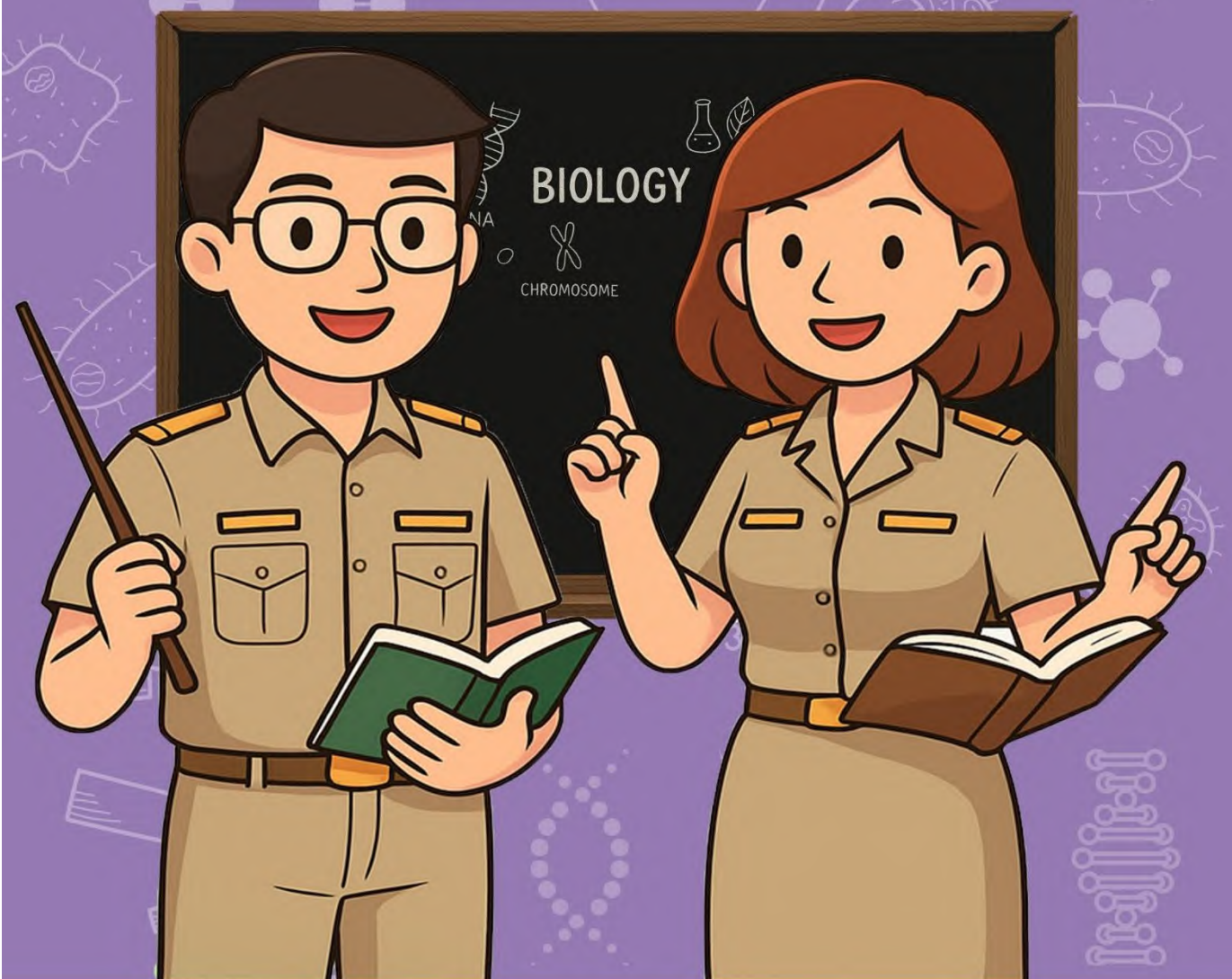


# คู่มือสอบ ครูชีววิทยา (สรุปและโจทย์)



โดย ดร.รุ่งโรจน์ ไกรสิทธิพานิชย์

# คู่มือสอบครูชีววิทยา (สรุปและโจทย์)

ผู้เขียน รุ่งโรจน์ ไกรสิทธิพาณิชย์

พิมพ์ครั้งที่ 1 2568

จำนวนที่พิมพ์ 100 เล่ม

พิมพ์และเผยแพร่โดยผู้เขียน

ISBN (E book) 978-616-626-884-3



สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ฯ พ.ศ. 2568

ข้อมูลทางบรรณานุกรม

รุ่งโรจน์ ไกรสิทธิพาณิชย์. คู่มือสอบครูชีววิทยา / รุ่งโรจน์ ไกรสิทธิพาณิชย์. —  
พิมพ์ครั้งที่ 1. พิมพ์และจัดจำหน่ายโดยผู้เขียน, 2569. 354 หน้า.



## คำนำ

หนังสือ คู่มือสอบครูชีววิทยา (สรุปและโจทย์) เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแหล่งความรู้และเครื่องมือในการเตรียมตัวสอบบรรจุครูผู้ช่วยสายวิชาชีววิทยา โดยมุ่งเน้นทั้งการทบทวนเนื้อหาสำคัญ และการฝึกฝนผ่านแนวข้อสอบที่ครอบคลุมประเด็นหลักที่มักปรากฏในการสอบ โดยภาคแรกของหนังสือเป็นการ สรุปเนื้อหาสำคัญ พร้อมแนวข้อสอบและเฉลยในแต่ละบท ได้แก่ บทที่ 1 กล้องจุลทรรศน์ การศึกษาชีววิทยา และสารชีวโมเลกุล บทที่ 2 เซลล์และพลังงานของเซลล์ บทที่ 3 การแบ่งเซลล์ สารพันธุกรรม และพันธุศาสตร์ บทที่ 4 วิวัฒนาการและความหลากหลายทางชีวภาพ บทที่ 5 ชีววิทยาของพืช บทที่ 6 ชีววิทยาของสัตว์และมนุษย์ และสุดท้ายบทที่ 7 ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม สำหรับภาคที่สองเป็น ชุดโจทย์ทดสอบตนเอง โดยคัดสรรโจทย์สอบบรรจุครูวิชาชีววิทยาจากแนวข้อสอบจริงและข้อสอบจำลอง พร้อมเฉลยที่อธิบายอย่างละเอียด เพื่อช่วยให้ผู้อ่านสามารถประเมินความเข้าใจของตนเองได้อย่างเป็นระบบ

ผู้เขียนตั้งใจให้หนังสือเล่มนี้เป็นทั้งคู่มือการทบทวนและเครื่องมือฝึกฝน เพื่อให้ผู้อ่านเกิดความมั่นใจและมีความพร้อมในการสอบบรรจุครูชีววิทยา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะประโยชน์ต่อทุกท่านที่มุ่งมั่นสู่เส้นทางวิชาชีพครู

ท้ายที่สุดนี้ หากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้เขียนขออภัยด้วยความยินดีและจะนำไปปรับปรุงในโอกาสต่อไป ขออำนวยการให้ผู้อ่านทุกท่านประสบความสำเร็จในการสอบและการทำงานในวิชาชีพครู

ดร.รุ่งโรจน์ ไกรสิทธิพานิชย์

## สารบัญ

|                                                          | หน้า |
|----------------------------------------------------------|------|
| คำนำ                                                     | 3    |
| สารบัญ                                                   | 4    |
| ภาค สรุปเนื้อหาและแนวข้อสอบ                              | 5    |
| บทที่ 1 กล้องจุลทรรศน์ การศึกษาชีววิทยา และสารชีวโมเลกุล | 6    |
| แนวข้อสอบและเฉลยประจำบทที่ 1                             | 33   |
| บทที่ 2 เซลล์และพลังงานของเซลล์                          | 40   |
| แนวข้อสอบและเฉลยประจำบทที่ 2                             | 105  |
| บทที่ 3 การแบ่งเซลล์ สารพันธุกรรม และพันธุศาสตร์         | 111  |
| แนวข้อสอบและเฉลยประจำบทที่ 3                             | 151  |
| บทที่ 4 วิวัฒนาการและ ความหลากหลายทางชีวภาพ              | 157  |
| แนวข้อสอบและเฉลยประจำบทที่ 4                             | 197  |
| บทที่ 5 ชีววิทยาของพืช                                   | 201  |
| แนวข้อสอบและเฉลยประจำบทที่ 5                             | 234  |
| บทที่ 6 ชีววิทยาของสัตว์และมนุษย์                        | 237  |
| แนวข้อสอบและเฉลยประจำบทที่ 6                             | 286  |
| บทที่ 7 ระบบนิเวศและ สิ่งแวดล้อม                         | 289  |
| แนวข้อสอบและเฉลยประจำบทที่ 7                             | 316  |
| ภาค ทดสอบตนเอง                                           | 319  |
| โจทย์สอบบรรจุ วิชา ชีววิทยา 1                            | 320  |
| เฉลยโจทย์สอบบรรจุ วิชา ชีววิทยา 1                        | 331  |
| โจทย์สอบบรรจุ วิชา ชีววิทยา 2                            | 338  |
| เฉลยโจทย์สอบบรรจุ วิชา ชีววิทยา 2                        | 347  |
| ประวัติผู้เขียน                                          | 353  |





ภาคสรุปเนื้อหาและแนวข้อสอบ

## บทที่ 1

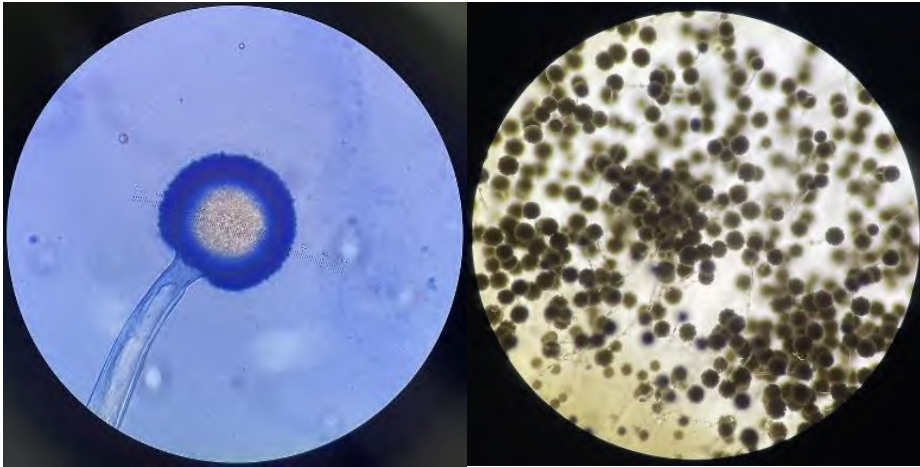
### การศึกษาชีววิทยา กล้องจุลทรรศน์ และสารชีวโมเลกุล

#### กล้องจุลทรรศน์ (Microscope)

หากจำแนกกล้องจุลทรรศน์ตามแหล่งกำเนิดแสงจำแนกได้ 2 ประเภทคือ กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscope) และกล้องจุลทรรศน์แบบอิเล็กตรอน (Electron microscope) ในบทนี้ผู้เขียนจะเน้นไปที่กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเป็นหลัก ซึ่งโดยทั่วไปกล้องจุลทรรศน์ประเภทนี้ที่ใช้กันทั่วไปจะมี 2 ชนิดคือ กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ (Compound microscope) และกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereo microscope) โดยภาพที่เห็นจากกล้องชนิดเลนส์ประกอบจะเป็นภาพเสมือนหัวกลับ ขนาดขยาย และเห็นเป็นภาพ 2 มิติ ส่วนกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ จะเห็นเป็นภาพเสมือน ขนาดขยาย และเห็นเป็นภาพ 3 มิติ (ภาพ)



ภาพ กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบ และ กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ



ภาพ ภาพที่เห็นจากกล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบ และ กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ  
ประวัติการใช้งานกล้องจุลทรรศน์

- ปี ค.ศ.1655 โรเบิร์ต ฮุก (Robert Hooke) ใช้กล้องที่ประดิษฐ์ขึ้นส่องไม้คอร์ก (cork) และเป็นคนใช้คำว่า เซลล์ (cell) เป็นคนแรก
- ปี ค.ศ.1674 แอนโทนี ลีเวนฮุค (Antonie Leeuwenhoek) ประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์เลนส์เดี่ยว (simple microscope) กำลังขยายต่ำไม่เกิน 250 เท่า และได้ชื่อว่าเป็น ผู้ประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์เป็นคนแรก
- ปี ค.ศ.1839 ทีโอดอร์ ชวานน์ (Theodor Schwann) ใช้กล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาเนื้อเยื่อสัตว์ และเป็นผู้เสนอทฤษฎีเซลล์ (the cell theory)
- ปี ค.ศ.1932 เอ็ม นอลล์ (M. Knoll) และ อี รุสกา (E. Ruska) เป็นผู้ประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนขึ้น

## การใช้กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบ

1. เมื่อต้องการนำกล้องมาใช้ ให้ยกกล้องโดยใช้มือข้างหนึ่งจับที่แขนของกล้องแล้วมืออีกข้างรองใต้ฐานของกล้อง ตั้งกล้องให้มั่นคง ไม่เอียง และไม่คว่ำลง เพราะเลนส์ใกล้ตาอาจจะหลุดออกมาได้



ภาพ นักชีววิทยากำลังยกกล้องจุลทรรศน์ออกมาใช้งาน

2. เมื่อเริ่มใช้งานให้เปิดไฟกล้อง (หากไฟไม่ติดลองสำรวจว่าเสียบปลั๊กไฟพร้อมใช้งานหรือไม่) ซึ่งปุ่มเปิดมักอยู่ทางด้านข้างด้านใดด้านหนึ่งหรือด้านหลังของตัวกล้อง



ภาพ แสดงส่วนของสวิสช์ไฟ



3. สังเกตเลนส์ใกล้วัตถุอยู่ที่กำลังขยายต่ำสุดหรือไม่ ถ้ายังไม่อยู่ต้องหมุนให้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำสุดมาอยู่ตรงกลางลำกล้องก่อน โดยใช้นิ้วจับจานหมุนหรือ revolving nosepiece



ภาพ แสดงส่วนของเลนส์ใกล้วัตถุ

4. นำแผ่นสไลด์วัตถุที่ต้องการศึกษาวางบนแท่นวางวัตถุ โดยให้บริเวณแสงส่องขึ้นมาสว่างตรงบริเวณที่ต้องการศึกษามากที่สุด



ภาพ แสดงการนำแผ่นสไลด์เข้าวางบนแท่นวางวัตถุ

5. ใช้มือปรับหมุนปุ่มปรับภาพหยาบเพื่อหาภาพ โดยตาทั้งสองข้างมองไปที่เลนส์ใกล้ตา ตลอดเวลาที่เลื่อนปุ่มปรับภาพหยาบ เมื่อเจอภาพแต่แสงสว่างไม่เหมาะสม ให้เพิ่มและลดแสงสว่างลงจะมองเห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น



ภาพ 7 แสดงการหมุนปุ่มปรับภาพหยาบ

5. เมื่อต้องการเห็นรายละเอียดของภาพให้ชัดเจนยิ่งขึ้น สามารถปรับเพิ่มกำลังขยายกล้องจุลทรรศน์ได้โดยเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ โดยจับจานหมุนหมุนเปลี่ยนจาก 4 เท่า เป็น 10 เท่า 40 เท่า และ 100 เท่า ตามลำดับ โดยแต่ละกำลังขยายของกล้องที่สูงขึ้น ภาพจะมัว จำเป็นต้องปรับปุ่มปรับภาพละเอียดเสมอ (ต้องปรับปุ่มปรับภาพหยาบ) อย่างไรก็ตามที่หัวเลนส์ใกล้วัตถุ 100 เท่า จะต้องหยดน้ำมันสำหรับใช้กับการส่องกล้องจุลทรรศน์ที่สไลด์เสมอ



ภาพ 8 แสดงการหมุนปุ่มปรับภาพละเอียด

6. เมื่อจะเลิกใช้งาน ให้หมุนจานหมุนเพื่ออาหัวเลนส์ใกล้วัตถุกลับมาที่กำลังขยายต่ำสุด เอาสไลด์ที่ส่องออกมาจากแท่นวางวัตถุ ตามด้วยเลื่อนแท่นวางวัตถุให้อยู่ในตำแหน่งต่ำสุด ดึงเดิม ปิดไฟของกล้องจุลทรรศน์ แล้วยกเก็บตั้งเดิม

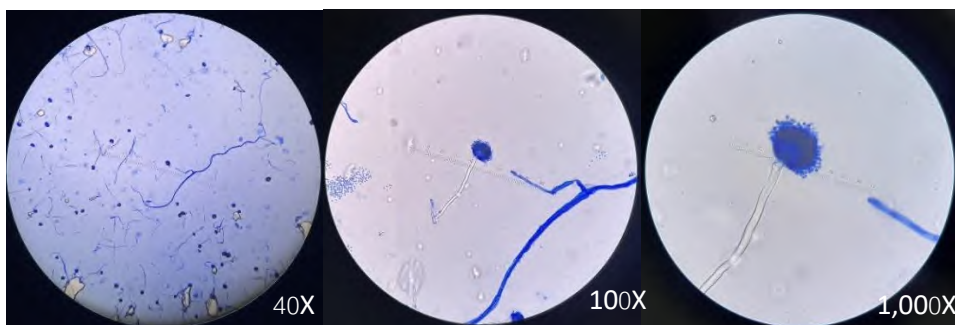
#### 4. การคำนวณกำลังขยายของกล้อง

กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์หาได้จากผลคูณของกำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา กับ กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ ซึ่งหาได้จากสูตร

กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ = กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ x กำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา

| กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ | กำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา | กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ |
|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 40X                        | 10X                     | 4X                         |
| 100X                       | 10X                     | 10X                        |
| 400X                       | 10X                     | 40X                        |
| 1,000X                     | 10X                     | 100X                       |

ยิ่งกำลังขยายของกล้องสูงขึ้น ขอบเขตของภาพจะแคบลง



ภาพ 9 แสดงภาพที่เห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายแตกต่างกัน

## ชีววิทยาคืออะไร

ชีววิทยา (Biology) เป็นวิชาทางวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งเช่นเดียวกับกับวิชาเคมีหรือฟิสิกส์ แต่เน้นไปที่การศึกษาเกี่ยวกับชีวิตและสิ่งมีชีวิต รวมถึงการศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ การเจริญเติบโตและการพัฒนา การสืบพันธุ์ การปรับตัว และการทำงานร่วมกันในระบบนิเวศ โดยวิชาชีววิทยายังครอบคลุมไปถึงการศึกษาในระดับโมเลกุล เซลล์ อวัยวะ ระบบอวัยวะต่าง ๆ และการดำเนินการของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อม

## ความหมายของชีววิทยาจากรากศัพท์

"ชีววิทยา" ตรงกับภาษาอังกฤษคือ BIOLOGY ประกอบมาจากคำสองคำ ได้แก่

1. **ชีวะ (Bio)** มาจากภาษากรีก คือ "bios"

หมายถึง "ชีวิต" หรือ "การมีชีวิต"

2. **วิทยา (Logy)** มาจากภาษากรีก คือ "logos"

หมายถึง "การศึกษา" หรือ "ความรู้"



เมื่อรวมกันแล้ว "ชีววิทยา" จึงหมายถึง "การศึกษาชีวิต" หรือ "ความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต"

## สาขาพื้นฐานของชีววิทยา

ชีววิทยา (Biology) เป็นสาขาวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาชีวิตและสิ่งมีชีวิต รวมถึงโครงสร้าง หน้าที่ การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมไปถึงการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีหลายแขนงวิชา โดยแต่ละแขนงมีการศึกษาดังนี้



## ตาราง แขนงวิชาต่างๆ ในชีววิทยา

| สาขาวิชา                                       | รายละเอียดของวิชา                                                                                                     |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชีววิทยาระดับโมเลกุล<br>(Molecular biology)    | ศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของโมเลกุลชีวภาพ เช่น DNA RNA และโปรตีน รวมถึงกระบวนการถ่ายทอดพันธุกรรม                       |
| เซลล์วิทยา (Cell biology)                      | ศึกษาโครงสร้างและการทำงานของเซลล์ การแบ่งเซลล์ และกระบวนการภายในเซลล์                                                 |
| พันธุศาสตร์ (Genetics)                         | ศึกษาลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและการเปลี่ยนแปลงของลักษณะในสิ่งมีชีวิต                           |
| นิเวศวิทยา (Ecology)                           | ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมถึงระบบนิเวศและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม                            |
| ชีวเคมี (Biochemistry)                         | ศึกษากระบวนการทางเคมีในสิ่งมีชีวิต รวมถึงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในเซลล์                                              |
| วิวัฒนาการ (Evolution)                         | ศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการ เช่น การคัดเลือกตามธรรมชาติ                                 |
| ชีววิทยาเชิงอนุรักษ์<br>(Conservation biology) | ศึกษาการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพและการฟื้นฟูระบบนิเวศ                                                            |
| จุลชีววิทยา (Microbiology)                     | ศึกษาเกี่ยวกับจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย ไวรัส และเชื้อรา รวมถึงบทบาทของจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อม                        |
| เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology)                | ศึกษาการใช้เทคโนโลยีเพื่อประยุกต์ใช้ความรู้ทางชีววิทยาพื้นฐานมาทำประโยชน์ เช่น การสร้างวัคซีนหรือการปรับปรุงพันธุ์พืช |
| สรีรวิทยา (Physiology)                         | ศึกษาการทำงานของอวัยวะแต่ละระบบในสิ่งมีชีวิต รวมถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นในระดับเซลล์                                   |
| ไวรัสวิทยา (Virology)                          | ศึกษาเกี่ยวกับไวรัส วงจรและการเกิดโรคจากไวรัส                                                                         |

## ลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิต (Organism specific character)

สิ่งมีชีวิต (Living things) และสิ่งไม่มีชีวิต (non-living things) มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยสิ่งมีชีวิตจะมีลักษณะเฉพาะที่สำคัญแตกต่างไปจากสิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่ โครงสร้างเซลล์ (Cell structure) ซึ่งถือเป็นหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด (ยกเว้นไวรัส ไรโรยด์ และพรีออน) เซลล์เป็นโครงสร้างที่สามารถทำหน้าที่ต่าง ๆ ได้หลากหลาย อาทิ การรับสารอาหาร การสืบพันธุ์ และการตอบสนองต่อสิ่งเร้า ขณะที่สิ่งไม่มีชีวิตจะไม่มีเซลล์หรือโครงสร้างทางชีวภาพที่ซับซ้อน อีกลักษณะที่สำคัญคือ **การเจริญเติบโตและการพัฒนา (Growth and Development)** สิ่งมีชีวิตสามารถเจริญเติบโตและมีการพัฒนาได้โดยการแบ่งเซลล์ การขยายขนาด และการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างและขนาดไปตามช่วงอายุ ตรงกันข้ามกับสิ่งไม่มีชีวิตที่ไม่มีการเจริญเติบโต นอกจากนี้ กระบวนการเผาผลาญหรือที่เรียกว่ากันโดยทั่วไปว่า **เมแทบอลิซึม (Metabolism)** เป็นอีกหนึ่งลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิต ที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยาทางชีวเคมีภายในเซลล์เพื่อผลิตพลังงานและสารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น กระบวนการย่อยอาหารและกระบวนการสร้างพลังงานผ่านการสลายกลูโคส ขณะที่สิ่งไม่มีชีวิตไม่มีการเผาผลาญหรือปฏิกิริยาชีวเคมีใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานดังกล่าว

ลักษณะสำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ **การตอบสนองต่อสิ่งเร้า (Response to stimuli)** โดยสิ่งมีชีวิตจะต้องสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าจากสิ่งแวดล้อมได้ เช่น การตอบสนองต่อแสง เสียง ความร้อน หรือการสัมผัส เช่น พืชมีการเบี่ยงเข้าหาแสงเพื่อเพิ่มโอกาสในการสังเคราะห์แสง ในขณะที่สิ่งไม่มีชีวิตจะไม่สามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าเหล่านี้ได้ **การสืบพันธุ์ (Reproduction)** ก็เป็นลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิตที่สามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ กระบวนการสืบพันธุ์ช่วยให้สิ่งมีชีวิตคงไว้ซึ่งเผ่าพันธุ์ โดยถ่ายทอดสารพันธุกรรม เช่น DNA และ RNA ส่งต่อไปยังรุ่นถัดไป ซึ่งสิ่งไม่มีชีวิตไม่สามารถทำได้ อีกลักษณะที่สำคัญคือ **การปรับตัว (Adaptation)** สิ่งมีชีวิตสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้ โดยผ่านกระบวนการวิวัฒนาการที่ช่วยเพิ่มโอกาสในการอยู่รอด เช่น การปรับเปลี่ยนสีของสัตว์เพื่อพรางตัวจากนักล่า ในขณะที่สิ่งไม่มีชีวิตจะไม่มีความสามารถดังนี้

## เคมีในสิ่งมีชีวิต (Chemical of life)

เคมีในสิ่งมีชีวิต เป็นการศึกษาเกี่ยวกับสารเคมี สารชีวโมเลกุล ปฏิกิริยาเคมีและกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในสิ่งมีชีวิต ทั้งในระดับเซลล์และเนื้อเยื่อ ซึ่งล้วนแล้วแต่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทั้งสิ้น โดยปฏิกิริยาเคมีเหล่านี้เป็นผลมาจากการบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างและสลายสารอาหาร การถ่ายโอนพลังงาน และการสร้างโมเลกุลที่จำเป็นต่อการทำงานของเซลล์ โดยในร่างกายของสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยสารอินทรีย์ (Organic compounds) และ สารอนินทรีย์ (Inorganic compounds) เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด กรดนิวคลีอิก น้ำ วิตามินและเกลือแร่ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสร้างโครงสร้างเซลล์และการทำงานภายในเซลล์

### สารอินทรีย์

1. **คาร์โบไฮเดรต** จัดเป็นแหล่งพลังงานหลักที่ร่างกายใช้ในการเผาผลาญ มีโครงสร้างเป็นน้ำตาลและพอลิเมอร์ของน้ำตาล
2. **ลิพิด** จัดเป็นสารที่ไม่ละลายในน้ำ รวมถึงไขมัน น้ำมัน และสเตียรอยด์ ทำหน้าที่เก็บสะสมพลังงานระยะยาว สร้างโครงสร้างเยื่อหุ้มเซลล์
3. **โปรตีน** จัดเป็นโมเลกุลที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน ทำหน้าที่หลากหลาย เช่น การเป็นเอนไซม์ การให้โครงสร้าง และการป้องกันในระบบภูมิคุ้มกัน
4. **กรดนิวคลีอิก** จัดเป็นสารที่เก็บข้อมูลทางพันธุกรรม ได้แก่ DNA และ RNA ทำหน้าที่ถ่ายทอดข้อมูลพันธุกรรม และควบคุมการสังเคราะห์โปรตีน

### สารอนินทรีย์

1. **น้ำ (H<sub>2</sub>O)** จัดเป็นส่วนประกอบหลักของเซลล์ มีบทบาทเป็นตัวทำละลายและช่วยขนส่งสารภายในร่างกาย รวมถึงรักษาสมดุลของเซลล์และการรักษาอุณหภูมิ
2. **แร่ธาตุ (Minerals)** จัดเป็นสารที่สิ่งมีชีวิตนำไปใช้ประโยชน์ในหลายด้าน เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม มีบทบาทในโครงสร้างของกระดูก การทำงานของกล้ามเนื้อและระบบประสาท

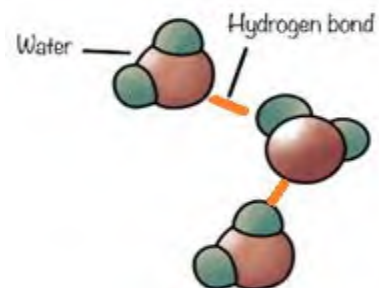
3. **ก๊าซ (Gases)** จัดเป็นสิ่งสำคัญต่อการดำรงชีพ เช่น ออกซิเจน ( $O_2$ ) สำหรับกระบวนการหายใจระดับเซลล์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ) ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงในพืช
4. **ไอออน (Ions)** จัดว่ามีบทบาทสำคัญโดยเฉพาะกระบวนการส่งสัญญาณภายในเซลล์ เช่น โซเดียม ( $Na^+$ ) และโพแทสเซียม ( $K^+$ ) มีบทบาทในกระบวนการส่งสัญญาณประสาทและรักษาสสมดุลของน้ำในเซลล์

## น้ำ ( $H_2O$ )

น้ำเป็นสารที่มีบทบาทสำคัญในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ด้วยคุณสมบัติทางเคมีและโครงสร้างที่พิเศษ ทำให้น้ำมีคุณสมบัติที่หลากหลายและมีบทบาทสำคัญในกระบวนการทางชีววิทยา ดังนี้

### โครงสร้างของน้ำ

โมเลกุลของน้ำประกอบด้วยอะตอมของไฮโดรเจน 2 อะตอม และอะตอมของออกซิเจน 1 อะตอม เชื่อมต่อกันด้วยพันธะโควาเลนต์แบบมีขั้ว ทำให้โมเลกุลของน้ำมีลักษณะเป็นขั้ว (Polar) โดยด้านที่มีอะตอมของออกซิเจนจะมีประจุลบเล็กน้อย และด้านที่มีอะตอมของไฮโดรเจนจะมีประจุบวกเล็กน้อย ความเป็นขั้วของน้ำทำให้โมเลกุลของน้ำมีแรงดึงดูดระหว่างกันที่เรียกว่า **พันธะไฮโดรเจน**



ภาพ โมเลกุลของน้ำ

### คุณสมบัติทางชีววิทยาของน้ำ

คุณสมบัติต่าง ๆ ของน้ำเกิดจากโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำเอง ซึ่งมีแรงและคุณสมบัติพิเศษดังนี้

1. **แรงโคฮีชัน (Cohesion)**

แรงนี้เป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำ ทำให้โมเลกุลของน้ำสามารถยึดติดกันได้ดีและเกิดแรงตึงผิว (Surface tension) ที่สูง แผลงจึงสามารถเดินบนผิวน้ำได้ และแรงโคฮีชันยังช่วยในการเคลื่อนที่ของน้ำในท่อลำเลียงของพืชด้วย

## 2. แรงแอดฮีชัน (Adhesion)

แรงนี้ช่วยยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำและพื้นผิวของวัตถุอื่น เช่น ผงเซลลูโลส พืช ทำให้น้ำสามารถเกาะกับพื้นผิวที่เป็นขรุขระได้ดี เช่น การไหลขึ้นของน้ำในท่อลำเลียง (Xylem) ของพืช น้ำจะยึดติดกับผนังท่อซึ่งช่วยให้น้ำสามารถเคลื่อนที่ขึ้นไปสู่ส่วนต่าง ๆ

## 3. ความจุความร้อนจำเพาะสูง (High specific of heat capacity)

น้ำสามารถดูดซับความร้อนได้มากโดยที่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ความจุความร้อนจำเพาะสูงนี้ มีส่วนช่วยรักษาอุณหภูมิของร่างกายและสภาพแวดล้อมให้คงที่ ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ

## 4. จุดเดือดสูงและจุดหลอมเหลวสูง (High boiling and melting points)

น้ำมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูงเมื่อเทียบกับสารประกอบอื่นที่มีน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงกัน ทำให้สามารถพบน้ำในสถานะของเหลวได้ในอุณหภูมิหลากหลาย

## 5. ตัวทำละลายที่ดี (Universal solvent)

น้ำมีความสามารถละลายสารต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะสารที่เป็นขี้หรือมีไอออน น้ำจึงเป็นตัวทำละลายที่สำคัญในร่างกาย

## 6. การควบแน่นและการระเหย (Condensation and Evaporation)

การควบแน่นและการระเหยของน้ำมีบทบาทในการควบคุมอุณหภูมิและสร้างสมดุลของน้ำในสิ่งมีชีวิต เช่น เหงื่อระเหยจากผิวหนังเพื่อช่วยลดอุณหภูมิในร่างกาย

## แร่ธาตุ (Minerals)

แร่ธาตุเป็นสารอนินทรีย์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการทำงานของร่างกายและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด แร่ธาตุถูกใช้ในหลากหลายกระบวนการ เช่น การสร้างโครงสร้าง การทำหน้าที่ของเซลล์ และการรักษาสมดุลของระบบในร่างกาย โดยแร่ธาตุ



สามารถแบ่งออกได้เป็นแร่ธาตุหลัก (Macro minerals) และแร่ธาตุเสริม (trace minerals) ขึ้นอยู่กับปริมาณที่ร่างกายต้องการ

#### ตาราง แร่ธาตุและบทบาทที่สำคัญ

| แร่ธาตุ    | บทบาทสำคัญ                                                              | แหล่งอาหาร                       |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| แคลเซียม   | สร้างกระดูกและฟัน การแข็งตัวของเลือด การหดตัวของกล้ามเนื้อ              | ผลิตภัณฑ์นม ผักใบเขียว ปลา       |
| ฟอสฟอรัส   | สร้างกระดูกและฟัน องค์ประกอบ ATP โครงสร้างของนิวคลีโอไทด์ใน DNA และ RNA | เนื้อสัตว์ ปลา ไข่ ธัญพืช        |
| โพแทสเซียม | ควบคุมกล้ามเนื้อและระบบประสาท ควบคุมสมดุลน้ำในเซลล์                     | กล้วย มันฝรั่ง ส้ม ผักใบเขียว    |
| โซเดียม    | ควบคุมสมดุลน้ำในเซลล์ การส่งสัญญาณประสาท                                | เกลือแกง อาหารแปรรูป             |
| แมกนีเซียม | เป็นโคแฟกเตอร์ในการทำงานของเอนไซม์ การสร้างโปรตีน                       | ถั่ว ธัญพืช ผักใบเขียว           |
| เหล็ก      | ส่วนประกอบฮีโมโกลบินช่วยในการขนส่งออกซิเจน                              | เนื้อสัตว์ ตับ ผักใบเขียว ธัญพืช |
| สังกะสี    | การเจริญเติบโตของเซลล์ ระบบภูมิคุ้มกัน                                  | เนื้อสัตว์ อาหารทะเล ถั่ว ธัญพืช |
| ไอโอดีน    | ผลิตฮอร์โมนไทรอยด์ที่ช่วยในการเผาผลาญ                                   | เกลือเสริมไอโอดีน อาหารทะเล      |
| ซีลีเนียม  | ป้องกันอนุมูลอิสระ ส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกันให้ทำงานได้ปกติ               | ถั่ว ปลา เนื้อสัตว์ ธัญพืช       |

#### หมู่หน้าที่ (Functional groups) ในสารชีวโมเลกุล

หมู่หน้าที่ คือกลุ่มของอะตอมที่มีลักษณะเฉพาะ ซึ่งส่งผลต่อคุณสมบัติทางเคมีของโมเลกุลในสารชีวโมเลกุล ทั้งโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต หมู่หน้าที่สามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของสารได้ เช่น ความเป็นกรด-เบส และความสามารถในการละลาย

ในน้ำ รวมถึงมีบทบาทสำคัญในการเกิดปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ ตัวอย่างของหมู่หน้าที่ เช่น หมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ที่ทำให้สารเป็นแอลกอฮอล์ หมู่คาร์บอกซิล (-COOH) ที่ทำให้สารเป็นกรด หมู่อะมิโน (-NH<sub>2</sub>) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของกรดอะมิโน และหมู่ฟอสเฟต (-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) ที่พบในกรดนิวคลีอิกและ ATP การมีอยู่ของหมู่หน้าที่เหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการสร้างฮอร์โมนและสัญญาณทางชีวภาพที่มีผลต่อการทำงานของเซลล์ ทำให้หมู่หน้าที่เป็นหัวใจสำคัญในการศึกษาเกี่ยวกับสารชีวโมเลกุลและชีววิทยาเซลล์

**ตาราง หมู่ฟังก์ชันในสารชีวโมเลกุล**

| หมู่หน้าที่                   | ตัวอย่าง                     |
|-------------------------------|------------------------------|
| Hydroxyl (-OH)                | เอทานอล (Ethanol) และน้ำตาล  |
| Carboxyl (-COOH)              | กรดอะมิโน                    |
| Amino (-NH <sub>2</sub> )     | กรดอะมิโน                    |
| Phosphate (-PO <sub>4</sub> ) | ATP                          |
| Sulfhydryl (-SH)              | กรดอะมิโนซิสเทอีน (Cysteine) |
| Carbonyl (-COH)               | น้ำตาลต่างๆ                  |

## คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrates)

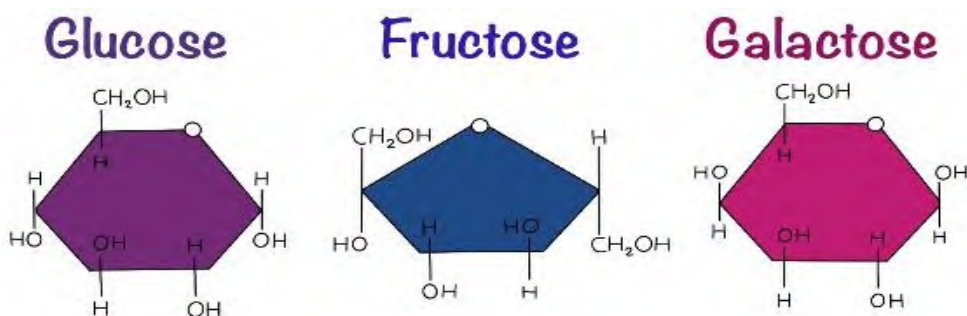
คาร์โบไฮเดรตเป็นสารชีวโมเลกุลที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในหลายด้าน เช่น การเป็นแหล่งพลังงานและการสร้างโครงสร้างที่ให้ความแข็งแรงของเซลล์ คาร์โบไฮเดรตประกอบด้วยองค์ประกอบหลักคือ ธาตุคาร์บอน (C) ธาตุไฮโดรเจน (H) และธาตุออกซิเจน (O) โดยมีสูตรทั่วไปคือ C<sub>n</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub> โดย n หมายถึง จำนวนคาร์บอน โดยคาร์โบไฮเดรตมีหมู่หน้าที่คือหมู่คาร์บอนิล (Carbonyl) ซึ่งแบ่งได้ 2 ประเภทคือ หมู่แอลโด (Aldo) และหมู่คีโต (Keto) เรียกน้ำตาลที่ประกอบขึ้นจากหมู่หน้าที่ทั้ง 2 ว่าน้ำตาล Aldose และน้ำตาล Ketose ตามลำดับ

## ประเภทของคาร์โบไฮเดรต

### โมโนแซคคาไรด์ (Monosaccharides) หรือน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว

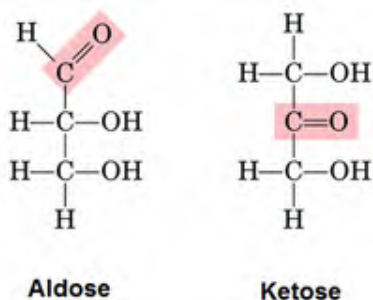
ลักษณะของน้ำตาลโมโนแซคคาไรด์ คือคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลเดี่ยว (Single sugar unit) ไม่สามารถย่อยสลายเป็นน้ำตาลที่เล็กลงได้อีก

ตัวอย่างน้ำตาลกลูโคส (Glucose) น้ำตาลฟรุกโตส (Fructose) และน้ำตาลกาแลคโตส (Galactose) ซึ่งน้ำตาลทั้ง 3 ชนิดนี้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่มีคาร์บอน 6 อะตอม



ภาพ โครงสร้างของน้ำตาลโมโนแซคคาไรด์

### น้ำตาล Aldose และ Ketose คืออะไร



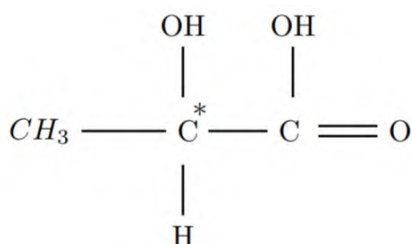
ภาพ โมเลกุลของน้ำตาล Aldose และ Ketose

น้ำตาลทั้ง 2 ประเภทนี้ เป็นกลุ่มที่จำแนกตามโครงสร้างทางเคมีของหมู่หน้าที่ (Functional group) คือหมู่คาร์บอนิลที่ตำแหน่งต่างกัน โดย **Aldose** มีหมู่อัลดีไฮด์ ( $-CHO$ ) หรือเรียกว่าหมู่ Aldo อยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งแรก เช่น น้ำตาลกลูโคส (Glucose) และน้ำตาลไรโบส (Ribose) ในขณะที่ **Ketose** มีหมู่คีโตน ( $>C=O$ ) หรือเรียกว่าหมู่ Keto อยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่สอง เช่น น้ำตาลฟรุกโตส (Fructose) และน้ำตาลไรบูลอส (Ribulose)

## โครงสร้างน้ำตาลแบบ Haworth และ Fischer

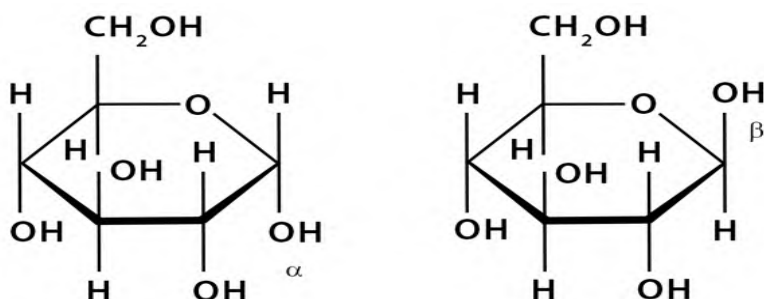
โครงสร้าง 2 ประเภทนี้เป็นโครงสร้างทางเคมีของน้ำตาลที่ช่วยในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงและโครงสร้างสามมิติของโมเลกุลน้ำตาล

1. โครงสร้างแบบ Fischer เป็นการแสดงโครงสร้างน้ำตาลในแบบเส้นตรง โดยน้ำตาล Aldose และ Ketose จะแสดงในรูปแบบที่หมุนหน้าที่ (หมู่อัลดีไฮด์หรือคีโตน) อยู่ที่ตำแหน่งคาร์บอนแรกหรือที่



สองของโครงสร้าง ให้คาร์บอนที่อยู่ใกล้หมู่ ภาพ 2.4 ไครอลคาร์บอน (ตำแหน่งดอกจัน) หน้าที่อยู่ด้านบน (หรือขวาของภาพ 2.4) และหมู่ไฮดรอกซิลจัดเรียงซ้ายขวาตามความสัมพันธ์ทางไครอล (chiral) คาร์บอนของโมเลกุล

2. โครงสร้างแบบ Haworth เป็นการแสดงโครงสร้างวง (Cyclic form) ของน้ำตาล โดยเฉพาะในกรณีน้ำตาลที่มีห้าหรือหกคาร์บอน เช่น น้ำตาลกลูโคส โดยน้ำตาลจะเกิดวงได้จากการที่หมู่คาร์บอนิล ( $C=O$ ) ทำปฏิกิริยากับหมู่ไฮดรอกซิล ( $OH$ ) ในคาร์บอนอื่น ก่อให้เกิดวงแหวนห้าหรือหกเหลี่ยม โดยวงจะมีการแสดงให้เห็นถึงลักษณะของน้ำตาลว่าเป็นแอนอเมอร์ (Anomer) แบบ  $\alpha$  หรือ  $\beta$  ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งของหมู่ไฮดรอกซิลที่คาร์บอนที่ 1 ในกรณีที่เป็น  $\alpha$  หมู่ไฮดรอกซิลจะชี้ไปทางด้านตรงข้ามของหมู่  $CH_2OH$  ที่ปลาย และในกรณีที่เป็น  $\beta$  จะชี้ไปในทิศทางเดียวกัน



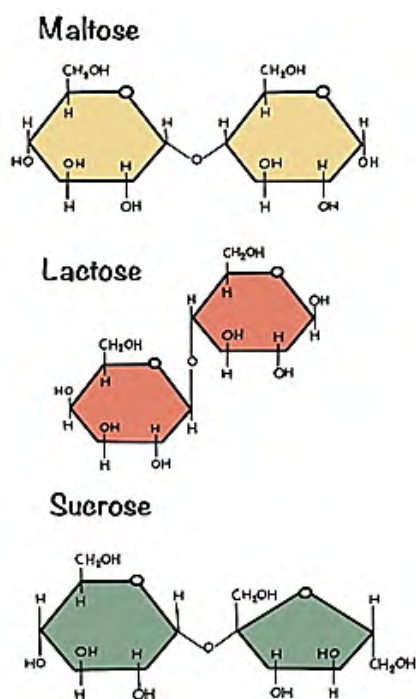
ภาพ โครงสร้างของน้ำตาลแบบ Haworth ประเภท  $\alpha$  และ  $\beta$

## โอลิโกแซคคาไรด์ (Oligosaccharides)

น้ำตาลโอลิโกแซคคาไรด์ประกอบด้วยโมโนแซคคาไรด์จำนวน 2-10 หน่วยเชื่อมต่อกัน ถ้ามีเพียงแค่ 2 หน่วยเชื่อมกันจะเรียกว่าไดแซคคาไรด์ (Disaccharide) หรือน้ำตาลโมเลกุลคู่ โดยมีพันธะไกลโคซิดิก (Glycosidic Bond) เชื่อมน้ำตาลสองโมเลกุลเข้าด้วยกัน

ตัวอย่างน้ำตาลโมเลกุลคู่ เช่น น้ำตาลซูโครส (Sucrose) น้ำตาลแลคโตส (Lactose) และมอลโตส (Maltose)

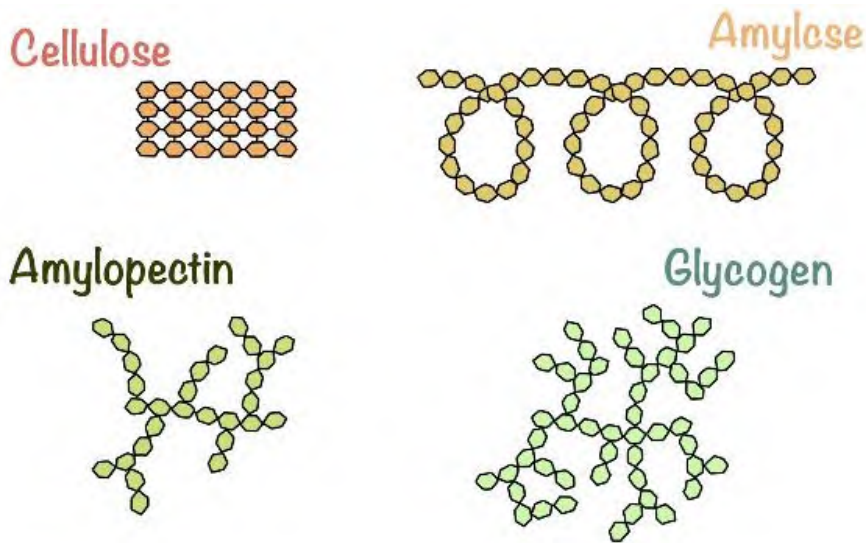
ภาพ โครงสร้างน้ำตาลโมเลกุลคู่



## โพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharides)

ลักษณะของโพลีแซคคาไรด์คือคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วยโมโนแซคคาไรด์จำนวนมากว่า 10 หน่วยมาเชื่อมต่อกัน บางครั้งเรียกว่า น้ำตาลโมเลกุลใหญ่

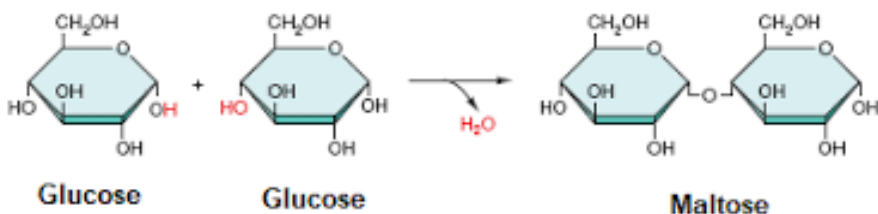
ตัวอย่างของน้ำตาลโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น แป้ง (Starch) ไกลโคเจน (Glycogen) และเซลลูโลส (Cellulose) โดยแป้งจัดเป็นคาร์โบไฮเดรตที่พบเฉพาะในพืช มี 2 ชนิดคือ Amylose และ Amylopectin โดยแป้ง Amylose จะมีพันธะไกลโคซิดิกต่อแบบ  $\alpha$  เป็นสายยาว ส่วน Amylopectin จะมีการแตกกิ่งออกมาเป็นแขนง และการที่ Amylopectin มีแขนงจะทำให้สัตว์ต้องใช้เวลาย่อยนานกว่าปกติ มีลักษณะที่เหนียวกว่า และในอาหารแต่ละชนิดจะมีสัดส่วนของ Amylose ต่อ Amylopectin ต่างกัน ในข้าวเหนียวจะมีค่าต่ำกว่า ข้าวเจ้า ส่วนไกลโคเจน มีการแตกกิ่งแขนงคล้าย Amylopectin แต่จะไม่พบในพืช พบได้ในสัตว์ โดยจะสะสมไว้ตามตับและกล้ามเนื้อ สำหรับเซลลูโลสจะมีลักษณะเป็นเส้นยาวต่อกันคล้าย Amylose แต่พันธะที่เชื่อมกันระหว่างโมเลกุลของน้ำตาลจะเป็นพันธะไกลโคซิดิกต่อแบบ  $\beta$



ภาพ โพลีแซคคาไรด์ประเภทต่างๆ

### การเกิดกระบวนการ Dehydration ของน้ำตาลโอลิโกแซคคาไรด์

เนื่องจากการสร้างพันธะไกลโคซิดิก (Glycosidic Bond) จะเกิดขึ้นระหว่างโมโนแซคคาไรด์ 2 โมเลกุล โดยจะมีการสูญเสียน้ำ (Dehydration) ซึ่งทำให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างกลูโคสหรือโมโนแซคคาไรด์อื่น ๆ ในโอลิโกแซคคาไรด์และโพลีแซคคาไรด์



ภาพ การสูญเสียน้ำจากการสร้างน้ำตาลมอลโตส

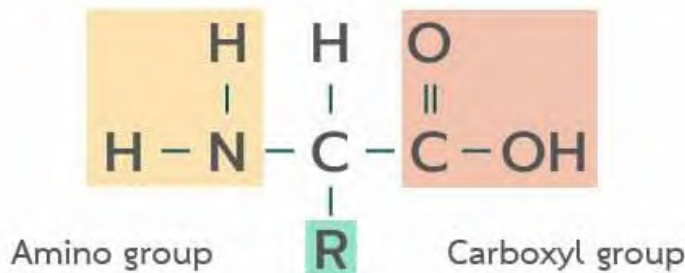
### โปรตีน (Proteins)

โปรตีนถือว่าเป็นสารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่ที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน (Amino acids) หลายหน่วยมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเพปไทด์ (Peptide bonds) โปรตีนมีบทบาทสำคัญในทุกด้านของระบบภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิต และมีหน้าที่ที่หลากหลาย



เช่น การสร้างโครงสร้างเซลล์ การทำงานเป็นเอนไซม์ (Enzymes) และการทำหน้าที่เป็นฮอร์โมน (Hormones) เป็นต้น

โปรตีนทุกชนิดประกอบด้วยหน่วยพื้นฐานที่เรียกว่า กรดอะมิโน (Amino acids) เหมือนกัน ประกอบด้วยหมู่หน้าที่ 2 ชนิดคือ หมู่  $\text{NH}_2$  และหมู่  $\text{COOH}$



ภาพ โครงสร้างพื้นฐานของกรดอะมิโน

## การแบ่งประเภทของกรดอะมิโนตามความจำเป็น

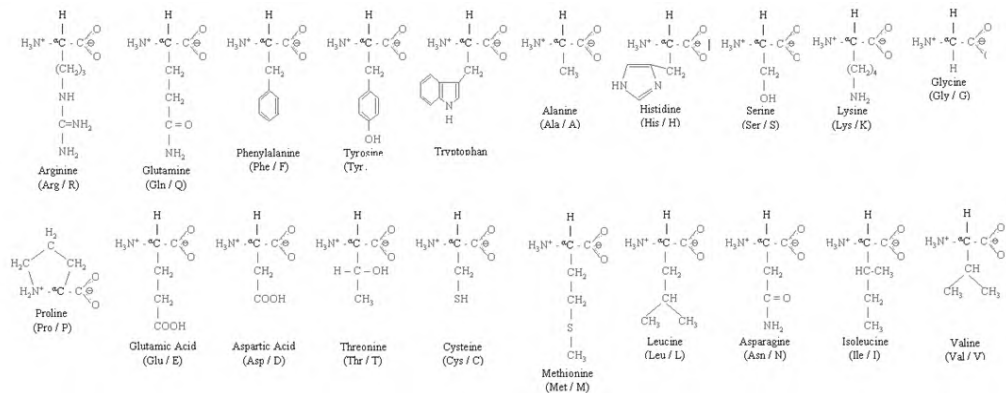
### กรดอะมิโนจำเป็น (Essential amino acids)

กรดอะมิโนจำเป็น คือกรดอะมิโนที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ จำเป็นต้องได้รับจากการกินอาหารที่มีกรดอะมิโนเหล่านี้เพื่อให้ร่างกายสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ กรดอะมิโนจำเป็นได้แก่ ลิวซีน (Leucine) ไอโซลิวซีน (Isoleucine) ไลซีน (Lysine) เมไธโอนีน (Methionine) ฟีนิลอะลานีน (Phenylalanine) ธรีโอนีน (Threonine) ทริปโตฟาน (Tryptophan) และวาลีน (Valine)

### กรดอะมิโนไม่จำเป็น (Non-essential amino acids)

กรดอะมิโนไม่จำเป็น คือกรดอะมิโนที่ร่างกายสามารถสังเคราะห์ได้เอง จึงไม่จำเป็นต้องได้รับจากอาหาร กรดอะมิโนกลุ่มนี้ประกอบด้วย อะลานีน (Alanine) แอสปาราจีน (Asparagine) แอสปาร์ติก (Aspartic acid) กลูตามีน (Glutamine) กลูตามิก (Glutamic acid) ไกลซีน (Glycine) ซีสเทอีน (Cysteine) และทรีโอนีน (Tyrosine)

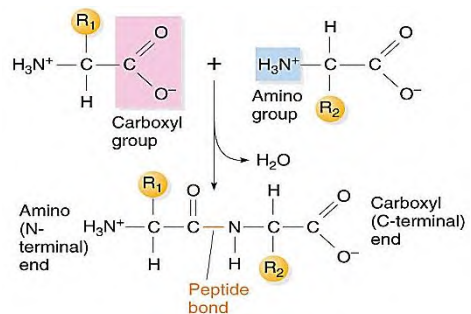
กรดอะมิโนเหล่านี้ทั้ง 2 ประเภทนี้มีบทบาทในการสร้างโปรตีนและเอนไซม์ต่าง ๆ ที่ช่วยเสริมสร้างและฟื้นฟูเซลล์ในร่างกาย รวมถึงสนับสนุนกระบวนการเมตาบอลิซึมและการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน



ภาพ โครงสร้างกรดอะมิโน

## การสร้างเปปไทด์ (Peptide formation)

เปปไทด์ (Peptides) คือ สายของกรดอะมิโนที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์ (Peptide bond) การสร้างเปปไทด์เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างหมู่คาร์บอกซิลของกรดอะมิโนหนึ่งและหมู่อะมิโนของกรดอะมิโนถัดไป



ภาพ พันธะเปปไทด์

## การอ่านชื่อเปปไทด์

การอ่านชื่อเปปไทด์ในระบบสากลจะเรียกเป็นชื่อกรดอะมิโนที่รวมกันและลงท้ายว่า -yl เช่น ถ้ามีกรดอะมิโน 3 ชนิด เช่น glycine (Gly) alanine (Ala) และ serine (Ser) อ่านว่า glycy~~l~~alan~~y~~serine แต่บางครั้งไม่จำเป็นต้องอ่านจากชื่อกรดอะมิโน แต่อ่านจากจำนวนของกรดอะมิโน เช่น ถ้ามีกรดอะมิโน 2 โมเลกุลเรียงต่อกันจะเรียก dipeptide และถ้ามี 3 จนถึง 9 จะเรียกตามตัวเลขโรมันเช่น 3 = tri, 4 = tetra, 5 = penta, 6 = hexa, 7 = hepta, 8 = octa, 9 = nona และลงท้ายตามด้วยคำว่า peptide เสมอ

## โครงสร้างของโปรตีน

### โครงสร้างปฐมภูมิ (Primary structure)

โครงสร้างปฐมภูมิเป็นลำดับของกรดอะมิโนที่เชื่อมต่อกันในสายโปรตีนที่ต่อกันด้วยพันธะ peptide เพียงอย่างเดียว

### โครงสร้างทุติยภูมิ (Secondary structure)

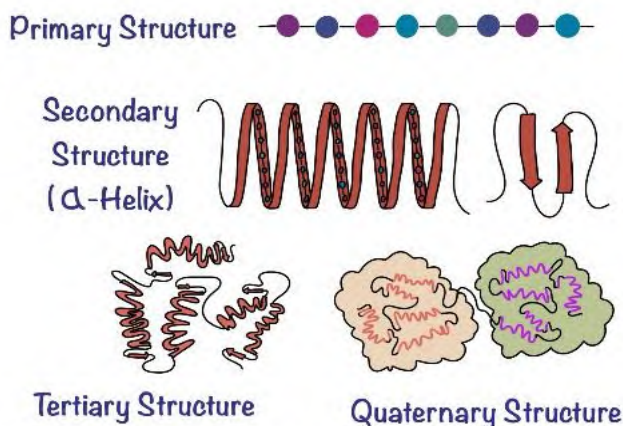
โครงสร้างทุติยภูมิเป็นการจัดเรียงของลำดับกรดอะมิโนที่สร้างเป็นโครงสร้างที่มีรูปแบบ เช่น  $\alpha$ -helix และ  $\beta$ -pleated sheet มีพันธะอื่นเช่น พันธะไฮโดรเจน อยู่ด้วย

### โครงสร้างตติยภูมิ (Tertiary structure)

โครงสร้างระดับตติยภูมิเป็นการจัดเรียงในสามมิติของโปรตีน ซึ่งเกิดจากการโค้งงอและพับของโซ่โปรตีน มีพันธะอื่นๆ เช่น พันธะไฮโดรเจน, พันธะไอออน, และพันธะซัลเฟอร์

### โครงสร้างจตุรภูมิ (Quaternary structure)

โครงสร้างระดับจตุรภูมิเป็นการรวมตัวของโปรตีนหลายโมเลกุลเข้าด้วยกัน เช่น ฮีโมโกลบินที่ประกอบด้วย 4 โพลีเปปไทด์



ภาพ โครงสร้างโปรตีนทั้ง 4 ระดับ

## หน้าที่ของโปรตีน

1. การสร้างเนื้อเยื่อ โดยโปรตีนมีส่วนสำคัญในการสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อต่าง ๆ
2. การเป็นเอนไซม์ สำหรับเร่งปฏิกิริยาเคมีในร่างกาย
3. การทำหน้าที่เป็นฮอร์โมน โดยฮอร์โมนหลายชนิดเป็นโปรตีนที่มีบทบาทในการควบคุมการทำงานของอวัยวะ
4. การส่งสัญญาณ โปรตีนช่วยในการสื่อสารระหว่างเซลล์ เช่น การตอบสนองต่อฮอร์โมนและสารเคมี
5. การขนส่ง โปรตีนบางชนิดทำหน้าที่ในการขนส่งสารในเลือด เช่น ฮีโมโกลบินที่ขนส่งออกซิเจน

## ไขมัน (Lipids)

ไขมัน (Lipids) เป็นสารชีวโมเลกุลที่สำคัญในร่างกาย โดยมีบทบาทที่สำคัญในด้าน การเก็บพลังงาน การสร้างเยื่อหุ้มเซลล์ และการส่งสัญญาณในระบบต่าง ๆ ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับไขมัน จำเป็นต้องรู้จักประเภทต่าง ๆ ของไขมัน รวมถึงระบบการอ่านชื่อที่ใช้ในการระบุโครงสร้างของกรดไขมัน

### โครงสร้างของไขมัน

ไขมันประกอบด้วยองค์ประกอบหลักคือ คาร์บอน (C), ไฮโดรเจน (H), และ ออกซิเจน (O) โดยส่วนใหญ่จะประกอบด้วยกรดไขมัน (Fatty acids) และกลีเซอรอล (Glycerol) เช่น Triglycerol

### การอ่านชื่อกรดไขมัน

กรดไขมันสามารถอ่านชื่อได้หลายระบบ เช่น ระบบโอเมกา (Omega system) ซึ่งใช้บ่งบอกตำแหน่งของพันธะคู่ในกรดไขมัน โดยระบบโอเมกานี้จะใช้สำหรับกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยระบุหมายเลขของอะตอมคาร์บอนที่อยู่ห่างจากปลายของสายกรดไขมัน (methyl end)

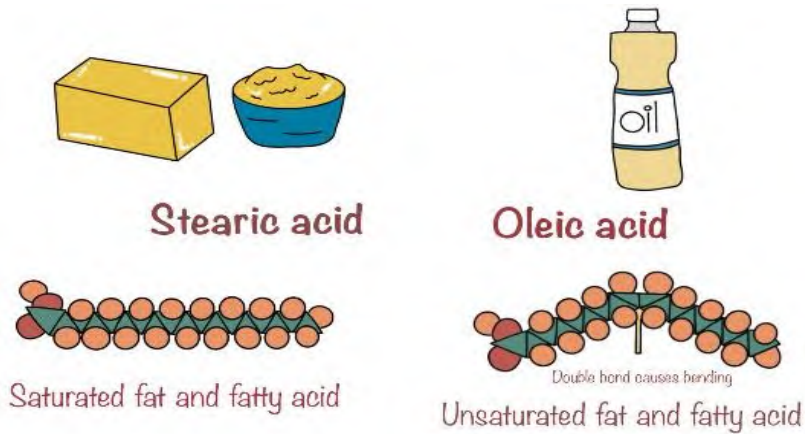
**ตัวอย่าง** กรดลิโนเลนิก (Linolenic acid) สามารถเขียนเป็น **C18:3** หรือ **ω3** หมายความว่าในสายกรดไขมันมี คาร์บอน 18 อะตอม มีจำนวน 3 พันธะคู่ และพันธะคู่แรกอยู่ที่ตำแหน่งที่ 3 นับจากปลายเมทิล (Methyl end)



ภาพ กรดลิโนเลนิก (Linolenic Acid)

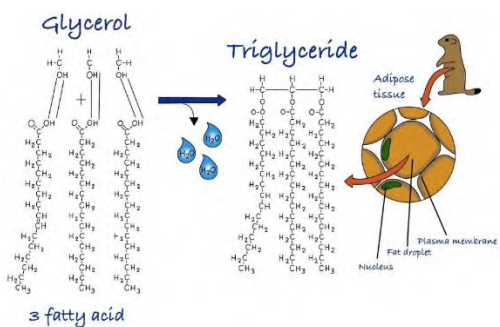
**ตาราง** คุณสมบัติของไขมัน

| ลักษณะ               | ไขมันอิ่มตัว<br>(Saturated fats)                            | ไขมันไม่อิ่มตัว<br>(Unsaturated fats)                                                                                                                    |
|----------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| พันธะ                | ไม่มีพันธะคู่                                               | มีพันธะคู่                                                                                                                                               |
| สถานะที่อุณหภูมิห้อง | ส่วนใหญ่จะเป็นของแข็ง                                       | ส่วนใหญ่จะเป็นของเหลว                                                                                                                                    |
| ผลต่อสุขภาพ          | การกินมากเกินไปอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคหัวใจ                | มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ลดระดับไขมันในเลือด                                                                                                                  |
| ตัวอย่าง             | กรดปาล์มมิติก (Palmitic acid)<br>กรดสเตียริก (Stearic acid) | ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว เช่น กรดโอเลอิก (Oleic acid) ที่พบในน้ำมันมะกอก<br>ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน เช่น กรดลิโนเลนิก (Linolenic acid) ที่พบในน้ำมันปลา |



ภาพ กรดไขมันแบบอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว

## ประเภทของไขมัน



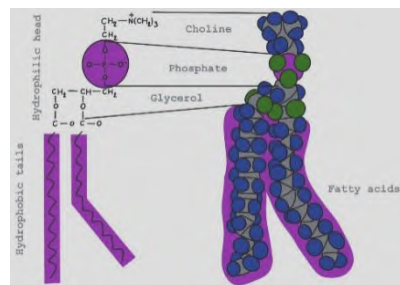
## ลิพิดเชิงเดี่ยว (Simple Lipids)

ลิพิดเชิงเดี่ยว ประกอบด้วยกรดไขมัน และกลีเซอรอลเท่านั้น เช่น ไตรกลีเซอไรด์ (Triglycerides)

## ภาพ โครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์

## ลิพิดเชิงซ้อน (Complex lipids)

ลิพิดเชิงซ้อนประกอบด้วยกรดไขมัน กลีเซอรอล และสารอื่น ๆ เช่น ฟอสฟอรัสหรือ ไนโตรเจน เช่น ฟอสโฟลิพิด (Phospholipids)



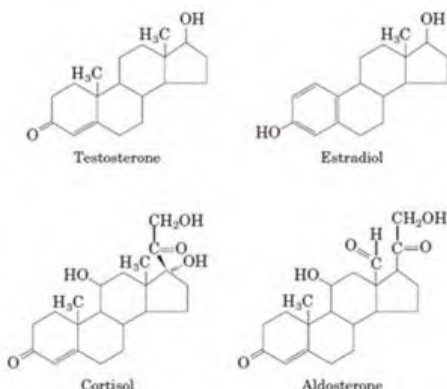
## ภาพ ฟอสโฟลิพิด



## อนุพันธ์ลิพิด (Derived Lipids)

อนุพันธ์ลิพิดเป็นสารที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของลิพิด เช่น สเตียรอยด์ (Steroids) ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานของโคเลสเตอรอล (Cholesterol) และมีบทบาทใน

การสร้างฮอร์โมนเพศเช่น Testosterone และ Estrogen รวมถึงการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์



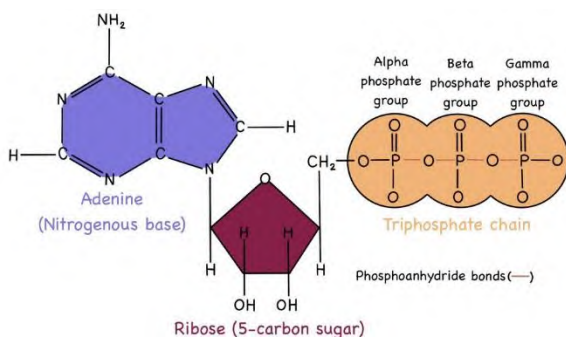
ภาพ อนุพันธ์ลิพิด

## กรดนิวคลีอิก (Nucleic acids)

กรดนิวคลีอิกเป็นสารชีวโมเลกุลที่มีบทบาทสำคัญในการเก็บและถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิต กรดนิวคลีอิกสามารถแบ่งออกเป็นสองประเภทหลักคือ DNA (Deoxyribonucleic acid) และ RNA (Ribonucleic acid)

### โครงสร้างของกรดนิวคลีอิก

กรดนิวคลีอิกประกอบด้วยหน่วยพื้นฐานที่เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ (Nucleotides) ซึ่งแต่ละนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วย



ภาพ โครงสร้างนิวคลีโอไทด์

### 1. น้ำตาลเพนโตส (C5 Sugar)

ซึ่งพบว่าใน DNA จะเป็นน้ำตาลดีออกซีไรโบส (Deoxyribose) ส่วนใน RNA จะเป็นไรโบส (Ribose)

### 2. หมู่ฟอสเฟต (Phosphate group)

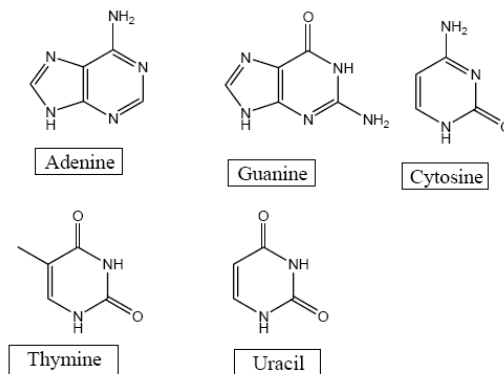
ซึ่งเป็นหมู่ที่เชื่อมโยงเข้ากับน้ำตาลที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 5

3. เบสไนโตรเจน (Nitrogenous base) มี 5 ชนิด แต่ใน DNA พบเพียง 4 ชนิด คือ อะดีนีน [A], ไทมีน [T], ไซโตซีน [C], กวานีน [G] และใน RNA ก็พบเพียง 4 ชนิด คือ อะดีนีน [A], ยูราซิล [U], ไซโตซีน [C] และ กวานีน [G] ซึ่งเบสทั้งหมดจะต่อกับน้ำตาลที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 1

### ประเภทของเบสไนโตรเจน

1. เบสกลุ่ม Purine มีวงแหวน 2 วง ได้แก่ อะดีนีน [A] และ กวานีน [G]

2. เบสกลุ่ม Pyrimidine มีวงแหวน 1 วง ได้แก่ ไทมีน [T] ไซโตซีน [C] และ ยูราซิล [U]



ภาพ ชนิดของเบสไนโตรเจน

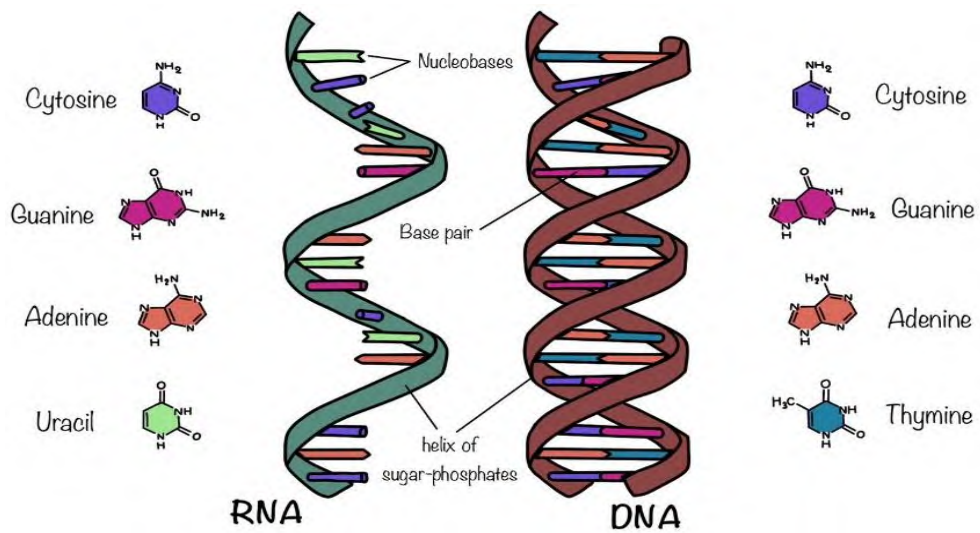
### ประเภทของกรดนิวคลีอิก

#### DNA (Deoxyribonucleic acid)

DNA เป็นสารพันธุกรรมมีลักษณะโครงสร้างแบบดับเบิลเฮลิค (Double helix) หรือเกลียวคู่ เกิดจากการพันกันของสาย polypeptide สองสาย โดยมีหน้าที่สำคัญคือเก็บข้อมูลพันธุกรรมที่ใช้ในการสร้างโปรตีนและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ดีเอ็นเอพบได้ในนิวเคลียสของเซลล์และบางออร์แกเนลล์เช่น ไมโทคอนเดรีย และ คลอโรพลาสต์ เป็นต้น

#### RNA (Ribonucleic acid)

RNA เป็นสารพันธุกรรมมีลักษณะโครงสร้างแบบสายเดี่ยว (Single strand) มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์โปรตีน (Protein synthesis) โดยการถ่ายทอดข้อมูลจาก DNA ไปยังไรโบโซมผ่าน RNA ชนิด messenger RNA (mRNA)



ภาพ โครงสร้าง DNA และ RNA

## แนวข้อสอบประจำบทที่ 1

### กล้องจุลทรรศน์ การศึกษาชีววิทยา และสารชีวโมเลกุล

**คำสั่ง** ทำเครื่องหมาย X ทับหน้าตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูใบสาหร่ายหางกระรอก ส่วนที่แสดงว่าเป็นพืชคือข้อใด

1. เป็นรูปร่างเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมชัดเจน
2. เห็นผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลลูโลส
3. เห็นนิวเคลียสและเซลล์คุมชัดเจน
4. เห็นคลอโรพลาสต์อยู่ทั่วไป

ตอบ ข้อ 4. เห็นคลอโรพลาสต์อยู่ทั่วไป

เหตุผล คลอโรพลาสต์ (Chloroplast) เป็นออร์แกเนลล์ที่ใช้สังเคราะห์แสง มีเฉพาะในเซลล์พืชและสาหร่ายสีเขียว เป็นหลักฐานชัดเจนจัดเป็นพืช

ข้อ 1 เซลล์รูปสี่เหลี่ยม ไม่จำเพาะต่อพืช เพราะสัตว์บางชนิดก็มีรูปร่างเซลล์ชัดเจน

ข้อ 2 ผนังเซลล์เซลลูโลสเป็นลักษณะพืชจริง แต่ต้องย้อมหรือทดสอบทางเคมีจึงชัด ไม่เห็นชัดเจนเท่าคลอโรพลาสต์

ข้อ 3 นิวเคลียสและเซลล์คุมพบได้ในสิ่งมีชีวิตหลายกลุ่ม ไม่ใช่เฉพาะพืช

2. ในการศึกษาสิ่งมีชีวิตด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดาแบบใช้กระจกปรับแสง ถ้าท่าน

ต้องการปรับแสงให้พอเหมาะทำได้จาก

1. ใช้หลอดไฟภายนอกเพิ่มปริมาณแสงให้มากขึ้น
2. ปรับกระจกเงาใต้แท่นวางวัตถุ และหมุนปุ่มปรับภาพชนิดหยาบและละเอียด
3. ปรับไดอะแฟรมให้ได้แสงเต็มที่ และหมุนปุ่มปรับภาพชนิดหยาบและละเอียด
4. ปรับกระจกเงาใต้แท่นวางวัตถุและปรับไดอะแฟรม

#### ตอบ ข้อ 4. ปรับกระจกเงาได้แทนวางวัตถุและปรับไดอะแฟรม

เหตุผล กล้องจุลทรรศน์แบบใช้กระจกปรับแสงต้องควบคุมปริมาณแสงโดยการหมุนกระจกให้รับแสงและปรับไดอะแฟรม

ข้อ 1 ไม่ถูก เพราะกล้องแบบนี้ไม่มีหลอดไฟในตัว

ข้อ 2 การหมุนปุ่มปรับภาพไม่เกี่ยวกับความสว่าง

ข้อ 3 ปรับไดอะแฟรมอย่างเดียวไม่พอ ต้องปรับกระจกด้วย

#### 3. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนสามารถใช้ส่องดูวัตถุขนาดเล็กกว่าที่มองเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดาอย่างมาก ทั้งนี้เพราะระบบแสงและเลนส์ที่ใช้ในกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนคือ

1. แสงอัลตราไวโอเลต เลนส์ทำจากพลาสติก
2. แสงอิเล็กตรอน เลนส์แม่เหล็กไฟฟ้า
3. แสงเลเซอร์ เลนส์ทำจากพลาสติก
4. แสงอินฟราเรด เลนส์แม่เหล็กไฟฟ้า

#### ตอบ ข้อ 2. แสงอิเล็กตรอน เลนส์แม่เหล็กไฟฟ้า

เหตุผล ข้อ 1 แสงอัลตราไวโอเลตไม่ใช้ในกล้องอิเล็กตรอน

ข้อ 2 ถูกต้อง กล้องอิเล็กตรอนใช้ลำอิเล็กตรอนแทนแสง และใช้เลนส์แม่เหล็กไฟฟ้าโฟกัส

ข้อ 3 แสงเลเซอร์ไม่ใช้ในกล้องชนิดนี้

ข้อ 4 แสงอินฟราเรดไม่สามารถให้กำลังขยายสูงขนาดนั้น

#### 4. วาดภาพพารามีเซียมสูง 2 cm แต่วัดขนาดจริงได้ 100 ไมโครเมตร แสดงว่าผู้วาดวาดสูงกว่าความเป็นจริงกี่เท่า

- |             |              |
|-------------|--------------|
| 1. 20 เท่า  | 2. 200 เท่า  |
| 3. 400 เท่า | 4. 2000 เท่า |

**4. ตอบ ข้อ 2. 200 เท่า**

เหตุผล คำนวณ ภาพวาดสูง  $2\text{ cm} = 20,000\text{ }\mu\text{m}$

ขนาดจริง =  $100\text{ }\mu\text{m} \rightarrow$  อัตราขยาย =  $20,000 \div 100 = 200$  เท่า ส่วนตัวเลือกอื่น 20 เท่า 400 เท่า และ 2000 เท่า ไม่ตรงค่าคำนวณ

**5. กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบมีกำลังขยายเลนส์ใกล้ตา 10X เลนส์ใกล้วัตถุ 40X กำลังขยายรวมคือ**

1. 4 เท่า                      2. 40 เท่า                      3. 400 เท่า                      4. ไม่มีคำตอบ

**5. ตอบ ข้อ 3. 400 เท่า**

เหตุผล กำลังขยายรวม = กำลังเลนส์ใกล้ตา  $\times$  เลนส์ใกล้วัตถุ =  $10 \times 40 = 400$  เท่า  
ข้ออื่น 4 เท่า 40 เท่า ไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้อง

**6. ถ้าวัดจริงที่นำไปส่องในแผ่นสไลด์มีขนาด 10 ไมโครเมตร ถ้าใช้กล้องเขียนว่า 4x10 ภาพที่เห็นมีขนาดกี่ เซนติเมตร**

1. 0.4 cm                      2. 4 cm  
3. 0.04 cm                      4. 40 cm

**ตอบ ข้อ 3. 0.04 cm**

เหตุผล คำนวณ  $4 \times 10 = 40$  เท่า  $\rightarrow$  ขนาดภาพ =  $10\text{ }\mu\text{m} \times 40 = 400\text{ }\mu\text{m} = 0.4\text{ mm} = 0.04\text{ cm}$

**7. ใช้กล้องกำลังขยาย 40 เท่าเห็นขีดเส้นผ่านศูนย์กลางสนามภาพวัดได้ 4 เซนติเมตร เมื่อเปลี่ยนกำลังขยายเป็น 400 เท่า จะเห็นขีดเหลือกี่เซนติเมตร**

1. 0.4 cm                      2. 4 cm  
3. 0.04 cm                      4. 40 cm