml	0.2ml
สารละลายมาตรฐาน cholesterol	-	0.1ml	0.2ml	-	-	-	-
Unknown 1	-	-	-	0.1ml	0.2ml	-	-
Unknown 2	-	-	-	-	-	0.1ml	0.2ml
OD_{560}							
ปริมาณcholesterol(ug)							
ความเข้มข้น cholesterol (mg/100 ml)							

ความเข้มข้น cholesterol ของสาร Unknown 1 ในหลอดที่ 4 =_____mg/100ml

ความเข้มข้น cholesterol ของสาร Unknown 1 ในหลอดที่ 5 =_____mg/100ml

ความเข้มข้น cholesterol เฉลี่ยของสาร Unknown 1 =_____mg/100ml

ความเข้มข้น cholesterol ของสาร Unknown 2 ในหลอดที่ 6 =_____mg/100ml

ความเข้มข้น cholesterol ของสาร Unknown 2 ในหลอดที่ 7 =_____mg/100ml

ความเข้มข้น cholesterol เฉลี่ยของสาร Unknown 1 =_____mg/100ml

<u>วิธีคำนวณหาความเข้มข้น cholesterol ในสาร Unknown</u>

<u>สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง</u>

คำถาม

1.นอกจากเมล็ดถั่วที่พบ triglyceride แล้ว มีแหล่งใดที่สามารถพบ triglyceride ได้อีก

2.การสกัดจากข้อ 1 ในแหล่งดังกล่าวควรทำอย่างไร

3.จงบอกคุณสมบัติของน้ำมันที่สามารถใช้ในการปรุงอาหาร

4.เหตุใดจึงพยายามที่จะลด cholesterol ในน้ำมันและทำได้อย่างไร

5.ข้อแตกต่างระหว่างน้ำมันปาล์ม,น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันรำข้าว

6.ปัจจุบันน้ำมันที่ใช้ในการปรุงอาหารนิยมใช้วิธีการใด เพราะเหตุใด

7.OD_{410} เป็นค่าการดูดกลืนแสงของสารใด จงอธิบาย เหตุใดจึงใช้ assay หาปริมาณ triglycerideได้

8.วิธีการตามข้อ 7 ใช้กับ lipid อื่นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

9.ข้อแตกต่างในการ assay หาปริมาณสาร lipid จากตอนที่ 2 และ 3 นั้น แตกต่างกันหรือไม่ ให้เปรียบเทียบ