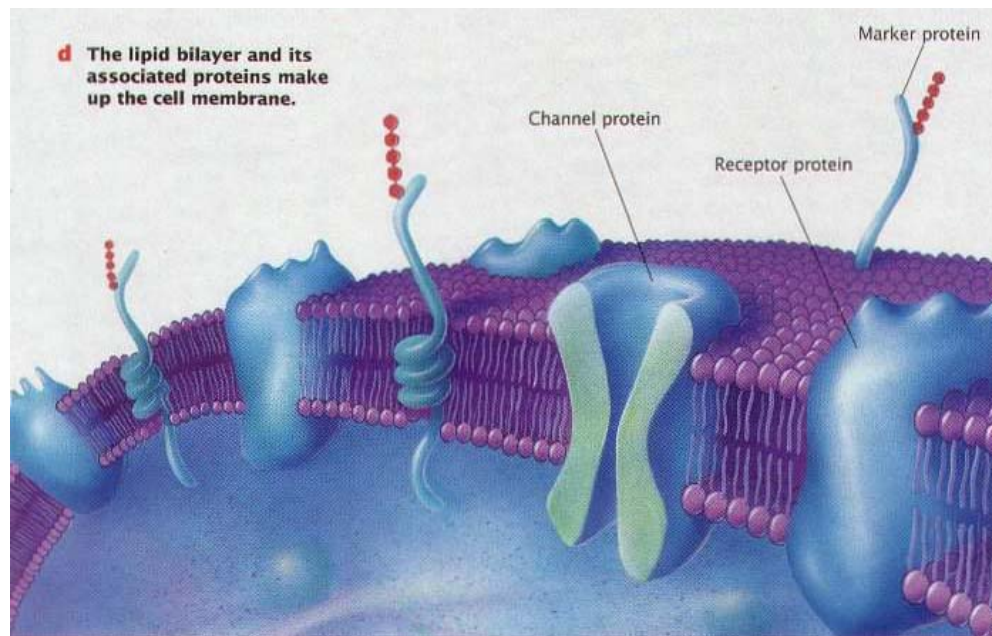


# PART 3: LIPIDS



## ลิพิด (Lipids)

- เป็นสารชีวโมเลกุล ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน และอาจมีธาตุอื่นอีกคือไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัส
- โดยทั่วไปจะไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายได้ในสารอินทรีย์ที่ไม่มีขั้ว ไม่ละลายน้ำ ละลายในตัวทำละลาย อินทรีย์ เช่น อีเทอร์ คลอโรฟอร์ม

- **หน้าที่ของลิพิด**

1. เป็นโครงสร้างของเยื่อเซลล์
2. เป็นสารที่ใช้ในการสะสมพลังงานในร่างกาย และเป็นแหล่งพลังงาน
3. เป็นนวมป้องกันอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย
4. เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์แบคทีเรีย และพืชชั้นสูง



# ประเภทของลิพิดแบ่งตามโครงสร้าง

1. ลิพิดเชิงเดี่ยว (simple lipid) ประกอบด้วยกรดไขมันและแอลกอฮอล์ ได้แก่ ไขมัน (fat) น้ำมัน (oil) และไข (wax)

ไขมันมีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ส่วนน้ำมันเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง สำหรับไขเป็นสารที่ประกอบด้วยกรดไขมัน โมเลกุลใหญ่กับแอลกอฮอล์มักไม่ละลายน้ำพบตามผิวหนัง ใบไม้และผลไม้อ่างชนิด

2. ลิพิดเชิงซ้อน หรือ ลิพิดเชิงประกอบ (compound lipid)

เป็นลิพิดที่มีสารอื่นเป็น องค์ประกอบด้วย ได้แก่ ฟอสโฟลิพิด (phospholipid) ไกลโคลิพิด (glycolipid) และ ลิโปโปรตีน (lipoprotein)

3. อนุพันธ์ลิพิด (derived lipid) เป็นสารประกอบอินทรีย์

ที่มีโครงสร้างแตกต่างจากลิพิดทั่วไป แต่เนื่องจากมีสมบัติคล้ายลิพิด

เช่น ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ จึงถูกจัดไว้ในกลุ่มลิพิด

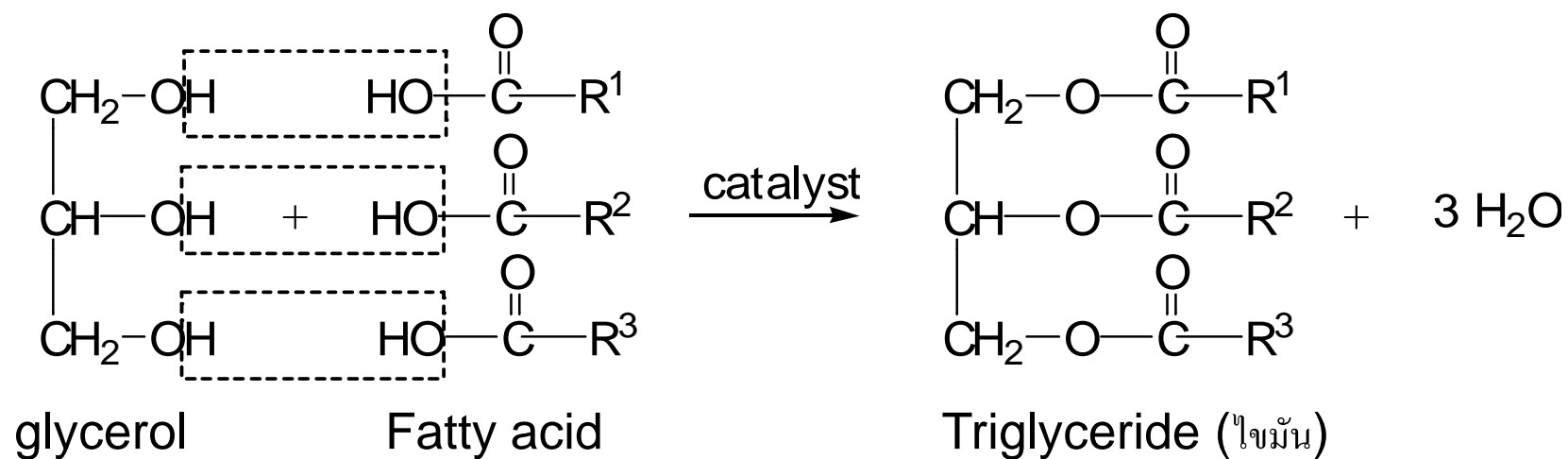
ตัวอย่างอนุพันธ์ลิพิดที่สำคัญ เช่น สเตียรอยด์

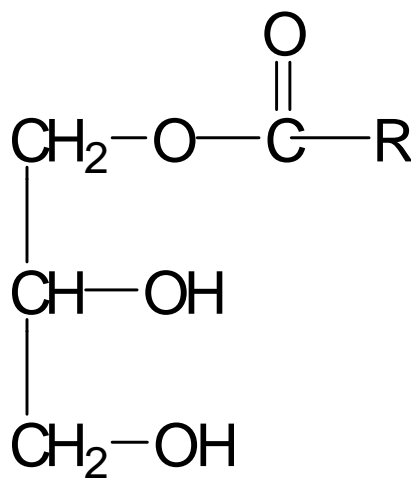


# *lipids*

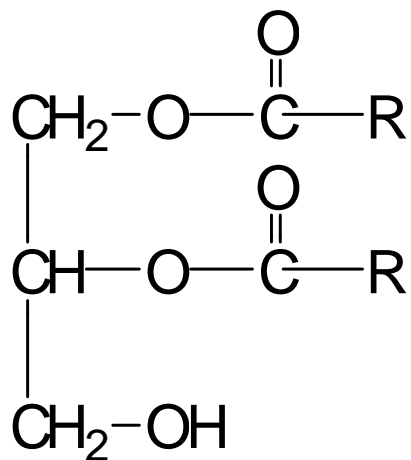
- ไขมันและน้ำมัน (*fat and oil*)
- ไข (*waxes*)
- ฟอสโฟลิปิด (*phosphors lipid*)
- สเตอรอยด์ (*steroids*)

# ปฏิกิริยาการเกิด ไขมันเป็นปฏิกิริยาการเกิดเอสเทอร์ (esterification)

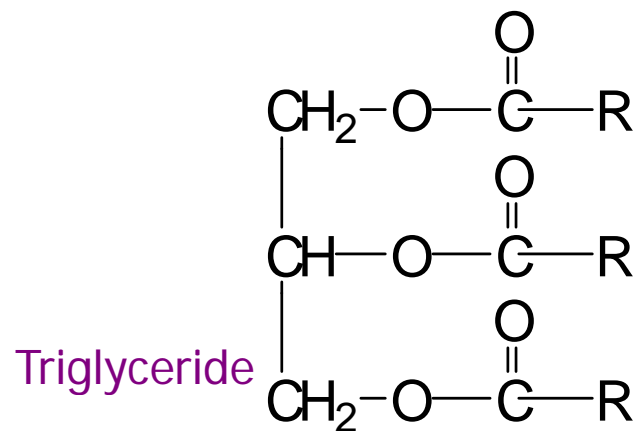




monoglyceride



diglyceride



Triglyceride

# การเรียกชื่อไขมัน

1. การเรียกชื่อไตรกลีเซอไรด์อย่างง่าย ให้เรียกคำว่า "ไตร" นำหน้า แล้วเรียกชื่อกรดไขมันต้นกำเนิด

แต่ให้เปลี่ยนคำลงท้ายจาก -อิก แอซิด (-ic acid) เป็น อิน (-in)

เช่น ไตร โอลีน (triolein)

ซึ่งเป็นไตรกลีเซอไรด์ที่เกิดจากกลีเซอรอล 1 โมเลกุล รวมกับกรดโอเลอิก 3 โมเลกุล

2. การเรียกชื่อไตรกลีเซอไรด์ผสม

จะเรียกชื่อกรดไขมันต้นกำเนิดตามลำดับที่เกาะกับคาร์บอน

เปลี่ยนคำลงท้ายชื่อของกรดไขมัน 2 ชนิดแรกจาก

-อิก แอซิด (-ic acid) เป็น -โอ (-o)

และเปลี่ยนคำลงท้ายชื่อของกรดไขมันชนิดสุดท้ายเป็น -อิน (-in)



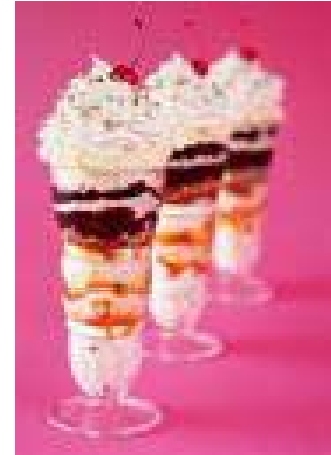
เช่น โอลีโอพาล์มิตอไลโนเลอีน (oleopalmitolinolein)

ซึ่งเป็นไตรกลีเซอไรด์ที่มาจาก

กรดโอเลอิก (oleic acid)

กรดปาล์มิติก (palmitic acid)

กรดไลโนเลอิก (linoleic acid)



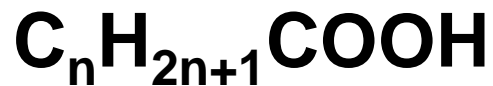
## ชนิดของกรดไขมัน

กรดไขมันที่ได้จากการนำไตรกลีเซอไรด์มาไฮโดรไลซ์จะเป็นโซ่ตรง

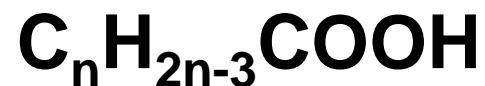
และมีจำนวนคาร์บอนเป็นเลขคู่อยู่ระหว่าง 12—24 อะตอม

กรดไขมันที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติมีประมาณ 40 ชนิด ซึ่งแบ่งเป็นประเภทได้ดังนี้

### **-Saturated fatty acid**



### **-Unsaturated fatty acid** มีพันธะคู่อย่างน้อย 1 ตัว สูตรทั่วไปคือ



## ตัวอย่างของ saturated fatty acid

ส่วนมากมีจำนวนคาร์บอนเป็นเลขคู่



} พบมากที่สุด

- กรดไขมันชนิดอิ่มตัว มีสมบัติแข็งตัวง่าย จุดหลอมเหลวสูง ไม่เหม็นหืน เพราะไม่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศและความร้อน แต่กรดชนิดนี้ย่อยยาก ถ้ารับประทานมากจะทำให้ไขมันอุดตันในเส้นเลือดสูง



ไขมันจากสัตว์ มีกรดไขมันอิ่มตัวมากกว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัว

- ถ้า C - C ต่อกันด้วยพันธะเดี่ยว และมีพันธะคู่อย่างน้อย 1 พันธะ เป็น กรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid)

เช่น



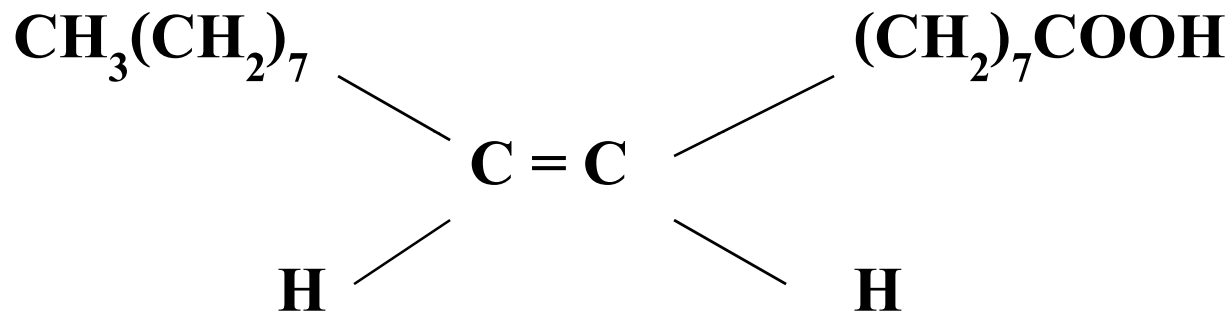
กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่พบมากที่สุด ได้แก่

กรดโอเลอิก (oleic acid) และกรดไลโนเลอิก (linoleic acid)

- กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว มีสมบัติแข็งตัวยาก จุดหลอมเหลวต่ำ เหม็นหืนง่าย เพราะจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศและความร้อน

- พันธะคู่ใน fatty acid ส่วนใหญ่จะมี configuration เป็น *cis*- หรือ (*Z*)- เช่น

– Oleic acid หรือ (*Z*)-9-octadecenoic acid



Oleic acid

มีกรดไขมันบางชนิดเป็น *trans*-configuration

## พิจารณาตามความจำเป็นต่อร่างกาย จำแนกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

- กรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย(essential fatty acid)

เป็นกรดไขมันที่ร่างกายสร้างไม่ได้แต่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตแบบปกติของมนุษย์ มี 3 ชนิด คือ กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) กรดลิโนเลนิก (linolenic acid) และกรดอะราชิโดนิก (Arachidonic acid)

- กรดไขมันที่ไม่จำเป็นต่อร่างกาย (non essential fatty acid)

เป็นกรดไขมันที่ร่างกายสร้างขึ้นเองได้ เช่น กรดสเตียริก (stearic acid) กรดโอเลอิก (oleic acid) กรดปาล์มิติก (palmitic acid) เป็นต้น

# สมบัติทางกายภาพของ triglyceride

- ขึ้นกับ fatty acid ที่เป็นองค์ประกอบ
- 1. จุดหลอมเหลว
  - m.p. เพิ่มขึ้น เมื่อจำนวนคาร์บอนเพิ่มขึ้น
  - m.p. ลดลงเมื่อจำนวน unsaturated เพิ่มขึ้น

<u>กรดไขมัน</u>	<u>จำนวน c</u>	<u>จำนวนพันธะคู่</u>	<u>m.p.(°C)</u>
Palmitic	16	-	63.1
Stearic	18	-	69.6
Oleic	18	1	13.4
Linoleic	18	2	-5
Linolenic	18	3	-11



- 2. การละลายน้ำ

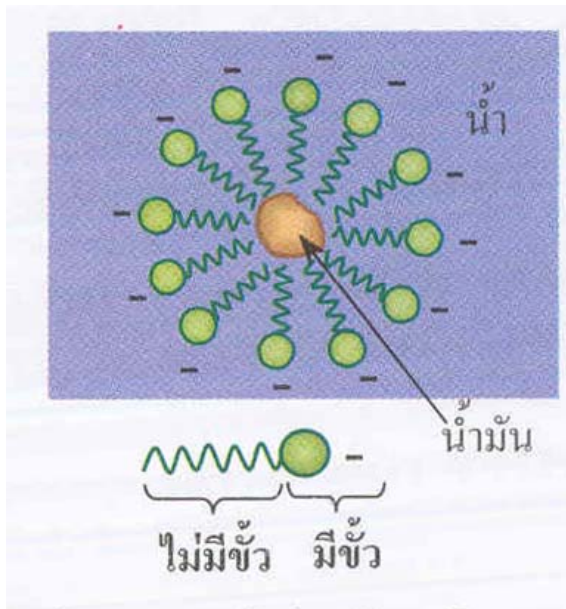
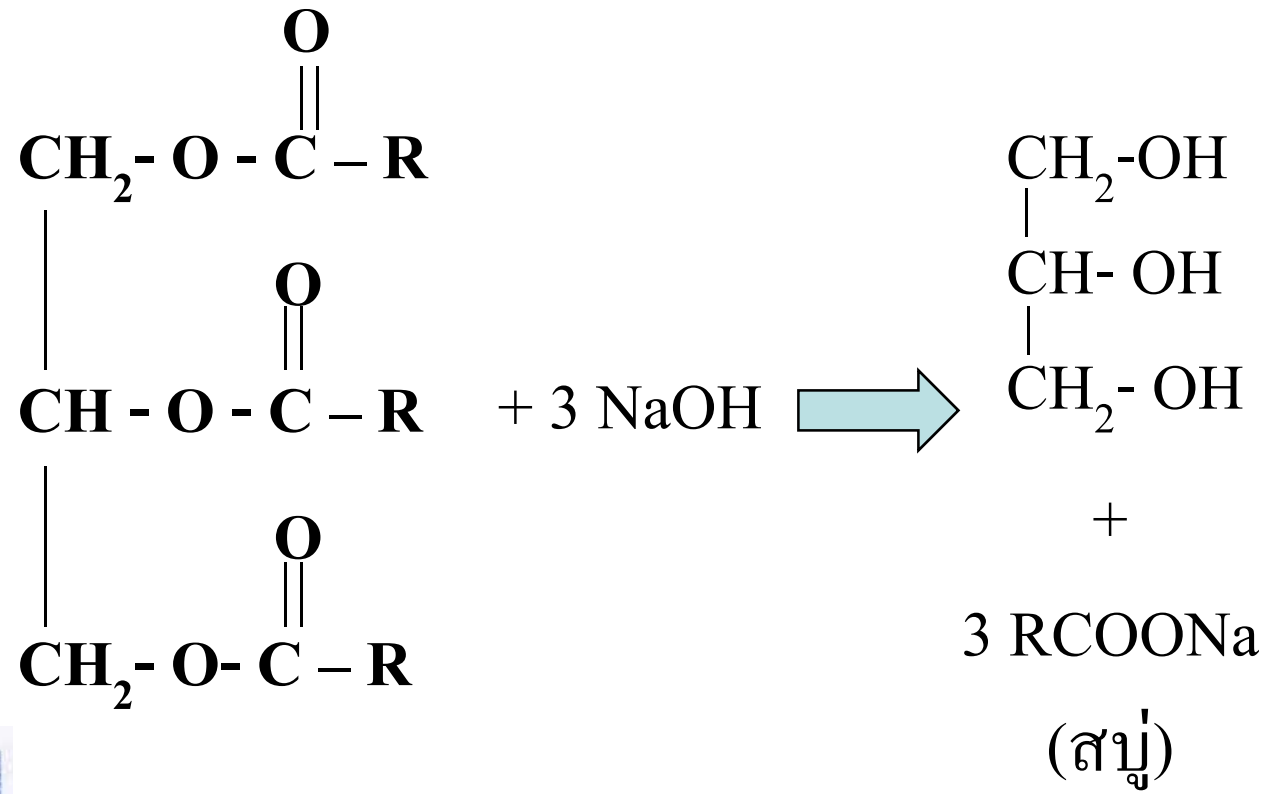
- กรดไขมันในไตรกลีเซอไรด์ มีขนาดโมเลกุลใหญ่ ไม่ละลายน้ำ
- แต่ถ้าอยู่ในรูปของเกลือ Na, K ของกรดไขมัน เช่น สบู่ ละลายน้ำได้

- 3. ไอโซเมอร์

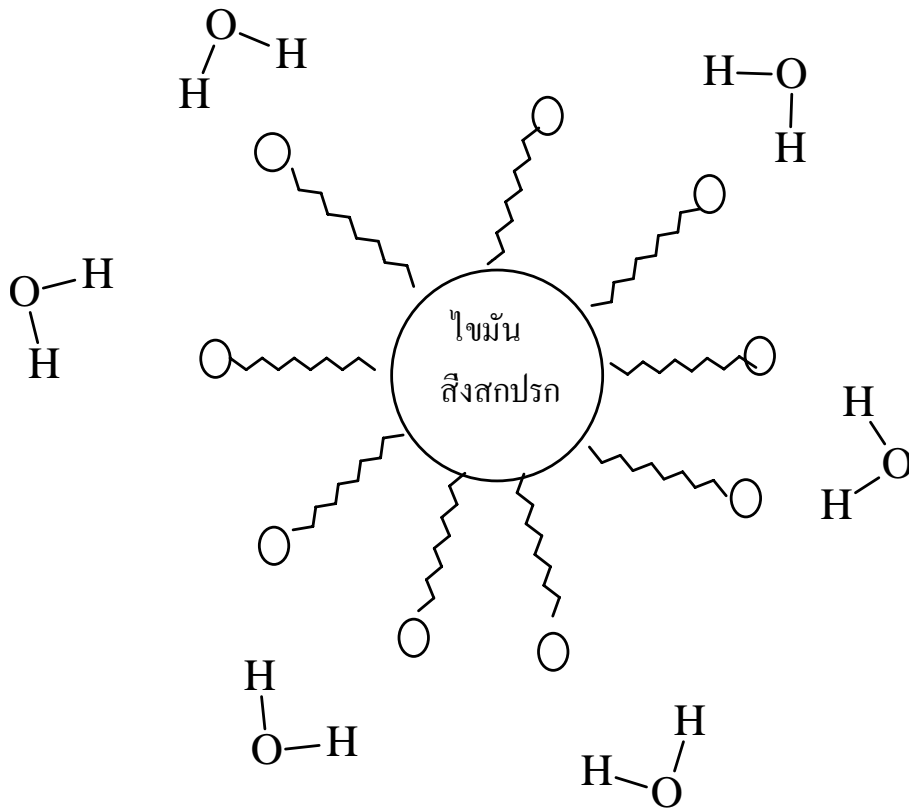
- ไตรกลีเซอไรด์ที่เกิดจาก fatty acid ที่มีพันธะคู่มี 2 isomer คือ *cis-, trans- isomer*

# สมบัติและปฏิกิริยาทางเคมี


- 1. Saponification (alkaline hydrolysis)
  - ไฮโดรไลซ์ไตรกลีเซอไรด์ด้วยเบส เช่น NaOH, KOH  
ได้ กลีเซอรอล และ เกลือของกรดไขมัน (สบู่)



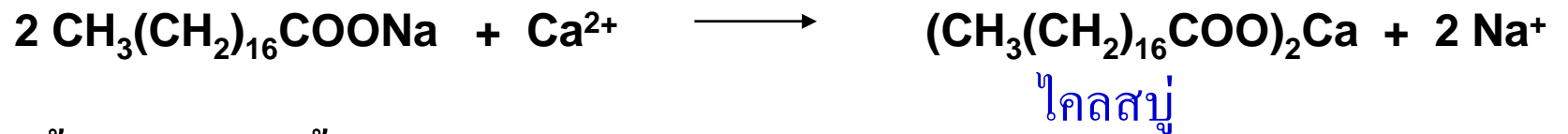
# The formation of soap micelles in water



Soaps are useful cleaning agents because of the different affinities of a soap molecule's two end.



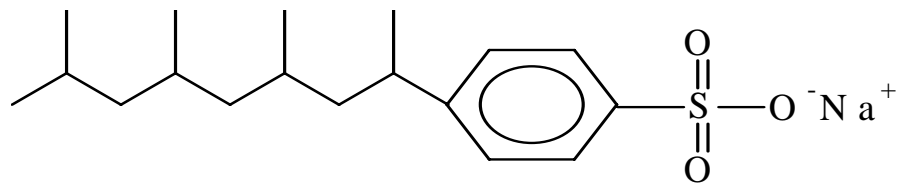
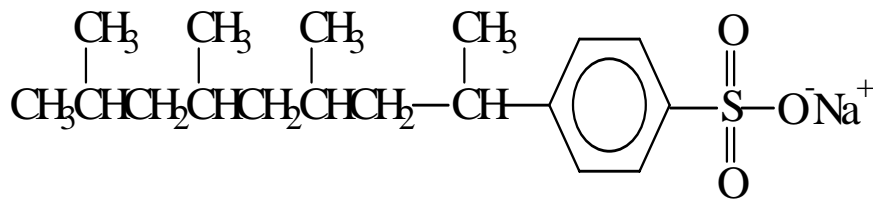
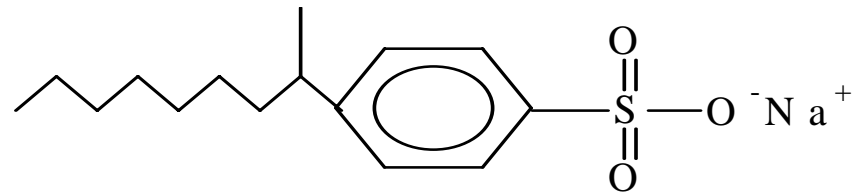
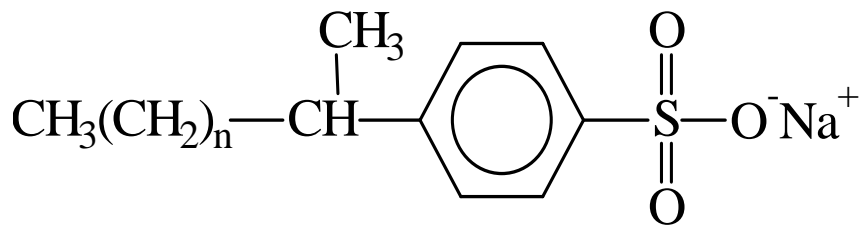
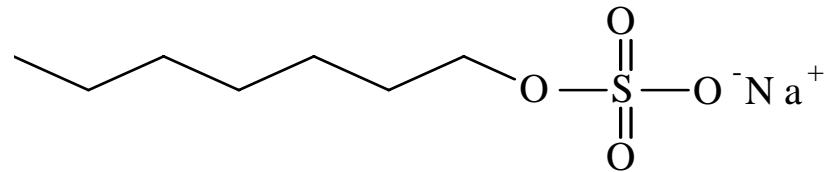
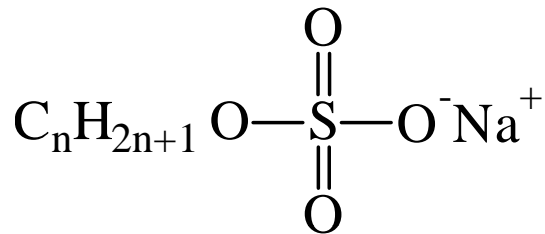
The usefulness of soaps as cleaning agents is limited by their tendency to precipitate out of solution in “hard” water. Hard water is water that is acidic or that contains ions of calcium, magnesium, or iron.



น้ำกระด้างเกิดขึ้นได้อย่างไร?

เกิดจากน้ำฝนซึ่งมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ ทำให้เกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ซึ่งเป็นกรดอ่อน เมื่อซึมลงใต้ดินผ่านชั้นดินซึ่งมีการสลายตัวของสารอินทรีย์ จะทำให้มีปริมาณกรดคาร์บอนิกมากขึ้น ซึ่งเมื่อน้ำที่ซึมผ่านชั้นดิน หรือสัมผัสกับชั้นหิน โดยเฉพาะหินปูนซึ่งมีองค์ประกอบหลัก คือ แคลเซียมคาร์บอเนต และ แมกนีเซียมคาร์บอเนต น้ำจะสามารถละลายองค์ประกอบหลักเหล่านี้ได้ทำให้ปริมาณ  $\text{Ca}^{2+}$  &  $\text{Mg}^{2+}$  เพิ่มขึ้น

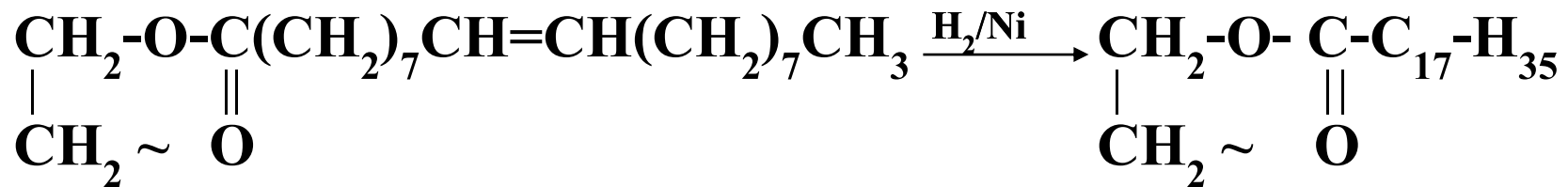
ใช้ผงซักฟอกซึ่งมีสมบัติเหมือนสบู่ แต่ดีกว่าสบู่ ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับ  $\text{Ca}^{2+}$  &  $\text{Mg}^{2+}$  ในน้ำกระด้างได้



- **2. Hydrogenation**

- **unsaturated triglyceride** ทำปฏิกิริยากับ  $H_2$  โดยมีโลหะ เช่น Ni เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

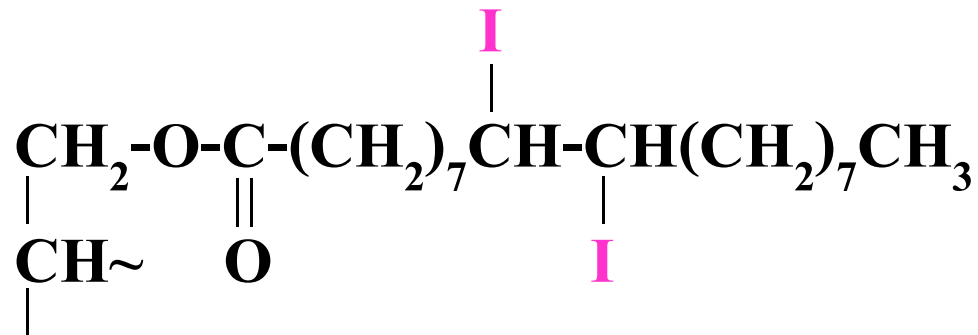
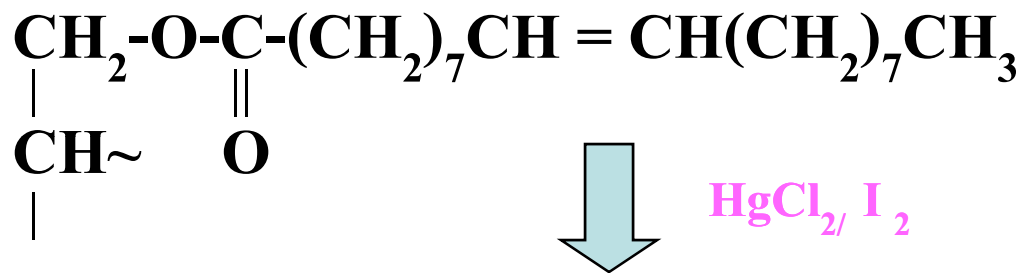
- ประโยชน์ ใช้ในการทำให้ m.p. ของน้ำมันสูงขึ้น หรือ การทำน้ำมันพืชให้แข็ง เช่น น้ำมันฝ้าย น้ำมันถั่ว น้ำมันมะพร้าว



**saturated triglyceride**

- 3. Addition of halogen

: ให้ไตรกลีเซอไรด์ทำปฏิกิริยากับ halogen ได้ dihalide

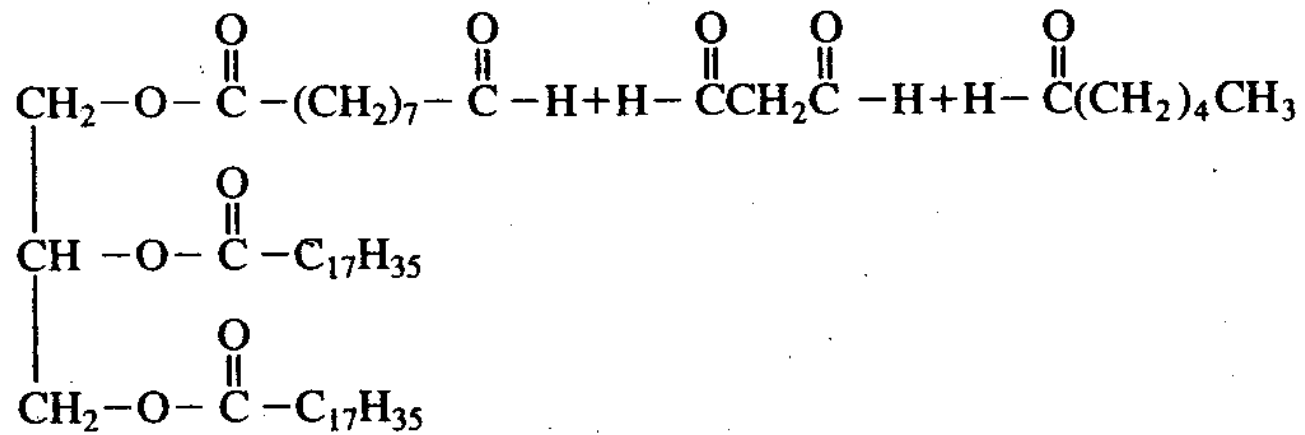
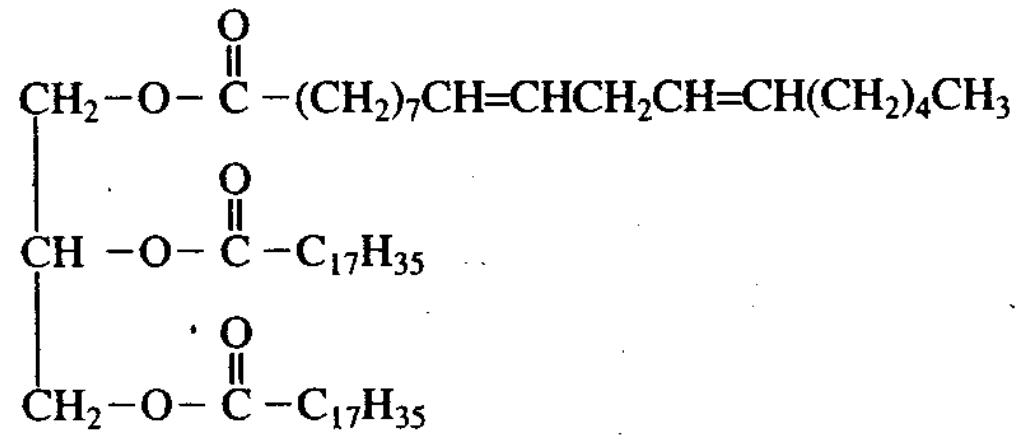




- ปฏิกิริยาระหว่าง unsaturated triglyceride กับ iodine ทำให้ทราบจำนวนพันธะคู่ได้ โดยดูจาก ปริมาณของ iodine ที่ทำปฏิกิริยาไป โดยแสดงเป็นค่า iodine number
- Iodine number = จำนวนกรัมของ iodine ที่ทำ ปฏิกิริยาพอดีกับน้ำมัน หรือ ไขมัน 100 กรัม
- ค่า iodine number สูง แสดงว่ามี unsaturated fatty acid มาก

## 4. Rancidity

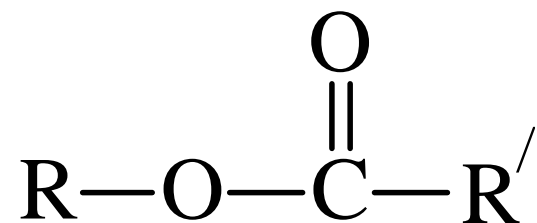
- การมีกลิ่นหืนของไขมัน และน้ำมัน เกิดจาก **unsaturated fatty acid** ที่มีน้ำหนักรโมเลกุลต่ำถูก **oxidised** ได้ในอากาศเกิดเป็น **volatile aldehyde, ketone** และ **acid** ซึ่งมีกลิ่นเหม็น
- การป้องกัน ให้ใส่สารจำพวก **antioxidants**



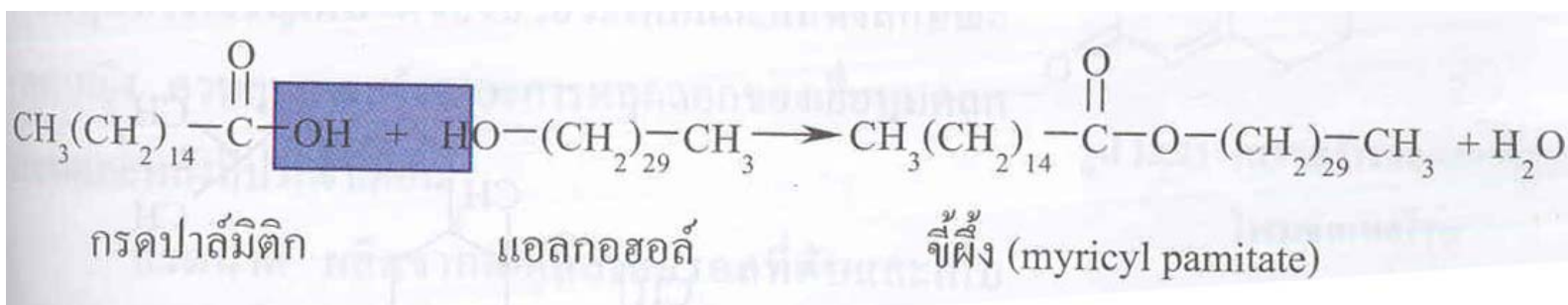
การป้องกันโดยการเติมสารกันหืน เช่นวิตามิน E, C ลงไปในไขมันและน้ำมัน



wax



ไขเป็นเอสเทอร์ของกรดไขมันกับแอลกอฮอล์ เกิดจากกรดไขมันที่มีคาร์บอน 14-36 อะตอมกับแอลกอฮอล์ ที่มีคาร์บอน 16-30 อะตอม



## องค์ประกอบของไขมัน

ไขมันต้องกินน้ำตาลหรือน้ำผึ้ง จำนวนมากถึง 8 กิโลกรัม เพื่อผลิตไขมันได้เพียง 1 กิโลกรัม ไขมันจึงมีองค์ประกอบของโมเลกุลของธาตุหลักเช่นเดียวกับน้ำผึ้ง คือ C, H, O ประกอบชนิดต่าง ๆ ดังนี้

1. ไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbons) 14%
2. โมโนเอสเทอร์ (monoesters) 35%
3. ไดเอสเทอร์ (diesters) 14%
4. ไตรเอสเทอร์ (triesters) 3%
5. ไฮดรอกซีโมโนเอสเทอร์ (hydroxy monoesters) 4%
6. ไฮดรอกซีโพลีเอสเทอร์ (hydroxyl polyesters) 8%
7. กรดเอสเทอร์ (acid esters) 1%
8. กรดโพลีเอสเทอร์ (acid polyesters) 2%
9. กรดอิสระ (free acid) 12%
10. แอลกอฮอล์อิสระ (free alcohols) 1%
11. สารที่ยังไม่ทราบชนิด (unidentified) 6%

## การนำไปใช้ประโยชน์

ใบฝิ่งที่บริสุทธิ์จากธรรมชาติจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากใบฝิ่งนั้น มีคุณภาพกายภาพและทางเคมี สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากใบเทียม ใบฝิ่งนอกจากนำไปทำเทียนไขแล้ว ยังใช้ทำเครื่องสำอาง กระบวนการทำ ผ้าบาติก งานโลหะ ใช้เป็นสารก้นน้ำ สารขัดเงา สารหล่อลื่น ซึ่งสามารถแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ได้ดังนี้

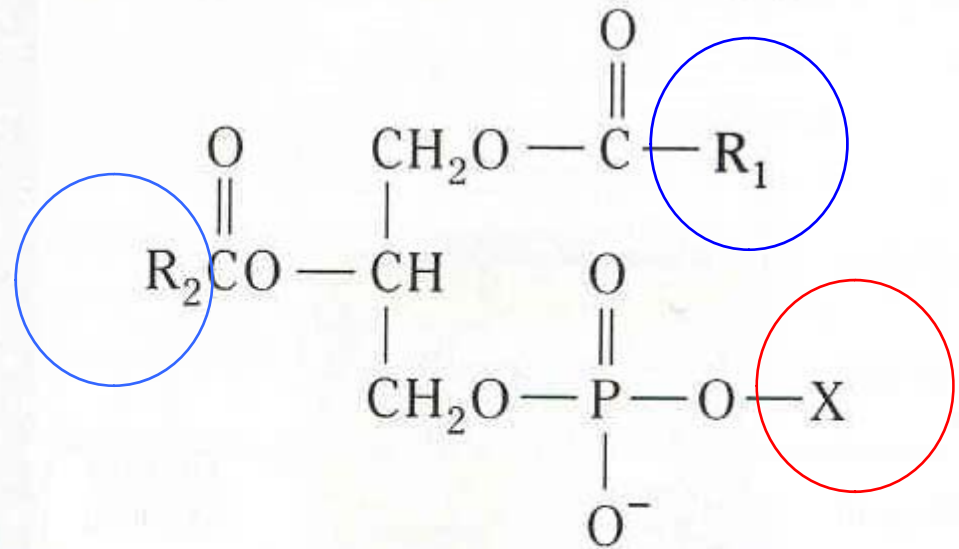
1. ใช้ทำเครื่องสำอาง ประมาณร้อยละ 35-40
2. ใช้ในงานเภสัชกรรม ประมาณร้อยละ 25-30
3. ใช้ทำเทียนไข ประมาณร้อยละ 20
4. ใช้ทำอื่น ๆ ประมาณร้อยละ 10-20

# Phospholipids

พบมากในเซลล์พืชและสัตว์ ตัวอย่างเช่นองค์ประกอบหลักของเยื่อหุ้มเซลล์

## Major Classes of Phosphoglycerides

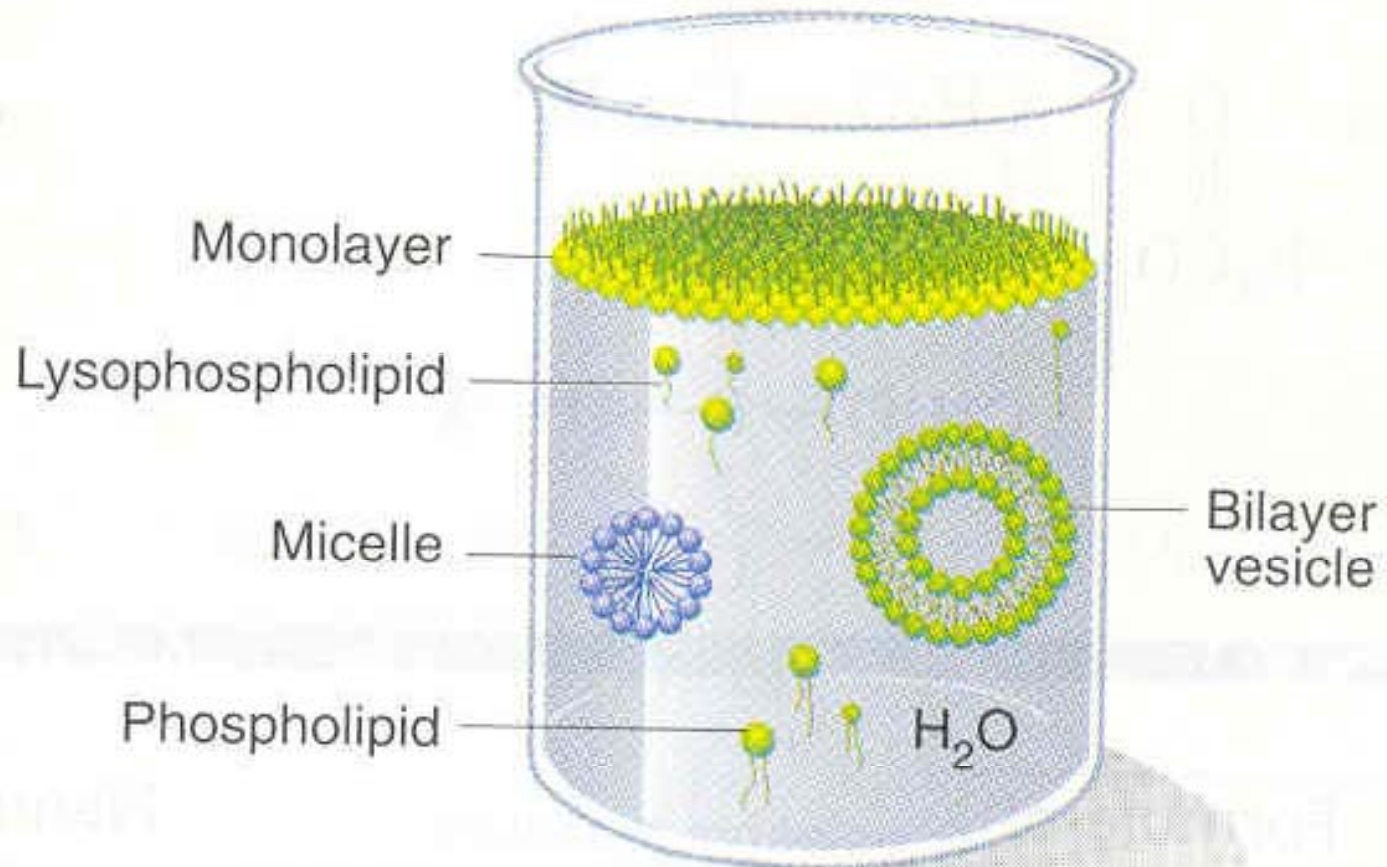
- ฟอสโฟลิพิด 1 โมเลกุลจะประกอบด้วย
- กลีเซอรอล 1 โมเลกุล
  - กรดไขมัน 2 โมเลกุล
  - หมู่ฟอสเฟต 1 โมเลกุล



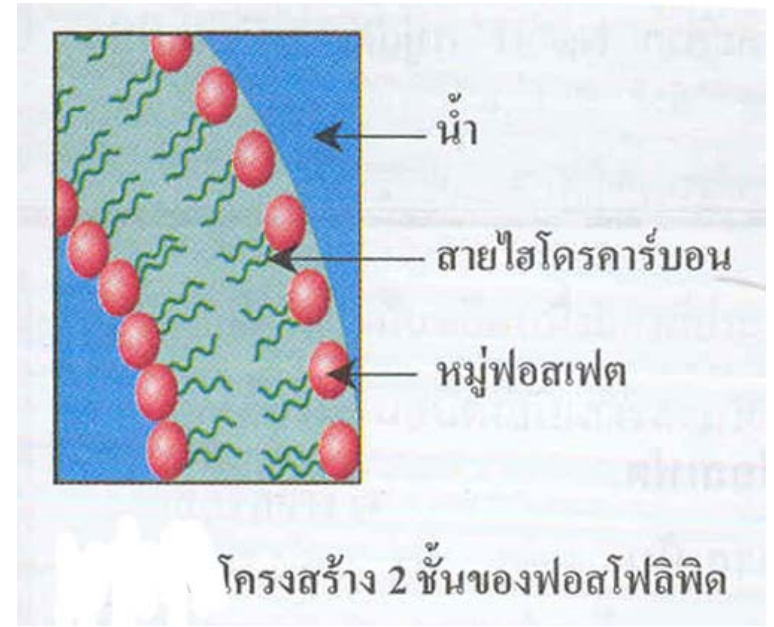
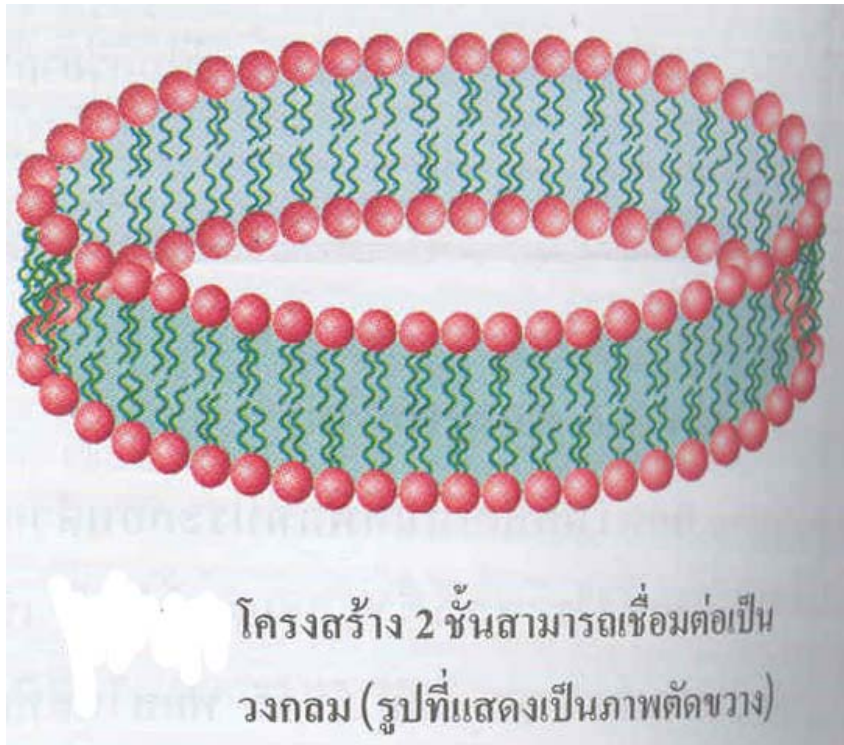
ส่วนที่ไม่มีขั้ว

ส่วนที่มีขั้ว

การละลายในน้ำของฟอสโฟลิปิด



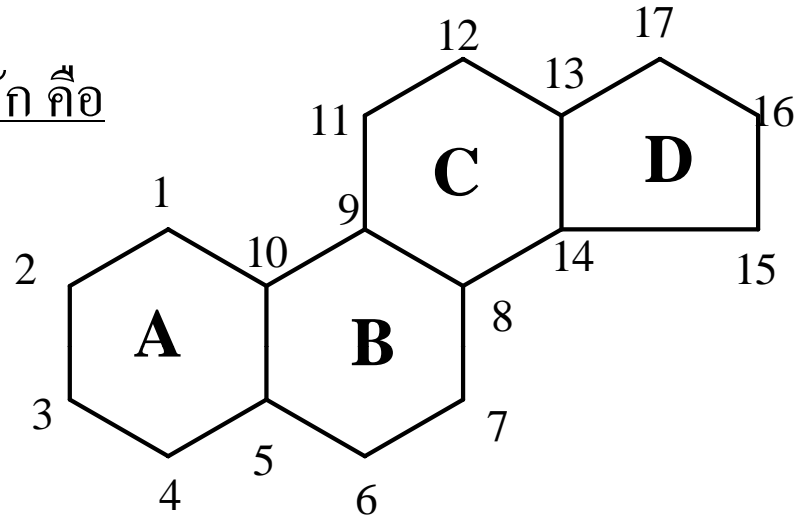




ตัวอย่าง เลซิติน พบมากในเนื้อเยื่อของคนและสัตว์ ทำหน้าที่เป็นตัวละลายคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และไขมันที่อยู่ในหลอดเลือด ให้แตกตัวเป็นอนุภาคเล็ก ๆ

# Steroids

โครงสร้างหลัก คือ



สเตอรอยด์ (อังกฤษ: steroid) เป็นลิพิดที่มีโครงสร้างเฉพาะ

โดยที่โครงสร้างคาร์บอนจะเป็นวงแหวน 4 วงเชื่อมต่อกัน

ความแตกต่างของชนิดสเตอรอยด์จะผันแปรไปตามฟังก์ชันนำลรูป ที่ติดอยู่กับวงแหวนเหล่านี้

มีสเตอรอยด์แตกต่างกันเป็นร้อยชนิดที่สามารถตรวจพบในพืชและสัตว์

ตัวอย่างบทบาทสำคัญของสเตอรอยด์ในระบบชีวิตส่วนใหญ่คือ การเป็นฮอร์โมน



# Steroids

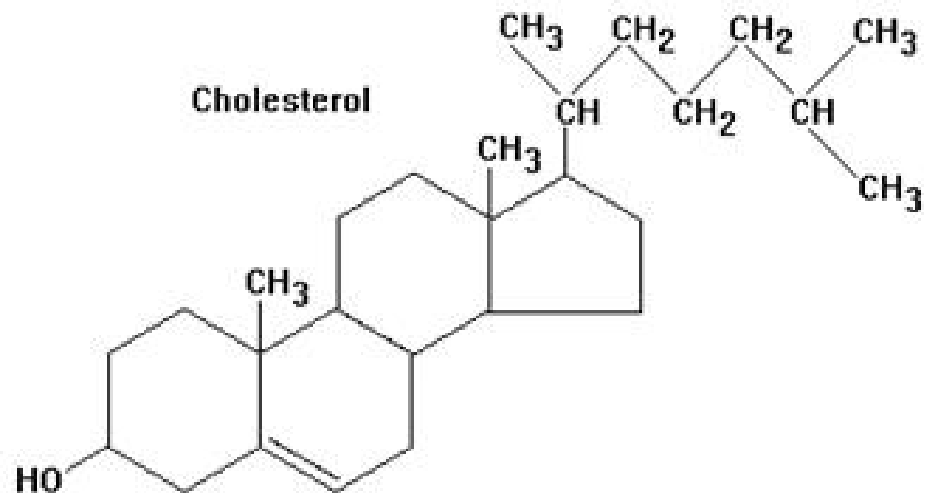
สามารถแบ่งได้เป็น

-คอเลสเตอรอล

-ฮอร์โมนอะดรีโนคอร์ติคอยด์ ทำหน้าที่รักษา ควบคุม สมดุลของน้ำและอิเล็กโทรไลต์

-ฮอร์โมนเพศ

-กรดน้ำดี



มีความจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต หากมีมากจะสะสมและเกาะที่ผนัง  
เส้นเลือด

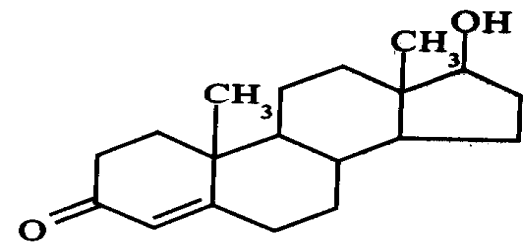
## ฮอร์โมนเพศ

เทสโทสเตอโรน มีหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ รวมทั้งพัฒนาการต่าง ๆ ของเพศชาย

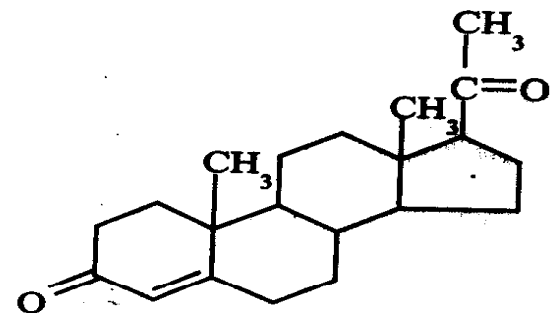
โพรเจสเตอโรน ทำหน้าที่ควบคุมเยื่อบุผนังมดลูกในระหว่างที่มีการตั้งครรภ์หรือมีประจำเดือน

## กรดน้ำดี

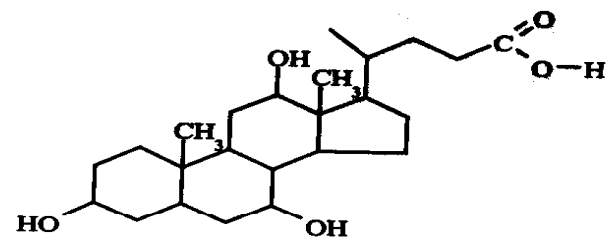
ผลิตจากคอเลสเตอรอลที่ตับและเก็บสะสมไว้ในถุงน้ำดี กรดน้ำดีที่สำคัญคือ กรดโคเลสิก จะทำหน้าที่ช่วยย่อยไขมันในลำไส้เล็กและยังช่วยละลายคอเลสเตอรอลที่อยู่ในอาหารได้อีกด้วย



รูป 13.20 โครงสร้างของเทสโทสเตอโรน



รูป 13.21 โครงสร้างของฮอร์โมนโพรเจสเตอโรน



รูป 13.22 โครงสร้างของกรดโคเลสิก