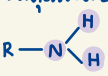
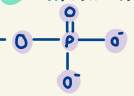
• ทบทวนพันธะ

1) Covalent bond : การใช้ เวเลนซ์ อิ ร่วมกัน } ระหว่างอะตอม
2) Ionic bond : เกิดจากการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้าสถิต ทำให้เกิดประจุบวกและลบ }
3) Hydrogen bond : อะตอมของ $H^-$ ยึดกับอะตอมที่มีค่า EN มาก เช่น ประจุบวก } ภายในโมเลกุล
4) Van der waals interaction : อิ ในโมเลกุลกระจายตัวไม่เท่ากัน ทำให้เกิดความเป็นขั้วชั่วคราว มักเกิดในสารไม่มีขั้ว }

• สารอินทรีย์ : ประกอบจาก C เป็นหลัก โดย C จะสร้างพันธะ Covalent กับ H → สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

• หมู่ฟังก์ชัน : สิ่งที่ทำให้คุณสมบัติทางเคมีของสารอินทรีย์เปลี่ยนแปลงไป

1) Amino group :  มีความเป็นเบสอ่อนๆ เป็นองค์ประกอบของ Amino Acid , Protein
2) Carbonyl : 2.1) Aldehyde } เป็นองค์ประกอบสำคัญของ Monosaccharide และ Carbohydrate
2.2) Ketone
3) Carboxyl : เป็นกรดอ่อนๆ เป็นองค์ประกอบของ Amino Acid
4) Hydroxyl : ทำให้สารละลายน้ำได้มากขึ้น เป็นองค์ประกอบสำคัญของ Monosaccharide และ Carbohydrate
5) Phosphate :  เป็นองค์ประกอบของ Nucleic Acid → มีประจุเป็นลบ มีความเป็นกรด

6) Sulfhydryl :  เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโนบางชนิด

• สารชีวโมเลกุล : สารอินทรีย์โมเลกุลขนาดใหญ่ที่พบในสมช. ประกอบด้วย 4 กลุ่ม คือ Carbohydrate, Protein, Lipid, Nucleic Acid

* Lipid ไม่ได้เป็น Polymer

NOTE Polymer เกิดจากการเรียงต่อกันของ Monomer โดยจะมีความเหมือนหรือต่างกันก็ได้ การสังเคราะห์ Polymer จะต้องผ่านปฏิกิริยา Dehydration และถ้าต้องการสลาย Polymer จะต้องใช้กระบวนการ Hydrolysis (ใช้น้ำสลายพันธะ)

1) Carbohydrate :-เป็นสารอินทรีย์ที่พบมากที่สุดในธรรมชาติ
(ให้พลังงาน 4kcal/g) - เป็นแหล่งพลังงานของสมช. , ให้ความแข็งแรงกับเซลล์ , เป็นองค์ประกอบในสารพันธุกรรม, ช่วยในการจดจำของเซลล์, การส่งสัญญาณระหว่างเซลล์

• Carbonyl - มีธาตุ C, H, O เป็นองค์ประกอบหลัก
- แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ Monosaccharide , Oligosaccharide , Polysaccharide

1.1) Monosaccharide : - มีจน. C ประมาณ 3-7 โมเลกุล
- มีหลายประเภท ตามจำนวนโมเลกุลคาร์บอน
- มี 2 กลุ่ม ┌ Aldose : มีหมู่คาร์บอนิลอยู่ปลายโมเลกุล Ex. กลูโคส, ไรโบส
└ Ketose : มีหมู่คาร์บอนิลอยู่ภายในโมเลกุล Ex. ฟรักโทส

• ตัวอย่าง Pentose ; Ribose ($C_5H_{10}O_5$) : - เป็นองค์ประกอบของ RNA
- ช่วยในการสังเคราะห์โปรตีน , เป็นองค์ประกอบของ ATP, $NAD^+$

Deoxyribose ($C_5H_{10}O_4$) : - เป็นองค์ประกอบของ DNA
- สายยาวและจำกัดบริเวณของ สมช.

Ribulose ($C_5H_{10}O_5$) : - เกี่ยวข้องกับ Photosynthesis
- เป็น Ketose

• Hexose ($C_6H_{12}O_6$) : 1) Glucose : - พบมากที่สุดในร่างกาย พบมากในอวัยวะ
- เป็นแหล่งพลังงาน, เป็นสารตั้งต้นเมแทบอลิซึม
- เป็นผลึกใส รสหวาน ละลายน้ำได้ดี
- เป็นน้ำตาลที่พบในเลือด → Blood Sugar
- ในทางอุตสาหกรรมจะเรียกว่า "Dextrose"
- เป็นวงแหวน 6 เหลี่ยม

2) Galactose : - ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของน้ำนม
- พบในยางและเมือกของต้นไม้
- เป็น Isomer ของ glucose
- เป็นวงแหวน 6 เหลี่ยม

3) Fructose : - มีรสหวานมากที่สุด
- พบในผัก ผลไม้ ดอกดอ น้ำผึ้ง
- เป็นวงแหวน 5 เหลี่ยม

1.2) Oligosaccharide / Disaccharide ($C_{12}H_{22}O_{11}$) : - เป็นการนำ Monomer มาต่อกัน 2 โมเลกุลขึ้นไป

- ใช้พันธะ: Glycosidic

1) Maltose : - ประกอบจาก Glucose + Glucose

- พบมากในมอลต์ , เมล็ดที่เพิ่งงอก , เป็นอาหารเลี้ยงต้นอ่อน

2) Sucrose : - ประกอบจาก Glucose + Fructose

- เป็นน้ำตาลที่พืชใช้ลำเลียงผ่านโฟลเอ็ม , พบมากในอ้อย → น้ำตาลทราย

3) Lactose : - ประกอบจาก Glucose + Galactose (β: 1,4 glycosidic bond : โมเลกุลน้ำตาลเรียงกลับหัว)

- พบในนม

* Lactose Intolerance : ภาวะที่ร่างกายไม่มีเอนไซม์ Lactase

NOTE; Reducing Sugar : น้ำตาลที่ทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ คือ เมื่อนำไปทดสอบแล้วพบว่าได้ตะกอนสีน้ำตาลแดงอิฐ เช่น Glucose , Fructose , Maltose แต่ Sucrose ไม่ทำปฏิกิริยา หากต้องการจะทดสอบ ต้องนำ Sucros ไปต้มกับกรดก่อน

1.3) Polysaccharide : - เป็น Carbohydrate ที่พบมากที่สุดในธรรมชาติ

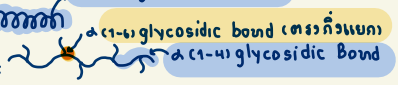
- แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ Polysaccharide สะสม (แป้ง , ไกลโคเจน) และ Polysaccharide โครงร่าง (Cellulose , Chitin , Peptidoglycan)

1) Starch : - เป็นอาหารสะสมในพืช อยู่ใน Amyloplast

- Monomer คือ α - Glucose

- มี 2 โครงสร้าง — Amylose : (Amylase → Dextrin) α (1-4) glycosidic Bond

Amylopectin : α (1-4) glycosidic bond (ตรงกิ่งแยก) , α (1-4) glycosidic Bond



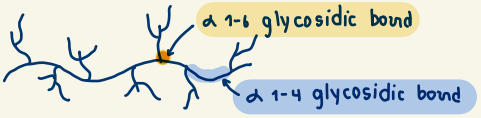
- แป้งทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีน ได้สีน้ำเงินแกมม่วง แต่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ (ต้องเอาแป้งไปต้มกับกรด จะได้ glucose)

2) Glycogen (แป้งสัตว์) : - สะสมในตับในรูปของ granule เป็นแหล่งสะสมกลูโคส , กล้ามเนื้อลาย

- เป็นแหล่งพลังงานให้กล้ามเนื้อโครงร่าง

- มีโครงสร้างคล้าย Amylopectin แต่แตกกิ่งก้านสาขามากกว่า

- ทดสอบกับไอโอดีน จะได้สีแดง




3) Cellulose : - เป็นสารอินทรีย์ที่พบมากที่สุดในโลก

- เป็นองค์ประกอบของ cell wall ของพืช

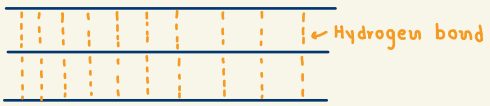
- สัตว์ทั่วไปไม่สามารถย่อย cellulose ได้ เพราะไม่มี cellulase

- สัตว์เคี้ยวเอื้องบางชนิด ย่อยได้ เพราะภายในกระเพาะมี Bacteria ในการหมัก

- ปลวกย่อยได้เพราะมีโปรโตซัวในลำไส้เล็ก (Trichonympha)

- ไม่ละลายน้ำ ไม่ทำปฏิกิริยากับไอโอดีน และเบเนดิกซ์

- มีโครงสร้างเป็นเส้นตรง ต่อกันด้วยพันธะ β 1-4 glycosidic bond




4) Chitin : - เป็น cell wall ของ Fungi และสาหร่ายบางชนิด และเปลือกของกุ้ง ปู

exoskeleton (โครงสร้างภายนอก arthropod) - พบมากเป็นอันดับ 2 รองจาก Cellulose

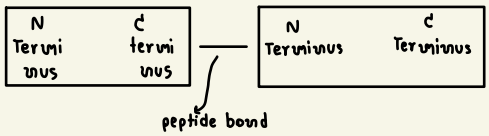
5) Peptidoglycan : - เป็น cell wall ของ Bacteria

Note เพิ่มเติม

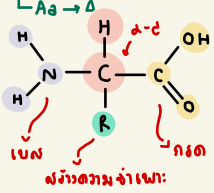
- ส่วน Rumen (เพ้อขี้อื้อ) ไม่มี Enzyme แต่มีจุลินทรีย์ในการหมัก Cellulose (กระเพาะ: เพาะสัตว์เคี้ยวเอื้อง) (Rumen → Reticulum → Omasum → Abomasum) (ย่อนอาหารออกมาอีกครั้ง) (มี Enzyme ย่อยอาหารจากตอนต้น)
- Amylose โมเลกุลน้ำตาลเรียงแบบทางเดียว △—△—△ α 1-4
- Cellulose โมเลกุลน้ำตาลเรียงกลับหัวกัน △—▽—△—▽ (มีความแข็งแรงมากกว่า) β 1-4
- การย่อย Amylose → Amylase — maltose, dextrix (Oligosaccharide) } ย่อยอีกทีที่ small intestine.

ไม่ละ: สายโซ่แอลกอฮอล์
โครงสร้างของเซลล์, เนื้อเยื่อ, Enzyme, Hormone
พบเป็นอันดับ 2

2) Protein : - ประกอบด้วยธาตุ C, H, O, N
- มี Monomer : Amino acid




• Amino acid : - หมู่ carboxyl (C-terminus), หมู่ Amino (N-terminus), C, H, หมู่ R (Akyl)
Aa → A

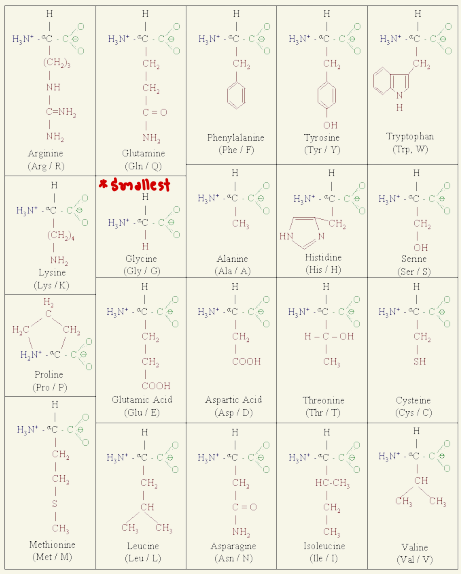



หมู่ R (Akyl) . ส่วนที่ทำให้กรดอะมิโนมีความหลากหลายถึง 20 ชนิด
แบ่งออกเป็น — จำเป็น : ต้องรับเข้ามา (8) * ในเด็กมี 10 (+histidine, argivine)
— ไม่จำเป็น : ร่างกายสร้างเองได้ (12)
* smallest
* บ้างโพดไม่ครบ
คำว่า 'โปรตีนคุณภาพสูง' (complete protein) : มี Aa จำเป็นครบทุกตัว Ex เนื้อสัตว์, เครื่องใน, ฯ
กรดอะมิโนแต่ละโมเลกุลต่อกันด้วยพันธะ 'peptide bond' (covalent) ทุกๆการเกิดพันธะ จะ: Dehydration น้ำได้ 1 โมเลกุล

△—(H2O)—△ : Aa 2 โมเลกุล, 1 พันธะ, น้ำ 1 โมเลกุล (dipeptide)
△—(H2O)—△—(H2O)—△ : Aa 3 โมเลกุล, 2 พันธะ, น้ำ 2 โมเลกุล (tripeptide)
4: Tetrapeptide | 5ๆ : polypeptide

peptide bond
$Aa_1-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH-Aa_2$
* ribosome เอา Aa มาต่อกัน

กรดอะมิโนจำเป็น (10): Valine, Leucine, Isoleusine, Lysine, Tryptophan, phenylalanine
Threonine, Methionine, Histidine แล: Arginine



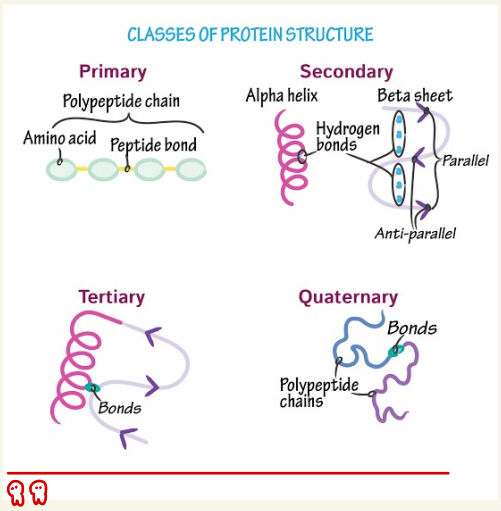

2.1) Protein structure
I) ○—△—□—◇ : - ลำดับ Aa ควบคุมโดย DNA (กำหนดโดย) เฉพาะ
peptide bond
- N-terminus → C-terminus

II) Secondary : - เกิดการต่อกันของสาย Aa เชื่อมกันด้วย Hydrogen bond (COOH กับ $NH_2$)
: α-helix (collagen) Ex Keratin, Fibrous, Globular, Casein
: β-pleated sheet (spider silk) Ex Fibroin ในใยแมงมุม, ขนนก

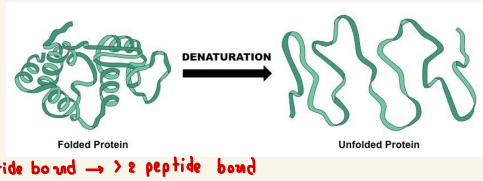
III) : α-helix / β-plated sheet เชื่อมกันด้วยพันธะ: แล: แรง — H-bond (Sulfer ∴ Akyl: ต้องมี Sulfer เป็นองค์ประกอบ), Disulfide bond, Hydrophobic interaction (แทรกตัวลงไป), Ionic interaction

IV) : โปรตีนหลายๆก้อนอยู่ด้วยกัน ยึดกันด้วย แรงแวนเดอวาลส์
Globular (ก้อนกลม) : ละลายน้ำได้ Ex Hemoglobin, Albumin, Enzyme, (Metabolism, Antibody, ไข่ขาว, Hormone, Casein, เกาะhemoglobin)
Fibrous (เส้นใย) : ไม่ละลายน้ำ Ex. Collagen, Elastin, Keratin (3)
↳ โครงสร้างร่างกาย
↳ แข็งแรง, ยืดหยุ่น
↳ พบมากที่สุดในร่างกาย
↳ Connective tissue (เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน)

Ex. Myoglobin จับ $O_2$ ในกล้ามเนื้อลาย
ก้อนโปรตีนขดตัว
Ex. RBC




Denature : ทำลาย H-bond
• การสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน (Protein Denaturation)
- ทำลายในระดับ ทุติย, ตติย, จตุ
- ไม่มีผลต่อ peptide bond (แต่ทำขัดซ่า) ยกเว้น ด่าง, แอลกอฮอล์
ปัจจัย : - Temp, pH, สารเคมี (แอลกอฮอล์, ยูเรีย)
* การคืนสภาพของโปรตีน (Renaturation)




• การทดสอบโปรตีน (เกิดที่ peptide bond → > 2 peptide bond)
- สารละลายไบยูเร็ต ($CuSO_4$ + NaOH) (ได้สารละลายสีน้ำเงิน-ม่วง) ∴ ทดสอบ Aa แล: dipeptide ไม่ได้

• หน้าที่ของโปรตีน
1) Enzyme : เร่งปฏิกิริยา Ex น้ำย่อย Amylase (แป้ง), Lipase (ไขมัน)
2) Transport: ขนส่งสาร Ex Hemoglobin (เลือด), Myoglobin (กล้ามเนื้อลาย) Albumin (ไขมัน)
3) เคลื่อนไหว : Ex cilia, Flagella, Actin, Myosin
4) Hormone : ทำให้ร่างกายทำงานปกติ Ex Insulin, Growth Hormone
5) สะสม: สะสมอาหาร, Ferritin
6) ป้องกัน : ป้องกัน / ไม่ให้เกิดการป่วย Ex Antibody, Prothrombin + Fibrinogen (การหยุดตัวของเลือด)
7) Toxin : Ex. พิษงู
เร่งปฏิกิริยา: Enzyme
โครงสร้าง : collagen, Keratin

พิพ
Amino Acid < 100 → Peptide
Amino Acid > 100 → Protein

$Aa + Aa + Aa + \ldots \longrightarrow$ Polypeptide

* sickle-cell — ต้านทานมาลาเรียได้ดี — Africa
6; Glutamic → Valine

• การทำลาย Primary → กิน ใช้ Enzyme

พลังงานสำรอง
สร้างความอบอุ่นในร่างกาย
เก็บสะสมพลังงาน

3) ไขมัน (Lipid) : - ประกอบด้วยธาตุ C,H,O

- ไม่จัดเป็น Polymer : 1) ไม่มี Monomer (เกิดจากสารมาประกอบกัน)

2) หน่วยที่มาผสมกันเป็นคนละชนิด

เป็นสายไม่มีขั้ว

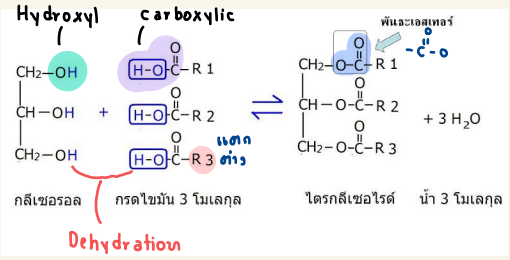
- ละลายน้ำได้น้อย / ไม่ละลายน้ำเลย

- มี 3 ประเภท : 1) Simple lipid (เชิงเดี่ยว) 2) Complex lipid (เชิงซ้อน) 3) Derived lipid (อนุพันธ์)

1) Simple Lipid (ไขมันเชิงเดี่ยว) : Triglyceride (Triacylglycerol) → $C_nH_{2n+1}COOH$

Wax

พันธะ: Ester




• Triglyceride : - เป็นแหล่งสะสมพลังงานของ สมช.

- ประกอบจาก Glycerol ($C_3H_8O_3$) / แอลกอฮอล์ 1 โมเลกุล + Fatty acid 3 โมเลกุล

- เป็น carboxylic bond (C 12-24 อะตอม)

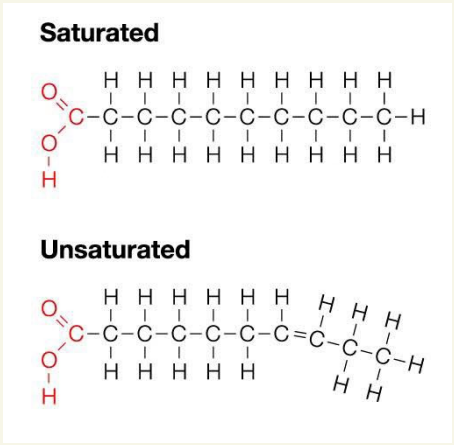
- ต่อกันด้วยพันธะ Ester

- สะสมในเซลล์ไขมันที่หน้าท้อง

Glyceride :- fatty acid 1-3 โมเลกุลมา Dehydration กับแอลกอฮอล์ (Glycerol) → $C_3H_5(OH)_3$

- fatty acid 1 โมเลกุล → Monoglyceride , 2 → Diglyceride , 3 → Triglyceride

| Satured fatty acid | Unsaturated fatty acid |
|---|---|
| 1) มีแต่พันธะเดี่ยว | 1) มีพันธะคู่ ($O_2$ ทำปฏิกิริยาแตกออก มาเป็นกลิ่น) |
| 2) เป็นเส้นตรง | 2) โค้งงอที่ Double bond |
| 3) B,M-point สูงกว่า | 3) B,M- Point ต่ำกว่า (ใส่ Vita E กันหืน) |
| 4) เป็นของแข็ง เหม็นหืนยาก | 4) เป็นของเหลว , เหม็นหืนง่าย |
| 5) เสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือด | 5) ลดระดับไขมันและ Cholesterol |
| 6) ไม่จำเป็นต่อร่างกาย | 6) จำเป็นต่อร่างกาย |
| 7) ไขมันสัตว์ , เนย , น้ำมันมะพร้าว , น้ำมันปาล์ม , มาการีน | 7) น้ำมันจากพืช , ปลาทูน่า , แซลมอน , ไขมันสัตว์ น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น , Oleic acid (น้ำมันข้าวโพด) |




• Wax :- Fatty acid 1 โมเลกุล + แอลกอฮอล์ 1 โมเลกุล

- มีขนาดใหญ่ , เป็นของแข็ง

Ex. Cutin , ขี้หู , ไขมาฟ

2) Complex lipid (ไขมันเชิงซ้อน) : - Diglyceride + R Ex. Phosphate group , Carbohydrate , Protein

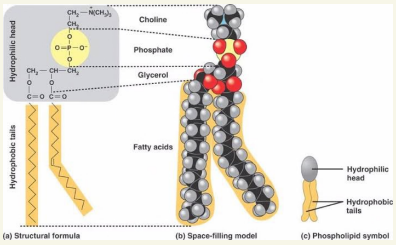
- Phosphate , Glycolipid , Lipoprotein

• Phospholipid : - เป็นองค์ประกอบของ Plasma membrane → Semipermeable membrane

- Glycerol + 2 Fatty acid + 1 Phosphate

- Hydrophilic (Phosphate + Glycerol) } Amphiphatic Molecule

- Hydrophobic (Fatty acid)

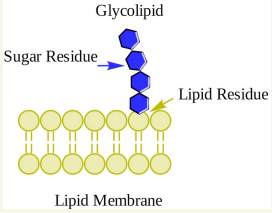


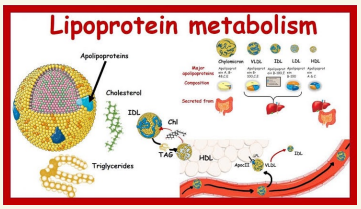

• Glycolipid : - Lipid + Carbohydrate

- เป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ประสาท

- เป็นตัวส่งสัญญาณ

- เป็นตัวจดจำ (Antigen)






• Lipoprotein :- Lipid + Protein

- ขนส่งไขมันผ่านหลอดเลือด

Ex. HDL : ขนส่งเร็ว ไม่อุดตัน , LDL : ขนส่ง อุดตัน

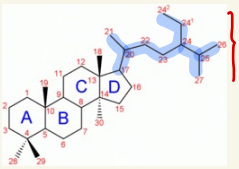
3) Derived Lipid :- ไม่ใช่ Glycerol + fatty acid

(ไขมันอนุพันธ์) - มีสมบัติทางกายภาพเหมือนกัน Ex. ไม่ละลายน้ำ

Ex. Steroid, Cholesterol

• Steroid : - เป็นสารประกอบ 4 วง

Ex. Cholesterol, Sex hormone




ทำให้มีความแตกต่าง

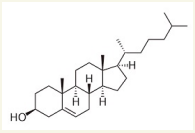
• Cholesterol :- อักษาอุณหภูมิใน Plasma membrane

- สารตั้งต้นสร้าง Sex hormone

- UV สามารถเปลี่ยน Cholesterol ที่ผิวหนังสร้างสารที่เปลี่ยนเป็น Vitamin D

- อยู่ในน้ำดี

- พบในสมองวัวหรือไข่แดง




• การทดสอบไขมัน : ถูบนกระดาษ → โปร่งแสง

ควบคุม การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

4) Nucleic acid : มี Monomer เป็น **Nucleotide**

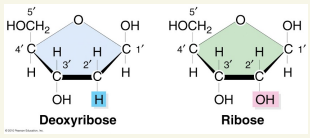
- DNA (Deoxyribonucleic Acid) : เป็นสารพันธุกรรมในสมช.
- RNA (Ribonucleic Acid) : เป็นสารพันธุกรรมของไวรัสและไวรอยด์, ช่วย DNA สังเคราะห์โปรตีน

• Nucleotide : ประกอบไปด้วย 1) Phosphate group 2) Pentose Sugar 3) Nitrogeneous Base

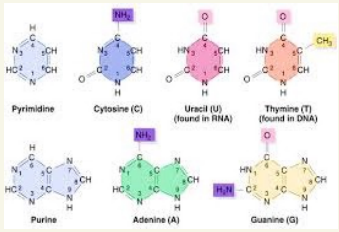
* ถ้าไม่มี Phosphate Group จะเรียกว่า `Nucleoside'

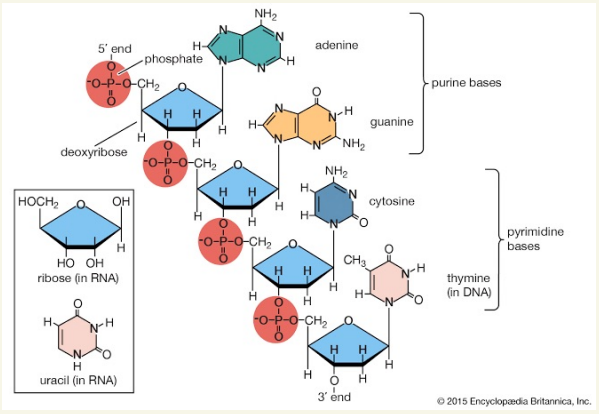
1) Phosphate Group ($PO_4^{3-}$): ทำให้ Nucleic Acid มีประจุลบ มีความเป็นกรด

2) Pentose Sugar
- Ribose ($C_5H_{10}O_5$) : พบใน RNA
- Deoxyribose ($C_5H_{10}O_4$) : พบใน DNA




3) Nitrogeneous Base
- Purine : วงแหวน 2 วง ได้แก่ A (Adenine), G (Guanine)
- Pyrimidine : วงแหวน 1 วง ได้แก่ C (Cytosine), U (Uracil) RNA Only, T (Thymine) DNA Only




แต่ละ Nucleotide จะเชื่อมกันด้วยพันธะ Phosphodiester กลายเป็นสาย Nucleic Acid โดย Nucleotide ตัวตั้งต้น จะมี Phosphate Group จับกับ C ตัวที่ 5 (C's) ของ Pentose Sugar จากนั้น Phosphate Group จะไปจับกับ C'3 ของ Nucleotide ตัวถัดไป ต่อกันไปแบบนี้เป็นสาย Nucleic Acid

* Nitrogeneous Base จับกับ C'1

DNA มีโครงสร้างเป็นบันไดเวียนคู่ (Double helix) ขนบวาตามเข็มนาฬิกา 2 สายเรียงตัวกลับหัวกัน เรียกว่า `Antiparallel' (ปลาย 5'→3') 2 สายจะมีเบสคู่สมจับกันธะหว่างสายด้วยพันธะ Hydrogen โดยจะเป็นการจับคู่ของ Purine กับ Pyrimidine เสมอ โดยที่ A (H-bond 2 พันธะ:) T, C (H-bond 3 พันธะ:) G

* 1 รอบเกลียวจะมี 10 คู่เบส