

3. ลิพิด

ลิพิด (Lipid) เป็นสารอินทรีย์ซึ่งเกิดขึ้นตามธรรมชาติ ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน และอาจมีธาตุอื่นอีกคือไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยทั่วไปจะไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายได้ในสารอินทรีย์ที่ไม่มีขั้ว เช่น พวกไฮโดรคาร์บอนหรืออีเทอร์ ลิพิดมีอยู่หลายประเภททั้งที่เป็นเมตาบอไลต์ปฐมภูมิ (primary metabolite) และเมตาบอไลต์ทุติยภูมิ (secondary metabolite)

ประเภทของลิพิด

1. ไขมันและน้ำมัน (Fat and Oil)
2. ฟอสโฟลิพิด (Phospholipids)
3. ไช (Wax)
4. สเตรอยด์ (Steroid)

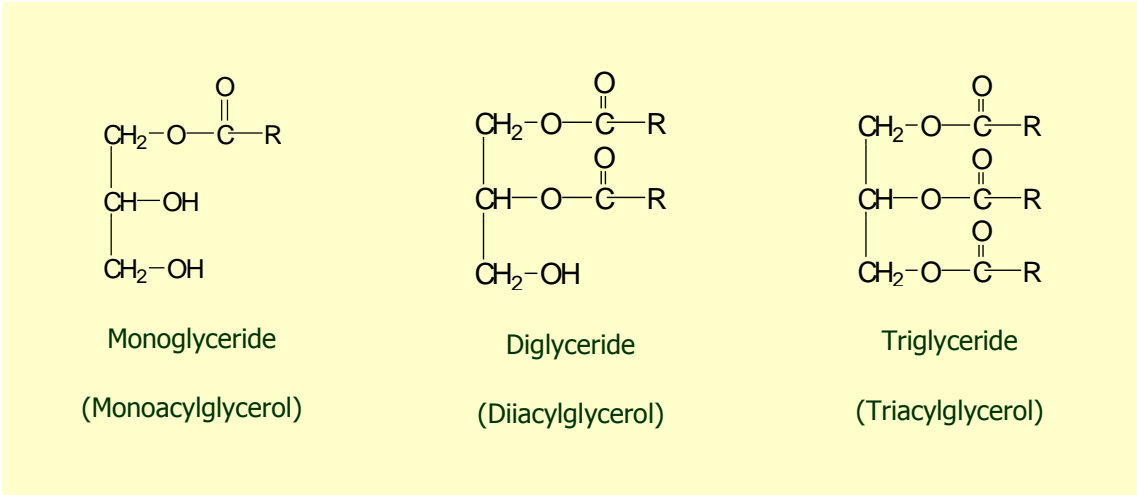
3.1 ไขมัน และน้ำมัน

ไขมัน (fat) และน้ำมัน (oil) เป็นเอสเทอร์ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่าง แอลกอฮอล์ที่ชื่อกลีเซอรอล (glycerol) 1 โมเลกุล กับกรดไขมัน (fatty acid) 1–3 โมเลกุล ไขมันจะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ส่วนใหญ่จะเป็นไขมันจากสัตว์ แต่น้ำมันจะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องซึ่งมักจะได้จากพืช ส่วนไช (wax) เป็นของผสมของเอสเทอร์ที่เป็นของแข็ง เกิดจากกรดไขมันและแอลกอฮอล์ที่มีโซ่ยาว

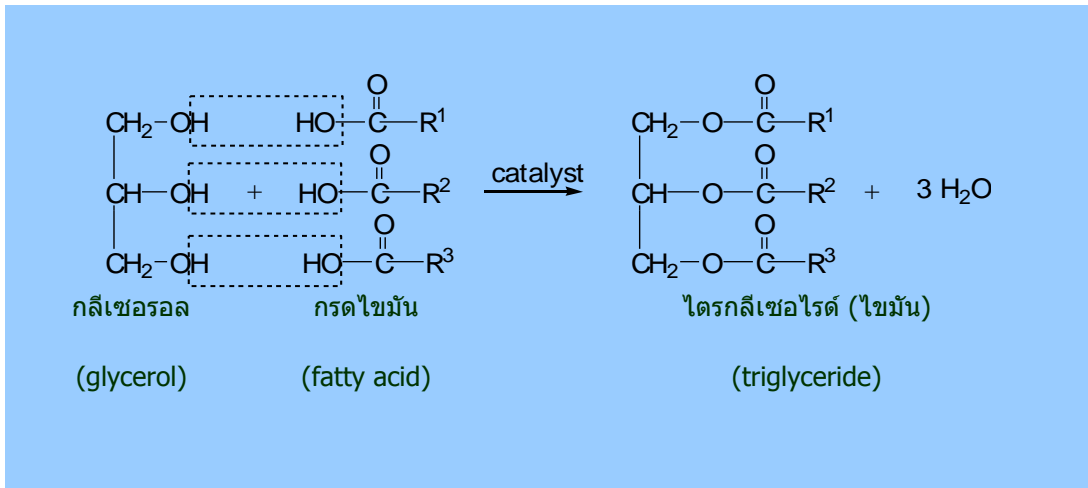
หน้าที่สำคัญของไขมันคือเป็นโครงสร้างหลักของเยื่อหุ้มเซลล์ และเป็นแหล่งพลังงานของสิ่งมีชีวิต การเผาผลาญไขมันอย่างสมบูรณ์จะให้พลังงานประมาณ 9 กิโลแคลอรีต่อกรัม ลิพิดพบในอาหารที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบ เช่น เนย น้ำกะทิ หรืออาหารที่ทอดด้วยน้ำมัน

3.1.1 ปฏิกิริยาการเกิดไขมัน

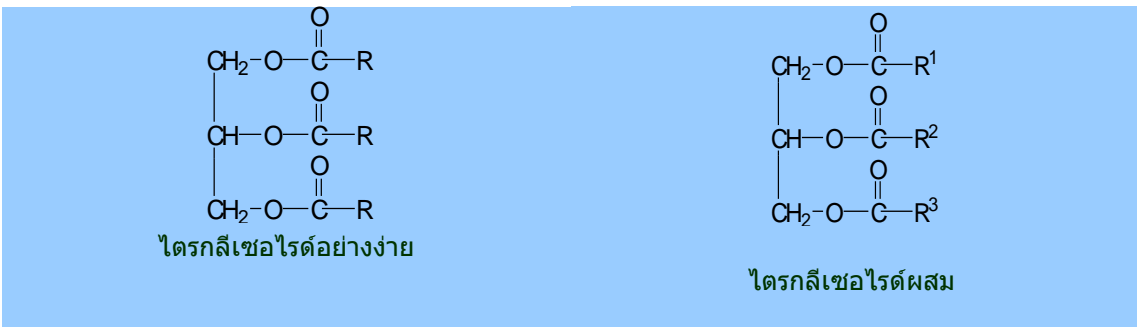
ในการจำแนกไขมันและน้ำมันจะพิจารณาจากส่วนที่เกิดจากกรดไขมันในเอสเทอร์นั้น ถ้ามี 1 โมเลกุลจัดเป็นมอนอกลิเซอไรด์ (monoglyceride) ถ้ามี 2 โมเลกุลจัดเป็นไดกลีเซอไรด์ (diglyceride) และถ้ามี 3 โมเลกุลจัดเป็นไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride)



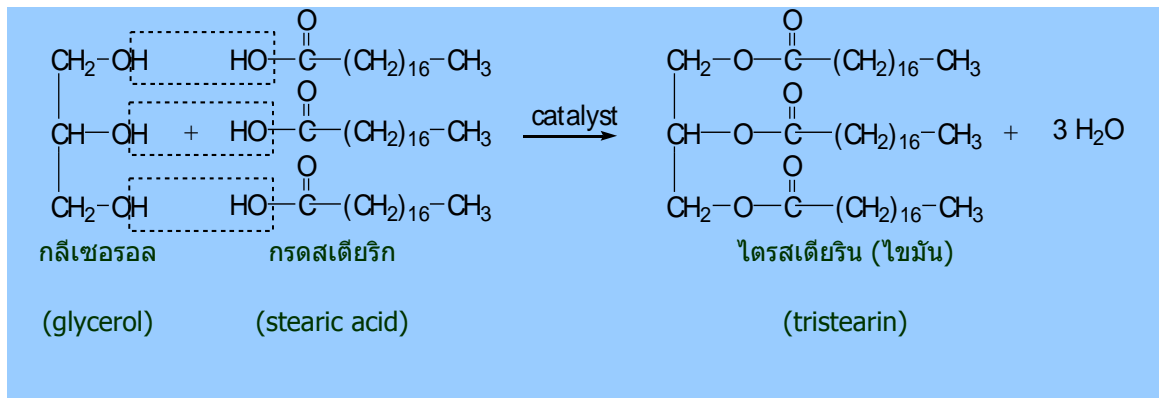
ปฏิกิริยาการเกิดไขมันเป็นปฏิกิริยาการเกิดเอสเทอร์ (esterification) นั้นเอง เช่น ปฏิกิริยาการเกิดไตรกลีเซอไรด์จากกลีเซอรอล 1 โมเลกุลรวมกับกรดไขมัน 3 โมเลกุล จะได้ไตรกลีเซอไรด์ (หรือไตรเอซิลกลีเซอรอล) 1 โมเลกุล ดังสมการ



ไขมันหรือไตรกลีเซอไรด์ที่มีหมู่ R¹, R², R³ เหมือนกันเรียกว่า ไขมันหรือไตรกลีเซอไรด์อย่างง่าย (simple triglyceride) แต่ถ้า 2 หรือ 3 หมู่ต่างกันก็จะเรียกว่าไขมันหรือไตรกลีเซอไรด์ผสม (mix triglyceride) ไขมันและน้ำมันในธรรมชาติจะเป็นไขมันหรือไตรกลีเซอไรด์ผสมเป็นส่วนใหญ่



ตัวอย่างปฏิกิริยาการเกิดไขมันไตรสเตียรีนจากปฏิกิริยาระหว่างกลีเซอรอล 1 โมเลกุลกับกรดสเตียริก 3 โมเลกุล โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยา จัดเป็นปฏิกิริยาขจัดน้ำ (dehydration reaction) จะได้ไขมันไตรสเตียรีน 1 โมเลกุล และน้ำ 3 โมเลกุล ดังนี้



การเรียกชื่อไขมัน

1. การเรียกชื่อไตรกลีเซอไรด์อย่างง่าย ให้เรียกคำว่า "ไตร" นำหน้า แล้วเรียกชื่อกรดไขมันต้นกำเนิด แต่ให้เปลี่ยนคำลงท้ายจาก -อิก แอซิด (-ic acid) เป็น อิน (-in) เช่น ไตร โอลีน (triolein) ซึ่งเป็นไตรกลีเซอไรด์ที่เกิดจากกลีเซอรอล 1 โมเลกุล รวมกับกรด โอลีอิก 3 โมเลกุล

2. การเรียกชื่อไตรกลีเซอไรด์ผสม จะเรียกชื่อกรดไขมันต้นกำเนิดตามลำดับที่เกาะกับคาร์บอน เปลี่ยนคำลงท้ายชื่อของกรดไขมัน 2 ชนิดแรกจาก -อิก แอซิด (-ic acid) เป็น -โอ (-o) และเปลี่ยนคำลงท้ายชื่อของกรดไขมันชนิดสุดท้ายเป็น -อิน (-in)

เช่น **โอเลโอปาล์มิตโอไลโนลีน (oleopalmitolinolein)** ซึ่งเป็นไตรกลีเซอไรด์ที่มาจากกรด โอลีอิก (oleic acid) กรดปาล์มิตอเลอิก (palmitoleic acid) และกรดไลโนลีนอิก (linoleic acid) เป็นต้น

ชนิดของกรดไขมัน

กรดไขมันที่ได้จากการนำไตรกลีเซอไรด์มาไฮโดรไลซ์จะเป็นโซ่ตรง และมีจำนวนคาร์บอนเป็นเลขคู่อยู่ระหว่าง 12-24 อะตอม กรดไขมันที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติมีประมาณ 40 ชนิด ซึ่งแบ่งเป็นปร

1. กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) เป็นกรดไขมันที่พันธะระหว่างอะตอมคาร์บอนกับคาร์บอนยึดเหนี่ยวด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมด มีสูตรทั่วไปเป็น $C_nH_{2n}O_2$ หรือ $C_nH_{2n+1}COOH$ หรือเขียนสูตรได้เป็น $CH_3(CH_2)_nCOOH$ เช่น กรดไขมันอิ่มตัวที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอน 18 อะตอม จะมีสูตรทั่วไปเป็น $C_{18}H_{36}O_2$ ซึ่งเขียนสูตรดังนี้

$CH_3(CH_2)_{16}COOH$ หรือ $C_{17}H_{35}COOH$ กรดไขมันอิ่มตัวที่พบมากที่สุด ได้แก่ กรดปาล์มิติก (palmitic acid) และกรดสเตียริก (stearic acid)

2. กรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) เป็นกรดไขมันที่พันธะระหว่างอะตอมคาร์บอนกับคาร์บอนยึดเหนี่ยวด้วยพันธะคู่อย่างน้อย 1 พันธะ ซึ่งมีจำนวนอะตอมคาร์บอนน้อยกว่ากรดไขมันอิ่มตัว 2 อะตอม มีสูตรทั่วไปเป็น $C_nH_{2n-2}O_2$ หรือ $C_nH_{2n-1}COOH$ หรือเขียนสูตรได้เป็น $CH_3(CH_2)_yCH=CH(CH_2)_xCOOH$ เช่น กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอน 18 อะตอม มีพันธะคู่ที่คาร์บอนตำแหน่ง 9-10 จะมีสูตรทั่วไปเป็น $C_{18}H_{34}O_2$ ซึ่งเขียนสูตรดังนี้

$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$ หรือ $C_{17}H_{33}COOH$ กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่พบมากที่สุด ได้แก่ กรดโอเลอิก (oleic acid) และกรดไลโนเลอิก (linoleic acid)

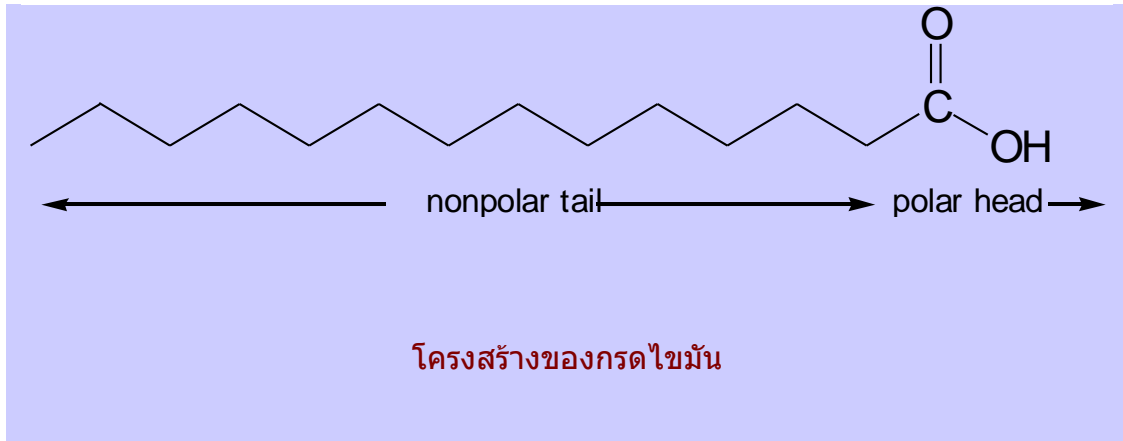
ไขมันและน้ำมันที่ได้จากสัตว์และพืชประกอบด้วยผสมของกรดไขมันหลายชนิด ของผสมที่มีร้อยละของกรดไขมันอิ่มตัวสูงจะเป็นของแข็ง ก็คือเป็นไขมัน เช่น ไขวัว แต่ถ้ามีร้อยละของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงก็จะเป็นน้ำมัน เช่น น้ำมันพืช

สมบัติและโครงสร้างของกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวบางชนิด

ชื่อ	จำนวน C	โครงสร้าง	จุดหลอมเหลว (°C)
กรดไขมันอิ่มตัว			
Luaric acid	12	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$	44
Myristic acid	14	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$	54
Palmitic acid	16	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$	53
Stearic acid	18	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$	70
Arachidic acid	20	$CH_3(CH_2)_{18}COOH$	75
กรดไขมันไม่อิ่มตัว			
Palmitoleic acid	16	$CH_3(CH_2)_5CH=CH(CH_2)_7 COOH$	32
Oleic acid	18	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7 COOH$	13
Linoleic acid	18	$CH_3(CH_2)_4(CH=CHCH_2)_2(CH_2)_6 COOH$ (<i>cis</i>)	-5
Linoleic acid	18	$CH_3(CH_2CH=CH)_3(CH_2)_7 COOH$ (<i>cis, cis</i>)	-11
Arachidonic acid	20	$CH_3(CH_2CH=CHCH_2)_4(CH_2)_2 COOH$ (<i>all cis</i>)	-50

สมบัติทางกายภาพของกรดไขมัน

1. โครงสร้างของกรดไขมันประกอบด้วยส่วนที่มีขั้วคือหมู่คาร์บอกซิล และส่วนที่ไม่มีขั้วคือสายโซ่ไฮโดรคาร์บอนที่ต่อกับหมู่คาร์บอกซิล ดังนั้นยิ่งสายโซ่ยาวยิ่งขึ้น ยิ่งทำให้กรดไขมันมีขั้วน้อยลง



2. จุดเดือดและจุดหลอมเหลวของกรดไขมันชนิดอิ่มตัวจะเพิ่มขึ้นตามความยาวของสายโซ่ไฮโดรคาร์บอนหรือเพิ่มขึ้นตามจำนวนอะตอมคาร์บอน ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่ำกว่าของกรดไขมันอิ่มตัวที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอนเท่ากัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีจำนวนคาร์บอนเท่ากันแต่มีพันธะคู่ต่างกัน จะพบว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่มากกว่าจะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่ำกว่า

3. กรดไขมันที่มีจำนวนอะตอมคาร์บอนเท่ากัน แต่มีจำนวนพันธะคู่ต่างกัน จำนวนพันธะคู่ที่เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้จุดหลอมเหลวลดลง

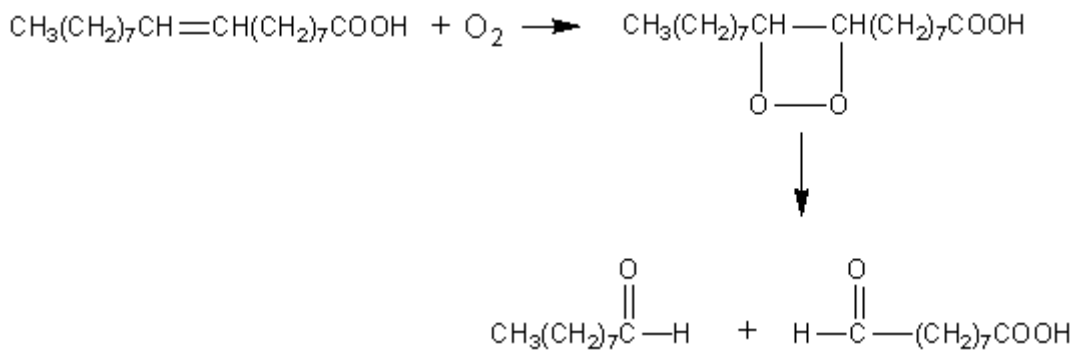
การเหม็นหืน (Rancidity)

การเหม็นหืนมีสาเหตุดังนี้

ก. **ปฏิกิริยาออกซิเดชัน** เกิดจากออกซิเจนในอากาศเข้าทำปฏิกิริยาตรงตำแหน่งพันธะคู่ระหว่างอะตอมคาร์บอนในโมเลกุลของกรดไขมัน ได้แอลดีไฮด์และกรดไขมันโมเลกุลเล็ก ๆ ซึ่งมีกลิ่นเหม็นหืน

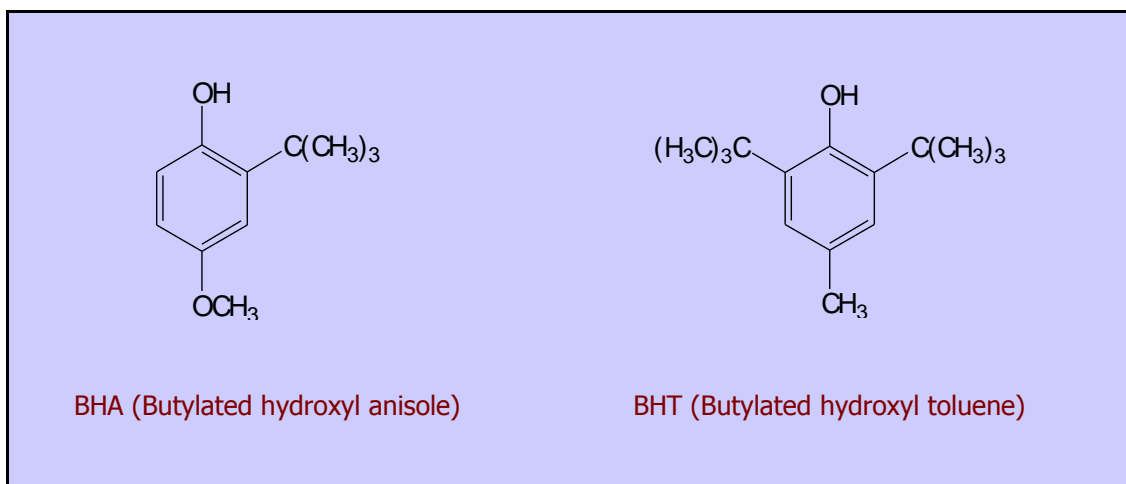
ข. **ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส** ระหว่างไขมันกับน้ำ โดยมีเอนไซม์จากจุลินทรีย์ในอากาศเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้ผลิตภัณฑ์เป็นกรดไขมันโมเลกุลเล็กที่ระเหยง่ายและมีกลิ่นเหม็น

การเหม็นหืนของไขมันและน้ำมันเกิดจากกรดไขมันไม่อิ่มตัวในไขมันและน้ำมันทำปฏิกิริยากับออกซิเจนบริเวณตำแหน่งพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอนเกิดเป็นสารเปอร์ออกไซด์ ซึ่งจะสลายตัวเป็นแอลดีไฮด์และกรดไขมันโมเลกุลขนาดเล็กที่ระเหยง่ายและมีกลิ่นเหม็น สมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้



การป้องกันการเหม็นหืน

1. การเก็บไขมันหรือน้ำมันโดยไม่ให้เกิดการเหม็นหืน หรือชะลอการเหม็นหืนให้ช้าที่สุดจะต้องเก็บในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ ต้องปิดฝาภาชนะให้สนิท ไม่ให้สัมผัสกับออกซิเจนและไอน้ำในอากาศเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส
2. ในธรรมชาติจะมีวิตามินอี ช่วยป้องกันการเหม็นหืนได้
3. เตรียมน้ำมันหรือไขมันใส่ในหลอดทดลองประมาณ 1 cm³ แล้วผ่านแก๊สออกซิเจนลงไปประมาณ 5 นาที จะได้น้ำมันที่มีกลิ่นเหม็นหืน (ต้องใช้น้ำมันที่ไม่ได้ใส่สารกันหืนลงไป)
4. น้ำมันพืชมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากกว่าไขมันสัตว์ จึงน่าจะเหม็นหืนง่ายกว่าไขมันสัตว์ แต่มีการเติมสารเคมีบางชนิดลงไป เช่น BHT , BHA เพื่อป้องกันการเหม็นหืน สารทั้งสองชนิดเป็นสารประกอบประเภทฟีนอล
5. การป้องกันการเหม็นหืนของไขมันและน้ำมัน นอกจากจะเก็บไว้ในภาชนะที่สะอาดและแห้งในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำและไม่ถูกแสงสว่างแล้ว อาจใช้วิธีเติมสารกันหืน เช่น **วิตามินซี** **วิตามินอี** **วิตามินเอ** **บีไฮเอ** (BHA : Butylate hydroxyanisole) หรือ**บีไฮที** ((BHT : Butylate hydroxytoluene)



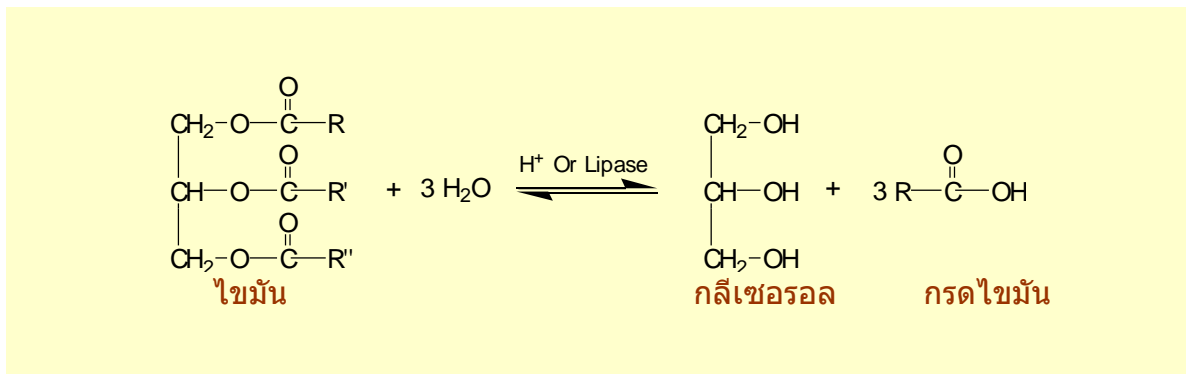
การใช้ไขมันประกอบอาหาร

1. ถ้าใช้ความร้อนนาน ๆ เช่น การทอด ควรเลือกใช้ไขมันแบบอิ่มตัว เพราะจะเกิดปฏิกิริยากับสารอื่นได้ยาก แต่ถ้ามีการให้ความร้อนในระยะเวลาสั้น ๆ เช่น การผัด ควรใช้ไขมันประเภทไม่อิ่มตัว
2. การนำไขมันประเภทไม่อิ่มตัวไปใช้ทอด ทำให้เกิดอนุมูลอิสระได้มาก ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้ เนื่องจากมีพันธะคู่จึงเกิดปฏิกิริยากับสารอื่นได้ง่าย ดังนั้นจึงไม่ควรนำไขมันที่ใช้แล้วกลับมาให้ความร้อนซ้ำ ๆ หลาย ๆ ครั้ง
3. กรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นกรดไขมันจำเป็นที่มนุษย์ไม่สามารถสังเคราะห์ได้เองและต้องได้รับจากอาหารที่บริโภค ถ้าร่างกายขาดกรดไขมันชนิดนี้จะทำให้การเจริญเติบโตหยุดชะงัก ผิวหนังแห้งแตก กรดไขมันไม่อิ่มตัวพบมากในน้ำมันพืชบางชนิด เช่น น้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันเมล็ดฝ้าย น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วลิสง

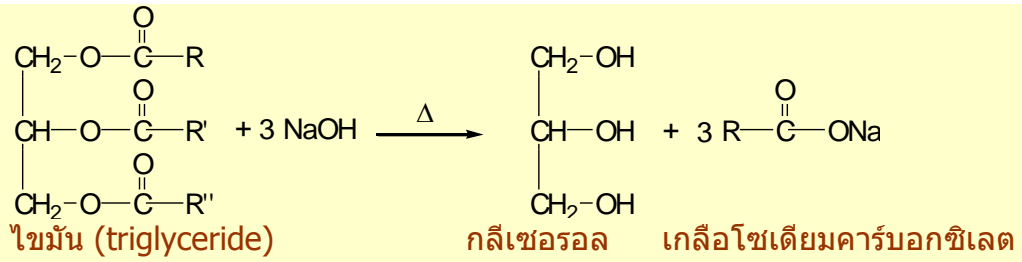
ปฏิกิริยาเคมีของไขมันหรือน้ำมัน

1. ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส

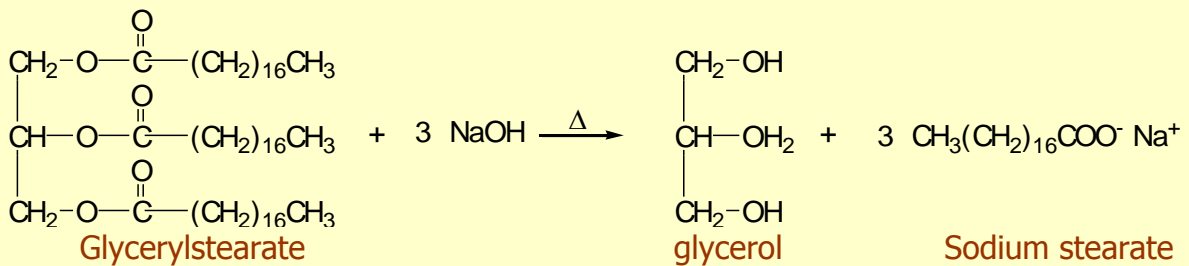
ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของไขมันหรือน้ำมันเกิดได้ทั้งในสภาวะกรดและเบส เมื่อทำการไฮโดรลิซิสไขมันหรือน้ำมันโดยใช้กรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจะได้กลีเซอรอลและกรดไขมัน 3 โมเลกุล ในการย่อยอาหารพวกไขมันก็จะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสเช่นเดียวกันโดยใช้เอนไซม์ไลเปส (lipase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา สมการทั่วไปของการไฮโดรลิซิสไขมันหรือน้ำมันโดยใช้กรดหรือหรือเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นดังนี้



เมื่อต้มไขมันหรือน้ำมันกับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ซึ่งเป็นเบส จะได้กลีเซอรอลกับเกลือของกรดไขมันหรือสบู่ เรียกปฏิกิริยาการเกิดสบู่ว่า **สะปอนนิฟิเคชัน (saponification)** ปฏิกิริยานี้จะไม่ผันกลับเหมือนในสภาวะกรด



สบู่ที่ผลิตจากอุตสาหกรรมได้จากการต้มไขมันหรือน้ำมันกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ให้ความร้อน โดยผ่านไอน้ำลงไปในส่วนผสมเป็นเวลา 12-24 ชั่วโมง จะเกิดปฏิกิริยาสะaponification ได้กลีเซอรอลและเกลือของกรดไขมัน จากนั้นจึงเติม NaCl ลงไปเพื่อแยกสบู่ออกจากสารละลาย ทำสบู่ให้บริสุทธิ์ แล้วเติมกลีเซอรีน แล้วทำให้เป็นก้อนต่อไป เช่น



กระบวนการทำสบู่จะได้กลีเซอรอลเป็นผลพลอยได้ แยกออกจากสารละลายแล้วนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง พลาสติก และใช้เป็นสารหล่อลื่นในอาหารหรือยา เนื่องจากกลีเซอรอลมีหมู่ไฮดรอกซิล ซึ่งเกิดพันธะไฮโดรเจนได้กับน้ำ จึงทำหน้าที่ป้องกันการระเหยของน้ำได้อย่างดี

การซักล้างโดยใช้สบู่

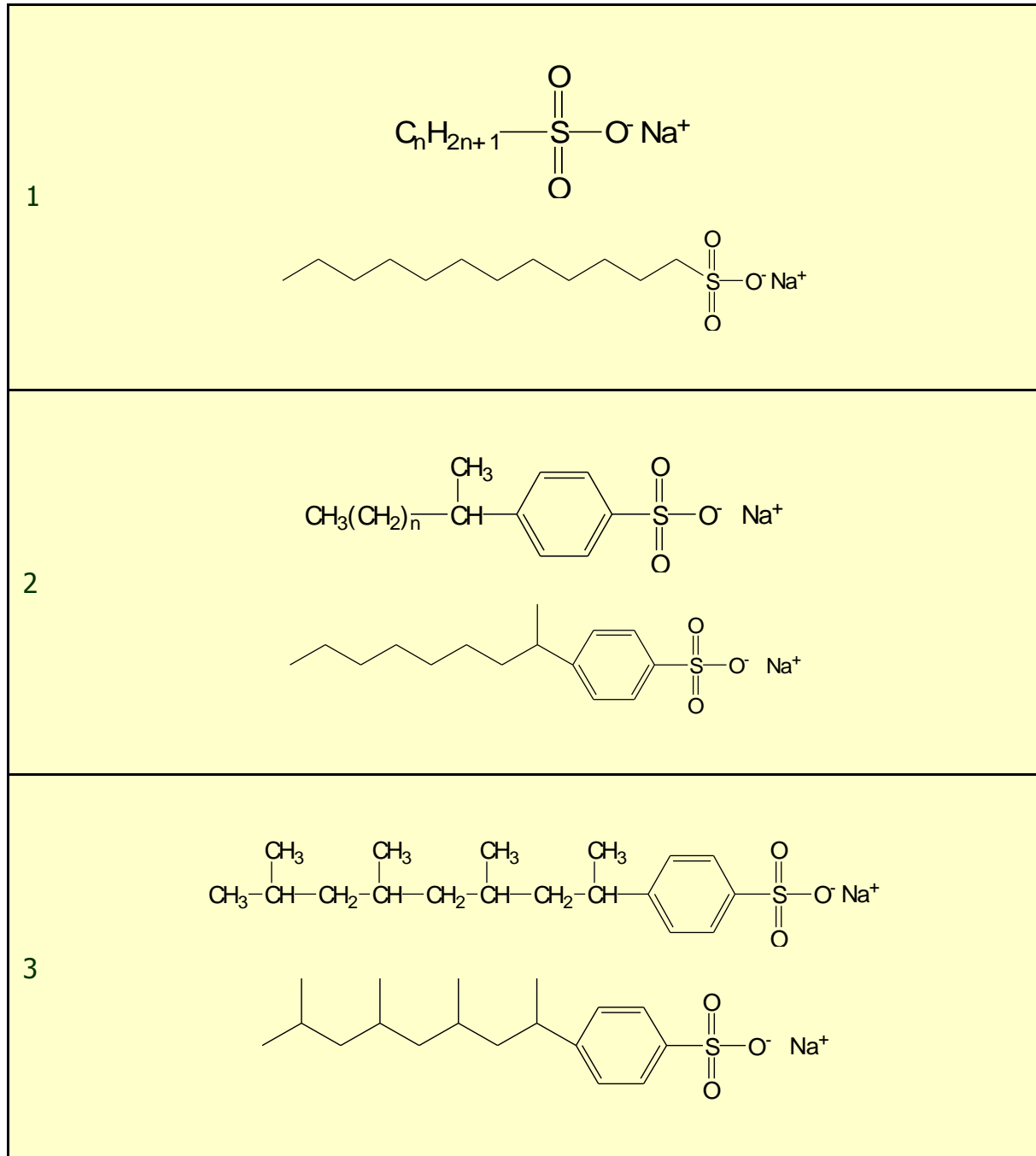
สบู่เป็นสารประกอบไอออนิก สามารถละลายน้ำได้และแตกตัวเป็นไอออนได้ดังนี้



โมเลกุลของสบู่ประกอบด้วยโซ่ของไฮโดรคาร์บอนและปลายไอออนิกส่วนของไฮโดรคาร์บอนจะไม่ละลายในน้ำ (hydrophobic) แต่ละลายได้ในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว สำหรับปลายไอออนิกจะละลายน้ำได้ (hydrophilic) เนื่องจากมีส่วนของโซ่ไฮโดรคาร์บอนอยู่ ทำให้โมเลกุลของสบู่ไม่ละลายอย่างแท้จริง อย่างไรก็ตามสบู่จะเป็นคอลลอยด์ในน้ำ เพราะสบู่สามารถเกิดไมเซลล์ (micell) โดยด้านโซ่ไฮโดรคาร์บอนจะจับกลุ่มกัน แล้วหันปลายไอออนิกเข้าหาน้ำ ดังนั้นจึงมีสมบัติในการซักล้างได้ดี นั่นคือการกำจัดคราบสกปรกต่างๆ สบู่จะหันด้านโซ่ไฮโดรคาร์บอนเข้าหาคราบสกปรก และปลายด้านไอออนิกจะจับกับน้ำ จึงทำให้สบู่ซักคราบสกปรกได้

ประเภทของสารซักฟอก

สารซักฟอกที่ใช้อยู่ปัจจุบันมีโครงสร้าง 3 ประเภท ดังนี้

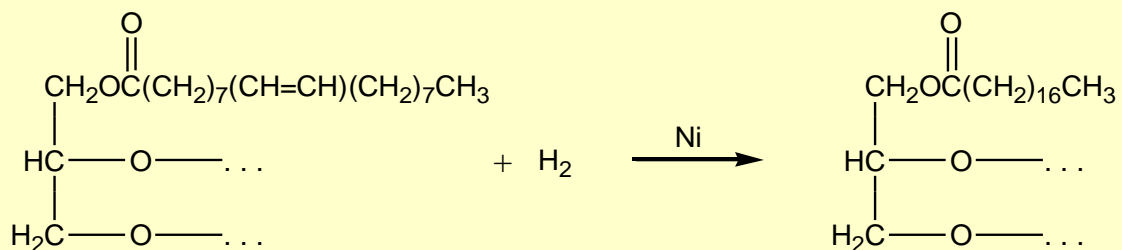


สูตรโครงสร้างของสารซักฟอก

สารชักฟอกที่มีโครงสร้างแบบที่ 1 เป็นไฮโดรคาร์บอนโซ่ตรงทั้งหมด ซึ่งสามารถย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้อย่างสมบูรณ์ จึงส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ส่วนสารชักฟอกแบบที่ 2 เอนไซม์ของจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้เป็นส่วนใหญ่ แต่ยังคงอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมบ้างสำหรับสารชักฟอกแบบที่ 3 ซึ่งมีโซ่กิ่งมาก เอนไซม์ของจุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายได้ จึงก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมมาก

2. ปฏิิกิริยาการเติมไฮโดรเจน

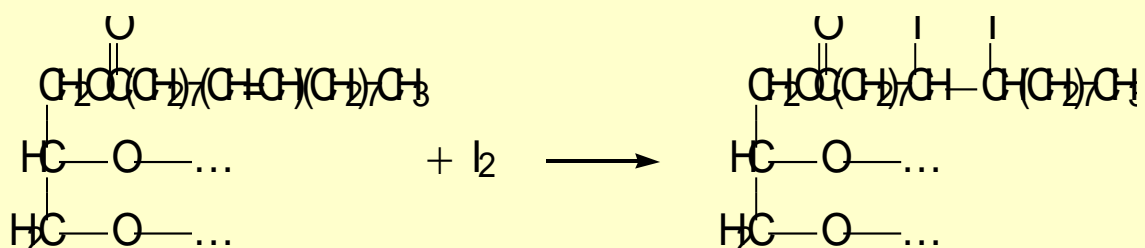
ปฏิิกิริยาการเติมไฮโดรเจน (hydrogenation) ของไตรกลีเซอไรด์มีความสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตมาการีนและเนยเทียม ผลิตภัณฑ์ที่ได้ขึ้นอยู่กับสถานะของปฏิิกิริยา ไตรกลีเซอไรด์ไม่อิ่มตัวทำปฏิิกิริยากับไฮโดรเจนเมื่อมีตัวเร่งปฏิิกิริยา เช่น Ni ที่ความดันต่ำ จะได้ไตรกลีเซอไรด์ที่อิ่มตัว ซึ่งปฏิิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นการเติมไฮโดรเจนให้แก่ตำแหน่งพันธะคู่ เช่น



ปฏิิกิริยาการเติมไฮโดรเจน

3. ปฏิิกิริยาการเติมเฮโลเจน

พันธะคู่ที่อยู่ในไขมันหรือน้ำมันชนิดไม่อิ่มตัวเกิดปฏิิกิริยากับเติมเฮโลเจนได้เช่นเดียวกับพวกแอลคีน ดังสมการ



ปฏิิกิริยาการเติมเฮโลเจน

ไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number)

สารที่เกิดขึ้นมีความสำคัญไม่มากนัก แต่ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนำไปใช้วิเคราะห์เชิงปริมาณเพื่อหาว่าไขมันหรือน้ำมันนั้น ๆ มีความอึดตัวมากน้อยเพียงใด ปกติจะให้ทำปฏิกิริยากับไอโอดีน (I₂) โดยนำไอโอดีนที่ทราบปริมาณแน่นอนแต่ต้องมากเกินพอที่จะทำปฏิกิริยากับไขมันหรือน้ำมันนั้น ๆ มาละลายในตัวทำละลายที่เหมาะสม นำมาเติมลงในไขมันหรือน้ำมันที่ต้องการวิเคราะห์แล้วปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์ จากนั้นหาปริมาณไอโอดีนที่เหลือจากปฏิกิริยา จากข้อมูลที่ได้และน้ำหนักของไขมันหรือน้ำมันที่ทราบ ทำให้สามารถคำนวณหาผลเป็นกรัมของไอโอดีนที่ทำปฏิกิริยากับไขมันหรือน้ำมันปริมาณ 100 กรัมได้ ค่าที่ได้เรียกว่า **ไอโอดีนนัมเบอร์ (Iodine number)**

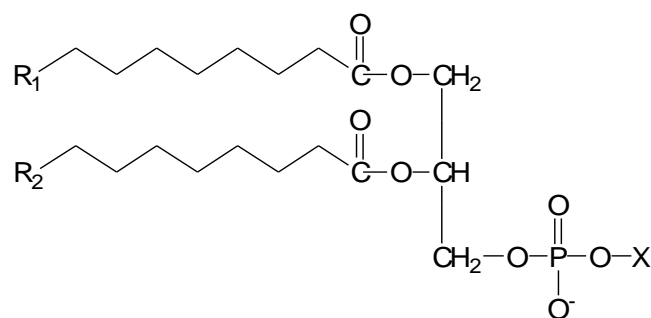
ไขมันหรือน้ำมันที่มีความไม่อึดตัวสูงจะทำปฏิกิริยากับไอโอดีนได้มาก ดังนั้นค่าไอโอดีนนัมเบอร์ก็มีค่าจะสูงด้วย

นอกจากนี้ยังอาจใช้สารละลายโบรมีน (Br₂) หยดลงในไขมันหรือน้ำมันเพื่อหาจำนวนหยดของสารละลายโบรมีนที่ใช้ ถ้าไขมันหรือน้ำมันสามารถฟอกจากสีสารละลายโบรมีนได้มาก แสดงว่าไขมันหรือน้ำมันนั้นมีความไม่อึดตัวสูง

3.2 ฟอสโฟลิพิด

ฟอสโฟลิพิด (phospholipid) เป็นลิพิดที่ประกอบด้วยหมู่ฟอสเฟตเอสเทอร์ สารพวกนี้พบเป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ซึ่งทำหน้าที่เลือกให้สารบางชนิดผ่านเข้าไปภายในเซลล์ได้ พบมากในส่วนสมองและเส้นประสาท

ฟอสโฟลิพิด 1 โมเลกุล เกิดจากการรวมตัวของกลีเซอรอล 1 โมเลกุล กรดไขมัน 2 โมเลกุล และหมู่ฟอสเฟตอีก 1 หมู่ สูตรทั่วไปของฟอสโฟลิพิดเป็นดังนี้

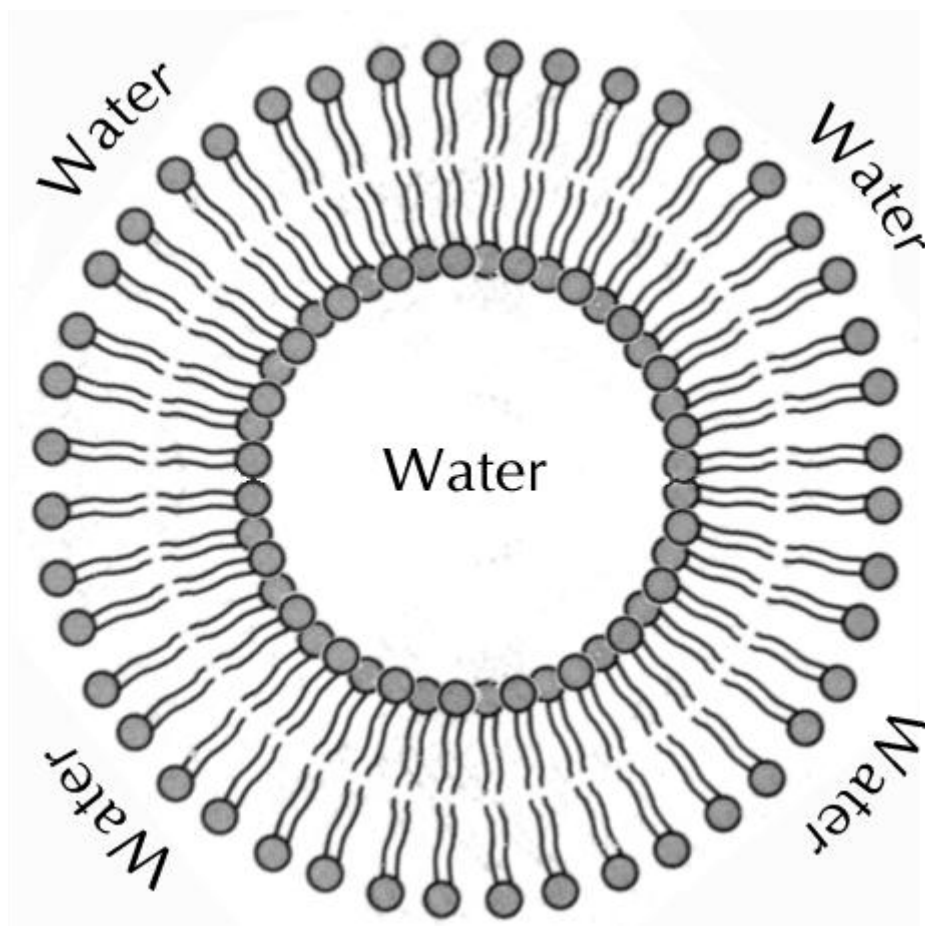
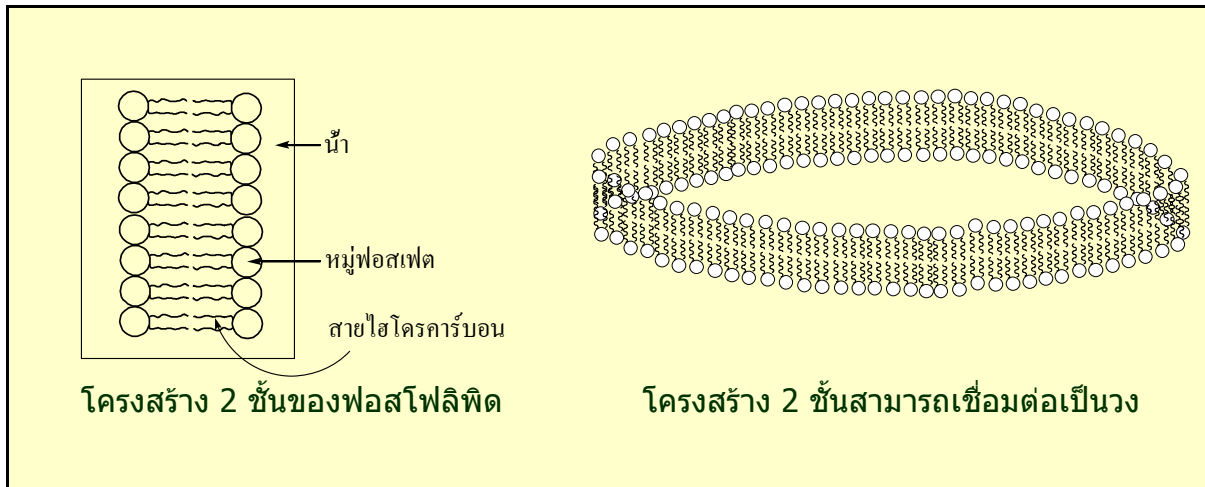


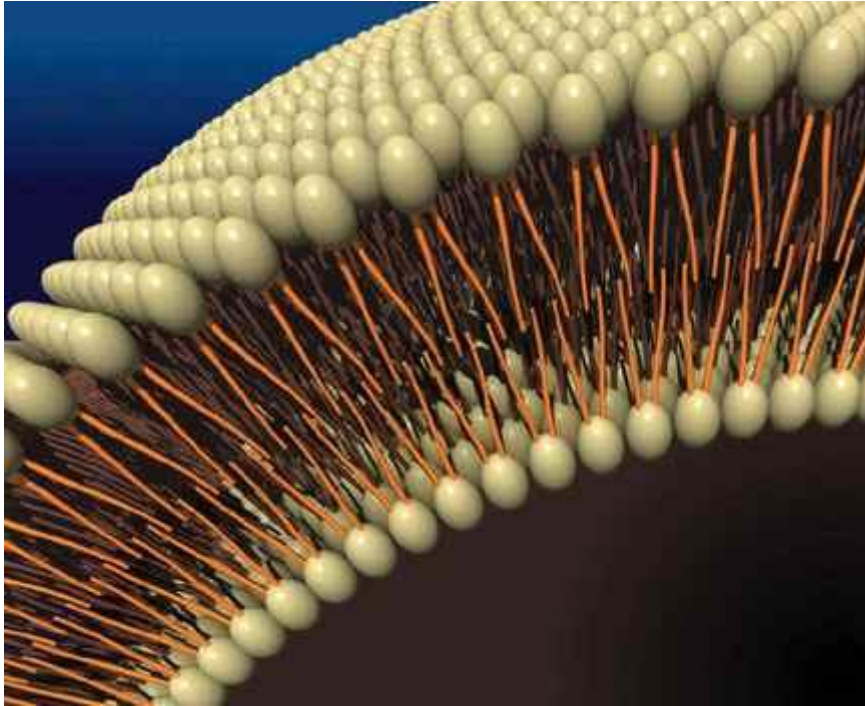
สูตรทั่วไปของฟอสโฟลิพิด

X คือส่วนที่มีขั้ว

R₁ , R₂ คือส่วนที่เป็นไฮโดรคาร์บอน

เมื่อฟอสโฟลิปิดอยู่ในน้ำหรือในสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย อาจเกิดเป็นโครงสร้าง 2 ชั้น โดยมีส่วนที่เป็นไฮโดรคาร์บอนหันเข้าหากัน และส่วนที่มีขั้วหันเข้าหาโมเลกุลของน้ำ ถ้าฟอสโฟลิปิดมีโมเลกุลขนาดใหญ่ โครงสร้าง 2 ชั้นสามารถเชื่อมต่อกันเป็นวง





ฟอสโฟลิพิดแบ่งเป็น 2 ประเภท คือฟอสโฟกลีเซอไรด์ และสฟิงโกลิพิด ตัวอย่างของฟอสโฟลิพิด เช่น เลซิธิน (lecithin) พบมากในเนื้อเยื่อของคนและสัตว์ เลซิธินทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายคลอเรสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และไขมันที่อยู่ในหลอดเลือดให้แตกตัวเป็นอนุภาคเล็ก ๆ เป็นเนื้อเดียวกับเลือด เป็นการช่วยป้องกันไม่ให้ไขมันไปเกาะที่ผนังหลอดเลือด

อาหารที่มีเลซิธินสูง ได้แก่ ด้บบ เนื้อวัว ไข่ เนยแข็ง ถั่วเหลือง ข้าวโพด ข้าวโอต ข้าวสาลี ซึ่งปกติร่างกายสามารถสร้างเลซิธินได้เอง

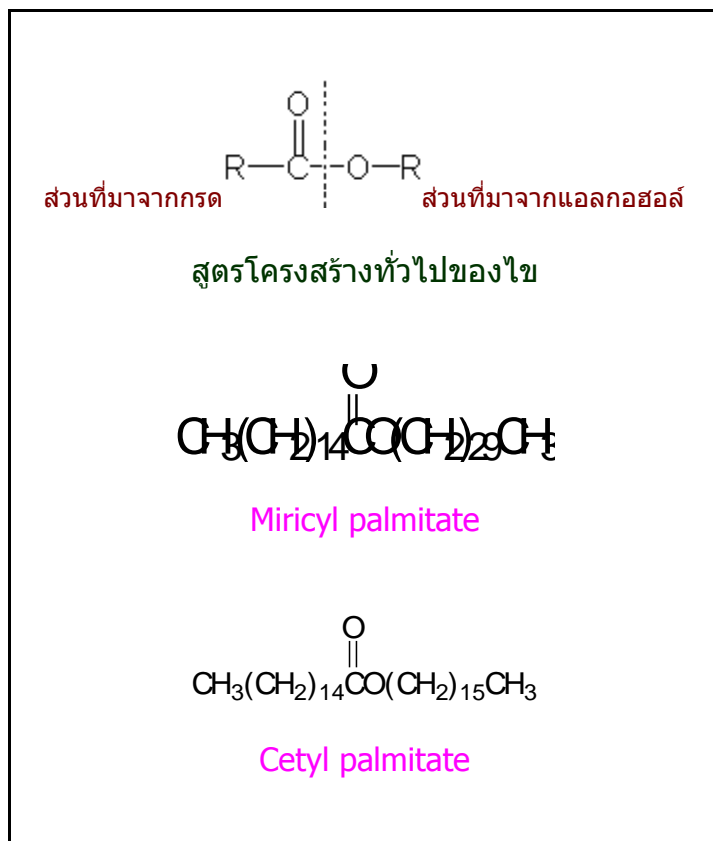
3.3 ไข (Wax)



ไข (wax) เป็นลิพิดที่พบทั้งพืชและสัตว์ เป็นของแข็งและไม่ละลายน้ำ พบเป็นสารเคลือบเส้นผม ขนนก และขนสัตว์ต่าง ๆ ทำให้มีลักษณะเป็นเงาและเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ ไขยังขับจากหูที่เรียกว่าขี้หู (ear wax) เพื่อป้องกันการกระทบกระเทือนของเยื่อหู นอกจากนี้ยังมีไขที่ขับออกจากต่อไขมันใต้ผิวหนังเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ ทำให้ผิวหนังมีความชุ่มชื้นอยู่เสมอ ในพืชมักพบเป็นสารเคลือบผิวของใบไม้และเปลือกไม้เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ

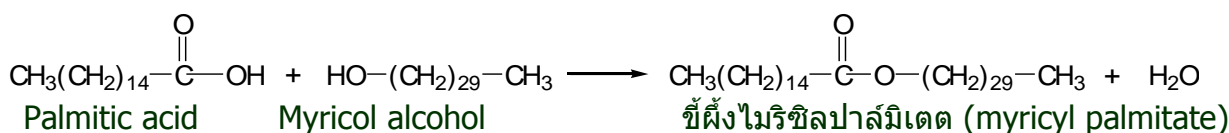
องค์ประกอบของ
ของเอสเทอร์ที่
ไขมัน และ
ไขยาว ส่วนที่มา
มีจำนวนอะตอม
คู่ ระหว่าง 14 –
สำหรับส่วนที่มา
จำนวนอะตอม
คู่เช่นกัน ระหว่าง

ตัวอย่างของไขที่
ธรรมชาติ ได้แก่
(myricyl
พบในขี้ผึ้ง
เอสเทอร์ที่เกิด
แอลกอฮอล์
alcohol) และ
(palmitic acid)
(cetyl
พบในไข
เทอร์ที่เกิดจากเซทิลแอลกอฮอล์ (cetyl alcohol) กับกรดปาล์มติก เป็นต้น



ไข เป็นของผสม
เกิดจากกรด
แอลกอฮอล์ที่มี
จากกรดไขมันจะ
คาร์บอนเป็นเลข
36 อะตอม
จากแอลกอฮอล์มี
คาร์บอนเป็นเลข
16 – 30 อะตอม

เกิดขึ้นใน
ไมริซิลปาล์มมิเตด
palmitate) ซึ่ง
(beewax) เป็น
จากไมริคอล
(myricol
กรดปาล์มติก
เซทิลปาล์มมิเตด
palmitate) ซึ่ง
ปลาวาฬ เป็นเอส

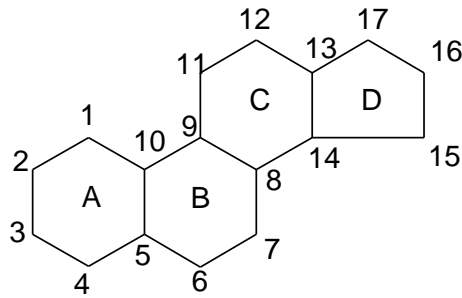


ไขเป็นของแข็งที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ มีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับชนิดของกรดและแอลกอฮอล์ที่เป็น
องค์ประกอบ ไขทุกชนิดไม่ละลายน้ำ ไขที่พบมักเคลือบอยู่ที่ผิวของใบไม้หรือผลไม้ และที่
ผิวหนังหรือขนสัตว์ ทำหน้าที่หล่อลื่นหรือป้องกันการสูญเสียน้ำ ปัจจุบันมีการนำไขมาเคลือบผิว
ผลไม้เพื่อช่วยยืดอายุในการเก็บรักษา

3.4 สเตอรอยด์

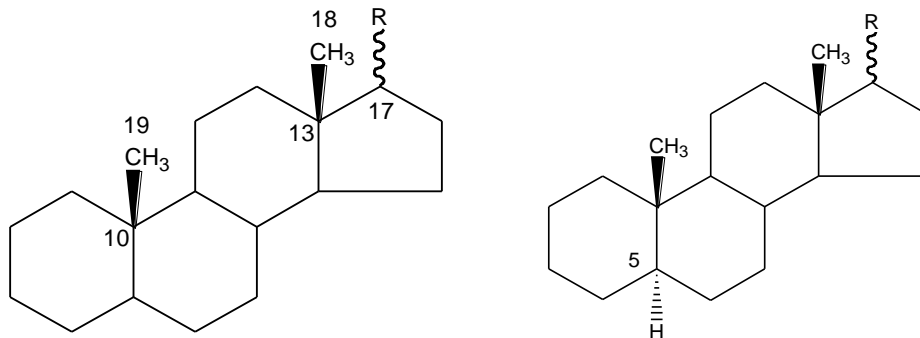
สเตอรอยด์ (steroid) เป็นสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่มีการชีวสังเคราะห์เปลี่ยนแปลงมาจากสารกลุ่มไตรเทอร์พีนอยด์ สเตอรอยด์พบได้ทั้งในพืชและสัตว์ มีหน้าที่สำคัญต่อระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต

สเตอรอยด์มีโครงสร้างหลักเป็นวง 4 วงเชื่อมต่อกัน โดยที่ 3 วง (A, B, C) เป็นหกเหลี่ยมต่างมีจำนวนคาร์บอนอยู่ 6 อะตอม และมีห้าเหลี่ยม 1 วง (D) ที่มีจำนวนคาร์บอน 5 อะตอม ดังนี้



สูตรทั่วไปของสเตอรอยด์

โดยทั่วไปสเตอรอยด์จะมีหมู่เมทิลจับกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 10 และ 13 ของโครงสร้างหลัก ได้แก่หมู่เมทิลตำแหน่ง 18 และ 19 นอกจากนี้ยังอาจมีโซ่ของคาร์บอนจับที่ตำแหน่ง 17 ของโครงสร้างหลัก ไฮโดรเจนที่ตำแหน่ง 5 จะอยู่ทางด้านเดียวเดียวกับหมู่เมทิลหรือคนละด้านก็ได้



ไฮโดรเจนตำแหน่งที่ 5 อยู่คนละด้านกับหมู่เมทิล

กลุ่มของสเตอรอยด์ที่มีหมู่ไฮดรอกซิลที่ตำแหน่ง 3 และพันธะคู่ที่ตำแหน่ง 5 เรียกว่า **สเตอรอล (sterol)** ที่พบในสัตว์โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์ชั้นสูงเรียกว่า **ซุสเตอรอล (zoosterol)** ที่พบในพืชเรียกว่า **ไฟโตสเตอรอล (phytosterols)** ที่พบในราเรียกว่า **ไมโคสเตอรอล (mycosterol)** และที่พบในสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีกระดูกสันหลังในทะเล เช่น ฟองน้ำ เรียกว่า **มารินสเตอรอล (marinesterol)**

สเตอรอยด์มีสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในไขมันหรือตัวทำละลายอินทรีย์ สารประเภทสเตอรอยด์มีหลายชนิด อาจแบ่งเป็นกลุ่มได้ เช่น คลอ เรสเทอรอล สอร์โมนอะดรีโนโคติคอยด์ **สอร์โมนเพศ** และ กรดน้ำดี