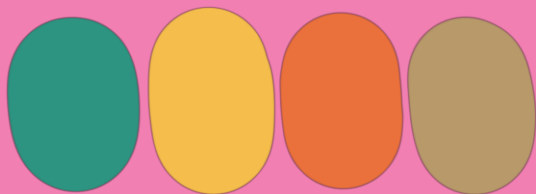


โปรตีน





โปรตีน (protein) : C - H - O - [N]

หน่วยย่อย (monomer)

☐ เป็นสารโมเลกุลขนาดใหญ่ประกอบด้วยกรดอะมิโน (amino acid) มาเชื่อมต่อกัน



☐ ประกอบด้วยอะตอมของธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน

เป็นสายพอลิเพปไทด์

☐ อะมิโนทุกชนิดประกอบด้วย อะตอมไฮโดรเจน หมู่อะมิโน หมู่อาร์บอกลิล

หมู่อาร์บอกลิล

พันธะไฮโดรเจน

☐ ซึ่งเชื่อมต่อกันที่คาร์บอนอะตอมเดียวกัน และมีหมู่อะมิโนที่เชื่อมต่อกับคาร์บอนอะตอมนี้ที่เรียกว่า หมู่อาร์บอกลิล ซึ่งกรดอะมิโนแต่ละชนิดจะมีหมู่อาร์บอกลิลแตกต่างกัน เช่น ไกลซีน อะลานีน ซิสเทอีน

โปรตีน





คาร์โบ : หมู่ฟังก์ชัน -OH (ไฮดรอกซิล) และ ออกซิไฮดร



โครงสร้างของกรดอะมิโน

กรดอินทรีย์ ที่มีหมู่ฟังก์ชัน คาร์บอกซิล (-COOH) และหมู่อะมิโน (-NH₂)
เกาะอยู่บนคาร์บอนอะตอมเดียวกัน



ข้อควรจำ กรดอะมิโน จะแตกต่างกันที่ R หรือหมู่แอลคิล

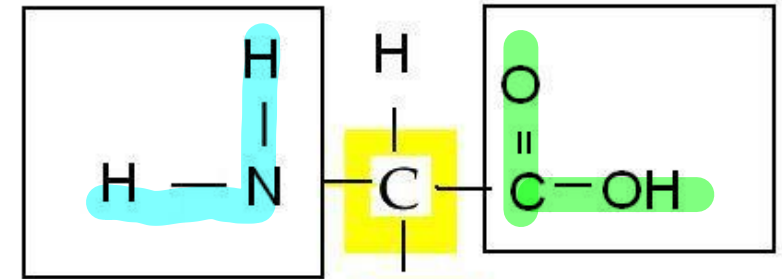


CH คือ แกนกลาง
NH₂ คือ กลุ่มเอมีน

R คือ กลุ่ม แอลคิล
COOH คือ กลุ่มคาร์บอกซิล

amino group

หมู่คาร์บอกซิล
carboxylic group



NH₂

R

ทำให้ กรดอะมิโน
มีความแตกต่างกัน

R = side chain, หมู่ R, หมู่แอลคิล

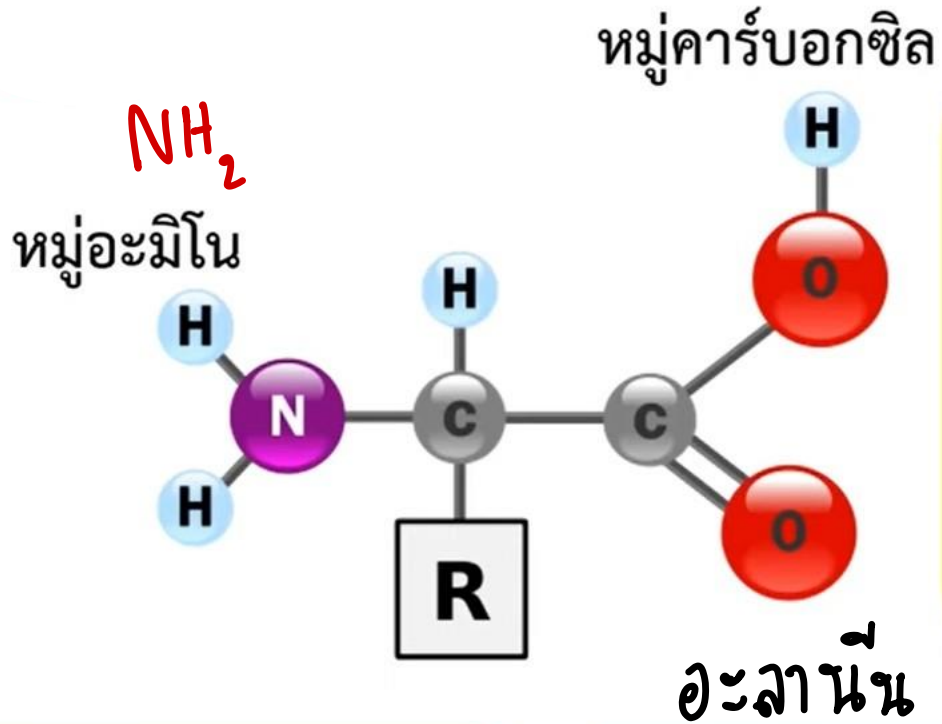


โครงสร้างของกรดอะมิโน

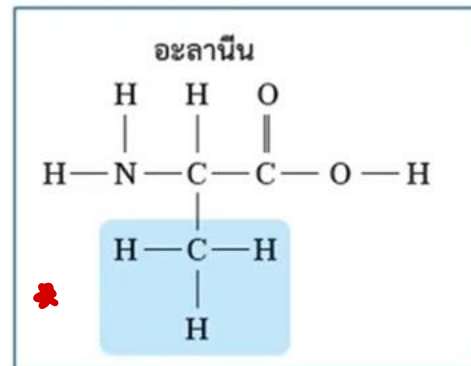
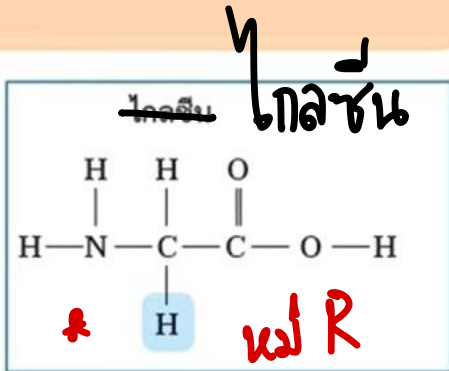


โปรตีน (Protein)

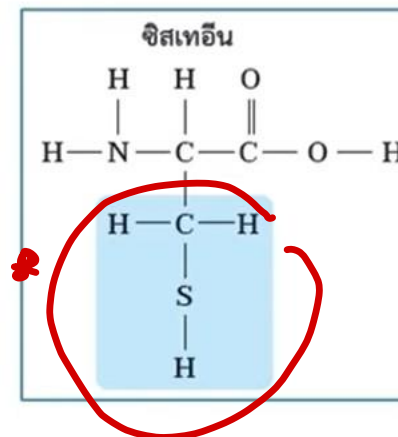
ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักของโปรตีน : C, H, O, N
 ประกอบด้วยกรดอะมิโนเป็นหน่วยย่อย (monomer)
 มาเรียงต่อกันเป็นสายยาวจับกันด้วยพันธะเพปไทด์
 (peptide bond) * = พันธะ
 (กรดอะมิโนประกอบด้วยหมู่ะมิโนและหมู่คาร์บอกซิล
 ต่อกับโมเลกุลของไฮโดรคาร์บอน)



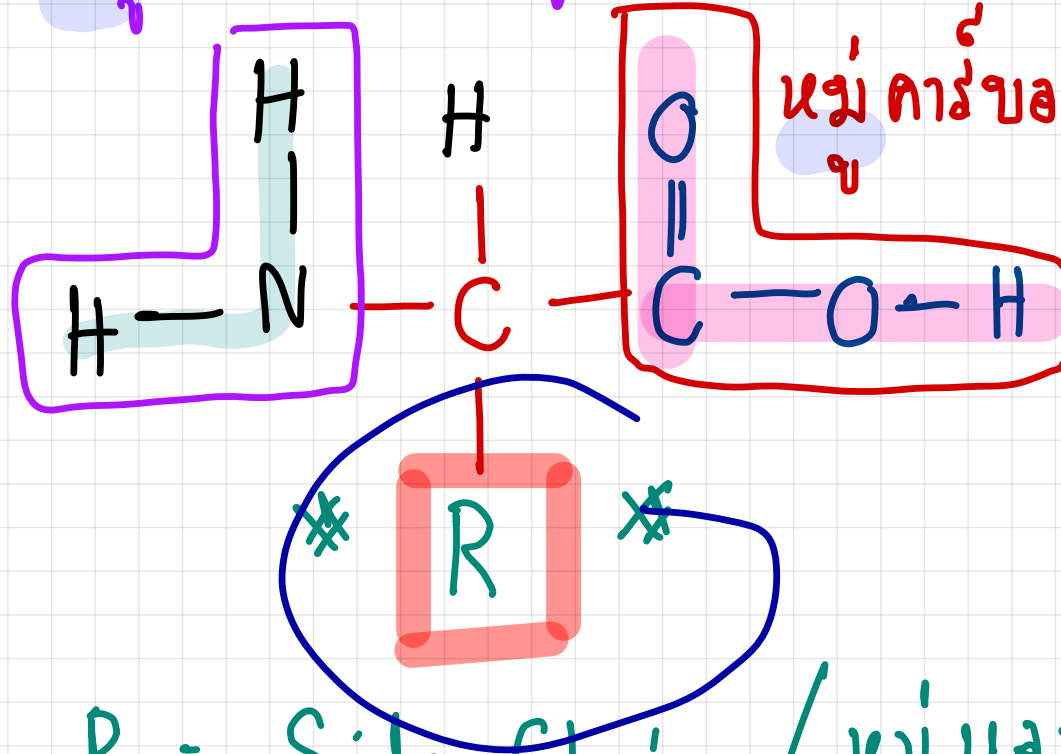
ตัวอย่างกรดอะมิโน



ซิสเทอีน



หมู่เอะมิโน (หมู่ฟังก์ชัน)



R = Side Chain / หมู่แอลคิล / หมู่ R

- โครงสร้างกรดอะมิโน -

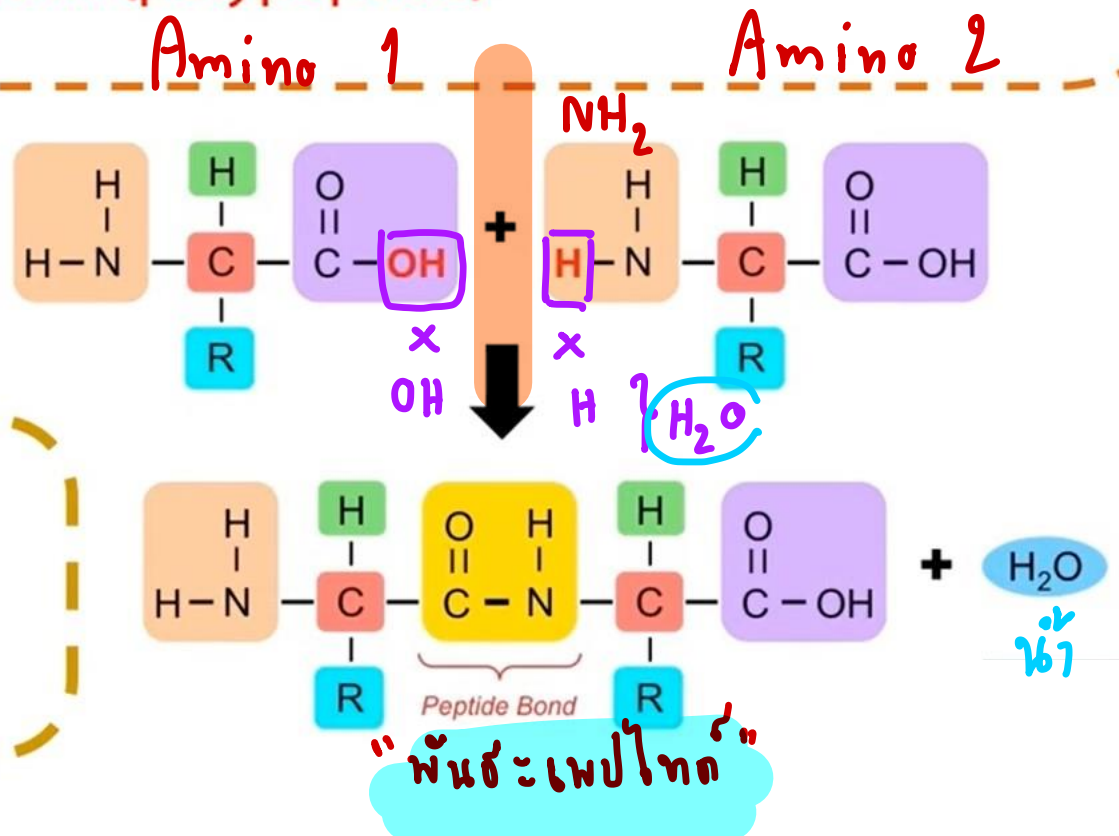
โปรตีน (Protein)

โปรตีน ประกอบด้วยกรดอะมิโนหลาย ๆ โมเลกุลเชื่อมต่อกันด้วย **peptide bond** เป็นสายยาว เรียกว่า **พอลิเพปไทด์ (polypeptide)**

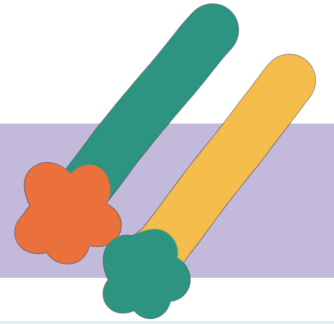
พันธะเพปไทด์ (peptide bond)

amino group + carboxyl group

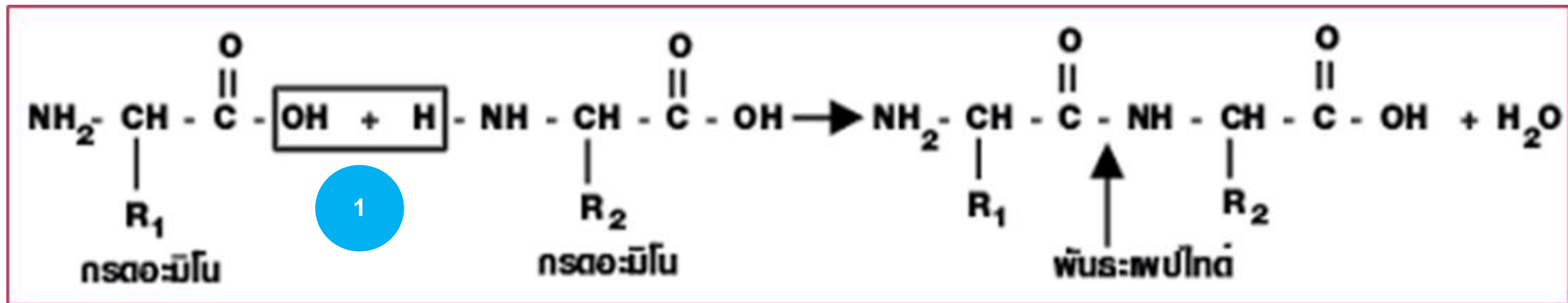
เป็นพันธะที่เชื่อมต่อกกรดอะมิโน โดยอาศัยการรวมตัวของ **หมู่คาร์บอกซิลกับหมู่อะมิโน** จากการเชื่อมต่อกัน จะได้สายของกรดอะมิโนและได้น้ำ 1 โมเลกุล



พันธะเพปไทด์



พันธะที่เชื่อมระหว่างโมเลกุลกรดอะมิโน เกิดจากคาร์บอนอะตอม
ในหมู่คาร์บอกซิล ($-\text{COOH}$) ของกรดอะมิโนโมเลกุลหนึ่งทำพันธะกับไนโตรเจนอะตอมในหมู่อะมิโน ($-\text{NH}_2$) ของกรดอะมิโนอีกโมเลกุลหนึ่ง



✗ ✗ ในหนังสือมี **หน้า 89**
✗ ✗ กรดอะมิโนจำเป็น ✗ ✗

กรดอะมิโนจำเป็น	กรดอะมิโนไม่จำเป็น
เมไทโอนีน (Methionine) Met.	แอสพาราจีน (Asparagine)
ทรีโอนีน (Threonine)	ซิสเทอีน (Cysteine)
ทริปโตเฟน (Tryptophan)	กลูตามีน (Glutamine)
วาลีน (Valine)	โพรลีน (Proline)
ไอโซลิวซีน (Isoleucine)	ไทโรซีน (Tyrosine)
ลิวซีน (Leucine)	อะลานีน (Alanine)
ฟีนิลอะลานีน (Phenylalanine)	กรดแอสพาร์ติก (Aspartic acid)
ไลซีน (Lysine)	กรดกลูตามิก (Glutamic acid)
อาร์จินีน (Arginine)	ไกลซีน (Glycine)
ฮิสทีดีน (Histidine)	ซีรีน (Serine)

โปรตีน (Protein)

● กรดอะมิโนมี 20 ชนิด , ร่างกายสร้างไม่ได้

- 1. กรดอะมิโนจำเป็น (Essential amino acid)
ร่างกายจะไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ ต้องได้รับจาก
การรับประทานอาหารต่าง ๆ รวมไปถึงอาหารเสริม

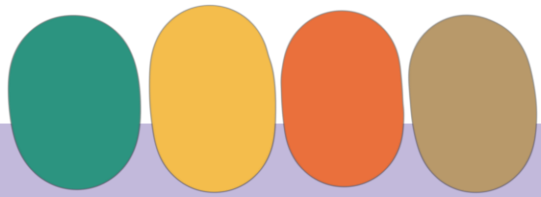
● 8 ชนิด สำหรับผู้ใหญ่

- 10 ชนิด สำหรับทารกและเด็ก

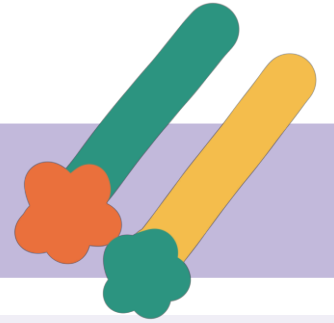
แถม ๆ ♡ (เพิ่ม ♡ Arginine และ ♡ histidine) **อาร์จินีน/ฮิสทีดีน**

- 2. กรดอะมิโนไม่จำเป็น (Nonessential amino acid)
ร่างกายสามารถสร้างขึ้นเองได้ มี 10 ชนิด

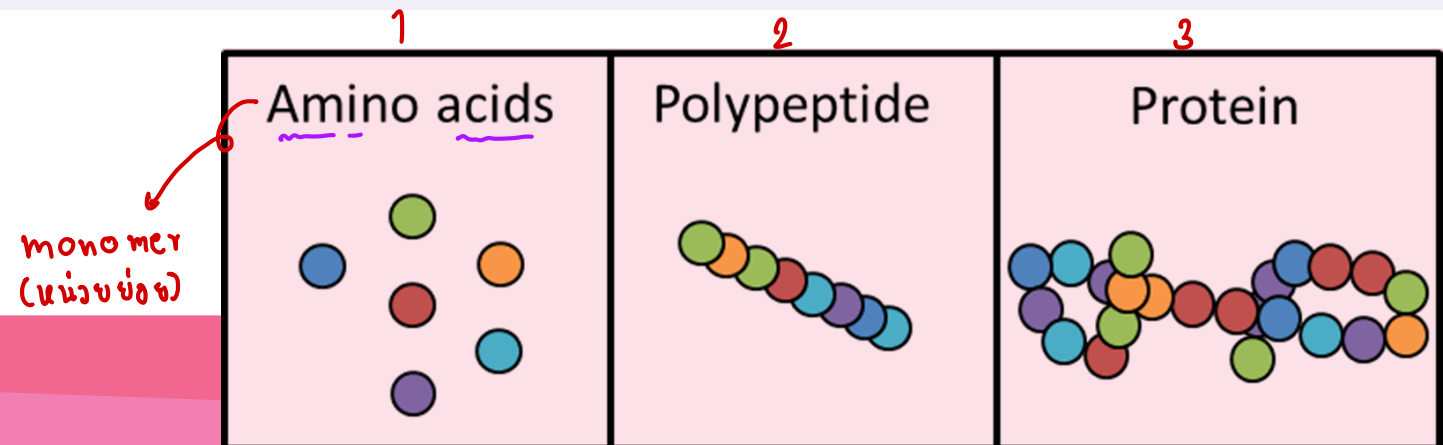
● ถ้าในผู้ใหญ่ มี 12 ชนิด

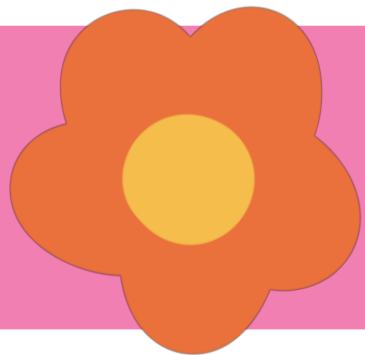


โครงสร้างของกรดอะมิโน



กรดอะมิโนแต่ละหน่วยเชื่อมต่อกันเป็นสายเพปไทด์ ด้วยพันธะโคเวเลนต์ระหว่างหมู่เอมิโนของกรดอะมิโนโมเลกุลหนึ่งกับหมู่คาร์บอกซิลของกรดอะมิโนโมเลกุลหนึ่ง เรียกพันธะนี้ว่าพันธะเพปไทด์ (peptide bond) โดยเรียกชื่อเพปไทด์ตามจำนวนกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบ เช่น เรียกเพปไทด์ที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 2 หรือ 3 หน่วยเชื่อมต่อกันว่า ไดเพปไทด์ หรือไตรเพปไทด์ เรียกเพปไทด์ที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนจำนวนมากเชื่อมต่อกันเป็นสายยาว **พอลิเพปไทด์ (polypeptide)**





ประเภทของกรดอะมิโน



1. กรดอะมิโนจำเป็น

- ☐ ร่างกายสังเคราะห์ไม่ได้ ต้องได้รับจากสารอาหารเท่านั้น
- ☐ จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและพัฒนาการต่างๆของร่างกาย

• วัยผู้ใหญ่ 8 ชนิด

- ลิวซีน
- ไอโซลิวซีน
- ไลซีน
- เมไทโอนีน Met.
- ฟีนิลอลานีน
- ทรีโอนีน
- ทรีปโตเฟน
- วาลีน

• วัยเด็ก 10 ชนิด

• วัยผู้ใหญ่ 8 ชนิด

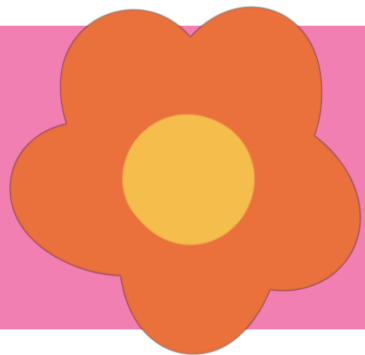


อาร์จินีน



ฮิสทีดีน





ประเภทของกรดอะมิโน

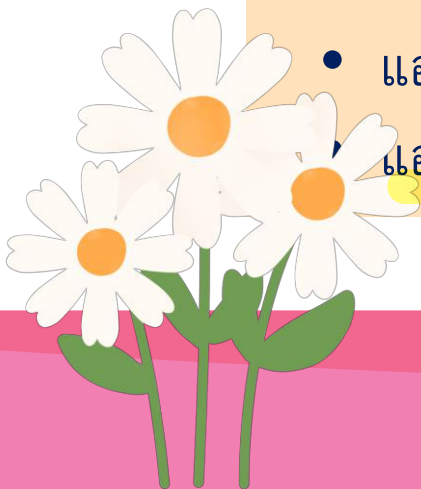
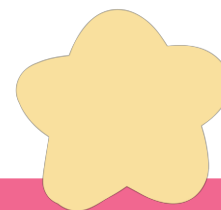


2. กรดอะมิโนไม่จำเป็น

□ ร่างกายสังเคราะห์ได้ ต้องได้รับจากสารอาหารเท่านั้น

- ไกลซีน
- อะลานีน
- โพรลีน
- แอสพาราจีน
- แอสพาร์ติก

- ซิสเทอีน
- กลูตามิก
- กลูตามีน
- ซีรีน
- ไทโรซีน



ประเภทของโปรตีน

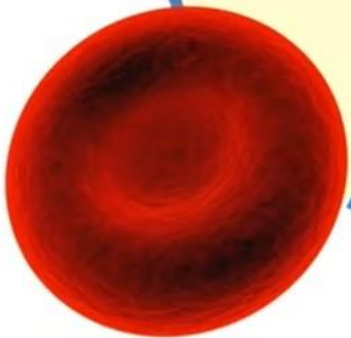
จำแนกตามสมบัติทางเคมี

1 โปรตีนเชิงเดี่ยว (simple protein)

ประกอบด้วยกรดอะมิโนเพียงอย่างเดียว

โดยไม่มีสารอื่นมาเจือปน เช่น

- ★ อัลบูมิน (albumin) ในไข่ขาว
- ★ เคราติน (keratin) ในผม
- ★ โกลบูลิน (globulin) ในเม็ดเลือดแดง



ประเภทของโปรตีน

จำแนกตามสมบัติทางเคมี

2 โปรตีนเชิงประกอบ (compound protein)

เป็นโปรตีนที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนและมีสารอื่นมาเชื่อมต่อ
ในโครงสร้างด้วย เช่น

★ ฮีโมโกลบิน (hemoglobin) ในเม็ดเลือดแดงประกอบด้วย

ตัวเชื่อม : ฮีเม (heme) กับโกลบูลิน (globulin) → เป็นโปรตีน :

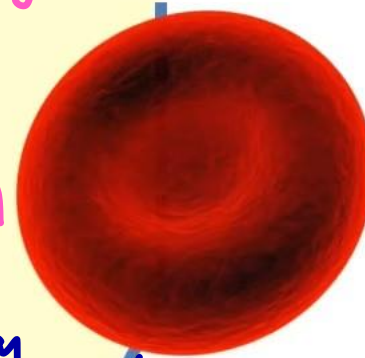
★ เคซีน (casein) ในน้ำนมประกอบด้วย กรดฟอสฟอริก
(phosphoric) กับโปรตีน

ลิโปโปรตีน (lipoprotein) เป็นโปรตีน
ที่สร้างสารประกอบเชิงซ้อนกับไขมัน

ไลโซ, ลิโซ : ลิพิด

↓
กลุ่มไขมัน

เชิงประกอบ
ฮีเม ♥ โกลบูลิน
↓
ฮีโมโกลบิน

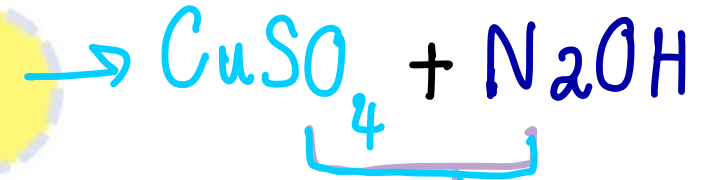


การทดสอบโปรตีน

Bi = 2 Violet



การทดสอบไบยูเรต (Biuret reaction)



ม่วงอ่อน *

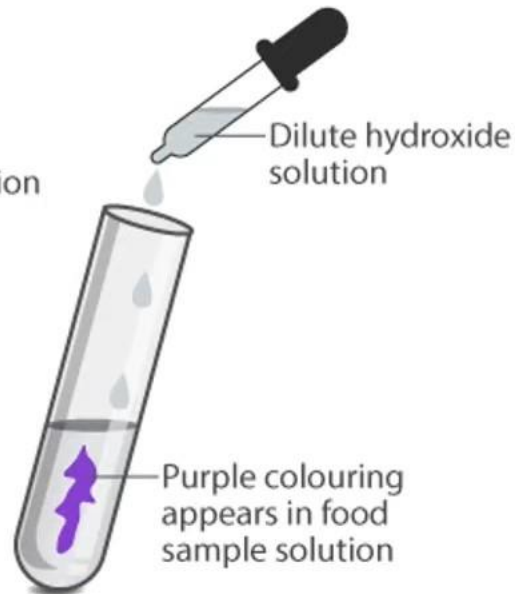
สส. ไบยูเรต (สีฟ้า)

ม่วง (มีโปรตีน)

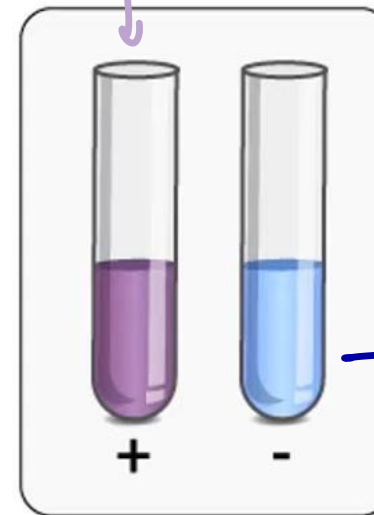
ไม่มีโปรตีน



(a)



(b)



การทดสอบ สารอาหาร

สารอาหาร	สารละลายทดสอบ	ผลที่ได้
1. แป้ง	ไอโอดีน	สีน้ำตาล → น้ำเงินเข้ม
2. น้ำตาล	เบเนดิกต์ (นำไปต้ม)	สีฟ้า → เขียว, เหลือง, ส้ม, แดง แอมโมเนีย, สีน้ำตาล (น้อย → มาก)
3. โปรตีน	ไบยูเรต	สีฟ้า → ม่วงอ่อน

ทดสอบ

สารละลาย

แป้ง $\rightarrow$ ไอโอดีน : สีนํ้าตาล $\rightarrow$ สีนํ้าเงิน (+) $\checkmark$

นํ้าตาล $\rightarrow$ เบเนดิกซ์ (ต้มด้วย) : สีฟ้า $\rightarrow$ ตะกอน สีแดงอิฐ
mmmm

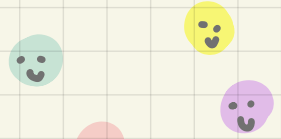
โปรตีน $\rightarrow$ ไบยูเรต

$\downarrow$
เขียว

ไขมัน $\rightarrow$ เอทานอล $\checkmark$ + นํ้า

เอทานอล X

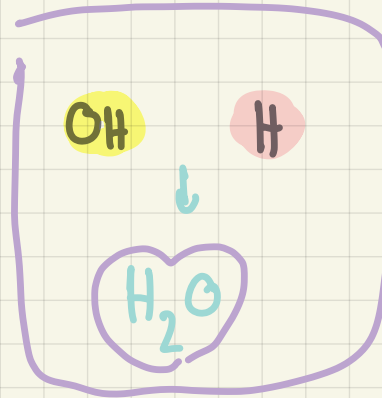
โปรตีน :: (ทุกการสร้างพันธะเกิด H_2O นะจ๊ะ)

 = Amino Acid

 พันธะเพปไทด์

= Dipeptide

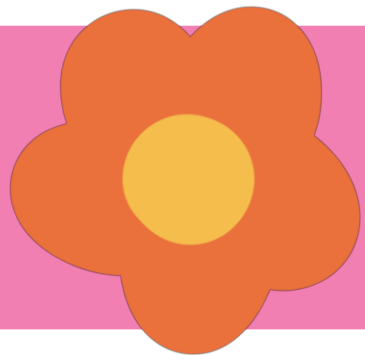
ดูพันธะ:



 = Tripeptide

 = Polypeptide



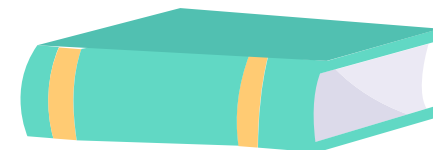


โครงสร้างของโปรตีน



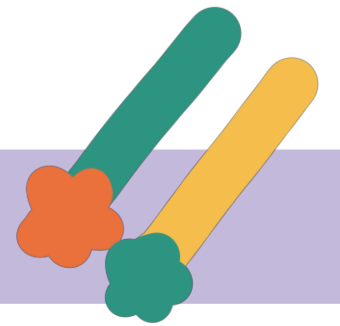
สามารถแบ่งโครงสร้างโปรตีนออกเป็น 4 ระดับ

1. **โครงสร้างปฐมภูมิ (primary structure)** กรดแอมิโนมาเรียงต่อกันเป็นสายพอลิเพปไทด์ 1 สาย ซึ่งโปรตีนแต่ละชนิดจะมีจำนวนและลำดับของกรดแอมิโนที่จำเพาะ
2. **โครงสร้างทุติยภูมิ (secondary structure)** เกิดจากการสร้างพันธะไฮโดรเจนของกรดแอมิโนทำให้สายพอลิเพปไทด์ที่มีโครงสร้างบิดเป็นเกลียวหรือแผ่น
3. **โครงสร้างตติยภูมิ (tertiary structure)** เกิดจากโครงสร้างทุติยภูมิพับม้วนเข้าหากันโดยอาศัยแรงยึดเหนี่ยว เช่น แรงไฮโดรโฟบิก พันธะไฮโดรเจน พันธะไอออนิก
4. **โครงสร้างจตุรภูมิ (quaternary structure)** มีการรวมตัวของพอลิเพปไทด์มากกว่า 1 สาย เช่น ฮีโมโกลบิน ประกอบด้วยพอลิเพปไทด์ 4 สาย

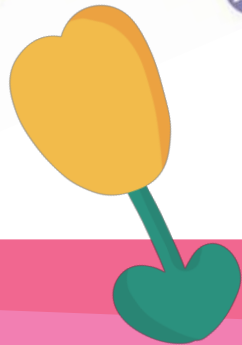


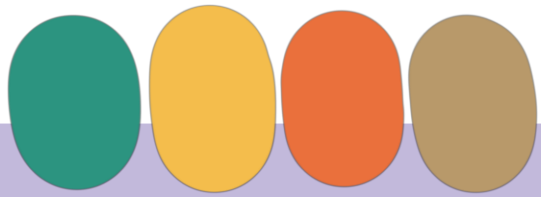


โครงสร้างปฐมภูมิ (primary structure)

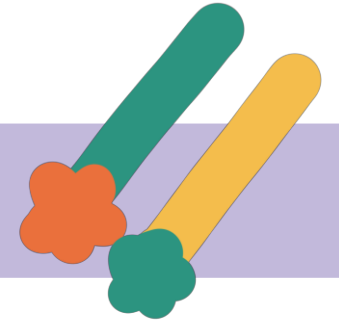


กรดอะมิโนมาเรียงต่อกันเป็นสายพอลิเพปไทด์ 1 สาย ซึ่งโปรตีนแต่ละชนิดจะมีจำนวนและลำดับของกรดอะมิโนที่จำเพาะ

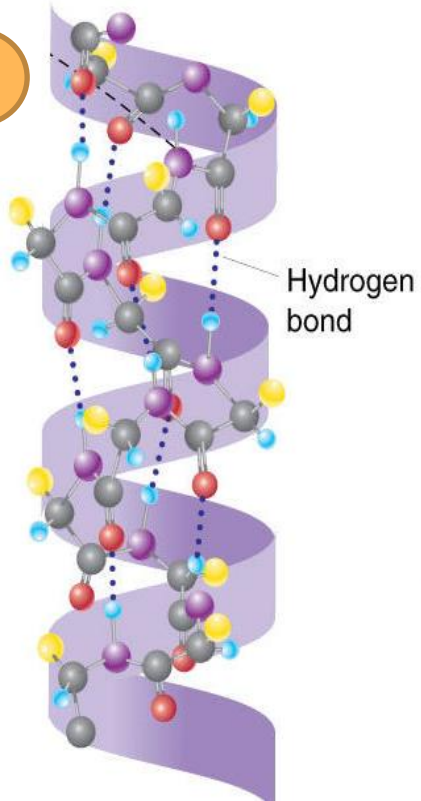




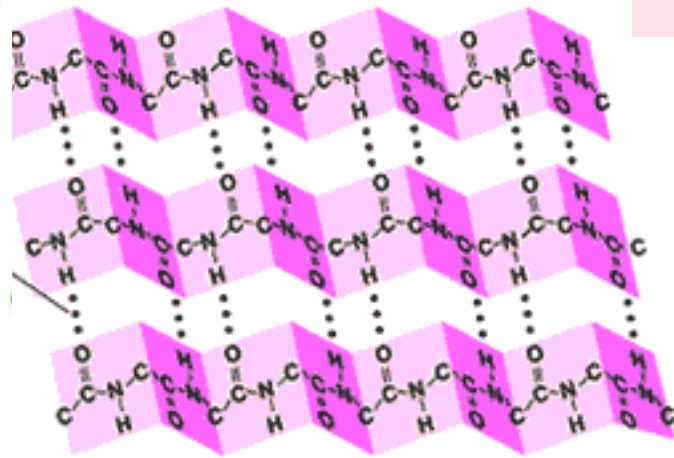
2. โครงสร้างทุติยภูมิ (secondary structure)



1

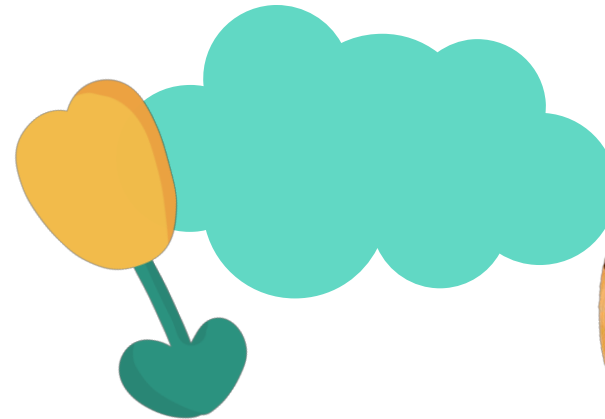


2



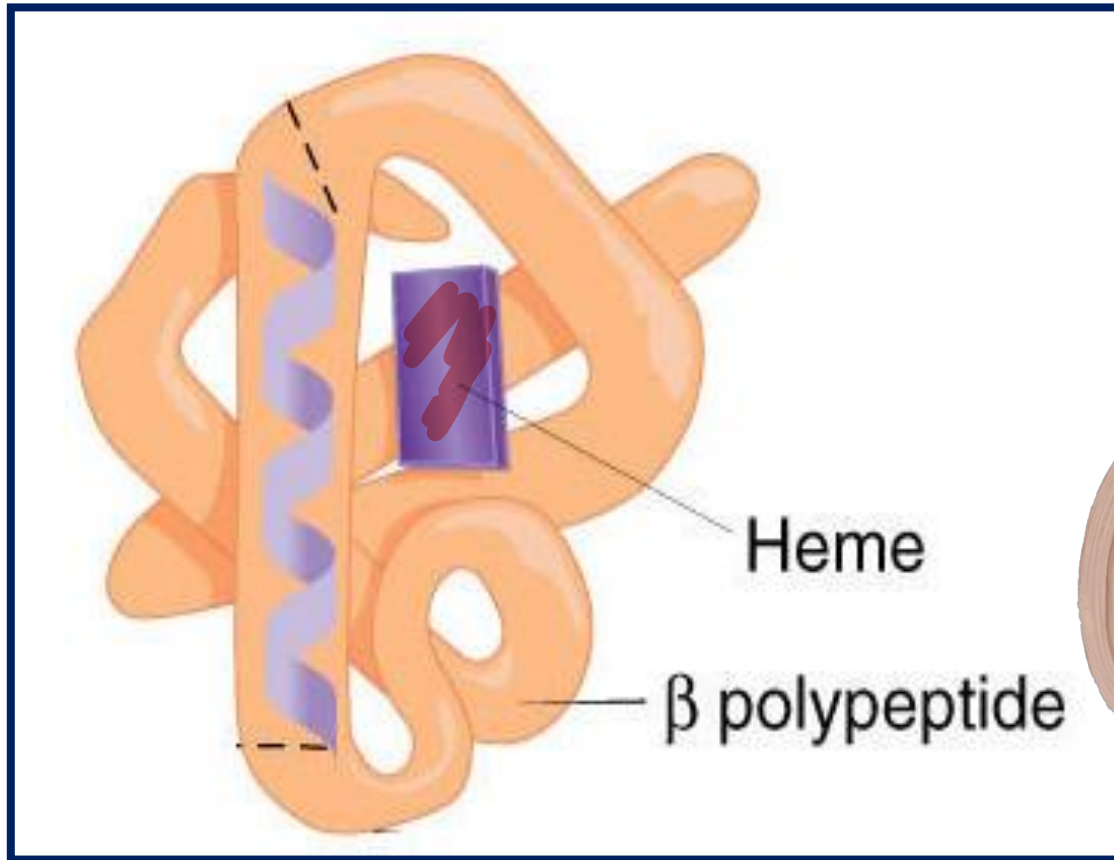
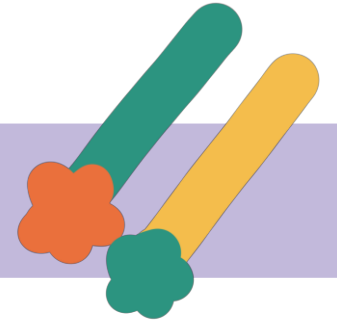
แผ่นพืดบีต้า

เกิดจากการ**สร้างพันธะไฮโดรเจน**ของกรดแอมิโนทำให้สายพอลิเพปไทด์ที่มีโครงสร้างบิดเป็นเกลียวหรือแผ่น





โครงสร้างตติยภูมิ (tertiary structure)

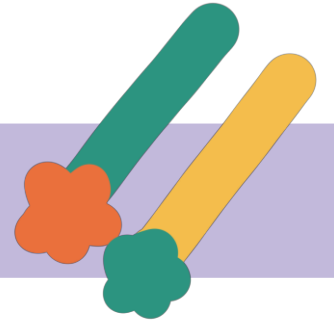


เกิดจากโครงสร้างทุติยภูมิพับม้วนเข้าหากันโดยอาศัยแรง
ยึดเหนี่ยว เช่น แรงไฮโดรโฟบิก พันธะไฮโดรเจน พันธะไอออนิก

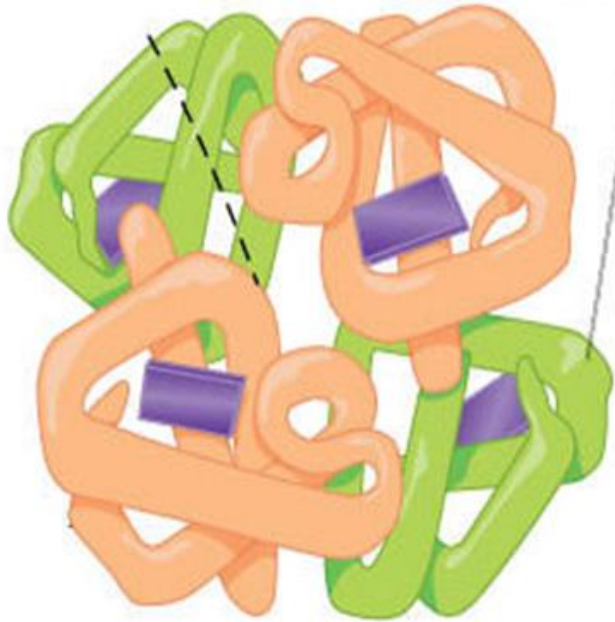




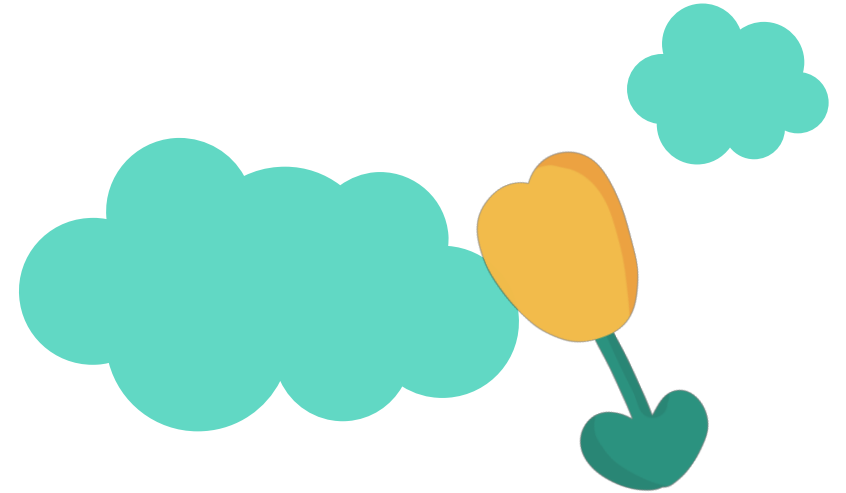
4. โครงสร้างจตุรภูมิ (quaternary structure)

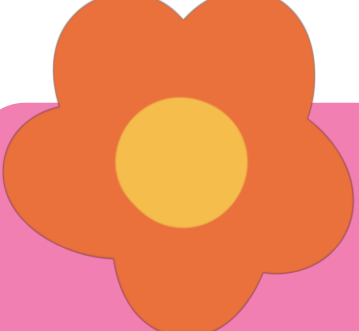


α polypeptide



มีการรวมตัวของพอลิเพปไทด์มากกว่า 1 สาย เช่น ฮีโมโกลบิน ประกอบด้วยพอลิเพปไทด์ 4 สาย





หน้าที่ของโปรตีน



ประเภทของโปรตีน	หน้าที่
โปรตีนลำเลียง	ลำเลียงสาร เช่น โปรตีนช่อง (channel protein) ที่พบบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์
เอนไซม์	เร่งปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ เช่น เอนไซม์ ช่วยในการย่อยแล็กโทสที่อยู่ในน้ำนม เอนไซม์ แล็กเทส
โปรตีนโครงสร้าง	เป็นโครงสร้างของเซลล์ มีความแข็งแรง เช่น ไฟโบรอินในเส้นไหม และใยแมงมุม คอลลาเจนในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เคราตินในผม

