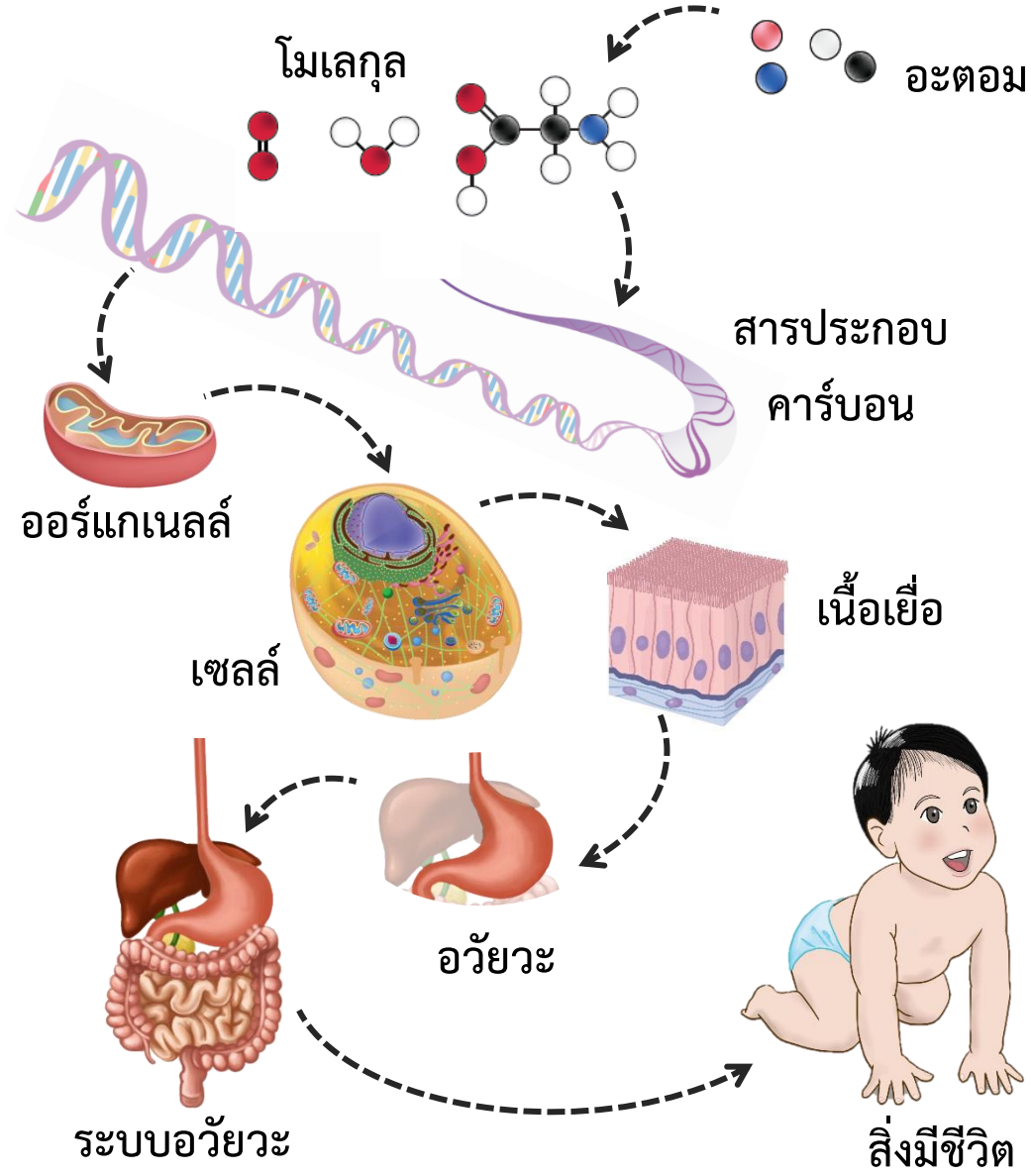
เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

Chemistry in living organism

- ✓ น้ำและแร่ธาตุ (water and minerals)
- ✓ สารประกอบคาร์บอน (hydrocarbon compounds)

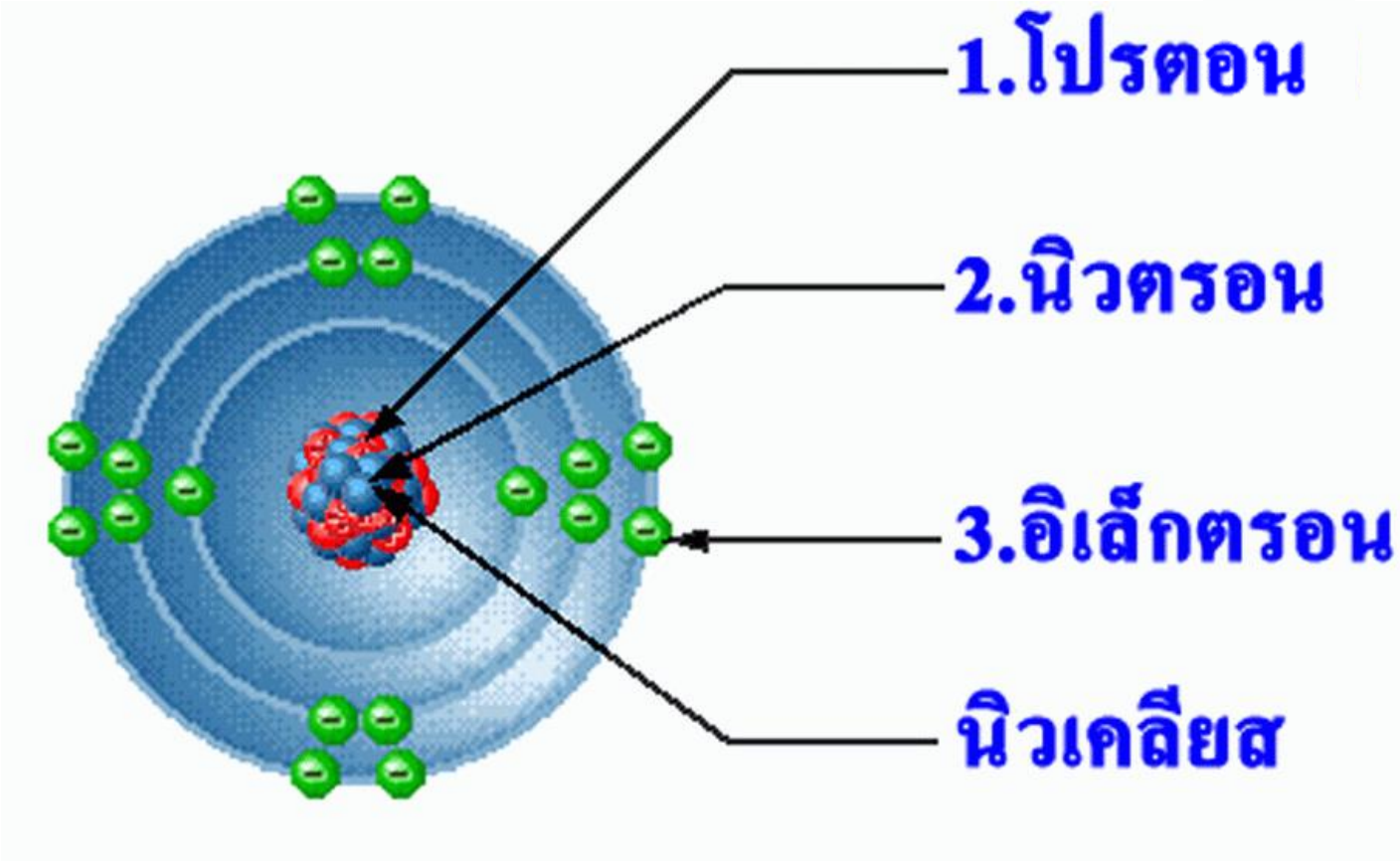
Chemistry in living organism

Organization of organism

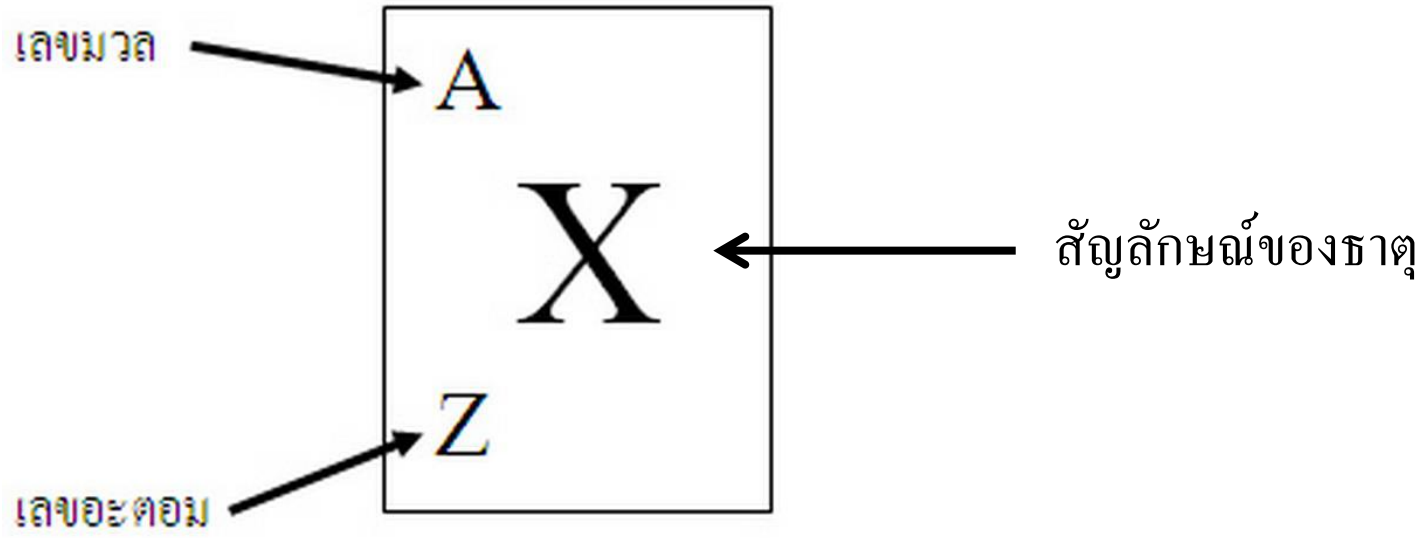


- Atom
- Molecule
- Organelle
- Cell
- Tissue
- Organ
- Organ system
- Organism

อะตอม (Atom)



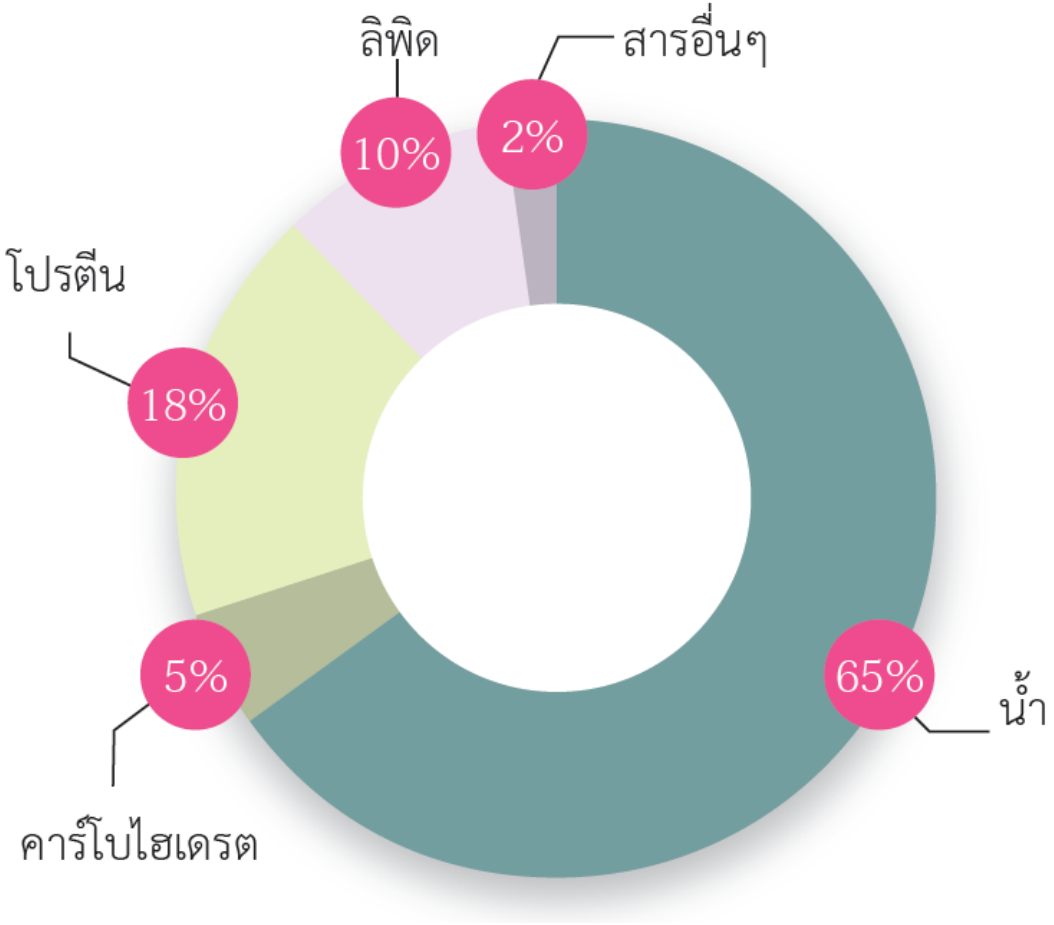
สัญลักษณ์นิวเคลียร์



เลขอะตอม คือ จำนวนของ โปรตอน ในนิวเคลียส

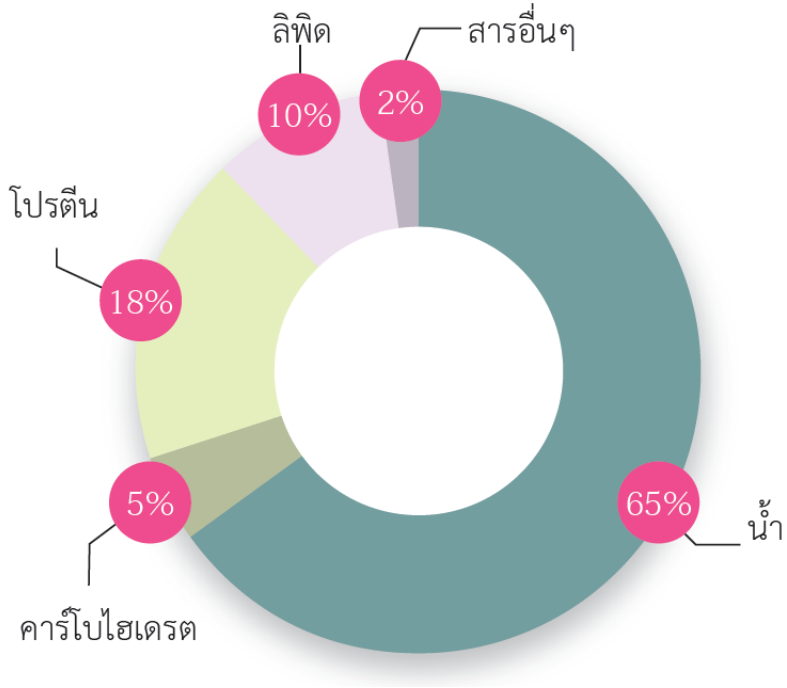
เลขมวล คือ ผลรวมของ โปรตอน และ นิวตรอน ในนิวเคลียส

Chemistry in human body



ปริมาณสารต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์

Chemistry in human body



สารต่างๆ ในร่างกายมนุษย์

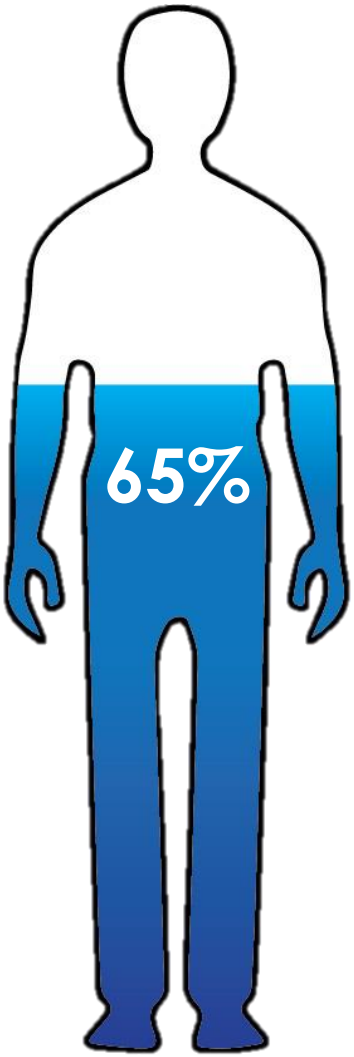
1. **สารอินทรีย์** คือ สารที่มีธาตุคาร์บอน (C) และไฮโดรเจน (H) เป็นองค์ประกอบ
2. **สารอนินทรีย์** คือ สารที่ไม่มีธาตุคาร์บอน (C) และไฮโดรเจน (H) เป็นองค์ประกอบ

water and minerals

น้ำ (H_2O)

น้ำมีความสำคัญต่อคนอย่างไร

- องค์ประกอบภายในเซลล์และภายนอกเซลล์
- องค์ประกอบของเลือด
- ละลายออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์
- ละลายของเสีย (เหงื่อ ปัสสาวะ)

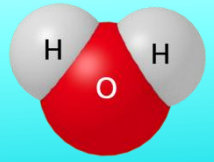


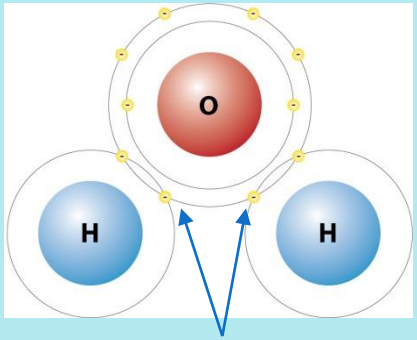
- ควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย (เหงื่อ การหายใจ)
- หล่อลื่นข้อต่อ
- ใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึม
- ป้องกันสมองและไขสันหลัง

water and minerals

น้ำ: สมบัติของน้ำ

โครงสร้างของน้ำ



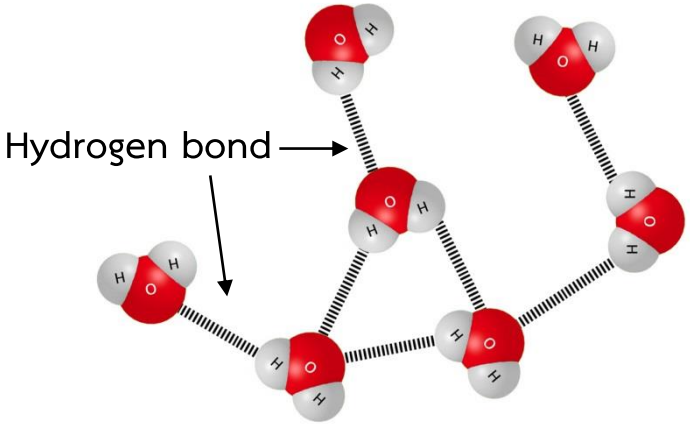


Covalent bond

อิเล็กตรอนจากอะตอมของไฮโดรเจน

โมเลกุลน้ำยึดกันด้วย

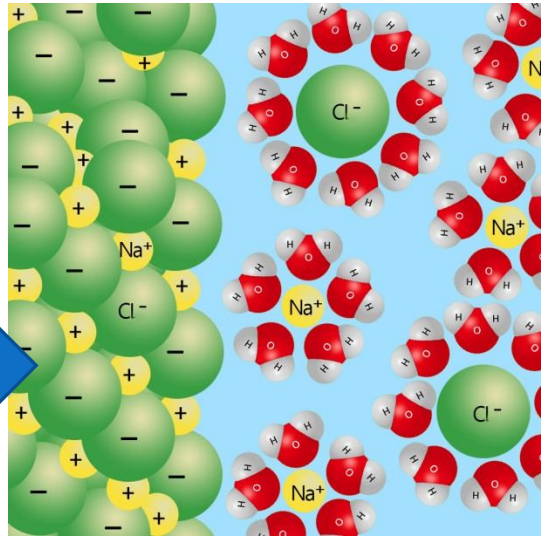
Hydrogen bond



Hydrogen bond - ทำให้เกิดแรงตึงผิวสูง จิงโจ้น้ำจึงเดินบนผิวน้ำได้

น้ำ: สมบัติของน้ำ

- เป็นตัวทำละลายที่ดี



- สมบัติที่ละลายน้ำได้ดีของสาร เรียกว่า **ไฮโดรฟิลิก** (hydrophilic) ซึ่งหมายถึง ชอบน้ำ
- สมบัติที่ไม่ละลายน้ำของสาร เรียกว่า **ไฮโดรโฟบิก** (hydrophobic) ซึ่งหมายถึง ไม่ชอบน้ำ

water and minerals

แร่ธาตุ

- เป็นส่วนประกอบในโครงสร้าง เช่น แคลเซียมในกระดูก
- เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ เช่น ฟอสฟอรัสใน DNA
- เป็นส่วนประกอบของโปรตีน เช่น เหล็กในโมเลกุลของฮีโมโกลบิน
- ช่วยในการทำงานของเอนไซม์ เช่น แมกนีเซียมที่ทำหน้าที่เป็นโคเฟกเตอร์ของเอนไซม์ต่างๆ

แร่ธาตุบางชนิดในพืช

แร่ธาตุ	ความสำคัญ
N	เป็นองค์ประกอบของโปรตีน DNA RNA ฮอร์โมน chlorophyll และ coenzyme
P	เป็นองค์ประกอบของ DNA RNA เยื่อหุ้มเซลล์ ATP และ coenzyme
K	Co-factor ของเอนไซม์ ควบคุมสมดุลของน้ำ เปิด-ปิดปากใบของพืช
Ca	การสร้างและความคงตัวของผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางชนิด ควบคุมการตอบสนองของเซลล์ต่อสิ่งกระตุ้น
Mg	เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ และเป็น co-factor ของเอนไซม์
S	เป็นองค์ประกอบของโปรตีน และcoenzyme

แร่ธาตุบางชนิดในคน

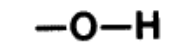
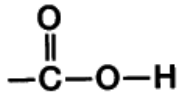
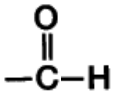
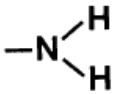
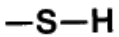
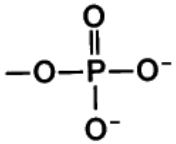
แร่ธาตุ	ความสำคัญ
Ca	เป็นองค์ประกอบของกระดูกและฟัน ช่วยในการแข็งตัวของเลือด การทำงานของประสาทและกล้ามเนื้อ
P	การสร้างของกระดูกและฟัน การสร้าง DNA สมดุลของกรด-เบส
Mg	Co-factor ของเอนไซม์ ช่วยในการทำงานของเซลล์ประสาทและกล้ามเนื้อ
Na	สมดุลของกรด-เบส สมดุลของน้ำ ช่วยถ่ายทอดกระแสประสาทร่วมกับ K
K	สมดุลของกรด-เบส สมดุลของน้ำ และการทำงานของระบบประสาท
Cl	สมดุลของกรด-เบส เป็นองค์ประกอบของกรดไฮโดรคลอริกในกระเพาะอาหาร
I	เป็นองค์ประกอบของฮอร์โมนไทรอกซินจากต่อมไทรอยด์
Fe	องค์ประกอบของฮีโมโกลบิน Co-factor ของเอนไซม์
Co	เป็นองค์ประกอบของวิตามินบี 12
F	รักษาโครงสร้างฟัน และป้องกันฟันผุ
Cu	Co-factor ของเอนไซม์ที่จำเป็นต่อการสร้างฮีโมโกลบิน และ ATP

Hydrocarbon compounds

สารประกอบคาร์บอนที่สำคัญที่พบในสิ่งมีชีวิต

- คาร์โบไฮเดรต
- โปรตีน
- ลิพิด
- กรดนิวคลิอิก
- อื่นๆ

หมู่ฟังก์ชันที่พบในสารอินทรีย์บางชนิด

ชื่อหมู่ฟังก์ชัน	โครงสร้าง	แหล่งที่พบ
hydroxyl		น้ำตาล กลีเซอรอล
carboxyl		กรดไขมัน กรดอะมิโน
ketone		น้ำตาล ใช้ linear form
aldehyde		น้ำตาล
amino		กรดอะมิโน โปรตีน
sulfhydryl		กรดอะมิโน โปรตีน
phosphate		ฟอสโฟลิพิด นิวคลีโอไทด์ กรดนิวคลีอิก

คาร์โบไฮเดรต

- แหล่งพลังงานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต
- ส่วนประกอบของเซลล์และโครงสร้างของเซลล์

คาร์โบไฮเดรต

- ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลัก : C H O
- มีอัตราส่วนของ H:O เท่ากับ 2:1

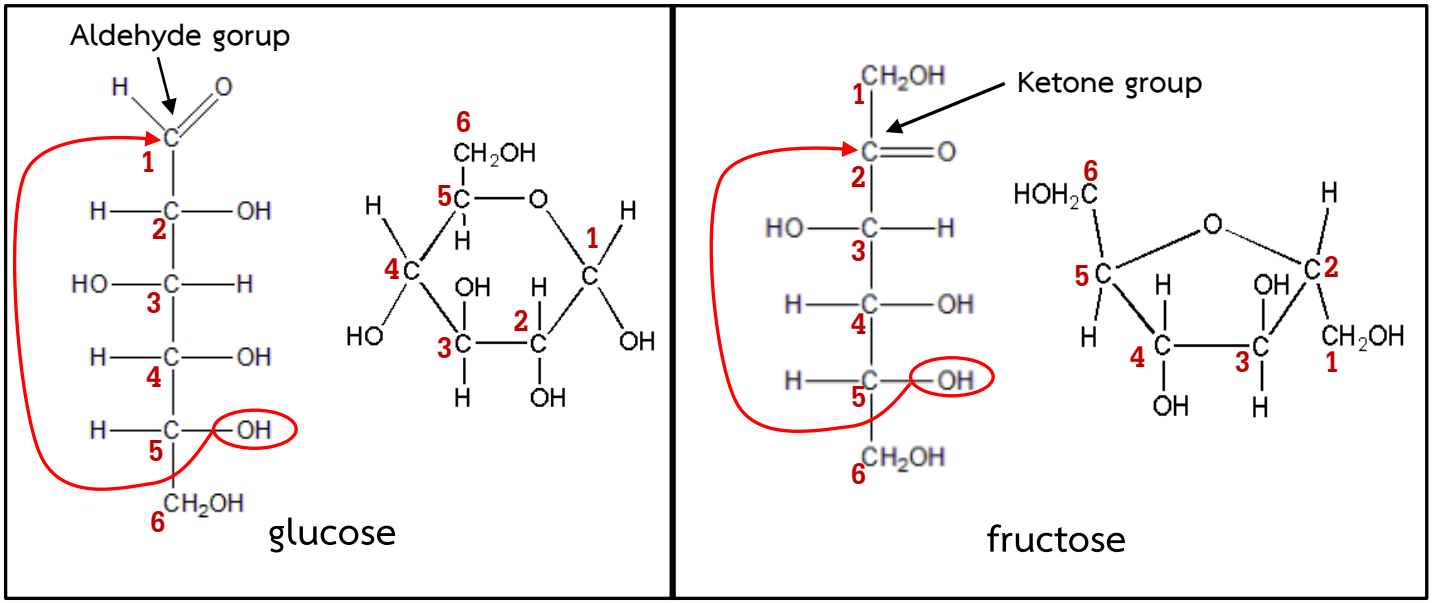
แบ่งตามขนาดของโมเลกุลได้เป็น 3 กลุ่ม

- Monosaccharide
- Oligosaccharide
- Polysaccharide

คาร์โบไฮเดรต

- **มอโนแซ็กคาไรด์ (Monosaccharide)**

- โครงสร้างของน้ำตาลมีได้ 2 รูปแบบ :
  - แบบปลายเปิด (linear form) และรูปแบบวงแหวน (ring form)



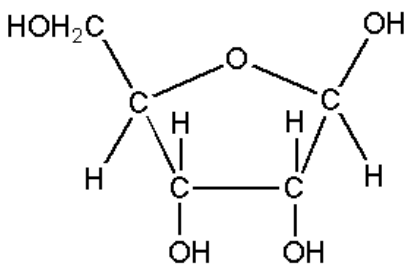
คาร์โบไฮเดรต

มอโนแซ็กคาไรด์ (Monosaccharide)

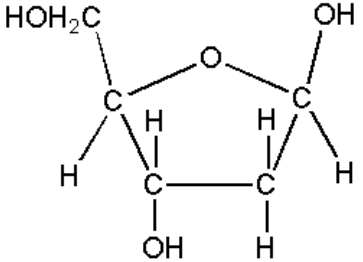
- ประกอบด้วยอะตอมของธาตุคาร์บอนตั้งแต่ 3 – 7 อะตอม
- มีรสหวาน ละลายน้ำได้

มอโนแซ็กคาไรด์ที่พบมากในธรรมชาติ

pentose

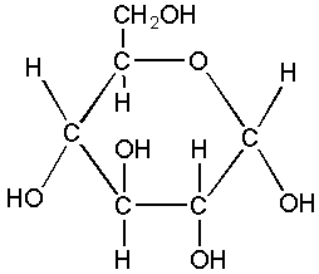


ribose

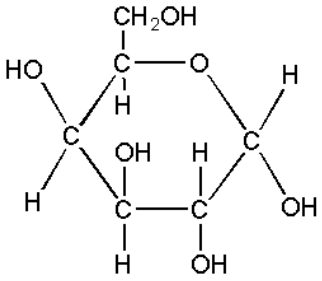


deoxyribose

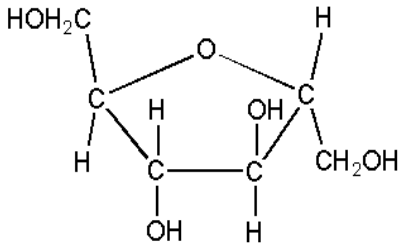
hexose



glucose



galactose

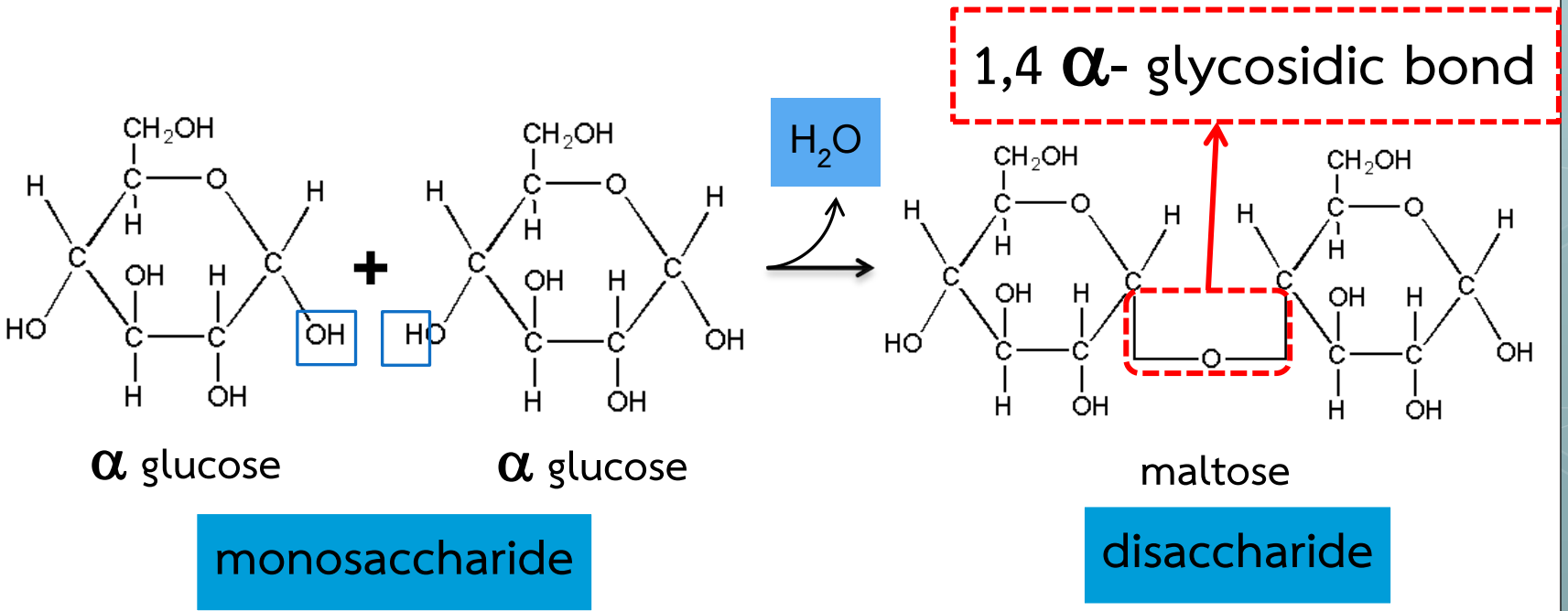


fructose

คาร์โบไฮเดรต

- **โอลิโกแซ็กคาไรด์ (Oligosaccharide)**

  - ประกอบด้วย monosaccharide ตั้งแต่ 2 – 10 โมเลกุล
  - เชื่อมกันด้วย**พันธะไกลโคซิดิก** (glycosidic bond)

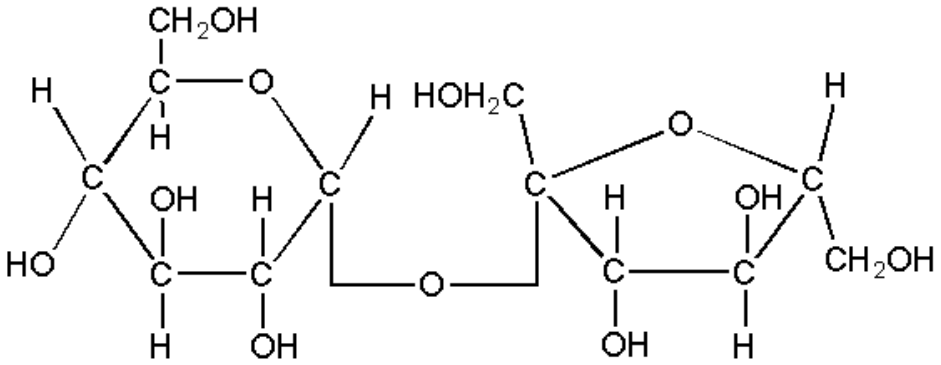


คาร์โบไฮเดรต

- ไดแซ็กคาไรด์ (Disaccharide)

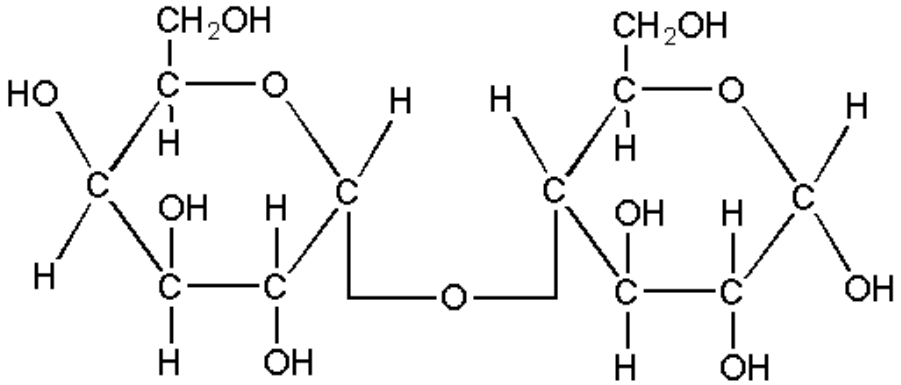
sucrose

(glucose+fructose)



lactose

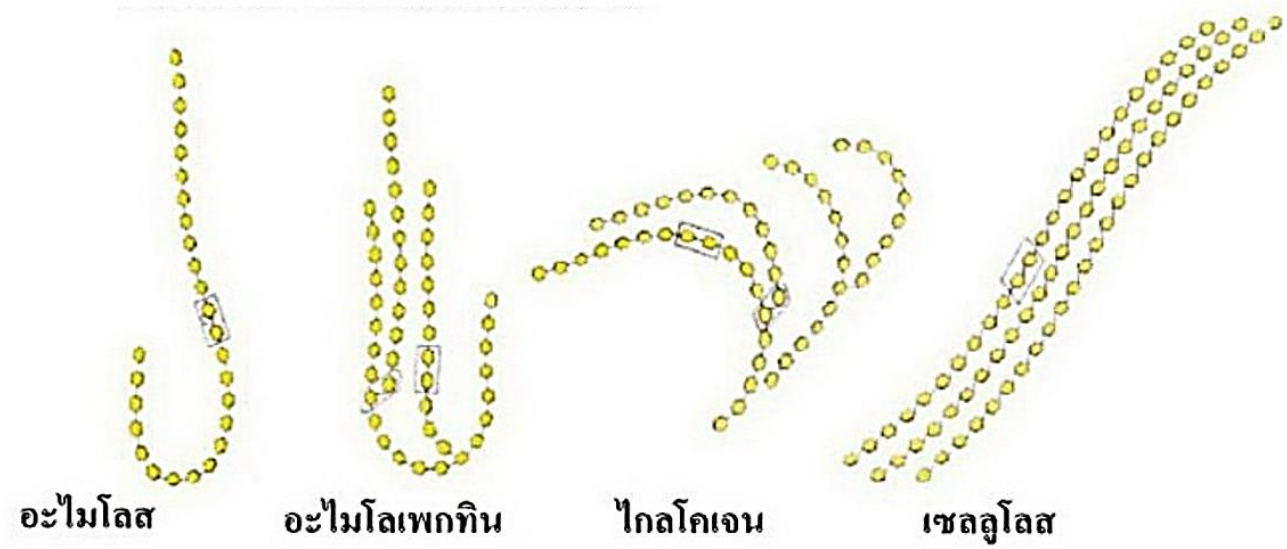
(glucose+galactose)



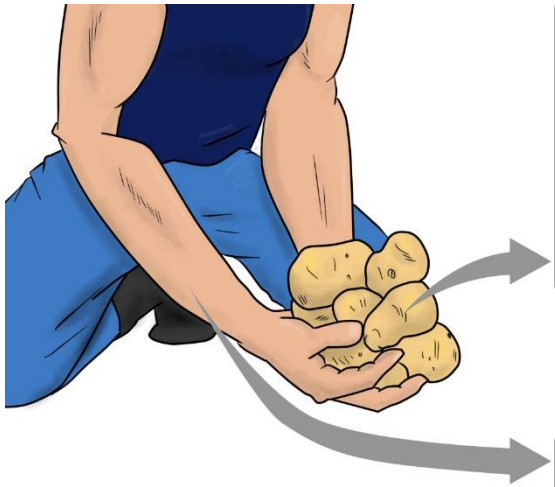
คาร์โบไฮเดรต

- **พอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide)**

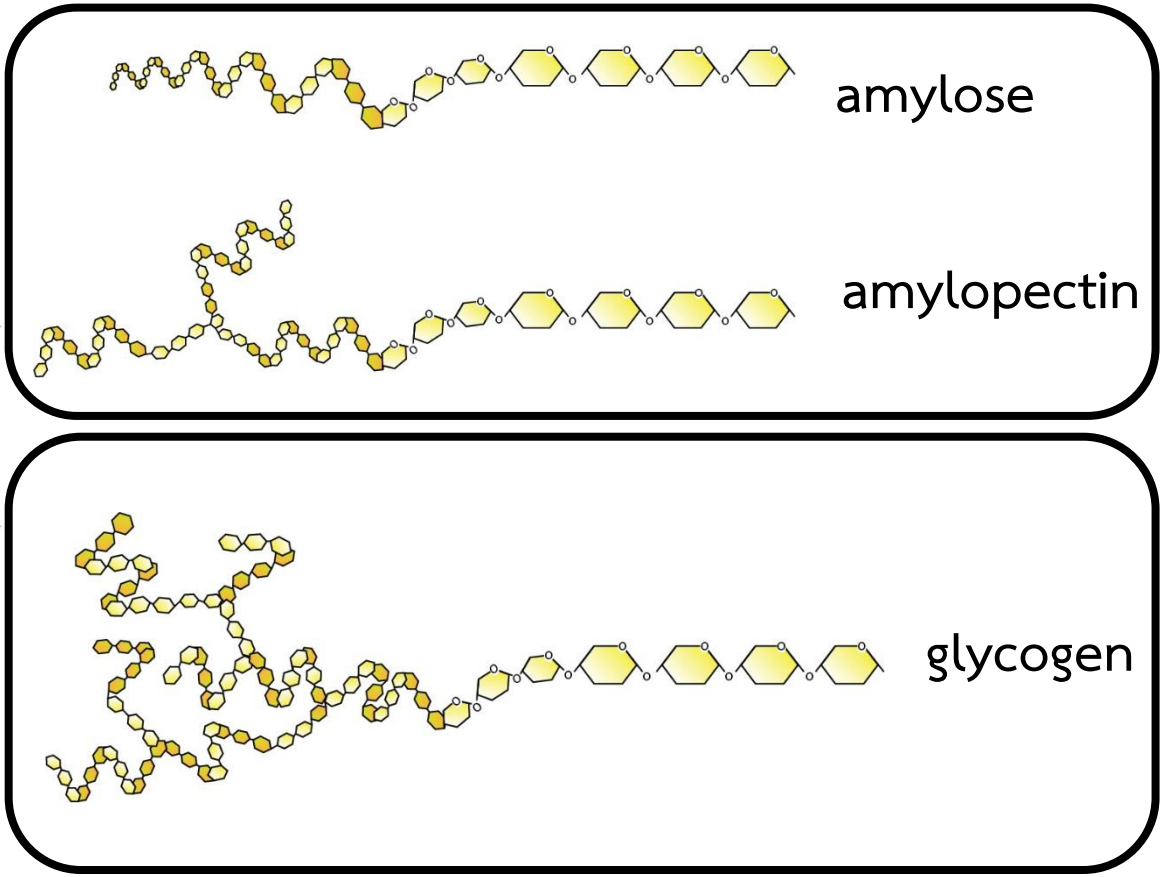
  - ประกอบด้วย monosaccharide ≥ 11 โมเลกุล
    - อาจมีถึงล้านโมเลกุล เช่น amylopectin
  - เป็นสายยาว บางชนิดมีกิ่งก้านแยกออกไป



- พอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide)
  - ที่เป็นอาหารสะสม เช่น แป้ง ไกลโคเจน

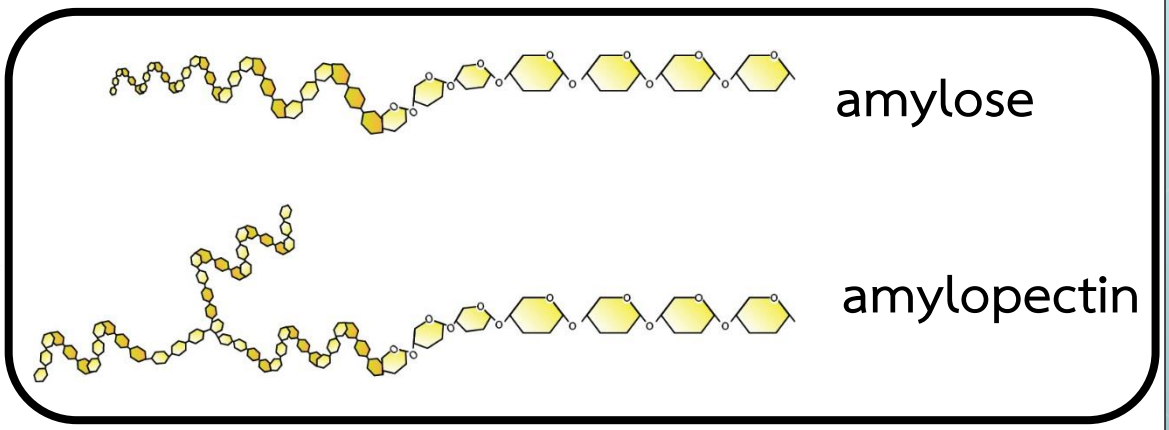


glucose เรียงต่อกัน
แต่มีรูปแบบที่แตกต่างกัน



คาร์โบไฮเดรต

Hydrocarbon compounds

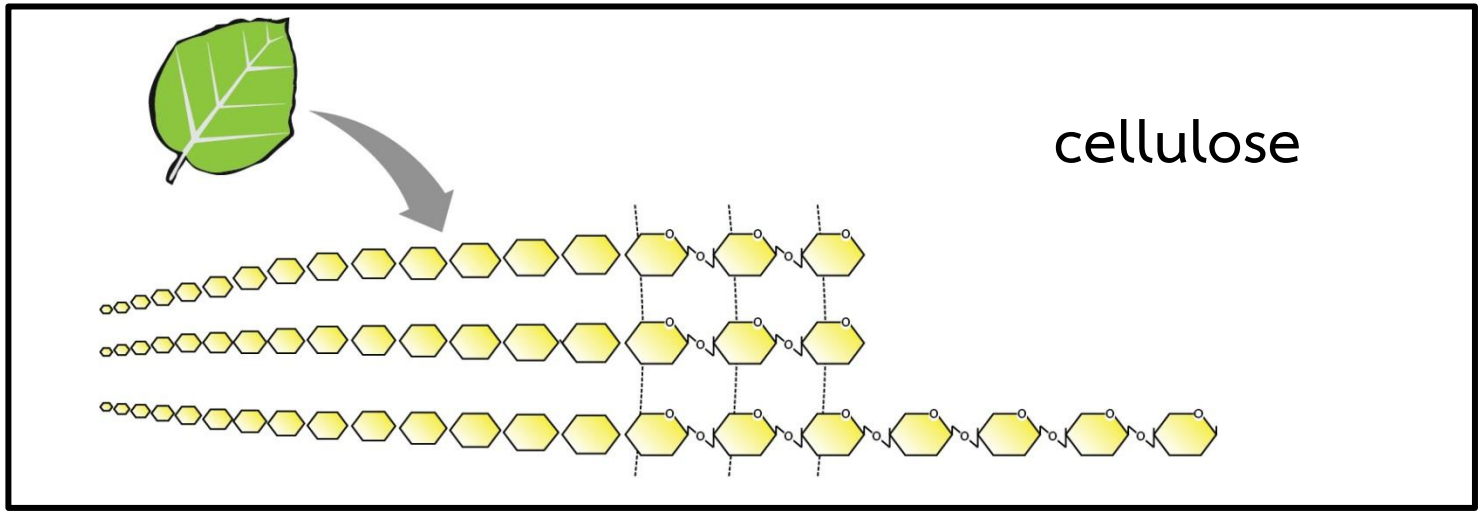


- แป้งจากพืชแต่ละชนิดมีสัดส่วนของปริมาณอะไมโลส และอะไมโลเพกทินแตกต่างกันทำให้แป้งมีสมบัติต่างกัน

  - ข้าวที่มี**อะไมโลสสูง** เมื่อหุงสุกจะ**ร่วนและแข็ง**
  - ข้าวหอมมะลิจะมี**อะไมโลเพกทินสูง**กว่าข้าวเจ้า ทำให้**นุ่มและเหนียว**

คาร์โบไฮเดรต

- **พอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide)**
  - ที่เป็นโครงสร้าง เช่น cellulose
  - เป็นองค์ประกอบหลักในผนังเซลล์พืช
  - เซลลูโลสประกอบด้วย glucose เรียงต่อกัน



คาร์โบไฮเดรต

- พอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide)

  - ไคทิน พบในเปลือกของพวกกุ้ง ปู แมลง

คาร์โบไฮเดรต

- พอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide)

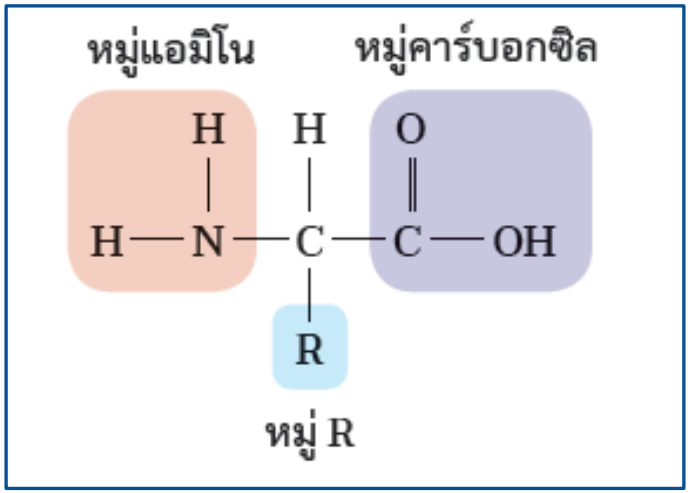
  - **เพกทิน** พบในผนังเซลล์ เช่นด้านในเปลือกส้มโอ

โปรตีน

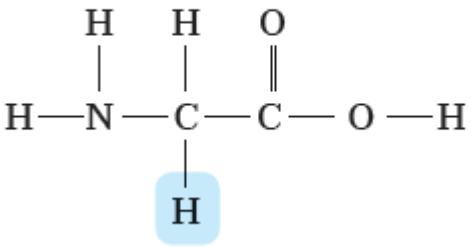
- เป็นเอนไซม์
- เป็นโครงสร้างของเซลล์
- เป็นฮอร์โมน เช่น อินซูลิน
- เป็นสารสื่อประสาท (neurotransmitter)
- เกี่ยวกับการเคลื่อนไหว เช่น กล้ามเนื้อ
- เป็นภูมิคุ้มกัน เช่น antibody
- เป็นโปรตีนช่วยในการลำเลียงสาร เช่น hemoglobin
- เป็นตัวรับ (receptor) เช่น insulin receptor
- เป็นอาหารสะสม เช่น ไข่แดง (yolk)

โปรตีน

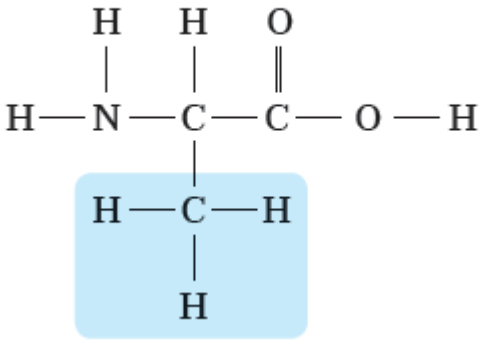
- ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลัก : C H O N
- ประกอบด้วย**กรดอะมิโน**เป็นหน่วยย่อยมาเรียงต่อกัน



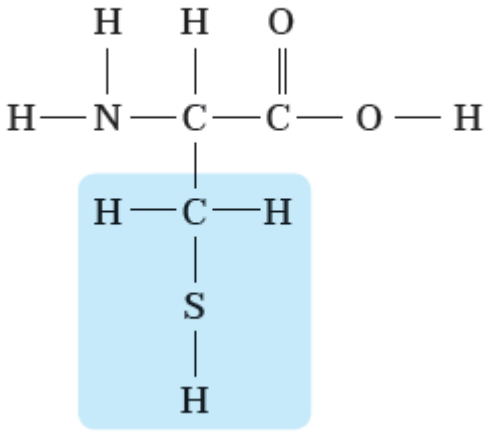
ไกลซีน



อะลานีน

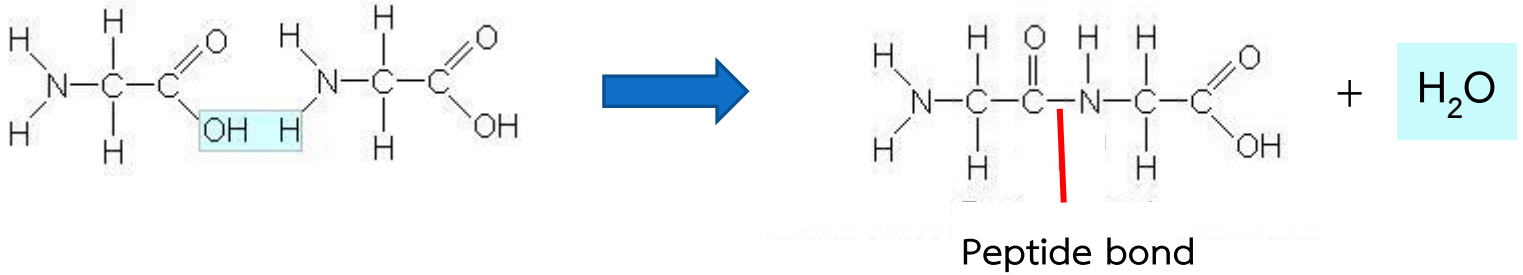


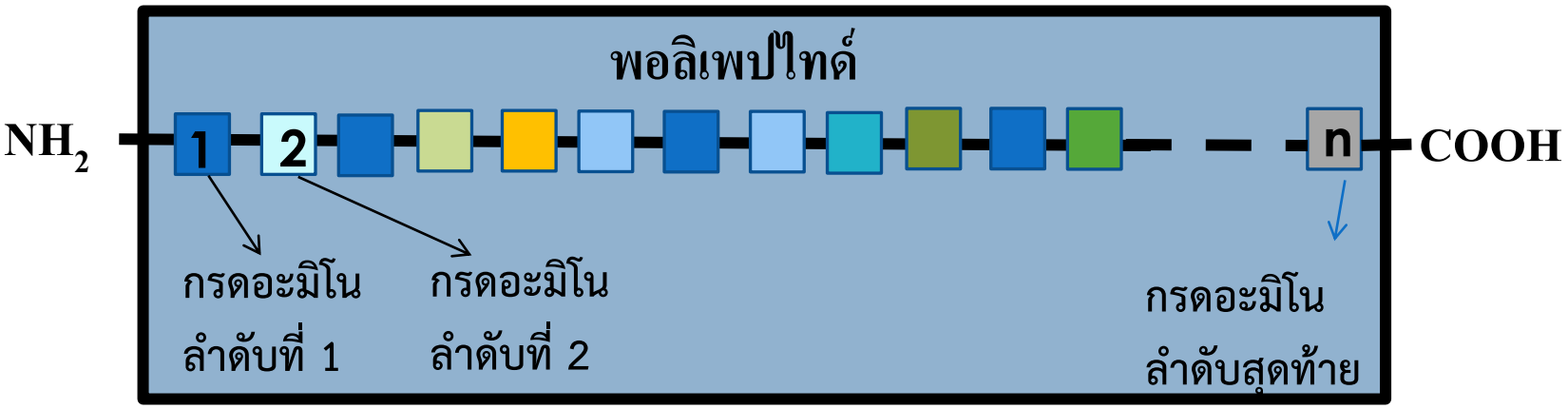
ซิสเทอีน



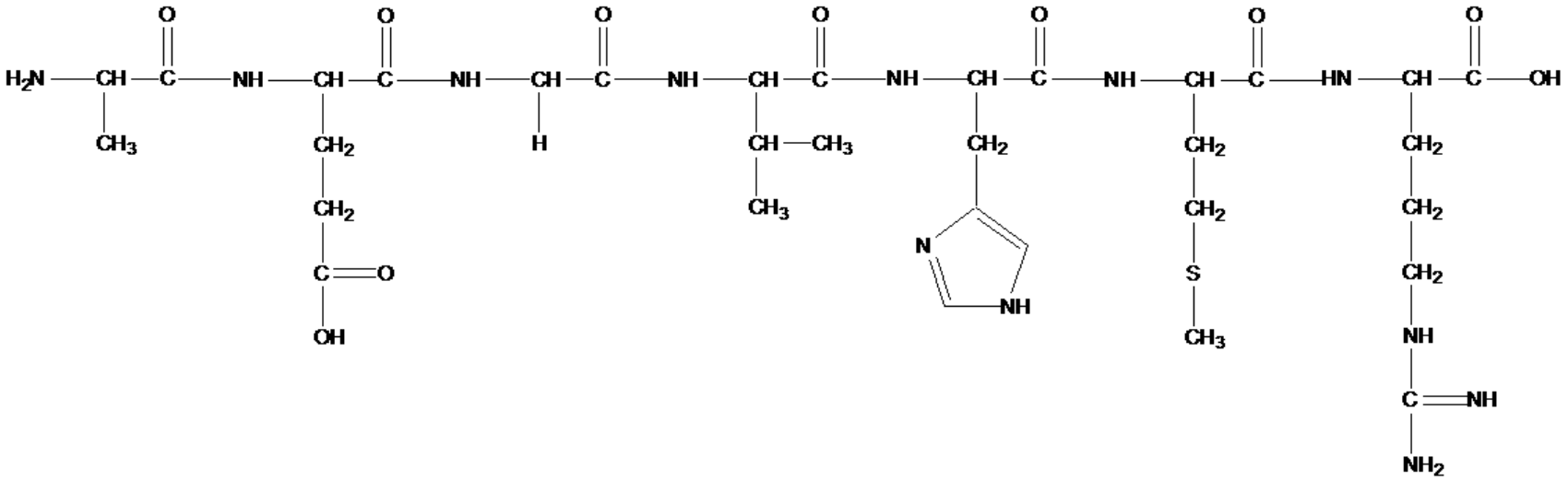
โปรตีน

- กรดอะมิโนมี 20 ชนิด
- โปรตีน ประกอบด้วยกรดอะมิโนเชื่อมต่อกันด้วย**พันธะเพปไทด์** (peptide bond)
- peptide bond = amino group + carboxyl group





โปรตีน

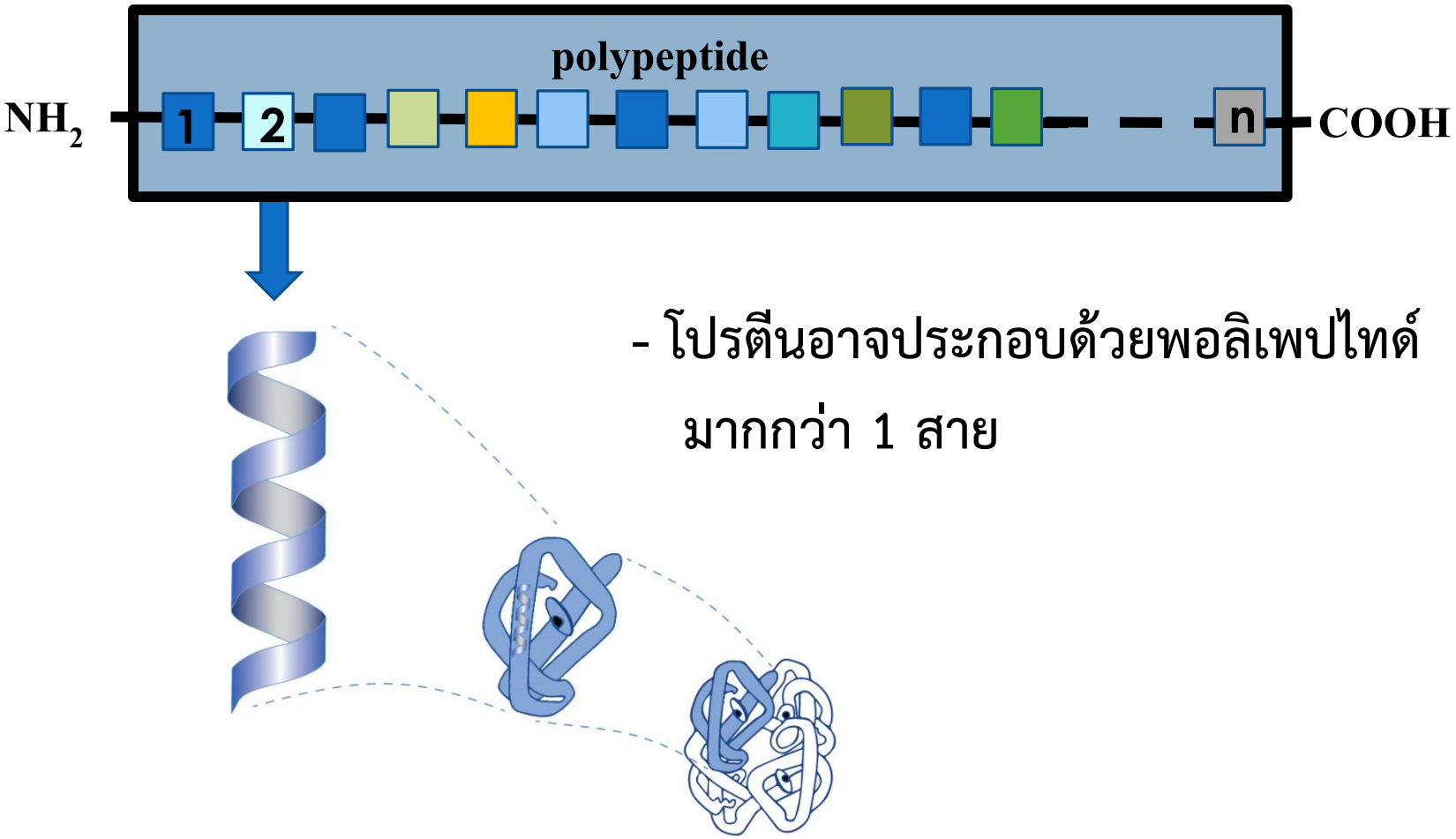


โปรตีนที่มีสูตรโครงสร้างต่อไปนี้

- มีพันธะเพปไทด์กี่พันธะ
- เกิดจากกรดอะมิโนกี่โมเลกุล

โปรตีน

- ความหลากหลายของโปรตีนขึ้นกับชนิด จำนวน และลำดับกรดอะมิโน



- โปรตีนอาจประกอบด้วยพอลิเพปไทด์มากกว่า 1 สาย

โปรตีน

ประเภทของกรดอะมิโนตามหลักโภชนาการ

- **กรดอะมิโนจำเป็น**
  - มนุษย์สร้างเองไม่ได้ ต้องได้รับจากอาหาร
- **กรดอะมิโนไม่จำเป็น**
  - มนุษย์สร้างเองได้

โปรตีน

Hydrocarbon compounds

กรดอะมิโน 20 ชนิด		
ไอโซลิวซีน (Isoleucine)	กรดอะมิโนจำเป็น	ลิวซีน (Leucine)
ไลซีน (lysine)		เมไทโอนีน (Methionine)
ฟีนิลอะลานีน (Phenylalanine)		ทรีโอนีน (Threonine)
ทริปโตเฟน (Tryptophan)		วาลีน (Valine)
อาร์จีนีน (Arginine)**		ฮีสทิดีน (Histidine)**
อะลานีน (Alanine)	กรดอะมิโนไม่จำเป็น	แอสพาราจีน (Asparagine)
กรดแอสพาร์ติก (Aspartic acid)		ซีสเทอีน (Cystein)
กรดกลูตามิก (Glutamic acid)		กลูตามีน (Glutamine)
ไกลซีน (Glycine)		โพรลีน (Proline)
ซีรีน (Serine)		ไทโรซีน (Tyrosine)

** อาร์จีนีนและฮีสทิดีน เป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโต และพัฒนาการในวัยเด็ก

ลิพิด

โปรตีน 4 kCal/g

คาร์โบไฮเดรต 4 kCal/g

ไขมัน 9 kCal/g

- ให้พลังงานมากกว่าคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนที่มีน้ำหนักเท่ากัน
  - ป้องกันการสูญเสียน้ำและความร้อน
  - ป้องกันการกระทบกระเทือนของอวัยวะภายใน

ลิพิด

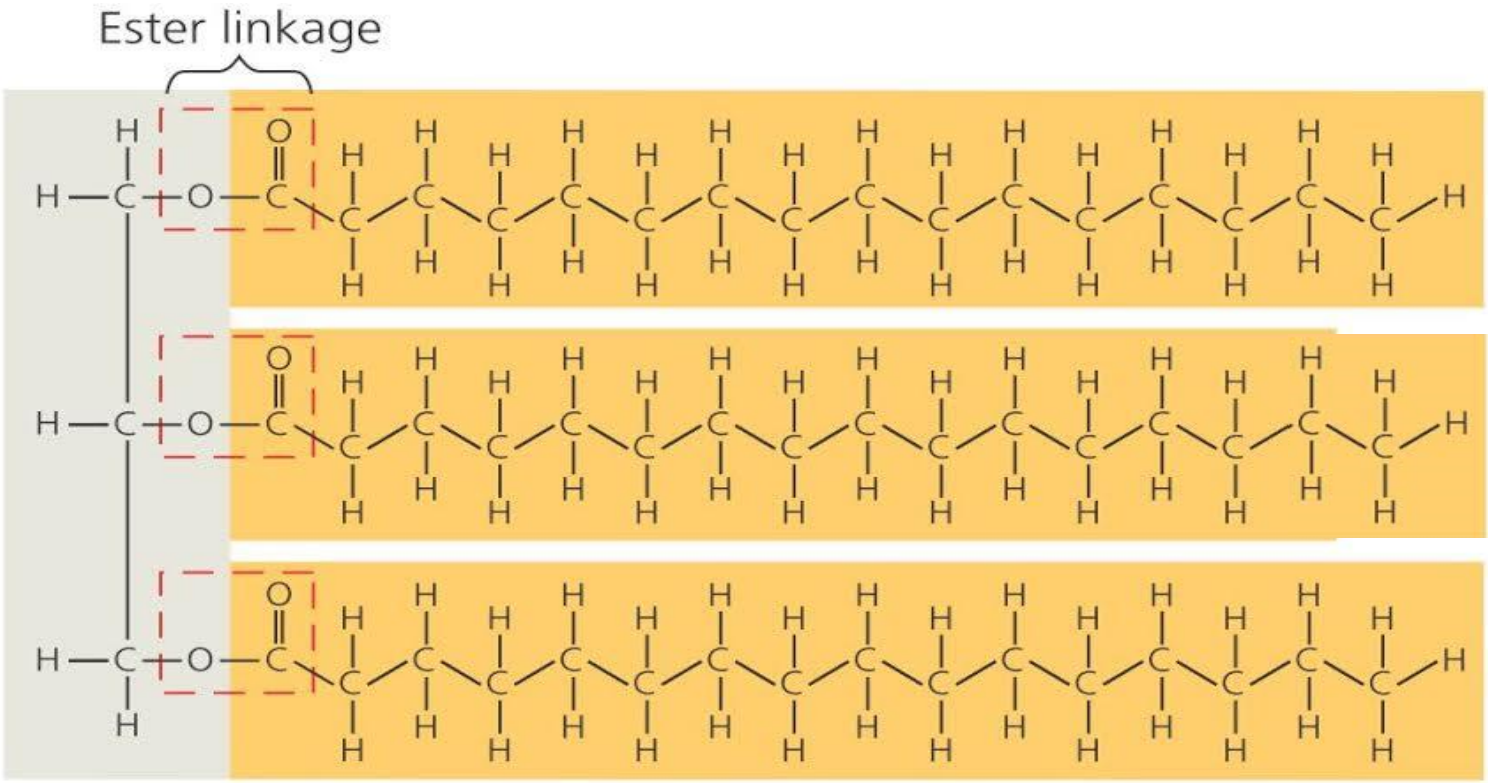
- ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลัก : C H และ O
- ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์

ประเภทหลักของลิพิด

- ไขมัน (fat) หรือน้ำมัน (oil)
- ฟอสโฟลิพิด (phospholipid)
- ไข (wax)
- สเตอรอยด์ (steroid)

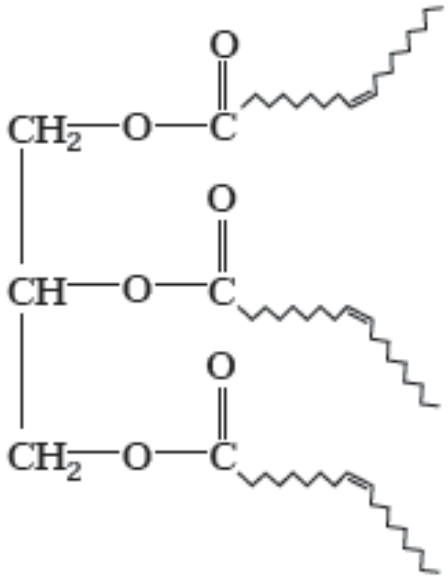
ลิพิด

- **ไขมัน (fat) หรือน้ำมัน (oil)**
  - ประกอบด้วยกลีเซอรอล (glycerol) ซึ่งเป็นแอลกอฮอล์
  - และกรดไขมัน (fatty acid)



ลิพิด

- ไขมัน (fat) หรือน้ำมัน (oil)



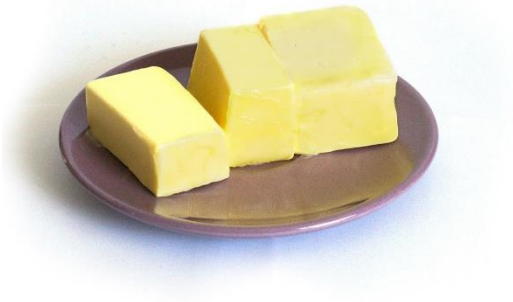
ไตรกลีเซอไรด์

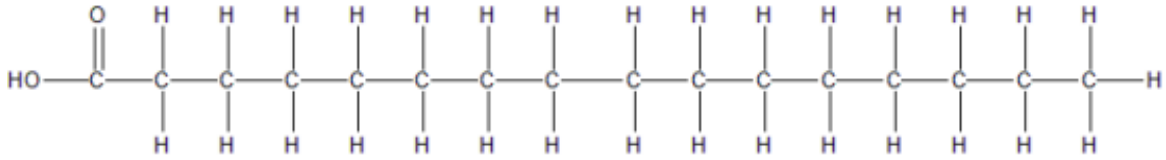
- ไตรกลีเซอไรด์ = กลีเซอรอล + กรดไขมัน 3 โมเลกุล (พบมากที่สุด)
- ไดกลีเซอไรด์ = กลีเซอรอล + กรดไขมัน 2 โมเลกุล
- มอโนกลีเซอไรด์ = กลีเซอรอล + กรดไขมัน 1 โมเลกุล

ลิพิด

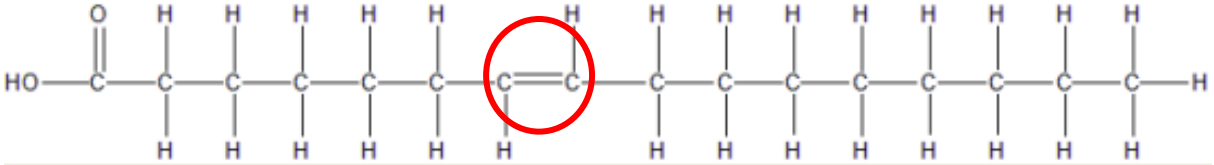
- ไขมัน (fat) หรือน้ำมัน (oil)

กรดไขมันมี 2 ประเภท คือ กรดไขมันอิ่มตัว และกรดไขมันไม่อิ่มตัว





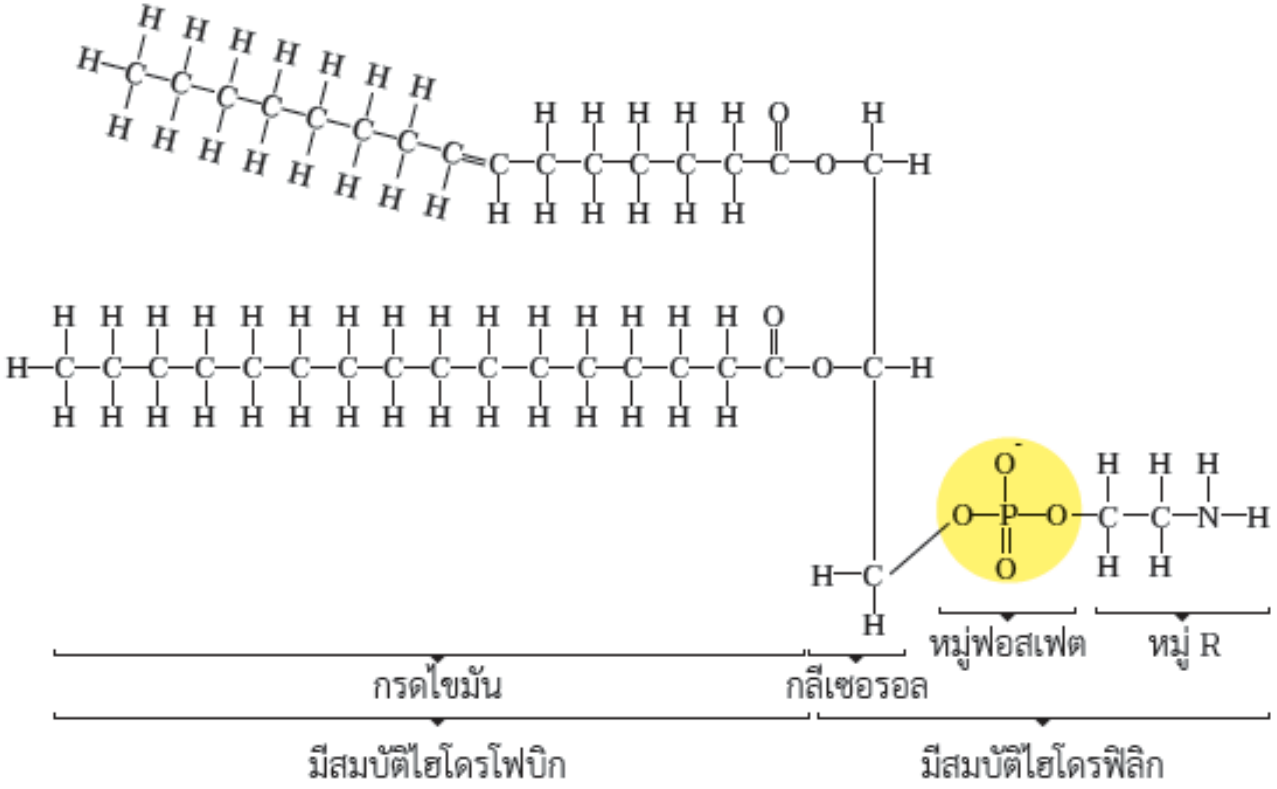
กรดไขมันอิ่มตัว



กรดไขมันไม่อิ่มตัว

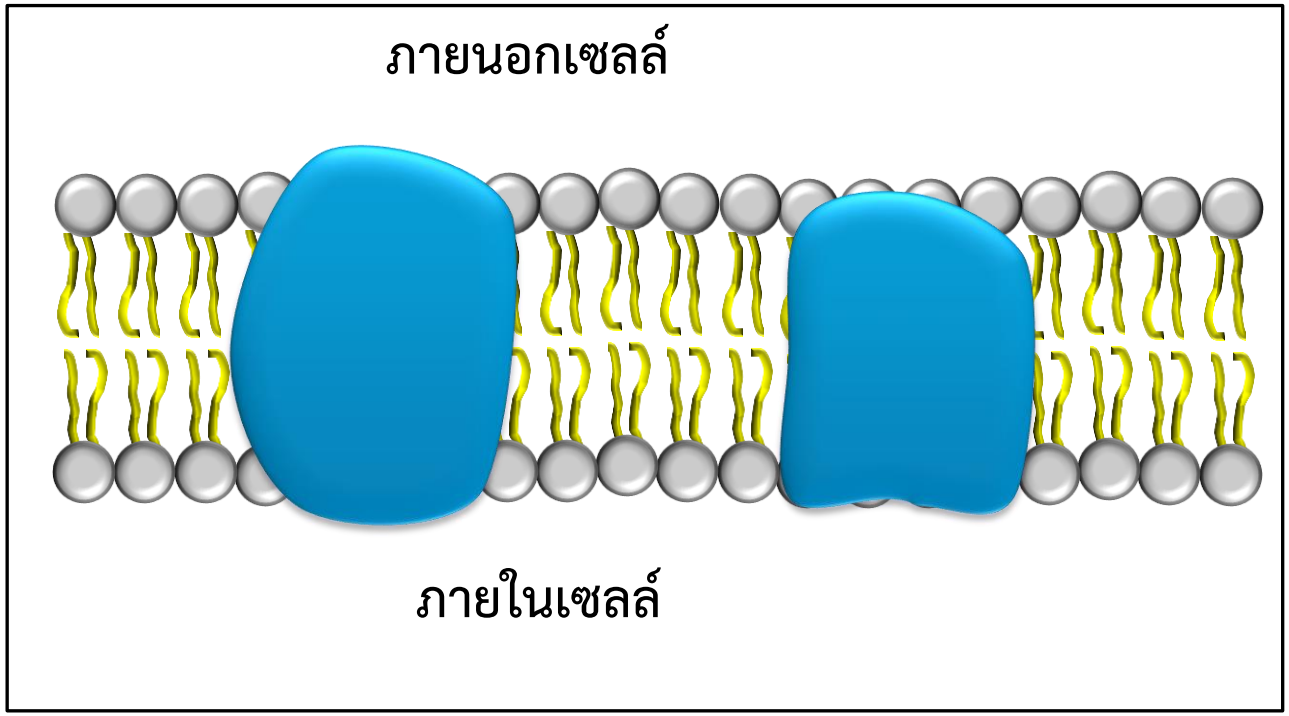
- ฟอสโฟลิพิด (phospholipid)

- ประกอบด้วยกลีเซอรอล + กรดไขมัน 2 โมเลกุล+ ฟอสเฟต + อื่นๆ
- มีส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic) และส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic)



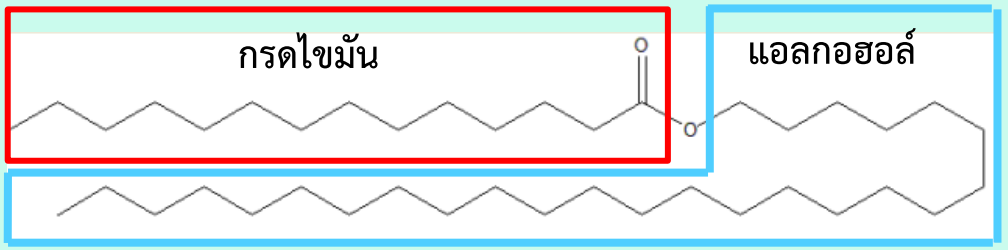
- ฟอสโฟลิพิด (phospholipid)

  - เป็นองค์ประกอบหลักของเยื่อหุ้มเซลล์

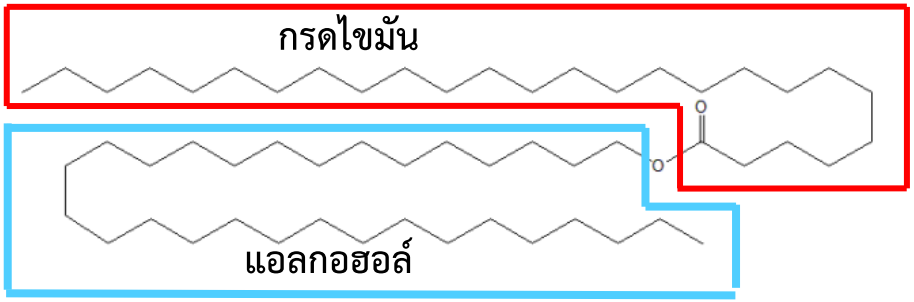


- ไข (wax)
  - ประกอบด้วย**กรดไขมัน**และ**แอลกอฮอล์**
  - มักพบที่ผิวหนัง ใบไม้ และผลไม้บางชนิด

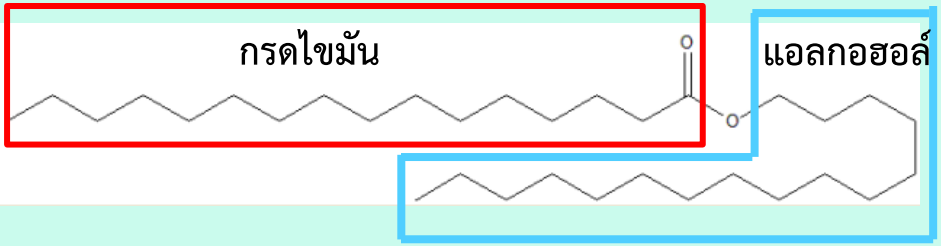
ขี้ผึ้ง



ไขจากใบปาล์ม



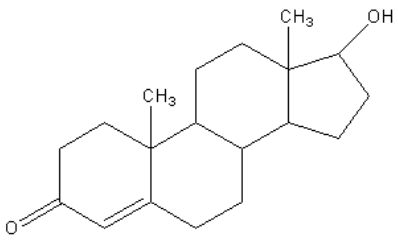
Spemaceti Wax



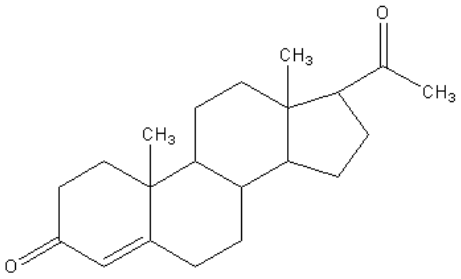
- สเตอรอยด์ (steroid)

- โดยทั่วไปประกอบด้วยวง 4 วง

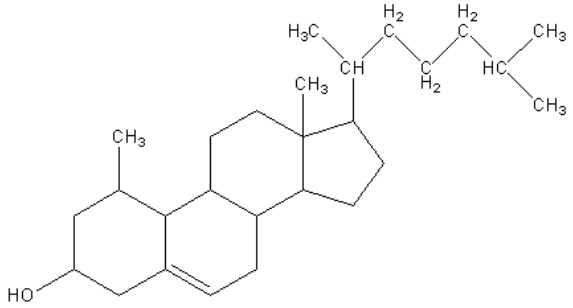
- มีหลายชนิด เช่น cholesterol ฮอร์โมนเพศ ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตส่วนนอก วิตามินดี เกลือน้ำดี เป็นต้น



Testosterone



Progesterone



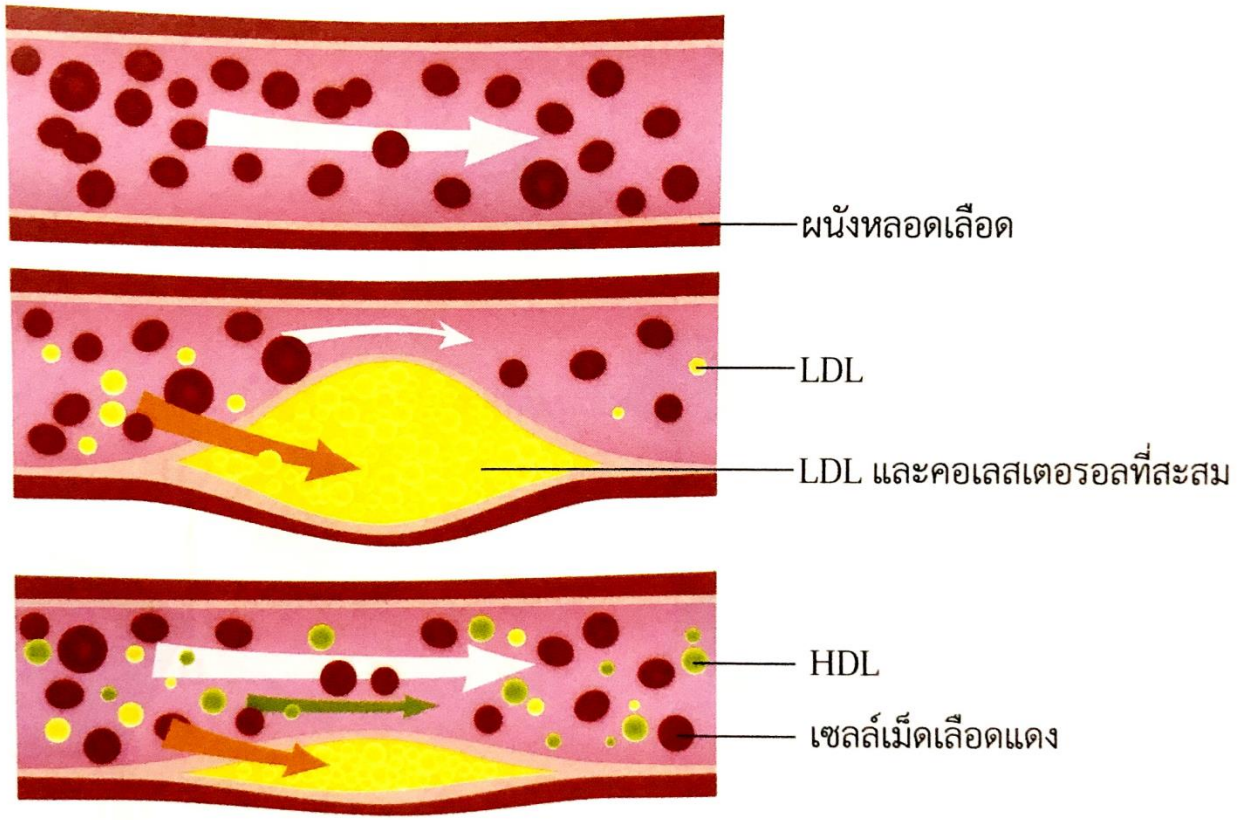
cholesterol

ลิพิด

Hydrocarbon compounds

กรดไขมันอิ่มตัว และคอเลสเตอรอล (LDL)

กรดไขมันไม่อิ่มตัว (HDL)

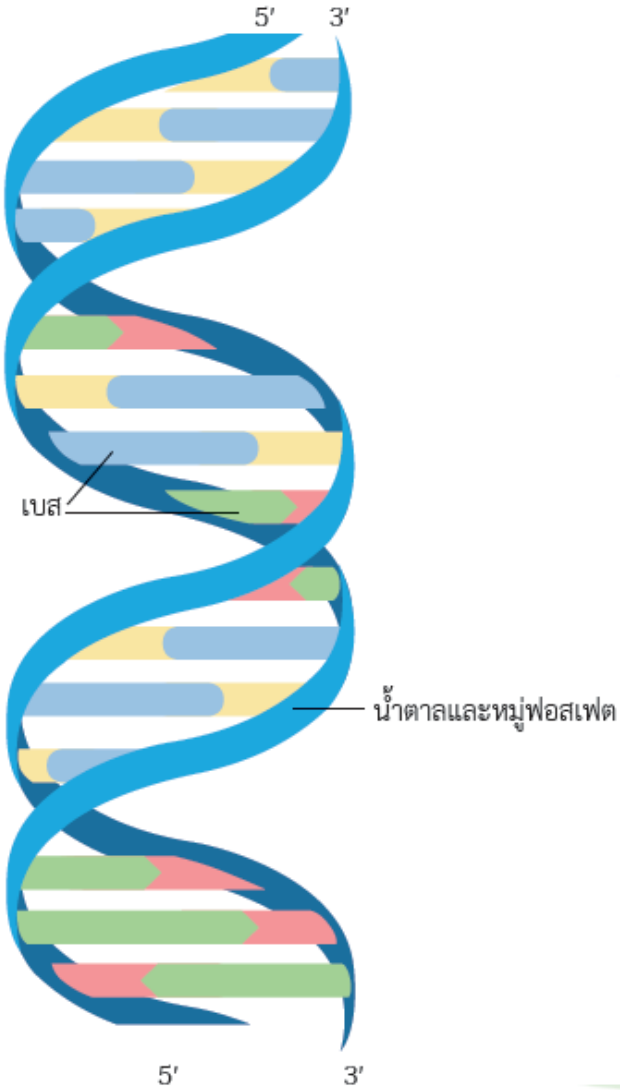


การสะสมของ LDL และคอเลสเตอรอลบริเวณหลอดเลือด

ลิพิด

Hydrocarbon compounds

กรดนิวคลีอิก

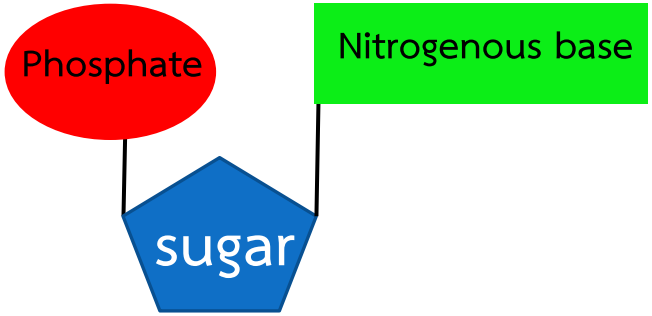


- เป็นสารพันธุกรรม
- มี 2 ชนิด คือ DNA RNA
- ประกอบด้วย**นิวคลีโอไทด์** (nucleotide) เรียงต่อกัน

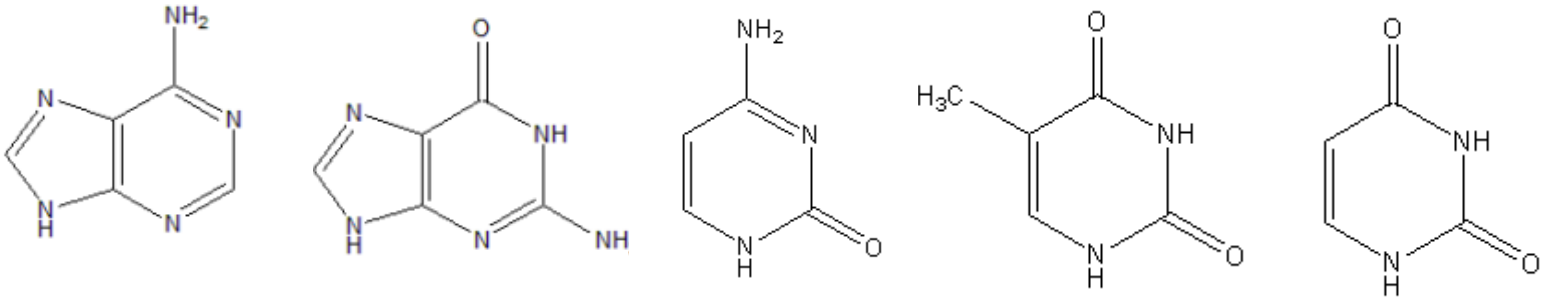
กรดนิวคลีอิก

Nucleotide ประกอบด้วย

1. Phosphate
2. Pentose มี 2 ชนิด
   - Deoxyribose พบใน DNA
   - Ribose พบใน RNA
3. Nitrogenous base มี 5 ชนิด



Nucleotide



Adenine (A) Guanine (G) Cytosine (C) Thymine (T) Uracil (U)

พบทั้งใน DNA และ RNA

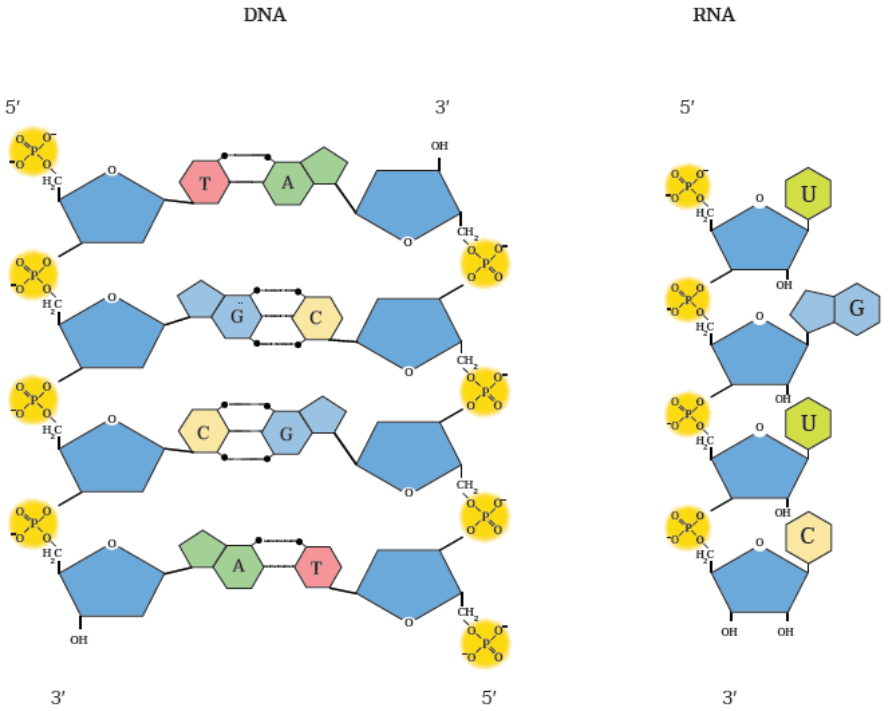
พบเฉพาะใน DNA

พบเฉพาะใน RNA

กรดนิวคลีอิก

- RNA ส่วนใหญ่เป็นสายเดี่ยว
- DNA ส่วนใหญ่เป็นสายคู่

- ระหว่างเบสจับกันด้วย **พันธะไฮโดรเจน**
  - A จับกับ T
  - C จับกับ G



โครงสร้างของ DNA และ RNA

- ระหว่างนิวคลีโอไทด์เชื่อมต่อกันด้วย**พันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์**