

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล วิชาเคมีพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชุดที่ 4

โปรตีน



นางสาวกนกรัตน์ ศิริแจ่ม

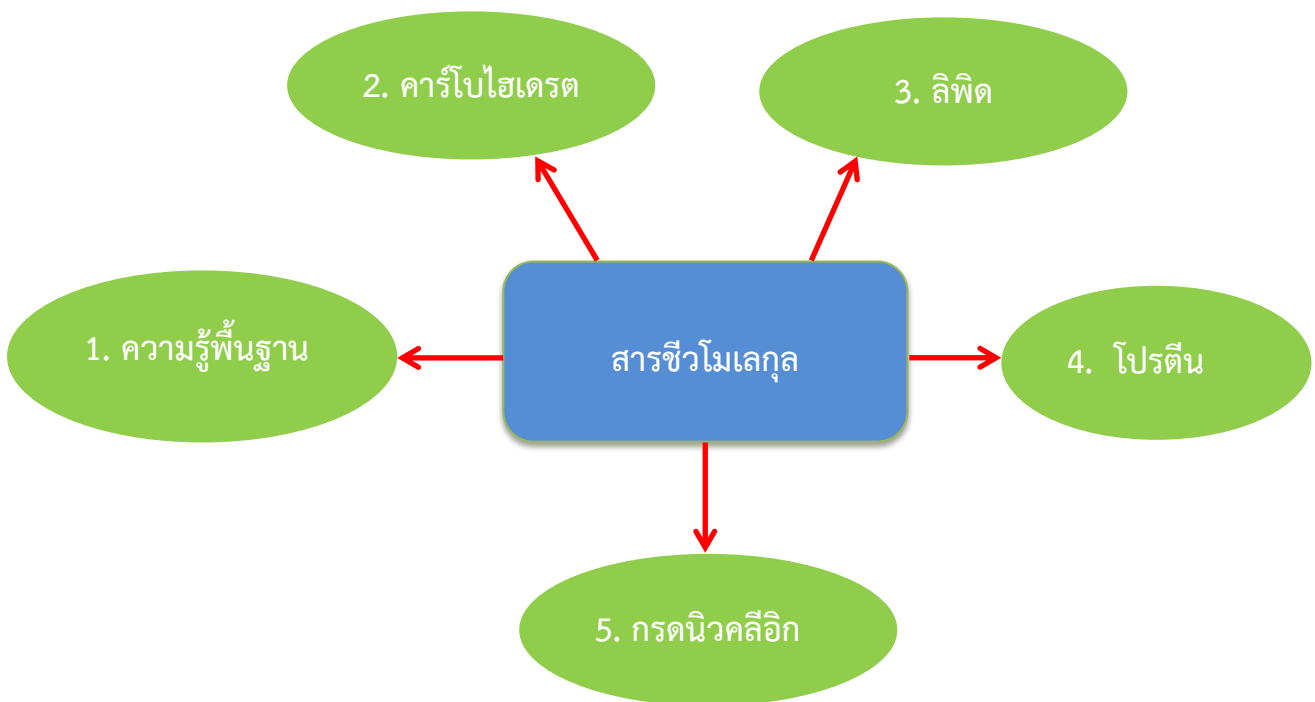
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

โรงเรียนโตนดพิทยาคม สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัด จังหวัดนครราชสีมา



ผังมโนทัศน์

สารชีวโมเลกุล
วิชาเคมีพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4





คำชี้แจงเกี่ยวกับชุดกิจกรรม
การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

1. เอกสารฉบับนี้เป็นเอกสารชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล ชุดที่ 4 โปรตีน รายวิชาเคมีพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุดนี้ ประกอบด้วย
 - ❁ คำชี้แจงเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
 - ❁ คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
 - ❁ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้
 - ❁ แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test)
 - ❁ ใบความรู้ บัตรกิจกรรม บัตรแบบฝึกหัด/บัตรกิจกรรม
 - ❁ เฉลยบัตรกิจกรรม เฉลยแบบฝึกหัด
 - ❁ เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
3. ชุดกิจกรรมนี้ใช้เวลาในการศึกษา 4 ชั่วโมง



คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรม
การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)



1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 5 คน โดยละความสามารถของนักเรียนและให้กำหนดหน้าที่ของสมาชิกแต่ละคนให้ชัดเจน ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้
2. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ เพื่อประเมินความรู้พื้นฐานของนักเรียน
4. ปฏิบัติตามขั้นตอนในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้
 - ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement)
 - ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration)
 - ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
 - ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)
 - ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation)
5. หากนักเรียนยังไม่เข้าใจในสาระการเรียนรู้ให้กลับไปศึกษาอีกครั้ง หรือขอคำแนะนำจากครูเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น
6. เมื่อศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมครบทุกกิจกรรมแล้วให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อเปรียบเทียบความก้าวหน้าของนักเรียน
7. ตรวจคำตอบจากเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน พร้อมบันทึกผลคะแนนที่ได้เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าทางการเรียน ซึ่งนักเรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ร้อยละ 80 จึงจะผ่าน หากผ่านเกณฑ์ให้ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ชุดต่อไป
8. นักเรียนควรศึกษาด้วยความเอาใจใส่ มีความรับผิดชอบต่อตนเอง ไม่ควรดูเฉยก่อน



โปรตีน



สาระสำคัญ

โปรตีนเป็นสารที่ช่วยในการเจริญเติบโตเสริมสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อ หน่วยย่อยของโปรตีนคือ กรดอะมิโน ซึ่งมีทั้งกรดอะมิโนจำเป็นและไม่จำเป็น มีธาตุองค์ประกอบสำคัญคือ C H O N การทดสอบโปรตีนในอาหารใช้สารละลาย CuSO_4 กับ NaOH

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะ การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 3.2 ม.4/9 ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของโปรตีน และกรดนิวคลีอิก



จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุธาตุองค์ประกอบหลัก หน่วยย่อย และโครงสร้างของโปรตีนได้
2. อธิบายวิธีการทดสอบโปรตีนในอาหารได้
3. อธิบายความหมายและความสำคัญของกรดอะมิโนจำเ็นได้
4. บอกความหมายและปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนได้
5. บอกประเภทและหน้าที่ของโปรตีนบางชนิดที่มีในร่างกายได้

สาระการเรียนรู้

1. องค์ประกอบและโครงสร้างของโปรตีน
2. การทดสอบโปรตีนในสารอาหาร
3. ปัจจัยที่ทำให้โปรตีนแปลงสภาพ
4. ความสำคัญของกรดอะมิโนจำเ็น
5. โปรตีนในร่างกาย





แบบทดสอบก่อนเรียน

ชุดที่ 4 เรื่องโปรตีน วิชาเคมีพื้นฐาน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คะแนนเต็ม 10 คะแนน เวลา 10 นาที

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้มีจำนวน 10 ข้อ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด โดยทำเครื่องหมาย X ลงกระดาษคำตอบ

1. ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักของโปรตีนคือข้อใด

1. C, H, O
2. C, H, O, N
3. C, H, O, N, S
4. C, H, O, N, P

2. โปรตีนเป็นสารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่ประกอบขึ้นจากหน่วยย่อยๆ ที่เรียกว่าอะไร

1. ไกลซีน
2. อะลานีน
3. ซีสเทอีน
4. กรดอะมิโน

3. พันธะที่เชื่อมต่อระหว่างกรดอะมิโนในพอลิเพปไทด์คือพันธะใด

1. พันธะอะมิโน
2. พันธะเพปไทด์
3. พันธะไกลโคซิดิก
4. พันธะไฮโดรเจน



4. ถ้าต้องการทราบว่าสารอาหารนั้นมีโปรตีนหรือไม่ ควรใช้สารใดทดสอบ

1. กระดาษลิตมัส
2. สารละลายไบยูเรต
3. สารละลายไอโอไดน์
4. สารละลายเบเนดิกต์

5. สารที่ใช้ในการทดสอบโปรตีนคือสารใดและให้ผลการทดสอบอย่างไร

1. สารละลายไบยูเรต เกิดสารสีม่วง
2. สารละลายเบเนดิกต์ เกิดสารสีม่วง
3. สารละลายไบยูเรต เกิดตะกอนสีแดงอิฐ
4. สารละลายเบเนดิกต์ เกิดตะกอนสีแดงอิฐ

6. ข้อใดเป็นการแปลงสภาพของโปรตีน

1. โปรตีนตกผลึก
2. พันธะเพปไทด์ในโมเลกุลโปรตีนถูกทำลาย
3. พันธะเพปไทด์ และพันธะไฮโดรเจนในโมเลกุลของโปรตีนถูกทำลาย
4. พันธะไฮโดรเจน ในโมเลกุลถูกทำลาย แต่พันธะเพปไทด์ไม่ถูกทำลาย

7. ข้อใดคือประโยชน์ในทางโภชนาการเมื่อโปรตีนเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพ

1. ช่วยทำให้เชื้อโรคตาย
2. ช่วยในการรักษาโรคมะเร็ง
3. ช่วยทำให้โปรตีนย่อยได้ง่ายขึ้น
4. ช่วยแก้พิษเมื่อคนไข้ดื่มยาพิษที่เป็นสารประกอบของสารโลหะหนัก

8. ข้อใดเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นทั้งหมด

1. ลิวซีน ไลซีน โพรลีน
2. กลูตามิก ลิวซีน ไลซีน
3. อาร์จินีน ฮีสทิดีน วาลีน
4. อะลานีน ทรีโอนีน เมไทโอนีน



9. ทำไมผู้สูงอายุ มีความต้องการโปรตีนลดลง

1. ระบบย่อยโปรตีนเสื่อม ทำให้ย่อยยาก
2. เพราะร่างกายมีภูมิต้านทานเพียงพอแล้ว
3. ไม่ต้องการสร้างเซลล์เนื้อเยื่อในการเจริญเติบโต
4. เพราะร่างกายใช้โปรตีนที่สะสมอยู่มากในส่วนต่างๆ



10. ข้อใดจัดเป็นโปรตีนเส้นใย

1. ฮอร์โมน
2. เคราติน
3. เอนไซม์
4. แอนติบอดี



ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)



กิจกรรมที่ 4.1

คำชี้แจง 

- ให้นักเรียนช่วยกันบอกส่วนประกอบของร่างกายที่เป็นโปรตีนลงในช่องว่าง



ที่มา <https://www.bigstockphoto.com/th/search/body-parts/>



ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)



กิจกรรมที่ 4.2 เรื่องการทดสอบโปรตีนในสารอาหาร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อทดสอบโปรตีนในสารอาหาร

จุดประสงค์

1. การทดลองเพื่อศึกษาวิธีการตรวจสอบโปรตีนในสารอาหารชนิดต่างๆ

เวลาที่ใช้

แนะนำก่อนทำการทดลอง	5	นาที
ทำกิจกรรม	50	นาที
อภิปรายหลังการทดลอง	15	นาที

สารเคมีและอุปกรณ์

สารเคมี

1. ไข่ขาว	1	cm ³
2. สารละลายไบยูเรต	2	cm ³
3. นมสด น้ำมัน นมถั่วเหลือง น้ำแป้ง	1	cm ³

อุปกรณ์

1. หลอดทดลองขนาดเล็ก	5	หลอด
2. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm ³	2	ใบ
3. กระบอกตวง 10 cm ³	1	อัน
4. ที่วางหลอดทดลอง	1	อัน

**วิธีการทดลอง**

1. ใส่ไข่ขาวดิบ 1 cm^3 ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก
2. เติมสารละลายไบูเรต 2 cm^3 เขย่าสารละลายให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3 นาที
3. สังเกตการเปลี่ยนแปลง และบันทึกผลการทดลอง
4. ทำการทดลองซ้ำในข้อ 1 ถึงข้อ 2 แต่ใช้อาหารอื่นๆ ที่นักเรียนสนใจ เช่น นมถั่วเหลือง นมสด น้ำมันพืช น้ำแป้ง เป็นต้น สังเกตและบันทึกผล

ผลการทดลอง

ตารางที่ 1 การทดลองการทดสอบโปรตีนในสารอาหาร

ตัวอย่างอาหาร	สีของตัวอย่างอาหาร	
	ก่อนเติมสารละลายไบูเรต	หลังเติมสารละลายไบูเรต
ไข่ขาว		
นมถั่วเหลือง		
นมสด		
น้ำมันพืช		
น้ำแป้ง		



ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)



กิจกรรมที่ 4.3

คำชี้แจง

- นักเรียนนำเสนอผลการทดลองการทดสอบโปรตีนในสารอาหาร และอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

1. อาหารที่นำมาทดสอบเกิดการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

2. อาหารชนิดใดบ้างที่มีโปรตีน ทราบได้อย่างไร

.....

.....

.....

3. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)

เพื่อเป็นการขยายความรู้ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องโปรตีน
2. กิจกรรมที่ 4.4 เรื่อง องค์ประกอบและโครงสร้างของโปรตีน
3. กิจกรรมที่ 4.5 เรื่อง กรดอะมิโน
4. กิจกรรมที่ 4.6 เรื่อง การแปลงสภาพของโปรตีน
5. กิจกรรมที่ 4.7 เรื่อง โปรตีนในร่างกาย

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation)

- 5.1 ประเมินความถูกต้องของการทำกิจกรรมที่ 4.1
- 5.2 ประเมินความถูกต้องของการทำกิจกรรมที่ 4.2 และกิจกรรมที่ 4.3
เรื่อง การทดสอบโปรตีนในสารอาหาร
- 5.3 ความถูกต้องจากการทำกิจกรรมที่ 4.4, 4.5, 4.6 และ 4.7



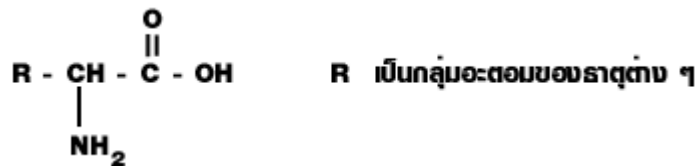
ใบความรู้เรื่อง โปรตีน

โปรตีน

โปรตีน (Protein) เป็นสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) และไนโตรเจน (N) เป็นพื้นฐาน บางชนิดอาจมีธาตุฟอสฟอรัส (P) และกำมะถัน (S) รวมอยู่ด้วย โปรตีนเป็นสารโมเลกุลใหญ่ที่มีโครงสร้างซับซ้อน ซึ่งเกิดจากการดอะมิโน (amino acid) หลายชนิดเป็นจำนวนมากมาต่อกันเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่จึงเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติชนิดหนึ่ง

องค์ประกอบและโครงสร้างของโปรตีน

โปรตีนประกอบด้วยหน่วยที่เล็กที่สุด คือกรดอะมิโน กรดอะมิโนที่พบในสิ่งมีชีวิต 20 ชนิด กรดอะมิโนแต่ละชนิดประกอบด้วยหมู่อะมิโน ($-NH_2$) ซึ่งมีสมบัติเป็นเบส หมู่คาร์บอกซิล ($-COOH$) ซึ่งมีสมบัติเป็นกรดและหมู่ (R) กรดอะมิโนทั้ง 20 ชนิด แตกต่างกันที่หมู่ R มีสูตรโครงสร้างและสูตรทั่วไปดังนี้



ภาพที่ 1 สูตรทั่วไปของกรดอะมิโน

ที่มา <https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet5/topic8/amino.html>

กรดอะมิโนที่พบในโปรตีนต่างๆ ไปแบ่งเป็น 2 พวก คือ

1. กรดอะมิโนจำเป็น (Essential Amino Acid) เป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ จำเป็นต้องได้รับจากสารอาหารที่รับประทานเข้าไปมี 8 ชนิด คือ

- ไอโซลิวซีน (Isoleucine : Ile หรือ I)
- ลิวซีน (Leucine : Leu หรือ L)
- เมไทโอนีน (Methionine : Met หรือ M)
- ฟีนิลอะลานีน (Phenylalanine : Phe หรือ P)
- ทรีโอนีน (Threonine : Thr หรือ T)
- ทริปโตเฟน (Tryptophan : Trp หรือ W)
- วาลีน (Valine : Val หรือ V)



ส่วนอีก 2 ชนิด จำเป็นสำหรับเด็กเท่านั้น ประกอบด้วย

- อาร์จินิน (Arginine : Arg หรือ R)
- ฮิสติดีน (Histidine : His หรือ H)

2. กรดอะมิโนไม่จำเป็น (Non-essential Amino Acid) เป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายสามารถสังเคราะห์ได้ ได้แก่ อะลานีน (Alanine) ไทโรซีน (Tyrosine) กลูตามีน (Glutamine) ซีรีน (Serine) ซีสเทอีน (Cystine) ไกลซีน (Glycine) กรดแอสปาร์ติก (Aspartic Acid) แอสปาราจีน (Asparagine) กรดกลูตามิก (Glutamic Acid) โพรลีน (Proline)

ตารางที่ 2 สูตรโครงสร้างของกรดอะมิโน 20 ชนิด

กรดอะมิโน	สูตรโครงสร้าง	
	โซ่ข้าง (side chain)	
Alanine (Ala, A)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$	—CH_3
Valine (Val, V)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\text{—CH} \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Leucine (Leu, L)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\text{—CH}_2\text{—CH} \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Isoleucine (Ile, I)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\text{—CH} \begin{array}{l} \text{CH}_2\text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Methionine (Met, M)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—S—CH}_3$
Phenyl alanine (Phe, F)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\text{—CH}_2\text{—} \text{C}_6\text{H}_5$
Tryptophan (Trp, W)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\text{—CH}_2\text{—} \text{C} \begin{array}{l} \text{C}_6\text{H}_4 \\ \text{HC}=\text{N} \end{array}$
Proline (Pro, P)	$\begin{array}{c} \text{HOOC} \quad \text{H}_2 \\ \quad \quad \\ \text{C} \quad \quad \text{C} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \text{CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{HN} \quad \text{CH}_2 \end{array}$	





ตารางที่ 2 สูตรโครงสร้างของกรดอะมิโน 20 ชนิด (ต่อ)

กรดอะมิโน	สูตรโครงสร้าง	
	โซ่ข้าง (side chain)	
Tyrosine (Tyr, Y)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$
Cysteine (Cys, C)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$-\text{CH}_2-\text{SH}$
Asparagine (Asn, N)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2$
Glutamine (Gln, Q)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2$
Serine (Ser, S)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$-\text{CH}_2\text{OH}$
Threonine (Thr, T)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$-\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$
Glycine (Gly, G)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$-\text{H}$



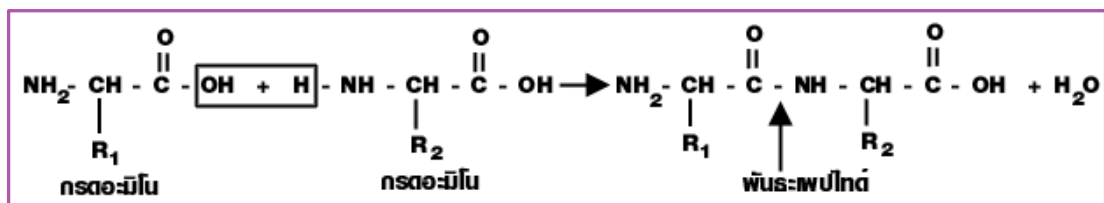


ตารางที่ 2 สูตรโครงสร้างของกรดอะมิโน 20 ชนิด (ต่อ)

กรดอะมิโน	สูตรโครงสร้าง	
	โซ่ข้าง (side chain)	
Aspartic acid (Asp, D)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}- \\ \\ \text{H} \end{array}$	$-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$
Glutamic acid (Glu, E)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}- \\ \\ \text{H} \end{array}$	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$
Lysine (Lys, K)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}- \\ \\ \text{H} \end{array}$	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$
Arginine (Arg, R)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}- \\ \\ \text{H} \end{array}$	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{NH}_2$
Histidine (His, H)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}- \\ \\ \text{H} \end{array}$	$-\text{CH}_2-\text{C}(\text{NH})=\text{CH}-\text{N}$

พันธะเพปไทด์ (Peptide Bond)

พันธะเพปไทด์ เป็นพันธะโคเวเลนต์ที่เชื่อมต่อระหว่างหมู่คาร์บอกซิลของโมเลกุลหนึ่งกับหมู่อะมิโนของอีกโมเลกุลหนึ่ง โดยเฉพาะโมเลกุลของกรดอะมิโน การเกิดพันธะเพปไทด์จัดเป็นปฏิกิริยาการควบแน่นหรือปฏิกิริยากำจัดน้ำ เนื่องจากมีน้ำเกิดขึ้น 1 โมเลกุล แยกออกมาต่อการสร้างพันธะเพปไทด์ 1 พันธะพอลิเพปไทด์และโปรตีนเป็นสายโซ่ของกรดอะมิโนที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเพปไทด์



ภาพที่ 2 ตัวอย่างการเกิดพันธะเพปไทด์

ที่มา <https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet5/topic8/amino.html>



สารที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 2 โมเลกุล เรียกว่า ไดเพปไทด์
 สารที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 3 โมเลกุล เรียกว่า ไตรเพปไทด์
 สารที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนตั้งแต่ 100 โมเลกุลขึ้นไป
 เรียกว่า พอลิเพปไทด์นี้ว่า โปรตีน



ถ้ามีโมเลกุลที่มี 2 พันธะเพปไทด์จะย่อยได้กรดอะมิโน $2+1$ โมเลกุล
 ดังนั้นถ้าพอลิเพปไทด์มีพันธะเพปไทด์ n พันธะจะย่อยได้กรดอะมิโน $n+1$ โมเลกุล

โครงสร้างของโปรตีน

ในสิ่งมีชีวิตมีกรดอะมิโนเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์โปรตีนด้วยพันธะเพปไทด์และพันธะชนิดอื่น เช่น พันธะไฮโดรเจนโคซัลไซด์ ทำให้โปรตีนมีความซับซ้อนจากโครงสร้างสามมิติที่มีลักษณะจำเพาะแตกต่างกันได้ 4 ระดับ ดังนี้

1. โครงสร้างปฐมภูมิ (primary structure)

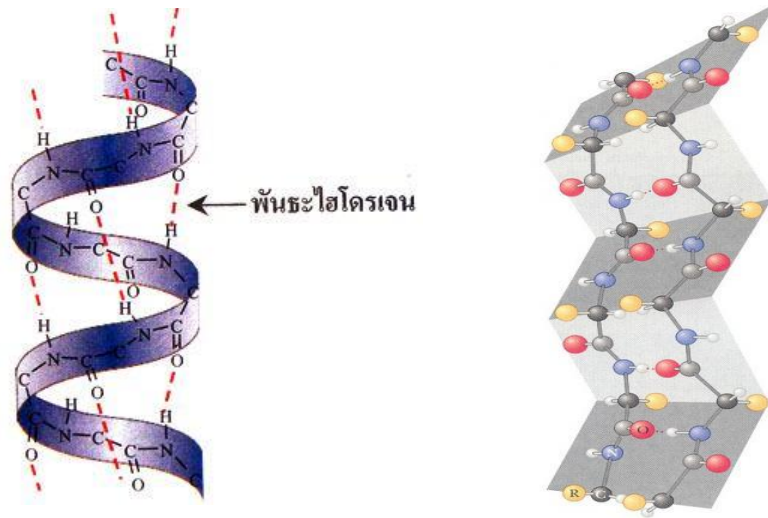
เป็นโครงสร้างพื้นฐานของโปรตีน แสดงลำดับของกรดอะมิโนในสายพอลิเพปไทด์ การจัดลำดับกรดอะมิโนที่แตกต่างกันทำให้เกิดโปรตีนได้จำนวนมาก เมื่อทราบจำนวนของกรดอะมิโนสามารถหาจำนวนโครงสร้างปฐมภูมิที่เป็นไปได้จากสูตร " $n!$ " เมื่อ n คือจำนวนกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบของพอลิเพปไทด์นั้น เช่น ไตรเพปไทด์ มีจำนวนโครงสร้างปฐมภูมิที่เป็นไปได้เท่ากับ $3! = 3 \times 2 \times 1 = 6$ แบบกรดอะมิโนมี 3 ชนิด คือ ไกลซีน (Gly) อะลานีน (Ala) และวาลีน (Val) จัดลำดับของกรดอะมิโนได้เป็นดังนี้

Gly	Ala	Val	Ala	Gly	Val	Val	Gly	Ala
Gly	Val	Ala	Val	Ala	Gly	Ala	Val	Gly



2. โครงสร้างทุติยภูมิ (Secondary Structure)

เกิดการบิดหรือพับของสายพอลิเพปไทด์ เนื่องจากพันธะไฮโดรเจนระหว่างกรดอะมิโนทำให้ได้โครงสร้างสามมิติของโปรตีนที่มีความเสถียร โครงสร้างทุติยภูมิที่พบมากมี 2 ชนิดคือแบบเกลียวแอลฟา และแผ่นพับบีตา



ภาพที่ 3 โครงสร้างเกลียวแอลฟา และโครงสร้างแผ่นพลีทปีตา

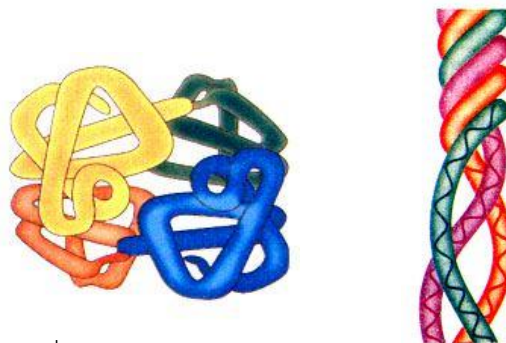
ที่มา <http://www.vcharkarn.com/lesson/1467>

3. โครงสร้างตติยภูมิ (Tertiary Structure)

เกิดจากโครงสร้างทุติยภูมิมาซ้อนกันอยู่เป็นแผ่นหนามากขึ้น หรือมีการพับตัวเป็นโครงสร้างสามมิติ ซึ่งมีความจำเพาะของโปรตีนขึ้นอยู่กับลำดับของกรดอะมิโนในสายเพปไทด์ เพื่อความเหมาะสมกับการทำหน้าที่ของโปรตีนนั้นๆ เช่น ไมโอโกลบิน ซึ่งเป็นโปรตีนในเซลล์กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อของสัตว์ที่ทำหน้าที่รับออกซิเจนจากฮีโมโกลบิน

4. โครงสร้างจตุรภูมิ (Quaternary Structure)

เป็นโครงสร้างที่เกิดจากการรวมตัวของหน่วยย่อยที่เป็นชนิดเดียวกัน หรือต่างชนิดกันของโปรตีนที่มีลักษณะเป็นทรงกลมจากโครงสร้างตติยภูมิเข้าด้วยกันด้วยพันธะไฮโดรเจน หรือพันธะไอออนหรือพันธะไดซัลไฟด์ เกิดเป็นโครงสร้างใหม่ เช่น ฮีโมโกลบิน คอลลาเจน

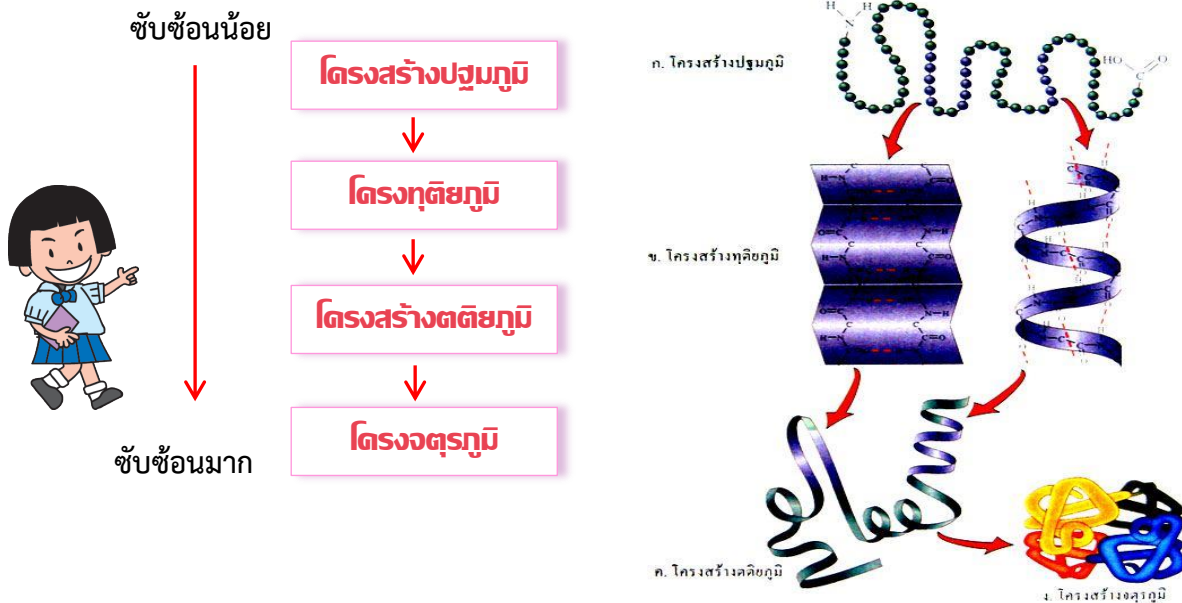


ภาพที่ 4 ฮีโมโกลบิน และคอลลาเจน

ที่มา <http://www.vcharkarn.com/lesson/1467>



จากการศึกษาความซับซ้อนของโครงสร้างโมเลกุลของโปรตีนทั้ง 4 ระดับ สรุปได้ดังนี้



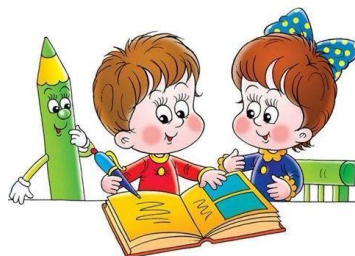
ภาพที่ 5 การเกิดโครงสร้างฮีโมโกลบิน

ที่มา <http://www.vcharkarn.com/lesson/1467>

ประเภทของโปรตีน

โปรตีนสามารถแบ่งตามลักษณะและการจัดเรียงตัวในโครงสร้าง 3 มิติ ได้ 2 ชนิด คือ

1. โปรตีนก้อนกลม (Globular Protein) เป็นโปรตีนที่มีโครงสร้างของสายพอลิเพปไทด์ขดไปมาเป็นก้อนโปรตีนก้อนกลมส่วนใหญ่สามารถละลายน้ำ เช่น ฮีโมโกลบิน ไมโอโกลบิน และเอนไซม์
2. โปรตีนเส้นใย (Fibrous Protein) เป็นโปรตีนที่มีโครงสร้างพอลิเพปไทด์เป็นสายยาวมีหน้าที่หลักให้ความแข็งแรงและช่วยคงรูปโครงสร้างของร่างกาย โปรตีนเส้นใยส่วนใหญ่ไม่ละลายน้ำ เช่น คอลลาเจน อีลาสติน และเคราติน





การจำแนกประเภทของโปรตีนตามหน้าที่ จำแนกได้เป็น 8 ประเภท ตามตารางที่ 3
ตารางที่ 3 การจำแนกประเภทของโปรตีนตามหน้าที่

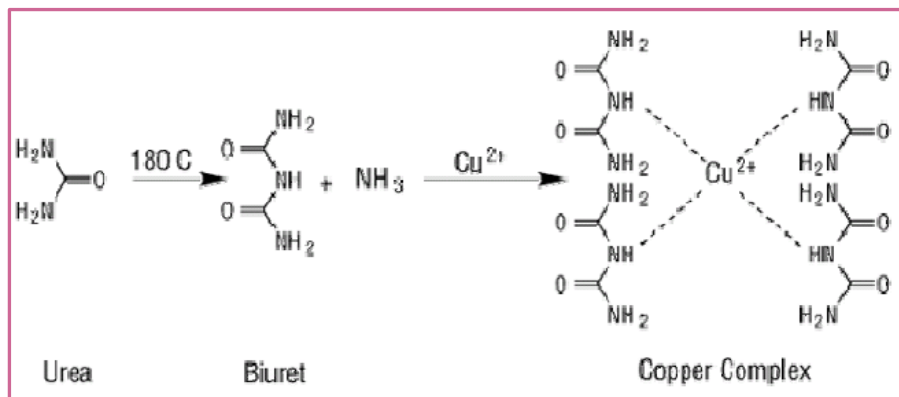
ประเภทของโปรตีน	หน้าที่	ตัวอย่าง
โปรตีนเร่งปฏิกิริยาเอนไซม์ (Enzyme)	เร่งปฏิกิริยาต่างๆ ในสิ่งมีชีวิต	อะไมเลสในน้ำลาย
โปรตีนโครงสร้าง (Structural Protein)	สร้างความแข็งแรงยึดเหนี่ยว โครงสร้างต่างๆ ของร่างกาย ให้คงรูป	คอลลาเจนในเอ็นและกระดูกอ่อน เคราตินในผม เล็บ ผิวหนัง ไกลโคโปรตีนในผนังเซลล์
โปรตีนขนส่ง (Transport Protein)	ขนส่งสารจำเป็นไปสู่อวัยวะต่างๆ ของร่างกาย	ฮีโมโกลบินขนส่งแก๊สออกซิเจน ลิโปโปรตีนขนส่งไขมัน
โปรตีนหดตัวได้ (Contractile Protein)	ช่วยในการเคลื่อนไหว	แอกตินและไมโอซินในเซลล์ กล้ามเนื้อ
ฮอร์โมนและตัวควบคุม (Hormone Protein)	ควบคุมกระบวนการเมแทบอลิซึม ในร่างกาย	อินซูลินควบคุมน้ำตาลในเลือด โกรทฮอร์โมนควบคุมการ เจริญเติบโตของร่างกาย
โปรตีนสะสม (Storage Protein)	เป็นคลังอาหารโดยการสะสม แร่ธาตุต่างๆ	เคซีนในน้ำนม เฟอริตินสะสมธาตุ เหล็กในตับ ม้าม และไขกระดูก โอวัลบูมินในไข่ขาว
โปรตีนทำหน้าที่ป้องกัน (Protective Protein)	ป้องกันสิ่งแปลกปลอมจาก ภายนอกเข้าสู่เซลล์	อิมมูโนโกลบูลินในเลือด แอนติบอดี
สารพิษ (Toxin)	โปรตีนที่เป็นพิษต่อร่างกาย	พิษงู พิษคอตีบ พิษอหิวาตกโรค



การทดสอบด้วยวิธีไบยูเรต

การทดสอบด้วยไบยูเรต (Biuret Test) ใช้ในการทดสอบโปรตีน ด้วยสารละลายไบยูเรต โดยคอปเปอร์ (II) ไอออน (Cu^{2+}) ในสารละลายไบยูเรตจะเข้าไปจับกับอะตอมของไนโตรเจนในพันธะเพปไทด์เกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีม่วงหรือสีชมพูอมม่วงขึ้น

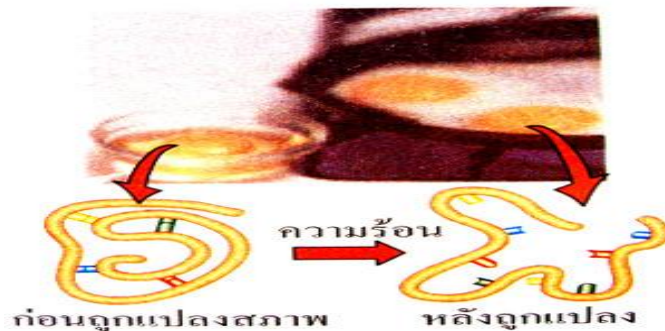
สารละลายไบยูเรต (Biuret Reagent) เตรียมได้จากสารผสมของคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (CuSO_4) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และอาจิมิโพแทสเซียมทาร์เทรต ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$) เติมน้ำลงไปเพื่อให้ Cu^{2+} คงตัว



ภาพที่ 6 การเกิดโครงสร้างเชิงซ้อนของคอปเปอร์ (II) ไอออน กับพันธะเพปไทด์
ที่มา <http://mobile.biomolecule.myreadyweb.com/article/topic-42795.html>

การแปลงสภาพของโปรตีน

ในโมเลกุลของโปรตีนนอกจากประกอบด้วยกรดอะมิโนจำนวนมากเชื่อมต่อกันเป็นสายยาวด้วยพันธะเพปไทด์แล้ว ยังมีแรงยึดเหนี่ยวอื่นๆ อีกที่ช่วยทำให้สายพอลิเพปไทด์มีโครงสร้างที่เหมาะสมต่อหน้าที่ทางชีววิทยาของโปรตีน เช่น พันธะไฮโดรเจนซึ่งเกิดขึ้นระหว่างหมู่คาร์บอนิล (C=O) ของกรดอะมิโนกับหมู่อะมิโน (-NH-) ของกรดอะมิโนที่อยู่ถัดไป 4 โมเลกุล ทำให้สายพอลิเพปไทด์มีโครงสร้างเป็นเกลียว หรือ พันธะไฮโดรเจนระหว่างหมู่ (C=O) ของพอลิเพปไทด์สายหนึ่งกับหมู่อะมิโน (-NH-) ของพอลิเพปไทด์อีกสายหนึ่งทำให้เกิดโครงสร้างเป็นแผ่น หรือช่วยทำให้สายพอลิเพปไทด์เกิดการขดตัวเป็นโปรตีนลักษณะเป็นก้อน แรงยึดเหนี่ยวต่างๆ ดังกล่าวเป็นแรงยึดเหนี่ยวที่อ่อนมากเมื่อเทียบกับพันธะเพปไทด์ จึงถูกทำลายได้ง่าย ดังนั้นเมื่อโปรตีนกับความร้อน รังสีเอกซ์ รังสีอัลตราไวโอเลต สารเคมีบางชนิด เช่น กรด เบส แอลกอฮอล์ ไอออนของโลหะหนัก แรงยึดเหนี่ยวเหล่านั้น จะถูกทำลาย (พันธะเพปไทด์ไม่ถูกทำลาย) ทำให้โปรตีนเสียสภาพธรรมชาติ เพราะโครงสร้างเปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งเรียกว่า การแปลงสภาพโปรตีน (Denaturation of Protein)



ภาพที่ 7 ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงสภาพโปรตีน

ที่มา <http://www.vcharkarn.com/lesson/1467>

โปรตีนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอาจทำให้ไม่สามารถทำหน้าที่ทางชีวภาพได้เช่น ถ้าโปรตีนนั้นเป็น เอนไซม์จะไม่สามารถจะเสียความสามารถในการเร่งปฏิกิริยา เป็นต้น นอกจากนั้นโปรตีนที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพมักจะเกิดการแข็งตัวและไม่ละลายน้ำ หรือทำให้โปรตีนเกิดการตกตะกอนโปรตีนที่เกิด การเปลี่ยนแปลงสภาพอาจทำให้มีผลดีทางโภชนาการ คือทำให้ย่อยได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้พิษของโปรตีน บางชนิดหมดไป อย่างไรก็ตามโปรตีนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพไปแล้ว อาจกลับสู่สภาพปกติได้อีก เมื่อปรับสิ่งแวดล้อมให้เหมือนเดิม

ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีน ได้แก่

1. การต้มไข่ ลวกไข่ การทำลายแบคทีเรียในอาหารด้วยความร้อน ความร้อนที่ 50°C ทำให้โปรตีนเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพ
2. ในสถานะที่เป็นกรดโปรตีนมีประจุสุทธิเป็นบวก ไอออนลบของกรดที่เป็นไอออนเชิงซ้อนจะจับกับโปรตีนด้วยแรงดึงดูดทางไฟฟ้า ทำให้โมเลกุลของโปรตีนรวมตัวกันและตกตะกอน ดังนั้นเมื่อกรดเข้าตา จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีนในดวงตา ซึ่งอาจทำให้ตาบอด
3. ตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น แอลกอฮอล์ จะเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโปรตีน ทำให้โปรตีนละลายน้ำได้น้อยลงและตกตะกอน หลักการนี้ได้นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การใช้แอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 70 โดยปริมาตรฆ่าเชื้อโรค
4. ในสภาพที่มีไอออนของโลหะหนัก เช่น Pb^{2+} Hg^{2+} Ag^{2+} Cd^{2+} ไอออนเหล่านี้จะจับกับประจุลบของโมเลกุลโปรตีน เกิดเกลือคาร์บอกซิเลต ทำให้โปรตีนตกตะกอน และเกิดสภาพเป็นกลาง และเป็นเบสเล็กน้อย การเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีนโดยวิธีนี้ได้มีการนำไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ คือล้างท้องคนไข้ที่ได้รับประทานยาพิษพวกไอออนของโลหะหนัก โดยให้กินไข่ขาวดิบ ไอออนของโลหะหนักจะรวมตัวกับไข่ขาวดิบ เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพ แล้วทำให้อาเจียนออกมา



คุณค่าทางโปรตีน

โปรตีนชนิดต่างๆ มีคุณภาพทางโภชนาการต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบ โปรตีนที่มีคุณภาพสูงคือโปรตีนประเภทสมบูรณ์ ซึ่งหมายถึงโปรตีนที่มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายครบทุกชนิดและมีในปริมาณที่เพียงพอความต้องการของร่างกาย โปรตีนใดที่ขาดกรดอะมิโนจำเป็นแม้เพียงชนิดเดียว หรือมีกรดอะมิโนบางชนิดในปริมาณที่น้อยเกินไป จัดเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำ

คุณค่าทางชีววิทยาของโปรตีน (Biological Value)

โปรตีนที่ร่างกายสามารถนำไปสร้างเนื้อเยื่อได้ 100% ถือว่าโปรตีนนั้นมีคุณค่าทางชีววิทยาเป็น 100 จากการศึกษาคุณค่าทางชีววิทยาของโปรตีนจากแหล่งอาหารต่างๆ ได้กำหนดให้โปรตีนจากไข่ที่คุณค่าทางชีววิทยาเป็น 100 ส่วนโปรตีนจากแหล่งอาหารอื่นๆ มีคุณค่าทางชีววิทยาน้อยกว่าโปรตีนจากไข่ ดังตาราง

ตารางที่ 4 คุณค่าทางชีววิทยาของโปรตีน

สารอาหาร	คุณค่าทางชีววิทยา
ไข่	100
นม	93
ข้าว	86
เนื้อวัว, เนื้อปลา	75
ถั่วเหลือง	75
ข้าวโพด	72
ถั่วลิสง	56
ข้าวสาลี	44

ในदनปกติควรได้รับโปรตีน 1 กรัมต่อ
น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ส่วนเด็กและหญิงมีครรภ์
ควรได้รับโปรตีนในปริมาณที่สูงกว่า

โปรตีนที่มีคุณภาพสูง
ได้แก่ เนื้อสัตว์ ไข่ นม
ถั่วเหลือง



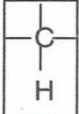
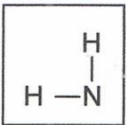
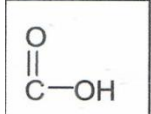
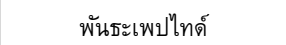
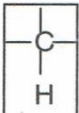
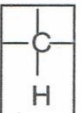


กิจกรรมที่ 4.4

เรื่อง องค์ประกอบและโครงสร้างของโปรตีน

ตอนที่ 1 คำชี้แจง

- คำสั่งให้นักเรียนจัดเรียงบัตรคำดังรายละเอียดนี้

1. หยิบหมู่  มาวางไว้ตรงกลาง
2. หยิบหมู่  ต่อไว้ทางซ้ายมือให้ตรงกับแขนของ C
3. หยิบหมู่  เรียกว่า หมู่อะมิโน ต่อไว้ทางด้านบนให้ตรงกับแขนของ C
4. หยิบหมู่  เรียกว่า หมู่คาร์บอกซิล ต่อไว้ทางด้านขวาตรงกับแขนของ C
5. หยิบหมู่อะมิโนแผ่นใหม่วางต่อไปในระนาบเดียวกันห่างกันประมาณ 3 เซนติเมตร
6. หยิบแผ่นพันธะเพปไทด์  วางทับแขนของ $-OH$ และ $-H$
7. หยิบหมู่  ต่อไว้ทางด้านล่างหมู่อะมิโนให้แขนของ C ตรงกับกับตัว N
8. หยิบหมู่  ไว้ทางซ้ายของหมู่  ให้ตรงกับแขนของ C
9. หยิบหมู่คาร์บอกซิลต่อไว้ทางขวาของหมู่  ให้ตรงกับแขนของ C
10. ทำซ้ำขั้นตอนข้อ 5-9 จนบัตรคำหมด
11. ให้นักเรียนเขียนบัตรคำที่ต่อเสร็จแล้วลงในใบกิจกรรม





ตอนที่ 2 คำชี้แจง

- จากที่นักเรียนต่อโครงสร้างของโปรตีนแล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. กรดอะมิโน 3 หน่วย ที่เรียงเป็นสายโปรตีน 1 สาย

2. จงเขียนโครงสร้างกรดอะมิโน 1 หน่วย และอธิบายว่าประกอบไปด้วยสิ่งใดบ้าง

3. พันธะเพปไทด์มีหน้าที่อย่างไร

4. ตรงบริเวณที่พันธะเพปไทด์มีการรวมกันของธาตุใดบ้าง รวมแล้วเป็นสารใด





กิจกรรมที่ 4.5 เรื่อง กรดอะมิโน

ตอนที่ 1 คำชี้แจง

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกรดอะมิโน จากนั้นจัดกลุ่มกรดอะมิโน 20 ชนิดต่อไปนี้

อะลานีน, เวลีน, ลิวซีน, ไอโซลิวซีน, โพรลีน, เบนzilอะลานีน, ทรีโตนเฟน, เมไทโอนีน, ไกลซีน, เซรีน, ทรีโอนีน, ซีสเทอีน, ไทโรซีน, แอสพาราจีน, กลูตามีน, กรดแอสพาร์ติก, กรดกลูตามิก, ไลซีน, อาร์จินีน, ฮิสติดีน

กรดอะมิโนจำเป็น

กรดอะมิโนไม่จำเป็น





ตอนที่ 2 คำชี้แจง

- ให้นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับการดออะมิโนจำเป็นจะอยู่ในสารอาหารประเภทใดบ้าง

A large rectangular area with a light blue border and a white background, containing horizontal dotted lines for writing.





กิจกรรมที่ 4.6
เรื่อง การแปลงสภาพของโปรตีน

ตอนที่1 คำชี้แจง

- ให้นักเรียนสังเกตลักษณะของไข่ขาวดิบเมื่อทดสอบกับสารต่อไปนี้

ตารางที่ 5 ลักษณะของไข่ขาวดิบ

หลอดที่	สารที่ใช้ทดสอบกับไข่ขาวดิบ	ผลการสังเกต
1	กรดแอสติริก	
2	สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น	
3	ความร้อน	

ตอนที่2 คำชี้แจง

- ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้



1. ความร้อน กรด และเบสทำให้ไข่ขาวดิบมีลักษณะอย่างไร

.....
.....

2. การเปลี่ยนแปลงของไข่ขาวดิบเมื่อได้รับความร้อน กรด และเบส เรียกว่าอะไร

.....
.....

3. จากกิจกรรมนี้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับโปรตีนอย่างไร

.....
.....
.....



กิจกรรม 4.7
เรื่อง โปรตีนในร่างกาย

ตอนที่ 2 คำชี้แจง 

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนแผนผังความคิดเกี่ยวโปรตีนในร่างกาย





แบบทดสอบหลังเรียน



ชุดที่ 4 เรื่องโปรตีน วิชาเคมีพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คะแนนเต็ม 10 คะแนน เวลา 10 นาที

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้มีจำนวน 10 ข้อ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด โดยทำเครื่องหมาย X ลงกระดาษคำตอบ

1. ถ้าต้องการทราบว่าสารอาหารนั้นมีโปรตีนหรือไม่ ควรใช้สารใดทดสอบ

1. สารละลายเบเนดิกต์
2. สารละลายไอโอดีน
3. สารละลายไบยูเรต
4. กระดาษลิตมัส

2. สารที่ใช้ในการทดสอบโปรตีนคือสารใดและให้ผลการทดสอบอย่างไร

1. สารละลายเบเนดิกต์ เกิดตะกอนสีแดงอิฐ
2. สารละลายไบยูเรต เกิดตะกอนสีแดงอิฐ
3. สารละลายเบเนดิกต์ เกิดสารสีม่วง
4. สารละลายไบยูเรต เกิดสารสีม่วง

3. โปรตีนเป็นสารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่ประกอบขึ้นจากหน่วยย่อยๆ ที่เรียกว่าอะไร

1. กรดอะมิโน
2. ซีสเทอีน
3. อะลานีน
4. ไกลซีน



4. ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักของโปรตีนคือข้อใด
 1. C, H, O, N, P
 2. C, H, O, N, S
 3. C, H, O, N
 4. C, H, O
5. พันธะที่เชื่อมต่อกันระหว่างกรดอะมิโนในพอลิเพปไทด์คือพันธะใด
 1. พันธะไฮโดรเจน
 2. พันธะไกลโคซิดิก
 3. พันธะเพปไทด์
 4. พันธะอะมิโน
6. ข้อใดคือประโยชน์ในทางโภชนาการเมื่อโปรตีนเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพ
 1. ช่วยแก้พิษเมื่อคนไข้ดื่มยาพิษที่เป็นสารประกอบของสารโลหะหนัก
 2. ช่วยทำให้โปรตีนย่อยได้ง่ายขึ้น
 3. ช่วยในการรักษาโรคมะเร็ง
 4. ช่วยทำให้เชื้อโรคตาย
7. ข้อใดจัดเป็นโปรตีนเส้นใย
 1. แอนติบอดี
 2. เอนไซม์
 3. เคราติน
 4. ฮอโมน
8. ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีน
 1. พันธะไฮโดรเจน ในโมเลกุลถูกทำลาย แต่พันธะเพปไทด์ไม่ถูกทำลาย
 2. พันธะเพปไทด์ และพันธะไฮโดรเจนในโมเลกุลของโปรตีนถูกทำลาย
 3. พันธะเพปไทด์ในโมเลกุลโปรตีนถูกทำลาย
 4. โปรตีนตกผลึก



9. ข้อใดเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นทั้งหมด

1. อะลานีน ทรีโอนีน เมไทโอนีน
2. อาร์จินีน ฮีสทีดีน วาลีน
3. กลูตามิก ลิวซีน ไลซีน
4. ลิวซีน ไลซีน โพรลีน

10. ทำไมผู้สูงอายุ มีความต้องการโปรตีนลดลง

1. เพราะร่างกายใช้โปรตีนที่สะสมอยู่มากในส่วนต่างๆ
2. ไม่ต้องการสร้างเซลล์เนื้อเยื่อในการเจริญเติบโต
3. เพราะร่างกายมีภูมิคุ้มกันเพียงพอแล้ว
4. ระบบย่อยโปรตีนเสื่อม ทำให้ย่อยยาก



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ สารการเรียนรู้สารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค.
- _____. (2553). หนังสือเรียนรายวิชาเคมีพื้นฐาน สารการเรียนรู้สารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค.
- โรจน์ฤทธิ์ โรจนธเนศ และจตุรงค์ สุภาพพร้อม. (2553). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ สารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- ศรีลักษณ์ พลวัฒน์. (2556). คู่มือครู ชุด 4Is+3Ls เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ : แอดวานซ์อินเตอร์ พรินเตอร์.
- ศรีลักษณ์ พลวัฒน์ และประดับ นาคแก้ว. (2553). หนังสือเรียนแม่ค เคมีเพิ่มเติม ชั้น ม. 6 ภาคเรียนที่ 2. กรุงเทพฯ : ทีเอส อินเตอร์พริน.
- สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (2555). คู่มือครู สารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สำราญ พงษ์สุนทร. (2553). เคมีพื้นฐาน ม.4-6 เตรียมสอบ O-NET และสอบประจำภาคเรียน. นนทบุรี : ธนรัชการพิมพ์.
- สุวัฒน์ ธาดาวุธ. (2558). 9 วิชาสามัญ เคมี. นนทบุรี : ริงค์ ปียอนด์ บุ๊คส์.



ที่มาของภาพ

- <https://www.bigstockphoto.com/th/search/body-parts/>
- <https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet5/topic8/amino.html>
- <http://www.vcharkarn.com/lesson/1467>
- <http://mobile.biomolecule.myreadyweb.com/article/topic-42795.html>



กระดาษคำตอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน				
ข้อ	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

แบบทดสอบหลังเรียน				
ข้อ	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

สรุปผลการประเมิน

ประเมินผล	ก่อนเรียน	กิจกรรม	หลังเรียน	รวม
คะแนนเต็ม	10	10	10	30
คะแนนที่ได้				
ร้อยละ				





เฉลยกิจกรรมที่ 4.1

คำชี้แจง 

- ให้นักเรียนช่วยกันบอกส่วนประกอบของร่างกายที่เป็นโปรตีนลงในช่องว่าง



ผม

เล็บ

กระดูก

จอร์โมน

เอนไซม์

ที่มา <https://www.bigstockphoto.com/th/search/body-parts/>



เฉลยกิจกรรมที่ 4.2

เรื่อง การทดสอบโปรตีนในสารอาหาร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อทดสอบโปรตีนในสารอาหาร

ผลการทดลอง

ตารางที่ 1 การทดลองการทดสอบโปรตีนในสารอาหาร

ตัวอย่างอาหาร	สีของตัวอย่างอาหาร	
	ก่อนเติมสารละลายไบยูเรต	หลังเติมสารละลายไบยูเรต
ไข่ขาว	สีเหลืองอ่อนๆ ใส	สีม่วง
นมถั่วเหลือง	สีเหลืองอ่อนๆ ขุ่น	สีม่วง
นมสด	สีขาวขุ่น	สีม่วง
น้ำมันพืช	สีเหลืองใส	ไม่เปลี่ยนแปลง
น้ำแป้ง	สีขาวขุ่น	ไม่เปลี่ยนแปลง



เฉลยกิจกรรมที่ 4.3

คำชี้แจง

- นักเรียนนำเสนอผลการทดลองการทดสอบโปรตีนในสารอาหารและอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

1. อาหารที่นำมาทดสอบเกิดการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือต่างกันอย่างไร
ต่างกัน ตัวอย่าง นมถั่วเหลือง และนมสด เมื่อทดสอบกับสารละลายไบยูเรต เปลี่ยนเป็นสีม่วง ส่วนน้ำมันพืช และน้ำแข็งเมื่อทดสอบกับสารละลายไบยูเรต ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
2. อาหารชนิดใดบ้างที่มีโปรตีน ทราบได้อย่างไร
ไข่ขาว นมถั่วเหลือง และนมสด ทราบได้จากการทดสอบด้วยสารละลายไบยูเรต แล้วเปลี่ยนเป็นสีม่วง
3. สรุปผลการทดลอง
สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารละลายดอปเปอร์ (II) ซัลเฟตใช้เป็นสารที่ทดสอบอาหารประเภทโปรตีน เรียกว่า “สารละลายไบยูเรต” ซึ่งจะให้ผลการทดสอบกับโปรตีนเป็นสีม่วง



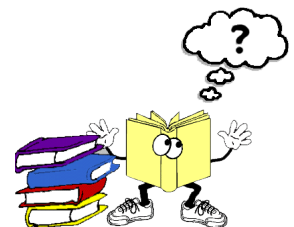
เฉลยกิจกรรมที่ 4.4

ตอนที่ 1 คำชี้แจง



- คำสั่งให้นักเรียนจัดเรียงบัตรคำดังรายละเอียดนี้

ได้โครงสร้างของโปรตีนตามการจัดเรียงตามบัตรคำ



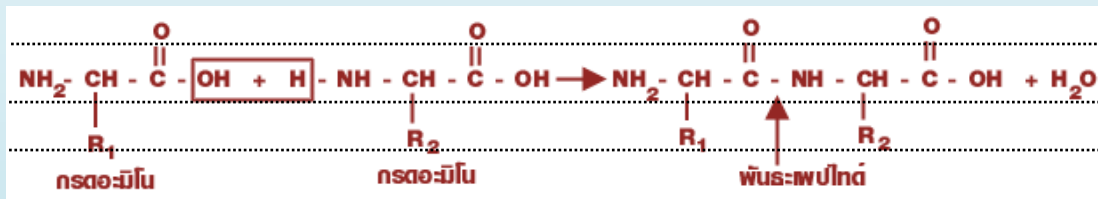


ตอนที่ 2 คำชี้แจง

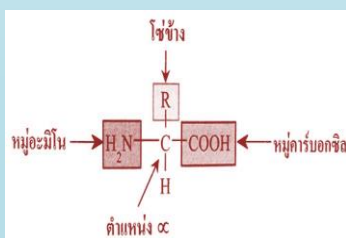


- จากที่นักเรียนต่อโครงสร้างของโปรตีนแล้วตอบคำถามต่อไปนี้

- กรดอะมิโน 2 หน่วย ที่เรียงเป็นสายโปรตีน 1 สาย



- จงเขียนโครงสร้างกรดอะมิโน 1 หน่วย และอธิบายว่าประกอบไปด้วยสิ่งใดบ้าง



กรดอะมิโน 1 หน่วย ประกอบด้วย หมู่เอมีโน ($-\text{NH}_2$)

หมู่คาร์บอกซิล ($-\text{COOH}$) หมู่ R และตำแหน่ง α ($-\text{CH}$)

- พันธะเพปไทด์มีหน้าที่อย่างไร

พันธะเพปไทด์ทำหน้าที่เชื่อมต่อกรดอะมิโนแต่ละหน่วยให้ต่อกันเป็นสายยาว

- ตรงบริเวณที่พันธะเพปไทด์มีการรวมกันของธาตุใดบ้าง รวมแล้วเป็นสารใด

ธาตุไฮโดรเจน (H) และหมู่ไฮดรอกซิล ($-\text{OH}$) รวมกันแล้วได้เป็น น้ำ (H_2O)





เฉลยกิจกรรมที่ 4.5

คำชี้แจง

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกรดอะมิโน จากนั้นจัดกลุ่มกรดอะมิโน 20 ชนิดต่อไปนี้

อะลานีน, เวลีน, ลิวซีน, ไอโซลิวซีน, โพรลีน, เบนzilอะลานีน, ทรีโตนเฟน, เมไทโอนีน, ไกลซีน, เซรีน, ทรีโอนีน, ซีสเทอีน, ไทโรซีน, แอสพาราจีน, กลูตามีน, กรดแอสพาร์ติก, กรดกลูตามิก, ไลซีน, อาร์จินีน, ฮิสติดีน

กรดอะมิโนจำเป็น

**เมไทโอนีน
ทรีโอนีน
ไลซีน, เวลีน
ลิวซีน
ไอโซลิวซีน
เบนzilอะลานีน
ทรีโตนเฟน
*อาร์จินีน, ฮิสติดีน
(*จำเป็นสำหรับการแรกเกิด)**



กรดอะมิโนไม่จำเป็น

**อะลานีน
แอสพาราจีน
ไกลซีน
กรดกลูตามิก
กรดแอสพาร์ติก
โพรลีน
เซรีน
ซีสเทอีน
ไทโรซีน, กลูตามีน**



ตอนที่ 2 คำชี้แจง

- ให้นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับการดออะมิโนจำเป็นจะอยู่ในสารอาหารประเภทใดบ้าง

แนวทางการตอบ

โปรตีนจากอาหาร จะเห็นว่าโปรตีนมีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการดำรงชีวิต และการเจริญเติบโตของมนุษย์เป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นเราจึงควรให้ความสำคัญในการรับประทานอาหารประเภทโปรตีนอยู่เสมอ โดยอาหารที่มีโปรตีนพบได้ทั้งอาหารที่มาจากสัตว์และจากพืช ซึ่งโปรตีนทั้งสองแหล่งมีความแตกต่างกันดังนี้

- 1. โปรตีนจากสัตว์เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูง ประกอบด้วยกรดอะมิโนจำเป็นอยู่อย่างครบถ้วน ขณะที่โปรตีนจากพืชเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำ ประกอบด้วยกรดอะมิโนจำเป็นไม่ครบ 8 ชนิด เช่น ข้าวเจ้าบาตาลีซิน ถั่วเหลืองขาด ไทโรซีน และทริปโตเฟน เป็นต้น**
- 2. โปรตีนจากสัตว์เป็นโปรตีนที่ย่อยสลายได้ง่าย ขณะที่โปรตีนจากพืชจะย่อยสลายได้ยากกว่าอาหารที่เป็นแหล่งโปรตีนชนิดดี ประกอบด้วยกรดอะมิโนจำเป็นอยู่อย่างครบถ้วน ใต้แก่ไข่ และน้ำมันซึ่งนอกจากจะอุดมไปด้วยโปรตีนแล้ว ยังประกอบด้วยไขมัน ธาตุแคลเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส และวิตามินเออีกด้วย จึงถือว่าอาหารประเภทนี้เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง**





เฉลยกิจกรรม 4.6

ตอนที่1 คำชี้แจง

- ให้นักเรียนสังเกตลักษณะของไข่ขาวดิบเมื่อทดสอบกับสารต่อไปนี้

ตารางที่ 5 ลักษณะของไข่ขาวดิบ

หลอดที่	สารที่ใช้ทดสอบกับไข่ขาวดิบ	ผลการสังเกต
1	กรดแอซิটริก	เกิดตะกอน
2	สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น	เกิดตะกอน
3	ความร้อน	แข็งตัวมีสีขาวขุ่น

ตอนที่2 คำชี้แจง

- ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้



1. ความร้อน กรด และเบสทำให้ไข่ขาวดิบมีลักษณะอย่างไร
ความร้อนและกรด-เบสทำให้ไข่ขาวดิบเปลี่ยนแปลง ตัว ทำให้เกิดตะกอนและแข็งตัวสีขาว
2. การเปลี่ยนแปลงของไข่ขาวดิบเมื่อได้รับความร้อน กรด และเบส เรียกว่าอะไร
การเปลี่ยนแปลงของไข่ขาวดิบ เมื่อได้รับความร้อนและกรด-เบสทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีน
3. จากกิจกรรมนี้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับโปรตีนอย่างไร
โปรตีนเปลี่ยนแปลงสภาพได้เมื่อได้รับความร้อนจะแข็งตัว ส่วนกรด-เบสทำให้โปรตีนเปลี่ยนแปลงสภาพ ตกตะกอนหรือรวมตัวเป็นก้อน



เฉลยกิจกรรม 4.7

คำชี้แจง

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนแผนผังความคิดเกี่ยวโปรตีนในร่างกาย

ขึ้นอยู่กับแนวการตอบของนักเรียน





เฉลยคำตอบก่อนเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	2
2	4
3	2
4	2
5	1
6	4
7	3
8	3
9	3
10	2

เฉลยคำตอบหลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ
1	3
2	4
3	1
4	3
5	3
6	2
7	3
8	1
9	2
10	2

