

เคมีที่เป็นพื้นฐานของชีวิต

(Chemical of life)

ผู้สอน

ผศ.ดร.รัชพล พะวงศ์รัตน์

1

ธาตุ สารประกอบ และสารผสม (elements, compounds and mixtures)

- ธาตุ (element) เช่น เหล็ก (Fe) เงิน (Ag) ออกซิเจน (O)
สารบริสุทธิ์ ไม่อาจสร้างขึ้นจากสารอื่น หรือสลายต่อไปได้ด้วยวิธีทางเคมี
- สารประกอบ (compounds) เช่น น้ำ (H_2O) น้ำตาลซูโครส ($C_{12}H_{22}O_{11}$)
สารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิด หรือมากกว่า รวมกันในสัดส่วนที่คงที่
- สารผสม (mixtures) เช่น ดิน หิน อากาศ
สารประกอบหลายชนิดปะปนกัน โดยไม่มีอัตราส่วนที่คงที่แน่นอน

2

อะตอม และโมเลกุล
(atoms and molecules)

- อะตอม คือหน่วยที่เล็กที่สุดของธาตุที่ยังคงแสดงคุณสมบัติเฉพาะเจาะจงของธาตุนั้นๆ อะตอมประกอบด้วยอนุภาค (subatomic particles) ที่มีประจุต่างๆ กัน คือ
 - ประจุบวก เรียกว่า โปรตรอน (proton)
 - ประจุลบ เรียกว่า อิเล็กตรอน (electron)
 - ไม่มีประจุ หรือ เป็นกลาง เรียกว่า นิวตรอน (neutron)

3

อิเล็กตรอน
นิวตรอน
โปรตรอน
โปรตรอนของนิวเคลียส ซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก อิเล็กตรอนมีประจุไฟฟ้าลบ

Isotope
Isobar
Isotone

C_6^{12} C_6^{14}

C_6^{12} — Mass Number = A
 — Atomic Number = Z

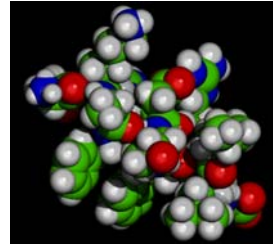
The Periodic Table of Elements

1																	2
3	4											5	6	7	8	9	10
11	12											13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110								
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108

4

• โมเลกุล คือ อะตอมของธาตุเดียวกันหรือต่างกันมาจับตัวกันด้วยแรงยึดเหนี่ยวที่เรียกว่า พันธะโมเลกุล (*molecular bonds*)

- *macromolecules*
- *Reaction cycle* และ กระบวนการทางเคมีต่างๆ
 - *Oxidation* (ให้ e^-)
 - *Reduction* (รับ e^-)
 - *Redox* (ให้-รับ e^-)



5

พันธะเคมี (*chemical bonds*)

ชนิดของพันธะ	เคมีพื้นฐาน	แรงเกาะ	ตัวอย่าง
โควาเลนต์	อะตอม 2 อะตอมใช้ อิเล็กตรอน ร่วมกัน	แข็งแรง	พันธะระหว่างคาร์บอน ($C=C$)
ไอออนิก	แรงเกาะกันระหว่างธาตุที่มีประจุต่างกัน	แข็งแรง	โซเดียมคลอไรด์ ($NaCl$)
ไฮโดรเจน	แรงเกาะกันระหว่างไฮโดรเจนที่มีประจุบวกอ่อน	อ่อนแอ	หยดน้ำ (การเกาะกันระหว่างโมเลกุลของน้ำ)

ที่มา: สิกข์ (2548)

6

ชื่อ	โครงสร้าง	แหล่งที่พบ
ไฮดรอกซิล (hydroxyl)	$R-O-H$	น้ำตาล กลีเซอรอล
คาร์บอกซิล (carboxyl)	$R-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow O-H \end{matrix}$	กรดไขมัน กรดอะมิโน
คาร์บอนิลกลุ่มคีโตน (ketone)	$R-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow R \end{matrix}$	น้ำตาล
คาร์บอนิลกลุ่มอัลดีไฮด์ (aldehyde)	$R-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{matrix}$	น้ำตาล
อะมิโน (amino)	$R-N \begin{matrix} \nearrow H \\ \searrow H \end{matrix}$	กรดอะมิโน โปรตีน

7

ชื่อ	โครงสร้าง	แหล่งที่พบ
ซัลไฟไฮดริล (sulfhydryl)	$R-S-H$	กรดอะมิโน โปรตีน
ฟอสเฟต (phosphate)	$R-O-P \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow O^- \\ \\ O \end{matrix}$	ฟอสโฟลิพิด นิวคลีโอไทด์ กรดนิวคลีอิก

R = hydrocarbon

8

สารอนินทรีย์ (Inorganic Substance)

เช่น น้ำ แร่ธาตุ แก๊สออกซิเจน

สารอินทรีย์ (Organic Substance)

เช่น แป้ง ไกลโคเจน เซลลูโลส น้ำตาล วิตามิน ลิพิด โปรตีน
และ กรดนิวคลีอิก

9

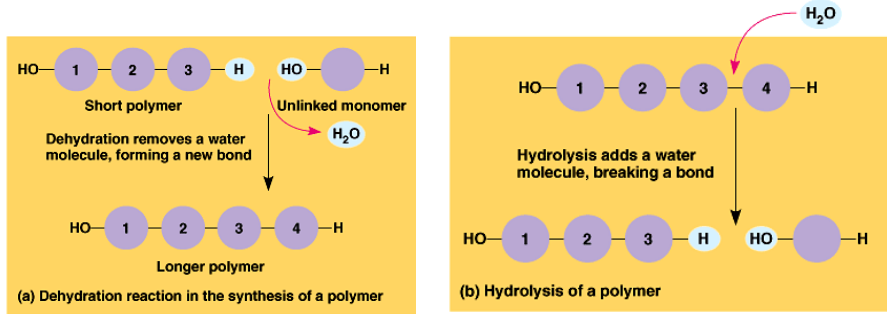
สารอินทรีย์ (Organic Compounds)

10

ปฏิกิริยาเคมีของ *macromolecules* มี 2 ปฏิกิริยา

-Condensation

-Hydrolysis



11

สารประกอบขนาดใหญ่ (*macromolecules*) ในสิ่งมีชีวิต จัดเป็น 4 กลุ่มตามลักษณะโครงสร้างของโมเลกุล ได้แก่

<i>Carbohydrate</i>	ประกอบด้วยธาตุ	<i>C, H, O</i>
<i>Protein</i>	“	<i>C, H, O, N</i>
<i>Lipid</i>	“	<i>C, H, O</i>
<i>Nucleic acid</i>	“	<i>C, H, O, N, P</i>

12

Carbohydrates

➤ *Carbohydrates* เป็นสารประกอบจำพวก น้ำตาล และ *polymer* ของน้ำตาล

➤ แบ่งกลุ่ม *carbohydrates* ได้เป็น 3 กลุ่ม ตามจำนวนโมเลกุลของน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบ ได้แก่

Monosaccharide

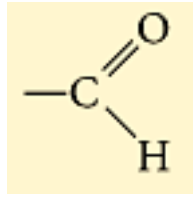
Disaccharide

Polysaccharide

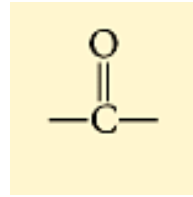
Monosaccharide เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ที่ประกอบด้วย C, O และ H มีสูตรคือ $(CH_2O)_n$

โดยมีอะตอมของ C ต่อกันเป็นสาย และมี *Carbonyl group* และ *hydroxy group* ต่อกับอะตอมของ C

Carbonyl group



aldehydes



ketones

15

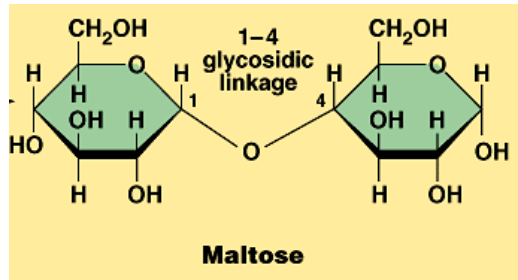
The structure and classification of some monosaccharides

	Triose sugars ($C_3H_6O_3$)	Pentose sugars ($C_5H_{10}O_5$)	Hexose sugars ($C_6H_{12}O_6$)	
Aldoses	$ \begin{array}{c} H \\ \\ C=O \\ \\ H-C-OH \\ \\ H-C-OH \\ \\ H \end{array} $ Glycerinaldehyde	$ \begin{array}{c} H \\ \\ C=O \\ \\ H-C-OH \\ \\ H-C-OH \\ \\ H-C-OH \\ \\ H-C-OH \\ \\ H \end{array} $ Ribose	$ \begin{array}{c} H \\ \\ C=O \\ \\ H-C-OH \\ \\ HO-C-H \\ \\ H-C-OH \\ \\ H-C-OH \\ \\ H-C-OH \\ \\ H \end{array} $ Glucose	$ \begin{array}{c} H \\ \\ C=O \\ \\ H-C-OH \\ \\ HO-C-H \\ \\ HO-C-H \\ \\ H-C-OH \\ \\ H-C-OH \\ \\ H \end{array} $ Galactose
Ketoses	$ \begin{array}{c} H \\ \\ H-C-OH \\ \\ C=O \\ \\ H-C-OH \\ \\ H \end{array} $ Dihydroxyacetone	$ \begin{array}{c} H \\ \\ H-C-OH \\ \\ C=O \\ \\ H-C-OH \\ \\ H-C-OH \\ \\ H-C-OH \\ \\ H \end{array} $ Ribulose	$ \begin{array}{c} H \\ \\ H-C-OH \\ \\ C=O \\ \\ HO-C-H \\ \\ H-C-OH \\ \\ H-C-OH \\ \\ H-C-OH \\ \\ H \end{array} $ Fructose	

16

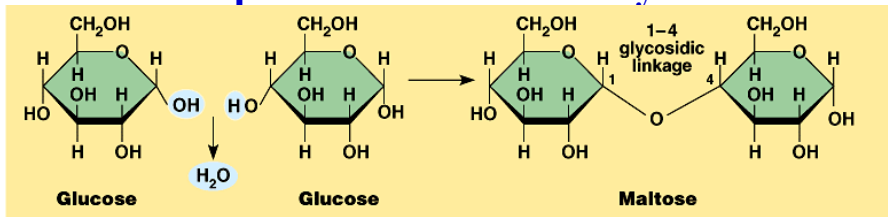
น้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharides) เกิดจากการรวมตัวของ
น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุล โดยปฏิกิริยา *condensation*

Covalent bond ที่เกิดขึ้น เรียกว่า *Glycosidic linkage*

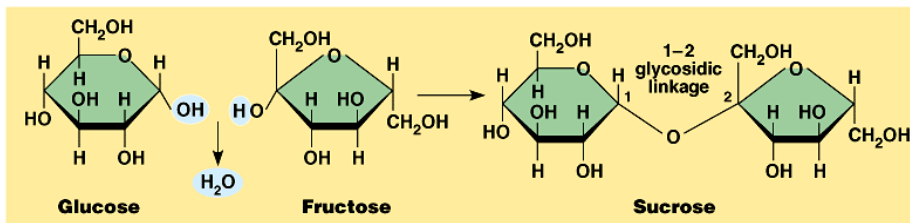


17

Examples of disaccharides synthesis



(a) Dehydration synthesis of maltose



(b) Dehydration synthesis of sucrose

18

Polysaccharide เป็น *carbohydrate* ที่มีขนาดใหญ่มาก ประกอบด้วย *monosaccharides* จำนวนมากต่อกันด้วย *glycosidic linkage*

➤ ชนิดของ *polysaccharide* ขึ้นอยู่กับ

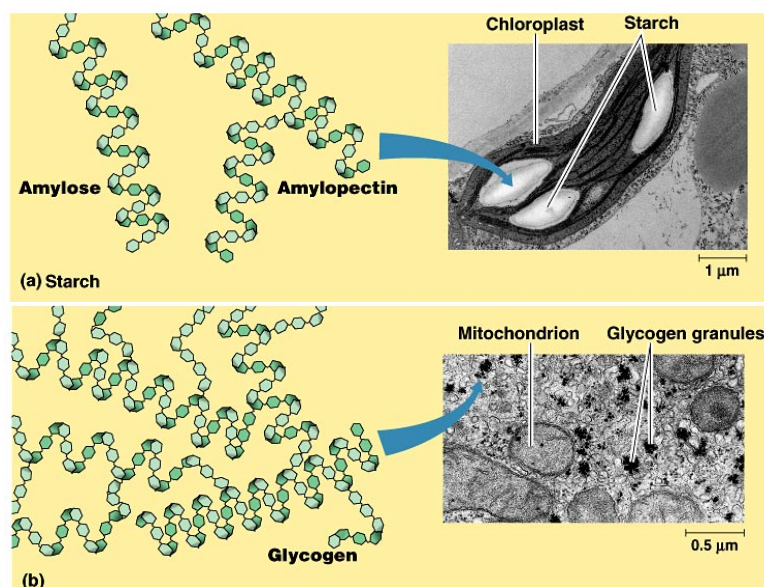
1. ชนิดของ *monosaccharide*

2. ชนิดของ *Glycosidic linkage*

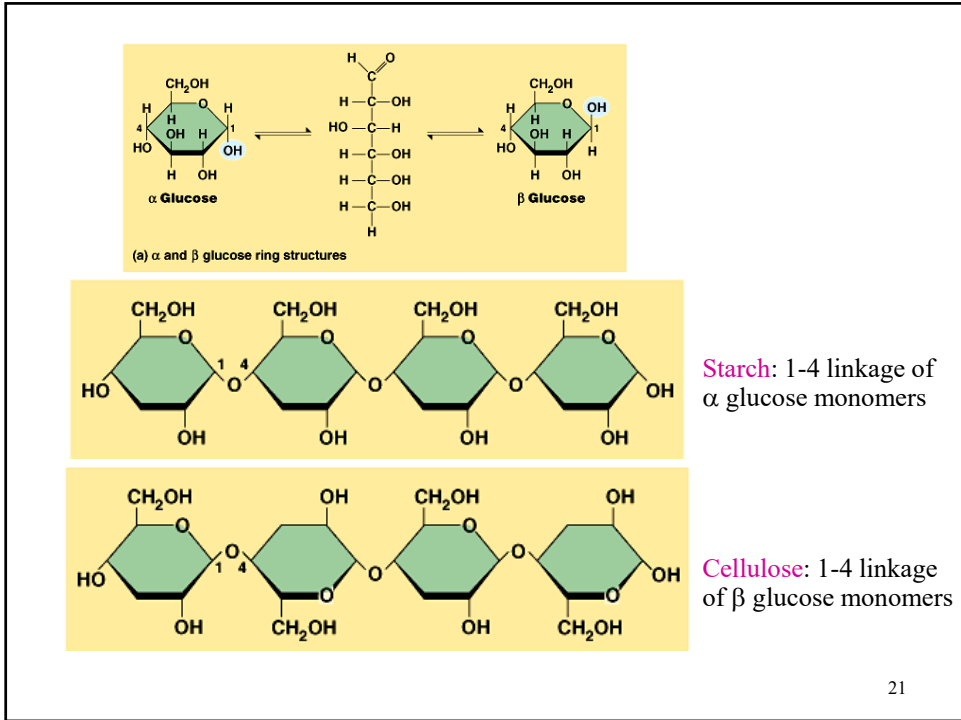
➤ ตัวอย่าง *polysaccharide* ได้แก่ *starch, glycogen, cellulose* และ *chitin*

19

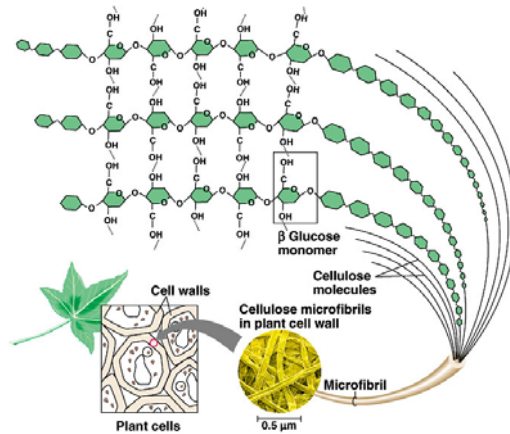
Storage polysaccharides



20



Cellulose มี glucose เป็นองค์ประกอบเช่นเดียวกับ แป้ง แต่มีพันธะแบบ β 1-4 glycosidic linkage พลังเซลล์ของพืชประกอบด้วย cellulose เป็นจำนวนมาก



Chitin, a structural polysaccharide

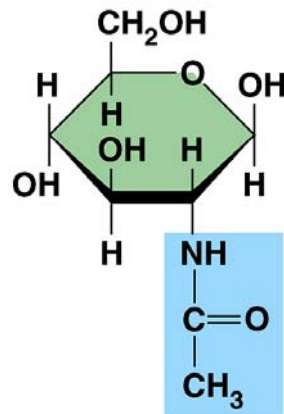
Chitin มีโครงสร้างคล้ายกับ *Cellulose* ต่างกันที่ว่า หน่วยย่อยเป็น *N-acetylglucosamine* ต่อกันเป็นโพลีเมอร์สายยาว



Chitin forms the exoskeleton of Arthropods



Chitin is used to make a strong and flexible surgical thread



23

Lipids

Diverse Hydrophobic molecules

24

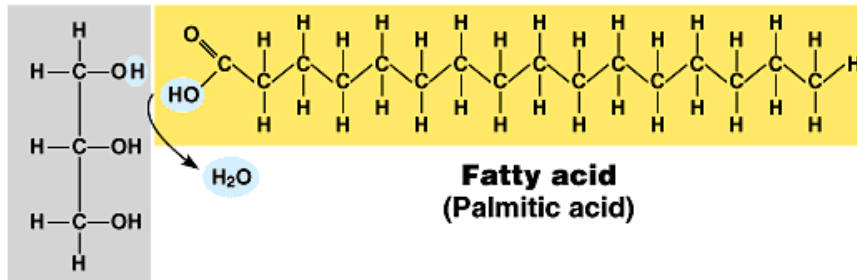
- **Lipids** เป็นสารที่ไม่เป็น **polymer**
- **Lipids** ไม่ละลายน้ำ เนื่องจากโครงสร้างของ **lipids** ประกอบด้วย **nonpolar covalent bonds** เป็นส่วนมาก
- **Lipids** ได้แก่
 - ไขมัน (**Fat**)
 - Phospholipid**
 - Steroid**
 - ขี้ผึ้ง (**Wax**)

25

Fats : เป็นแหล่งสะสมพลังงาน

- **Fats** ถึงแม้จะไม่เป็น **polymer** แต่เป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ประกอบด้วยสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กกว่ามาต่อกันด้วยปฏิกิริยา **Dehydration**
- **Fats** ประกอบด้วย **Glycerol** และ กรดไขมัน (**Fatty acid**)

26

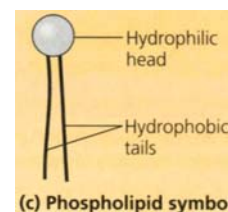
**Glycerol****(a) Dehydration synthesis**

ส่วน “tail” ของ **fatty acid** ที่เป็น **hydrocarbon** ที่มักมีอะตอมคาร์บอนต่อกันประมาณ 16-18 อะตอม เป็นส่วนที่ทำให้ **fats** ไม่ละลายน้ำ (**hydrophobic**)

27

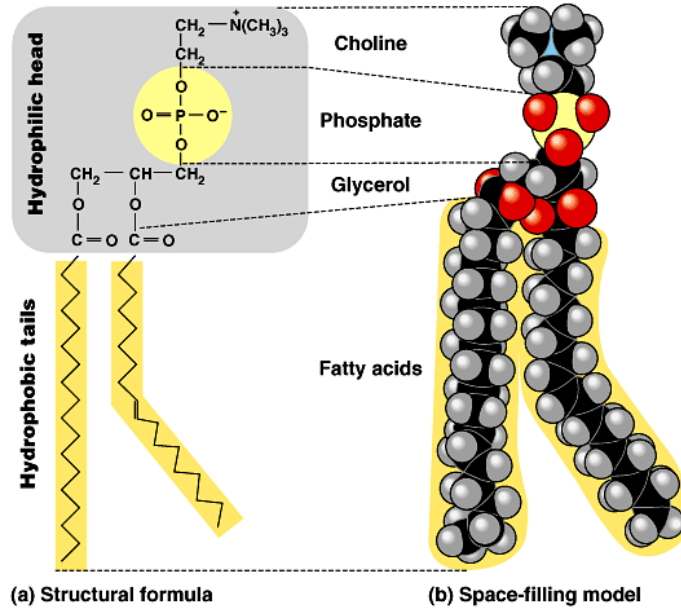
Phospholipids

- เป็นองค์ประกอบหลักของ **cell membrane**
- ประกอบด้วย **glycerol 1** โมเลกุล **fatty acid 2** โมเลกุล และ **phosphate group (phosphate group)** มีประจุ -)
- มีส่วนหัวที่มีประจุ และเป็นส่วนที่ชอบน้ำ (**hydrophilic**) และส่วนหางที่ไม่ชอบน้ำ (**hydrophobic**)



28

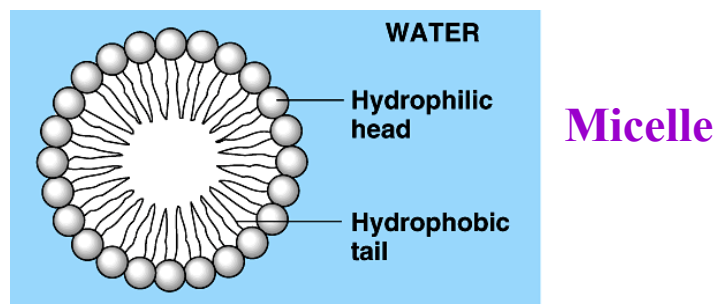
The structure of phospholipid



29

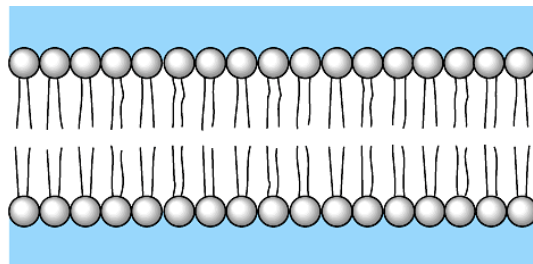
Phospholipid in aqueous environments

เมื่อเติม phospholipids ลงในน้ำ phospholipids จะรวมตัวกัน โดยเอาส่วนหางเข้าหากัน และส่วนหัวหันออกทางด้านนอก กลายเป็นหยดเล็กๆ เรียกว่า **micelle**



30

ที่ **cell membrane** ของสิ่งมีชีวิต **Phospholipids**
 จะเรียงตัวเป็น 2 ชั้น โดย **hydrophilic head** จะหันออก
 ทางด้านนอกเข้าหากัน ส่วน **hydrophobic tail** อยู่ตรงกลาง



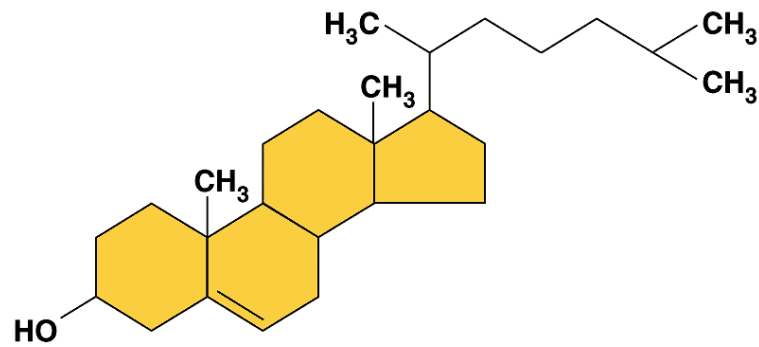
**Phospholipid
bilayer**

31

Steroids

- เป็น **lipids** ประกอบด้วย คาร์บอนเรียงตัวเป็นวง
แหวน 4 วง
- **Steroids** ชนิดต่างๆ มีหมู่ **functional group**
ที่ต่อกับวงแหวนแตกต่างกัน
- **Cholesterol** เป็น **steroid** ที่เป็นองค์ประกอบ
ของ **cell membrane**

32



Cholesterol, a steroid

Cholesterol ยังเป็น **precursor** สำหรับการ
สังเคราะห์ **steroid** อื่นๆ หลายชนิด เช่น **hormones**

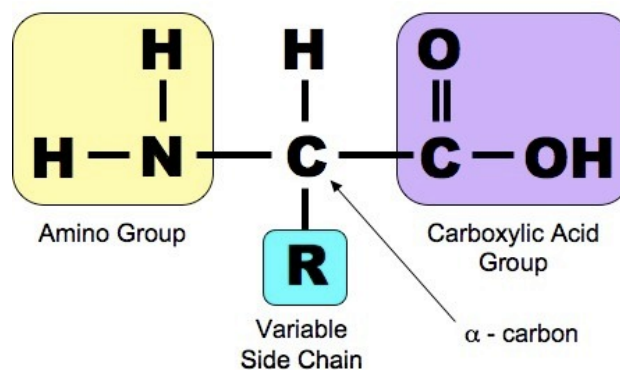
33

Protein

- เป็น *polypeptide* ของ *amino acid* ที่ต่อกันเป็นลำดับ เฉพาะตัวสำหรับโปรตีนแต่ละชนิด
- โปรตีนสามารถทำงานได้ ต้องมีรูปร่าง (*conformation*) ที่เป็นลักษณะเฉพาะตัว
- มนุษย์มีโปรตีนมากกว่า 10,000 ชนิด แต่ละชนิดมี โครงสร้างและหน้าที่แตกต่างกัน

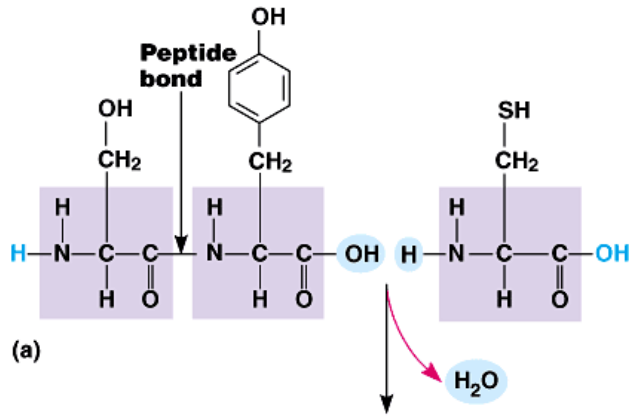
35

Amino acid เป็นสารอินทรีย์ที่มีหมู่ **carboxyl** และหมู่ **amino** ต่อกับอะตอมคาร์บอนที่เป็นศูนย์กลาง อะตอมที่เป็นศูนย์กลางยังต่อกับอะตอม **hydrogen** และหมู่ **R group** 1 หมู่ที่แตกต่างกัน



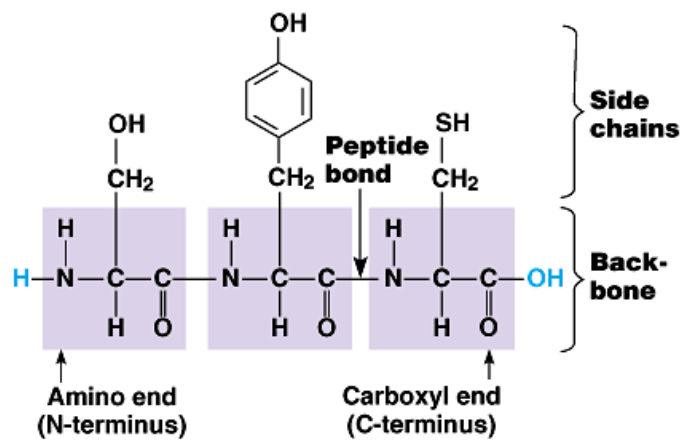
36

Making a polypeptide chain



Amino acid ต่อกันเป็นสายยาวด้วย **covalent bond** เรียกว่า **peptide bond**

37



- ปลายที่มีหมู่ **amino** เรียกว่า **N-terminus**
- ปลายที่มีหมู่ **carboxyl** เรียกว่า **C-terminus**

38

สาย *polypeptide* ประกอบด้วย *amino acid* ทั้ง 20 ชนิด เรียงต่อกันเป็นอิสระ สาย *polypeptide* จึงสามารถมีรูปแบบที่ไม่เหมือนกันนับหมื่นชนิดได้

- โปroteinสามารถทำงานได้ต้องมีรูปร่าง (*conformation*) ที่เป็นลักษณะเฉพาะตัว
- โปroteinที่ทำงานได้ประกอบด้วย *polypeptide* 1 สายหรือมากกว่าซึ่งม้วนพับไปตามแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง *side chain* ของ *amino acid*
- รูปร่างของโปรตีนจึงขึ้นอยู่กับลำดับของ *amino acid* ที่เรียงกันอยู่

39

โครงสร้างของโปรตีนถูกแบ่งออกเป็น

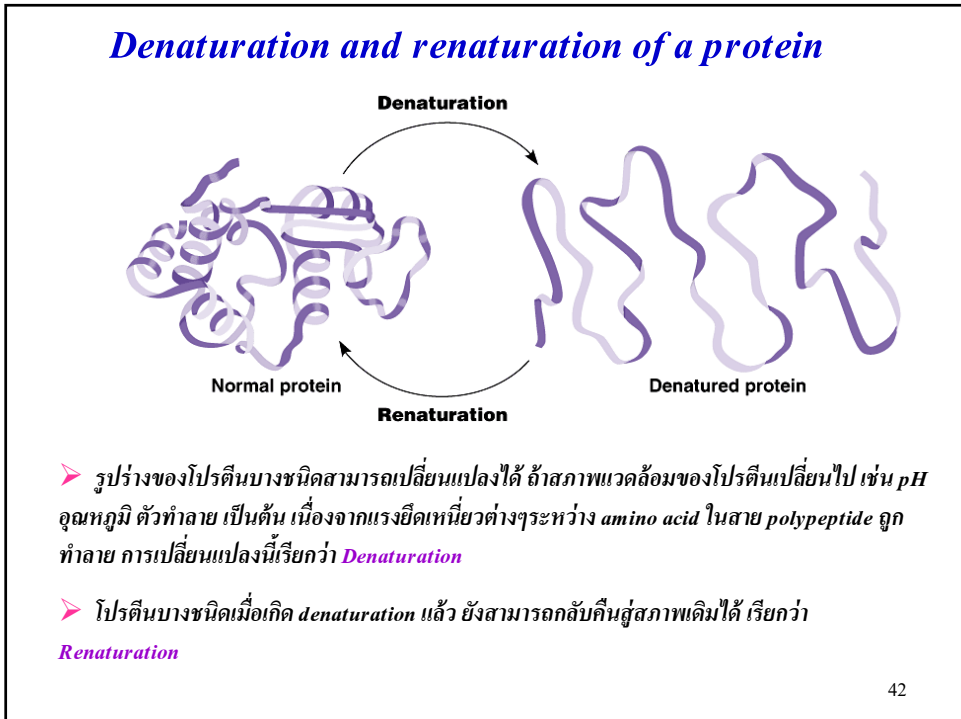
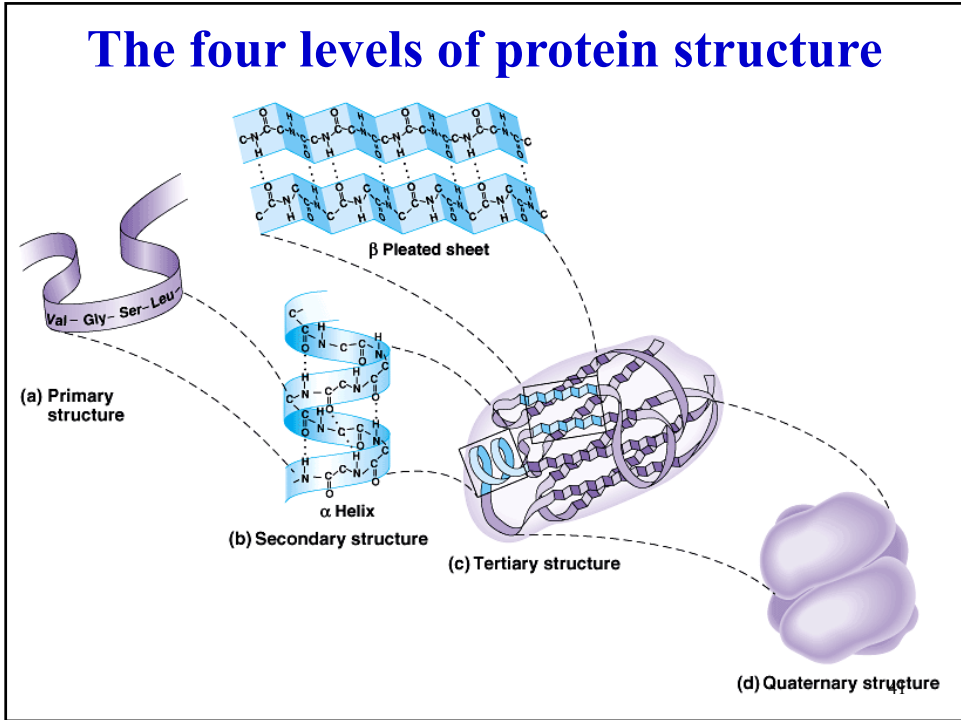
Primary structure

Secondary structure

Tertiary structure

Quaternary structure สำหรับโปรตีนที่ประกอบด้วย **polypeptide** มากกว่า 1 สาย

40



Nucleic acid
(Informational polymer)

43

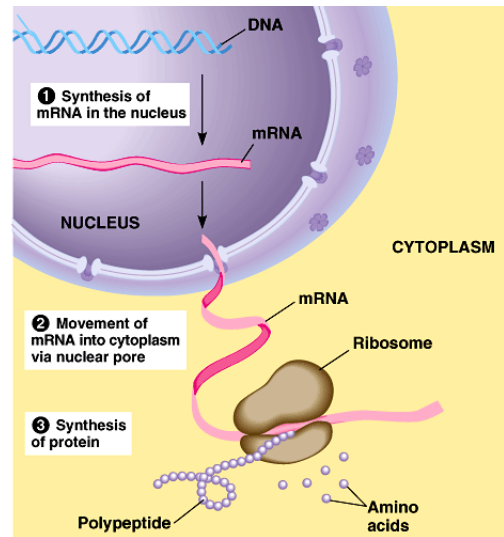
1. **Nucleic acid** เป็นแหล่งเก็บข้อมูลทางพันธุกรรมและถ่ายทอดลักษณะของสิ่งมีชีวิต

Nucleic acid มี 2 ชนิด ได้แก่

- **Ribonucleic acid (RNA)**
- **Deoxyribonucleic acid (DNA)**

44

DNA ถูกใช้เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์ **mRNA** ซึ่งถูกใช้เป็นตัวกำหนดในการสังเคราะห์โปรตีนอีกทอดหนึ่ง



DNA
↓
RNA
↓
protein

45

สิ่งมีชีวิตได้รับการถ่ายทอด **DNA** จากรุ่นพ่อแม่

- โมเลกุลของ **DNA** เป็นสายยาวมียืนเป็นจำนวนมากเป็นองค์ประกอบ
- **DNA** อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากสาเหตุต่างๆ เช่น ฤทธิ์ของสารเคมี หรือ รังสีจากสารกัมมันตรังสี
- การเปลี่ยนลำดับ **nucleotide** ใน **DNA** อาจมีผลให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้
- การเปลี่ยนแปลงลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงลำดับ **nucleotide** สามารถถ่ายทอดต่อไปยังรุ่นลูกได้

46

2. สายของ *nucleic acid* ประกอบด้วย *polymer* ของ *nucleotides*

แต่ละ *nucleotide* ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

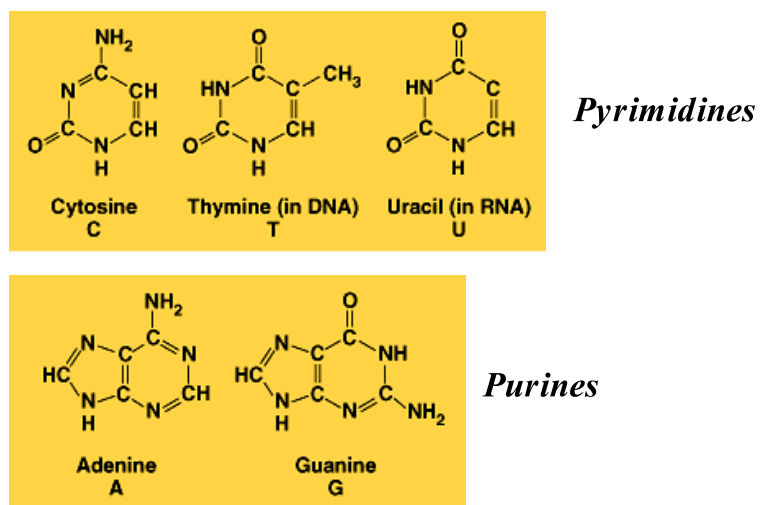
Nitrogen base

Pentose sugar

Phosphate group

47

Nitrogen base แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามโครงสร้างทางเคมี ได้แก่



48

ใน DNA และ RNA มีเบสอยู่ 4 ชนิดเท่านั้น

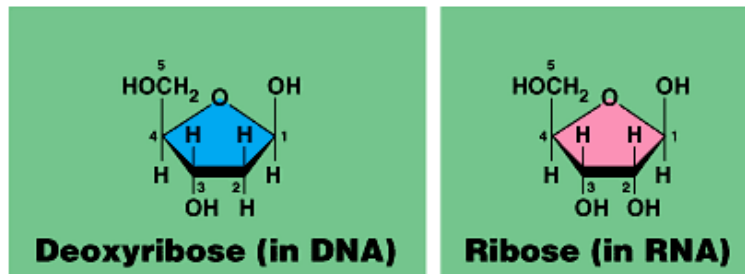
DNA มีเบส A, G, C, T

RNA มีเบส A, G, C, U

น้ำตาล pentose

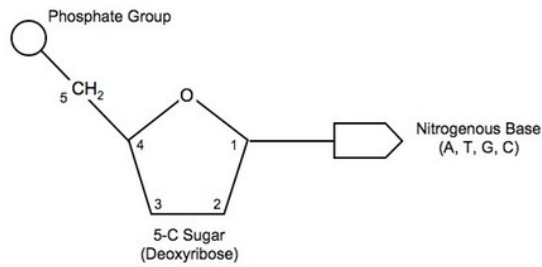
ใน RNA คือ ribose

ใน DNA คือ deoxyribose



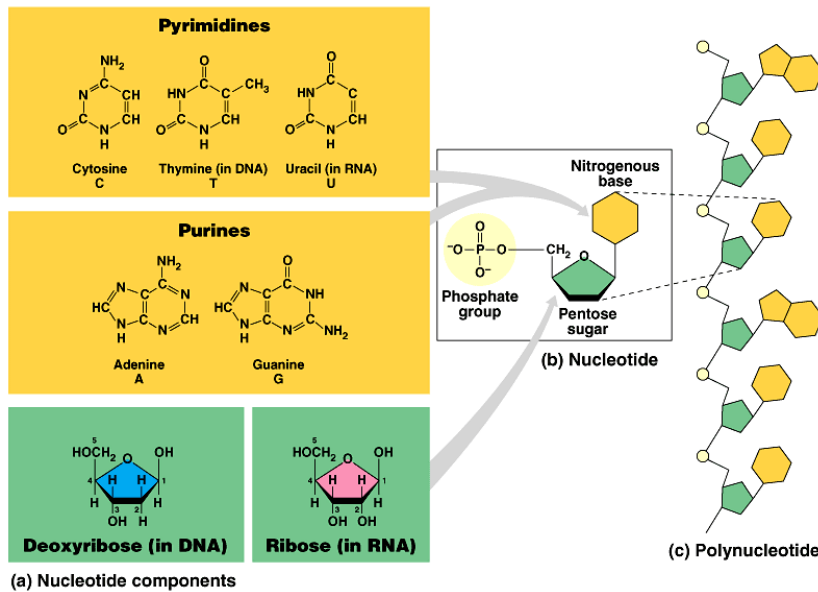
ตรงตำแหน่งอะตอมคาร์บอนที่ 5 (5') ของน้ำตาล *pentose* มีหมู่ *phosphate group* มาต่อ

รวมเรียก *pentose + nitrogen base + phosphate group* ว่า *nucleotide*



51

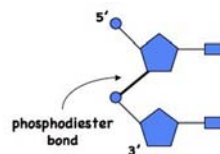
The components of nucleic acids



52

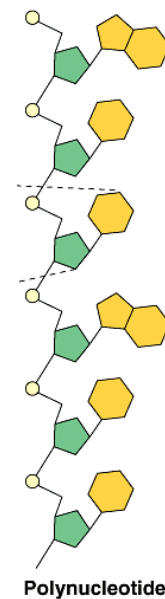
➤ *Nucleotide* หลายโมเลกุลมาเชื่อมต่อกัน ได้สายยาวของ *polynucleotide* ที่มีหมู่ *phosphate* และ *pentose* เรียงต่อกันเป็นสาย โดย *nitrogen base* ยื่นออกมาจากส่วนยาวของ *nucleic acid*

➤ *Bond* ที่มาเชื่อมต่อระหว่าง *nucleotide* 2 โมเลกุล เรียกว่า *Phosphodiester linkage*



➤ ลำดับของ *nitrogen base* บนสาย *DNA* หรือ *mRNA* มีลักษณะเฉพาะตัว

➤ ลำดับของ *base* ในยีนจะเป็นตัวกำหนดลำดับของ *amino acid* ของ *polypeptide* ของโปรตีน



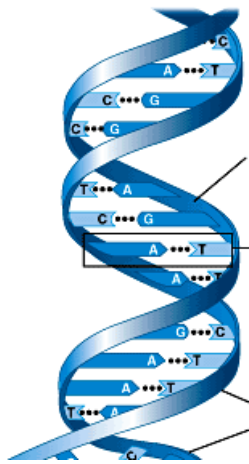
53

3. การถ่ายทอดลักษณะทางกรรมพันธุ์เกิดขึ้น เนื่องจาก *DNA* มีการจำลองตัวเอง

➤ *RNA* ประกอบด้วยสาย *polynucleotide* เพียงสายเดียว

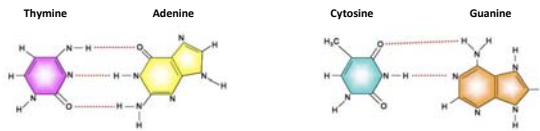
➤ *DNA* ประกอบด้วยสาย *polynucleotide* 2 สายเรียงต่อขนานกัน และมีโครงสร้างเป็นเกลียว เรียกว่า *double helix*

54

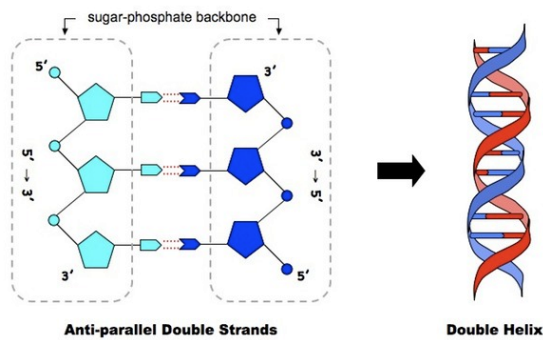


➤ สายทั้งสองของ DNA มีการเรียงตัว
สลับปลายกัน คือ ปลายด้าน 5' ของ DNA
สายหนึ่งจะเข้ากับปลายด้าน 3' ของอีก
สายหนึ่ง โดยยึดติดกันด้วย H-bond
ระหว่าง A กับ T และ G กับ C (ดังรูป)

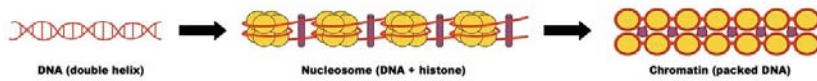
➤ ลักษณะการเข้าคู่กันของ base เรียกว่า
complementary



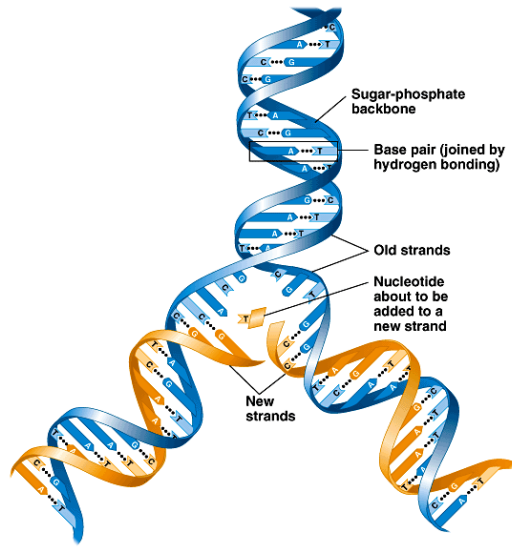
Structure of the Double Helix



Arrangement of DNA into Chromosomes



The DNA double helix and its replication

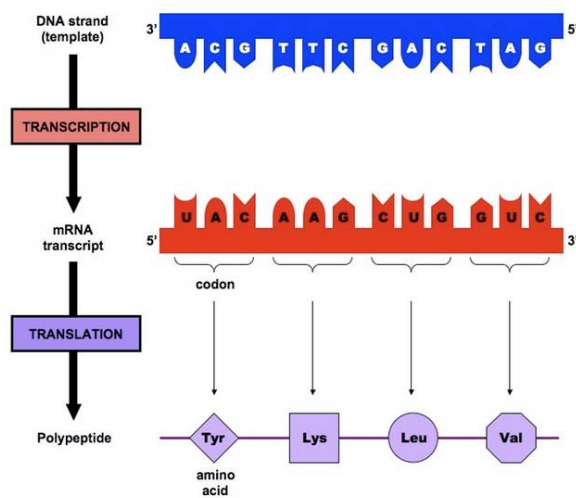


เมื่อเซลล์จะมีการแบ่งตัว
DNA จะจำลองตัวเอง และ
ถ่ายทอดต่อไปให้เซลล์ใหม่
การสร้าง **DNA** โมเลกุลใหม่
เรียกว่า

DNA replication

57

The Role of DNA and RNA in Protein Synthesis



วิตามิน (Vitamin)

- กลุ่มของสารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตให้เป็นปกติอยู่ได้
- วิตามินร่างกายต้องการเพียงเล็กน้อย แต่เนื่องจากร่างกายสังเคราะห์ไม่ได้จึงต้องได้รับจากอาหาร
- ควบคุมการทำงานต่างๆในร่างกายให้เป็นปกติ ไม่ให้พลังงาน
- แบ่งออกเป็น 2 ประเภท
 - วิตามินที่ละลายในน้ำ เป็นวิตามินที่ประกอบด้วยธาตุ CHO และธาตุอื่นๆ เช่น $NSCo$ ได้แก่ วิตามิน BC
 - วิตามินที่ละลายในไขมัน เป็นวิตามินที่ประกอบด้วยธาตุ CHO เท่านั้น ได้แก่ วิตามิน $ADEK$

59

วิตามินแต่ละประเภทแบ่งออกเป็นย่อยๆได้อีกหลายประเภท ที่พบมากที่สุดคือ วิตามิน บี รวม (B complex)

ประโยชน์ของวิตามินที่มีต่อร่างกาย

1. ช่วยในการควบคุมอวัยวะต่างๆของร่างกายให้ทำหน้าที่ปกติ
2. ช่วยบำรุงผิวพรรณ ผม เหงือก และตาให้ดูสวยงามและสดชื่น
3. ช่วยสร้างเซลล์ให้เจริญเติบโตและเพิ่มความต้านทานโรคของร่างกาย

60

ตารางแสดงประโยชน์ของวิตามิน		
ชนิดของวิตามิน	แหล่งอาหาร	ความสำคัญ
วิตามิน เอ (retinol)	ตับไข่แดง น้ำมันตับปลา มะละกอสุก มันเทศ มะม่วงสุก	-ช่วยบำรุงสายตา ผิวหนัง กระดูกและฟัน ถ้าขาดไม่สามารถมองเห็นแสงที่สลัวๆ ตาแห้ง ผิวหนังแห้ง
วิตามิน ดี (calciferol)	เนื้อ ตับ ปลา น้ำมันตับปลา ไข่ นม	-ช่วยรักษาระดับแคลเซียมและฟอสฟอรัสในร่างกาย -ช่วยดูดซึมแคลเซียมและฟอสฟอรัสเพื่อสร้างกระดูกและฟัน ถ้าขาดเป็น เป็นโรคกระดูกอ่อน
วิตามิน อี (tocopherol)	ผักใบเขียว น้ำมันพืช ถั่วชนิดต่างๆ	-ช่วยให้เม็ดเลือดแดงแข็งแรง -ช่วยป้องกันการเป็นหมัน ถ้าขาด เป็นหมันง่าย แห้งง่ายเม็ดเลือดแดงแตก
วิตามิน เค (naphthoquinone)	ผักขม กะหล่ำปลี มะเขือเทศ ถั่วเหลือง เนื้อหมู ตับ	-ช่วยให้เลือดแข็งตัว ถ้าขาด เลือดแข็งตัวช้า เลือดไหลไม่หยุด

61

ชนิดของวิตามิน	แหล่งอาหาร	ความสำคัญ
วิตามิน บี 1 (thiamine)	ข้าวซ้อมมือ เนื้อหมู ตับ ไข่ ถั่ว มันเทศ	-บำรุงประสาทและหัวใจ ถ้าขาด เป็นโรคเหน็บชา เบื่ออาหาร การเจริญเติบโตหยุดชะงัก
วิตามิน บี 2 (riboflavin)	เนื้อสัตว์ ตับ นม ยีสต์	-การเจริญเติบโตเป็นปกติ ผิวหนัง ลื่น ตา มีสุขภาพดี ถ้าขาดเป็นปากนกกระจอก ผิวหนังแตก ลื่นเป็นแผล
วิตามิน บี 5 (pantothenic acid)	เนื้อสัตว์ ตับ นม ยีสต์	-เป็นส่วนประกอบของโคเอนไซม์ ถ้าขาด อ่อนเพลีย ผิวหนังแห้ง ประสาทหลอน
วิตามิน บี 6 (pyridoxal phosphate)	เนื้อสัตว์ ตับ ผักเขียว ถั่วเหลือง	-ช่วยในการทำงานของระบบย่อยอาหาร ถ้าขาด จะบวมตามร่างกาย ประสาทเสื่อมผรม่วง
วิตามิน บี 12 (cyanocobalamin)	เนื้อสัตว์ ตับ ผักเขียว ถั่วเหลือง	ถ้าขาด เป็นโรคโลหิตจาง เจ็บลิ้นและปาก ไข่สันหลังเสื่อม
วิตามิน ซี (ascorbic acid)	ผลไม้รสเปรี้ยว	-รักษาสุขภาพเหงือกและฟัน หลอดเลือดแข็งแรง ถ้าขาดโรคเลือดออกตามไรฟัน เส้นเลือดฝอยประ

สารอนินทรีย์ (Inorganic Substance)

1. น้ำ (Water)
2. แร่ธาตุหรือเกลือแร่ (Mineral)

63

น้ำ (water)

ร่างกายของคนประกอบด้วยน้ำประมาณร้อยละ 65 ในสมองมีน้ำอยู่ถึงร้อยละ 80 แต่ในกระดูกมีน้ำเพียงร้อยละ 25 เท่านั้น ร่างกายต้องการน้ำวันละประมาณ 3 ลิตร ร่างกายได้น้ำในรูปของน้ำดื่ม น้ำในผัก ผลไม้ และอาหารอื่นๆ ที่กินเข้าไป ความสำคัญของน้ำ

64

แร่ธาตุ (mineral)

ในร่างกายคนเราส่วนใหญ่จะประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน ซึ่งเมื่อรวมกันจะมีประมาณถึง 95-96% ของน้ำหนักร่างกาย ส่วนที่เหลือประมาณ 4-5% ของน้ำหนักตัวจะเป็นพวกแร่ธาตุอื่นๆ ดังนั้นเกลือแร่ต่างๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต ก็คือ ส่วนของแร่ธาตุประมาณ 4-5% ของน้ำหนักร่างกายนี้เอง แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. ธาตุที่มีปริมาณมาก (Macro nutrient elements) คือ ธาตุที่มีอยู่ในร่างกายมากกว่า 0.01% ของน้ำหนักร่างกายมี 7 ชนิด คิดเป็น 60-80% ของแร่ธาตุทั้งหมดที่มีอยู่ในร่างกาย คือ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม กำมะถัน โซเดียม คลอรีน แมกนีเซียม

65

2. ธาตุที่มีปริมาณน้อย (Micro nutrient elements) เป็นพวกที่ร่างกายต้องการเพียงเล็กน้อย แต่มีความจำเป็นร่างกายจำเป็นต้องได้รับแร่ธาตุเหล่านี้ จึงเรียกธาตุเหล่านี้ว่าเป็นธาตุที่มีปริมาณน้อยมาก แต่จำเป็น (essential trace elements) ซึ่งมีน้อยกว่า 0.005% ของน้ำหนักร่างกาย คือ เหล็ก สังกะสี แมงกานีส ทองแดง ไอโอดีน โมลิบดีนัม โคบอลต์ ฟลูออรีน เซลีเนียม

3. ธาตุที่มีอยู่น้อยมาก และยังไม่รู้หน้าที่ที่แท้จริง ได้แก่ อะลูมิเนียม โบรอน โครเมียม แคลเซียม ซิลิกอน แวนาเดียม

66

เอกสารอ้างอิง

ชีววิทยาพื้นฐาน, 2540, ประดิษฐ์ เหล่าเนตร. สำนักพิมพ์แม็ค.

หลักชีววิทยา, 2548, สิริภัทร์ พรหมณีย์. สำนักพิมพ์ มก.

ชีววิทยา, 2554, ธนวรรณ พาณิชพัฒน์. สำนักพิมพ์ โอ เอส พรินติ้ง เฮาส์.