สารบัญ

Part 1 : ชีววิทยาพื้นฐาน

บทที่ 1 การศึกษาชีววิทยาและสมบัติของสิ่งมีชีวิต 8
- ชีววิทยา 8
- สมบัติของสิ่งมีชีวิต 10

บทที่ 2 เคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต 14
- คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) 14
- โปรตีน (protein) 18
- ลิพิด (lipid) 22
- กรดนิวคลีอิก (nucleic acid) 24

บทที่ 3 เซลล์ของสิ่งมีชีวิต 27
- กล้องจุลทรรศน์ 27
- ประเภทของเซลล์และโครงสร้างพื้นฐาน 29
- การลำเลียงสารผ่านเข้าออกเซลล์ 36

บทที่ 4 การแบ่งเซลล์ 41
- การแบ่งนิวเคลียส (karyokinesis) 42

Part 2 : สมดุลของสิ่งมีชีวิต

บทที่ 5 การย่อยอาหาร 49
- การย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว 49
- การย่อยอาหารของสัตว์ 50
- การย่อยอาหารของคน 53
- การดูดซึมสารอาหาร 58

บทที่ 6 ระบบหมุนเวียนเลือด 60
- การหมุนเวียนเลือดในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง 61
- การหมุนเวียนเลือดในสัตว์มีกระดูกสันหลัง 62
- ระบบหมุนเวียนเลือดในคน 64
- หมู่เลือด (blood group) 69

บทที่ 7 การหายใจ 71
- ระบบหายใจของสัตว์ 71
- ระบบหายใจของคน 72
- การหายใจระดับเซลล์ 74

บทที่ 8 การขับถ่ายกับการรักษาดุลยภาพในร่างกาย 81
- การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์ 81
- การขับถ่ายของมนุษย์ 83
- การรักษาสมดุลยภาพของร่างกาย 89

บทที่ 9 ระบบน้ำเหลืองและระบบภูมิคุ้มกัน 92
- ระบบน้ำเหลือง (lymphatic system) 92
- ระบบภูมิคุ้มกัน (immune system) 94
- การสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกาย (immunization) 96

Part 3 : กลไกของสิ่งมีชีวิต

บทที่ 10 การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต 99
- การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว 99
- การเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง 101
- การเคลื่อนที่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง 104
- การเคลื่อนที่ของมนุษย์ 104

บทที่ 11 ระบบประสาท 110
- เซลล์ประสาท (neuron หรือ nerve cell) 111
- กระแสประสาท 112
- ระบบประสาทของมนุษย์ 116
- การทำงานของระบบประสาท 118
- อวัยวะรับสัมผัส (sense organs) 119

บทที่ 12 ระบบต่อมไร้ท่อ 124
- ต่อมไร้ท่อ (endocrine gland) 124

บทที่ 13 การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ 129
- การสืบพันธุ์ (reproduction) 129
- การสืบพันธุ์ของมนุษย์ 131

บทที่ 14 พฤติกรรมของสัตว์ 139
- ประเภทของพฤติกรรม 139
- การสื่อสารระหว่างสัตว์ (communication) 142

Part 4 : กระบวนการของพืช

บทที่ 15 โครงสร้างและหน้าที่ของพืช 145
- เนื้อเยื่อของพืช 145
- ระบบเนื้อเยื่อของพืช 150
- อวัยวะของพืช 150

บทที่ 16 การสังเคราะห์ด้วยแสง 156
- กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช 158
- การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C3 และ C4 161
- ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง 163

บทที่ 17 การสืบพันธุ์ของพืช 166
- การแบ่งประเภทของดอก 167
- การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก 168
- การถ่ายละอองเรณู (pollination) และการปฏิสนธิ (fertilization) 169
- การเปลี่ยนแปลงหลังการปฏิสนธิ 171

บทที่ 18 การตอบสนองของพืช 173
- การเคลื่อนไหวที่เกิดจากการเจริญเติบโต (growth movement) 173
- การเคลื่อนไหวที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงแรงดันเต่ง (turgor movement) 175
- การตอบสนองต่อสารควบคุมการเจริญเติบโต หรือฮอร์โมนพืช (plant hormones) 176

Part 5 : พันธุศาสตร์กับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

บทที่ 19 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 179
- การค้นพบกฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 180
- ลักษณะทางพันธุกรรมที่นอกเหนือจากกฎของเมนเดล 184

บทที่ 20 สารพันธุกรรม 187
- โครงสร้าง DNA 189
- โครงสร้างของ RNA 190
- การถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต 191
- โครโมโซม (chromosome) 195

บทที่ 21 พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA 196

- เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม 196
- การสร้าง DNA สายผสมและการนำเข้าเซลล์เจ้าบ้าน 198
- การเพิ่มปริมาณ DNA โดยปฏิกริยาลูกโซ่ หรือ PCR (Polymerase Chain Reaction) 199
- การวิเคราะห์ DNA โดยเทคนิค Gel Electrophoresis 201
- การศึกษาจีโนมด้วยเทคนิค Restriction Fragment Length Polymorphism (RELP) 201
- การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี DNA 202

บทที่ 22 วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต 203
- แนวคิดที่สำคัญเกี่ยวกับการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต 205
- พันธุศาสตร์ประชากร (population genetics) 206
- การวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต 207
- การเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต 210

Part 6 : ความหลากหลายทางชีวภาพและนิเวศวิทยา

บทที่ 23 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต 212
- การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต (classification) 212
- ชื่อของสิ่งมีชีวิต 213
- อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต 213

บทที่ 24 ระบบนิเวศ 231
- ระบบนิเวศบนบก (terrestrial ecosystems) 231
- ระบบนิเวศในน้ำ (aquatic ecosystems) 231
- ระดับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม 232
- การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ 233
- ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกัน 235
- วัฏจักรของสาร (biogeochemical cycle) 237
- การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต 241

บทที่ 25 ประชากร 243
- การเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร 244
- การรอดชีวิตของประชากร 245
- โครงสร้างอายุของประชากร (age structure) 246

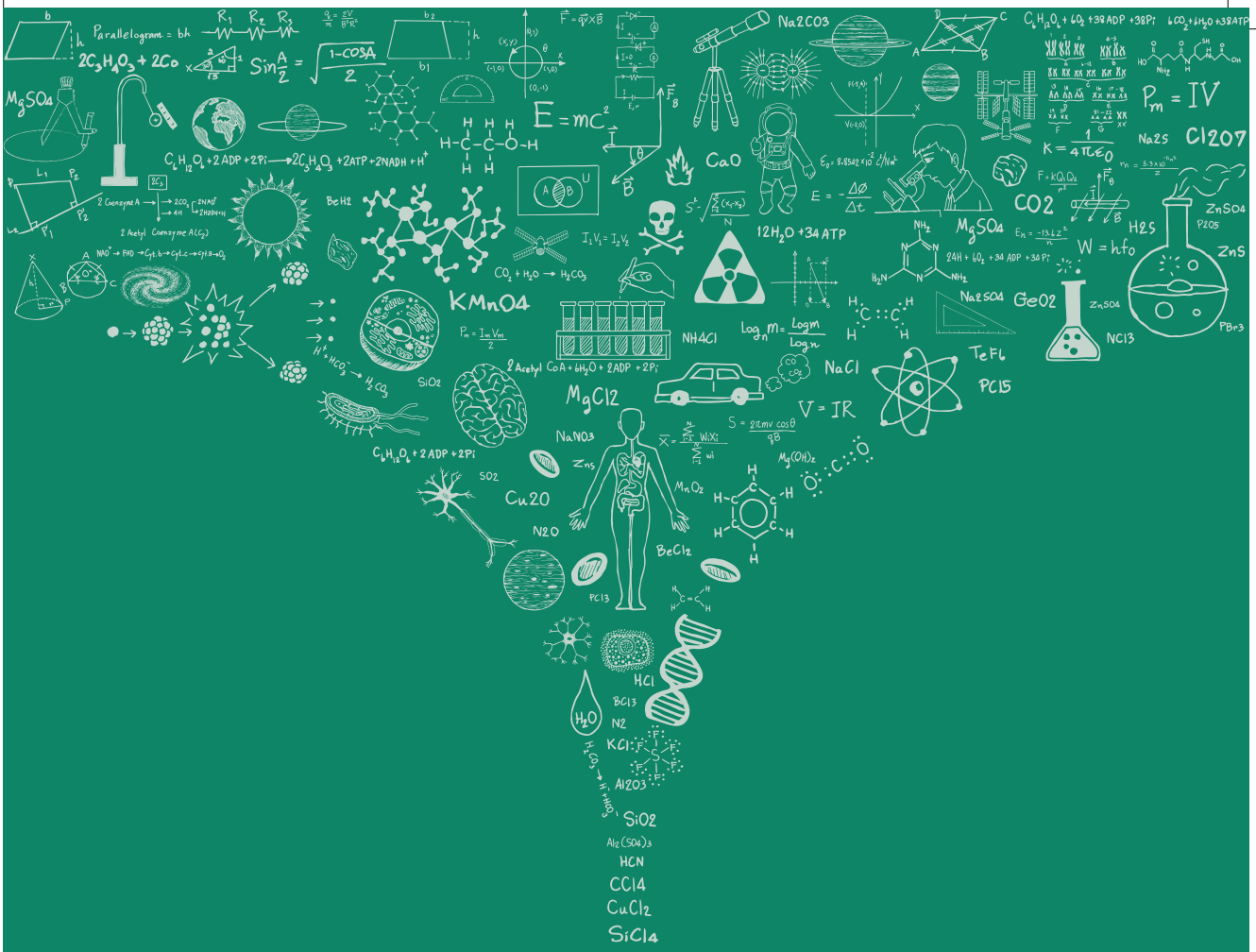
Part 7 : แนวข้อสอบ

แนวข้อสอบชุดที่ 1 (9 วิชาสามัญ) 249
แนวข้อสอบชุดที่ 2 (9 วิชาสามัญ) 264
แนวข้อสอบชุดที่ 3 (PAT 2) 276
แนวข้อสอบชุดที่ 4 (PAT 2) 288

Part 8 : เฉลยแนวข้อสอบ

เฉลยแนวข้อสอบชุดที่ 1 (9 วิชาสามัญ) 301
เฉลยแนวข้อสอบชุดที่ 2 (9 วิชาสามัญ) 312
เฉลยแนวข้อสอบชุดที่ 3 (PAT 2) 322
เฉลยแนวข้อสอบชุดที่ 4 (PAT 2) 333

page01_Smart biology.indd 6 30/5/61 16:42



Part 1

ชีววิทยาพื้นฐาน

บทที่ 1

การศึกษาชีววิทยาและสมบัติของสิ่งมีชีวิต

ชีววิทยา

ชีววิทยา (biology) เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ว่าด้วยการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตอย่างมีเหตุผล (มาจากภาษากรีกคำว่า Bios (ชีวิต) + logos (ความคิดและเหตุผล)) โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (scientific process) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสังเกตเพื่อกำหนดปัญหา

- สังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ ที่อยู่รอบตัว โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัส รวมถึงการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์บางชนิด เช่น กล้องจุลทรรศน์
- การสังเกตจะทำให้มีปัญหา (problem) เกิดขึ้น เช่น คืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร ทำไมถึงเกิดขึ้น

2. การตั้งสมมติฐาน

- เป็นการหาคำตอบที่เป็นไปได้ โดยอาศัยพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิม
- ลักษณะของสมมติฐานที่สำคัญ คือ แนะลู่ทางในการตรวจสอบสมมติฐานไว้ มักขึ้นต้นด้วยคำว่า ถ้า... ดังนั้น... เช่น

"ถ้าแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชจริง ดังนั้นพืชที่ได้รับแสงจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืชที่ไม่ได้รับแสง"

"ถ้าการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์กับการลดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ดังนั้นระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ออกกำลังกายจะต่ำกว่าผู้ป่วยที่ขาดการออกกำลังกาย"

page01_Smart biology.indd 8 30/5/61 16:42

3. การตรวจสอบสมมติฐาน

- เป็นการพิสูจน์ว่าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นเป็นจริงหรือไม่ เช่น การสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลโดยตรง การรวบรวมจากเอกสารที่มีการศึกษามาก่อน และการทดลอง (เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน)
- การทดลองจะต้องมีการออกแบบการทดลองเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่น่าเชื่อถือ โดยจะมีการควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการทดลอง หรือที่เรียกว่า ตัวแปร (variable) ซึ่งมี 3 ชนิด คือ
  1) ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (independent variable) หมายถึง สิ่งที่เราต้องการจะศึกษา
  2) ตัวแปรตาม (dependent variable) หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการศึกษา
  3) ตัวแปรควบคุม (control variable) หมายถึง ปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลกับการทดลอง จึงต้องมีการควบคุมให้เหมือนกันในทุกการทดลอง

การทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

- กลุ่มทดลอง (experimental group) เป็นกลุ่มที่เราต้องการศึกษาผลของตัวแปรต้น
- กลุ่มควบคุม (controlled group) เป็นกลุ่มที่ใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการทดลอง (ไม่มีตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

- เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลหรือจากการทดลองมาอธิบายตามข้อเท็จจริง โดยเปรียบเทียบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้
- ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มักจะแสดงในรูปตารางหรือกราฟก็ได้

5. การสรุปผล

- เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสรุปว่า สมมติฐานนั้นเป็นจริงหรือไม่
- จากนั้นจะมีการนำเสนอหรือรายงานผลการศึกษาลงในวารสารทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป โดยข้อมูลสรุปที่ได้นั้นอาจนำไปสู่การตั้งปัญหาและสมมติฐานในการทดลองอื่นๆ ได้

page01_Smart biology.indd 9 30/5/61 16:42

- สมมติฐานที่ได้รับการพิสูจน์หลาย ๆ ครั้ง และสามารถนำไปอธิบายข้อเท็จจริงหรือทำนายเหตุการณ์อื่นได้ เรียกว่า ทฤษฎี (theory)
- ทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับว่าถูกต้องและเป็นจริงเสมอนั้น เรียกว่า กฎ (law)

ตัวอย่างทฤษฎีและกฎทางชีววิทยา เช่น
"ทฤษฎีเซลล์ (cell theory) ที่กล่าวว่าสิ่งมีชีวิตทั้งหลายประกอบด้วยเซลล์ และเซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต"
"กฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดลมี 2 ข้อ คือ กฎการแยก (law of segregation) และกฎการรวมกลุ่มอย่างอิสระ (law of independent assortment)"

แนะนำวิธีทำข้อสอบ : จุดที่ควรโฟกัส

ที่จริงแล้วข้อสอบในส่วนนี้มักจะออกไม่มาก ให้อ่านขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการตั้งสมมติฐานและการตรวจสอบสมมติฐานให้ดี

- จำไว้ว่า การตั้งสมมติฐานมีหลักสำคัญคือ มีการแนะแนวทางการตรวจสอบสมมติฐานไว้
- จำไว้ว่า การตรวจสอบสมมติฐาน วิธีที่นิยมใช้คือ การทดลอง สามารถหาตัวแปรต่าง ๆ ของการทดลอง ได้แก่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

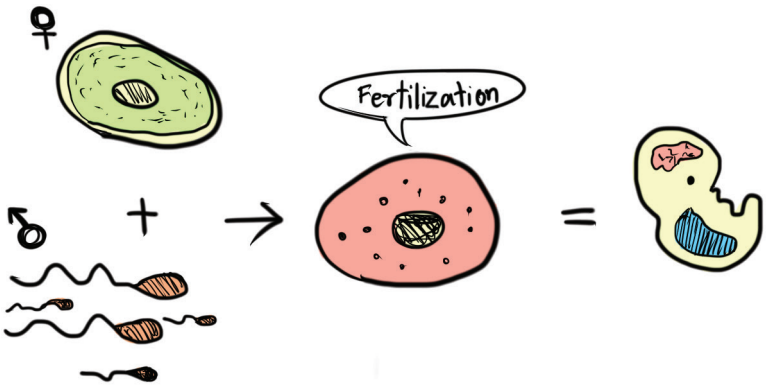
สมบัติของสิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่อาศัยอยู่บนโลกนี้มีลักษณะที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นลักษณะภายนอก เช่น ลักษณะของลำต้น ดอก และใบของพืช ตลอดจนขนาดและรูปร่างของสัตว์ชนิดต่าง ๆ หรือโครงสร้างภายในร่างกายที่ใช้ในการจำแนกกลุ่มของสิ่งมีชีวิต เช่น กลุ่มพืชมีดอกและพืชไร้ดอก พวกสัตว์มีกระดูกสันหลังและไม่มีกระดูกสันหลัง นอกจากนี้ยังมีการดำรงชีวิตในสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่แตกต่างกัน ซึ่งจัดเป็นสมบัติเฉพาะของสิ่งมีชีวิต โดยสมบัติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต ได้แก่

page01_Smart biology.indd 10 30/5/61 16:42

1. การสืบพันธุ์ (reproduction)

สิ่งมีชีวิตมีการสืบพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวนและดำรงเผ่าพันธุ์ไว้ไม่ให้สูญหายไป เช่น การปฏิสนธิ (fertilization) ระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมีย ดังภาพ



2. การมีเมแทบอลิซึม (metabolism)

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) แคแทบอลิซึม (catabolism) เป็นกระบวนการสลายสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน
2) แอนาบอลิซึม (anabolism) เป็นกระบวนการสังเคราะห์สารโดยใช้พลังงานจากกระบวนการแคแทบอลิซึม

3. การเจริญเติบโต (growth)

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับเซลล์ของสิ่งมีชีวิตตั้งแต่ระยะไซโกต (zygote) ที่เกิดจากการผสมระหว่างเซลล์สืบพันธุ์จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัย (adult) กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ การเพิ่มจำนวนเซลล์ (cell multiplication) การขยายขนาดของเซลล์หรือการเติบโต (growth) และการเปลี่ยนแปลงเซลล์ไปทำหน้าที่เฉพาะอย่าง (differentiation) เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์ประสาท เซลล์กล้ามเนื้อ

4. การตอบสนอง (response)

สิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์จะมีการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เช่น การเอนเข้าหาแสงของต้นไม้ การอพยพของนกนางแอ่นในฤดูหนาว

page01_Smart biology.indd 11 30/5/61 16:42

5. การเคลื่อนไหว (movement)

สิ่งมีชีวิตมีการเคลื่อนไหวเพื่อหาสิ่งแวดล้อมที่ต้องการ โดยมีการเคลื่อนที่จากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง เช่น การเคลื่อนที่หาอาหาร หรือการเคลื่อนที่เพื่อหนีจากสิ่งที่ไม่ต้องการ เช่น การหลบหนีศัตรูของสัตว์

6. การปรับตัว (adaptation)

สิ่งมีชีวิตจะมีการปรับตัวเพื่อให้อยู่รอดในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น การเปลี่ยนใบเป็นหนามเพื่อลดการคายน้ำของต้นกระบองเพชร หมีขั้วโลกมีขนหนาปกคลุมทั่วตัว เพื่อช่วยให้อยู่ในสภาพอากาศที่หนาวเย็นได้

7. การรักษาดุลยภาพ (homeostasis)

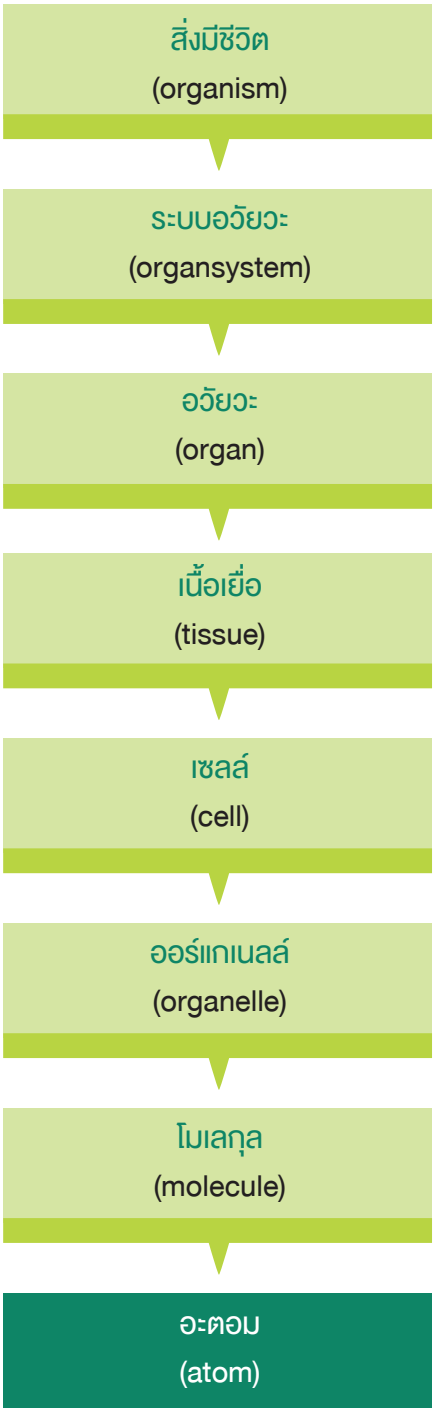
เป็นการรักษาสภาพแวดล้อมภายในร่างกายให้อยู่ในภาวะที่เหมาะสม หรือที่เรียกว่า ภาวะธำรงดุล (homeostasis) เช่น การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด การเปิดและปิดปากใบเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำของพืช

8. การจัดระบบโครงสร้าง (organization)

การจัดระบบโครงสร้างจัดเป็นสมบัติอย่างหนึ่งของสิ่งมีชีวิต โดยแบ่งออกเป็นลำดับขั้นต่าง ๆ ดังนี้

- เริ่มจากเซลล์ (cell) ที่เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต และกลุ่มของเซลล์ที่มาอยู่รวมกันเพื่อทำหน้าที่อย่างเดียวกัน เรียกว่า เนื้อเยื่อ (tissue)
- เนื้อเยื่อหลาย ๆ กลุ่มที่มาอยู่รวมกัน เรียกว่า อวัยวะ (organ)
- อวัยวะแต่ละอวัยวะที่ทำงานร่วมกัน เรียกว่า ระบบอวัยวะ (organ system) เช่น ระบบย่อยอาหาร ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย
- แต่ละระบบจะทำหน้าที่ประสานกันอยู่ภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิต

page01_Smart biology.indd 12 30/5/61 16:42



page01_Smart biology.indd 13 30/5/61 16:42

บทที่ 2

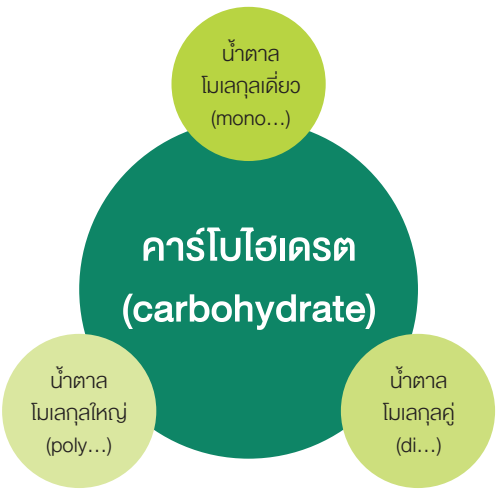
การศึกษาชีววิทยาและสมบัติของสิ่งมีชีวิต

สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต คือ สารอินทรีย์ที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก และมีธาตุอื่นๆ เป็นองค์ประกอบร่วม เช่น ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน กำมะถัน เรียกสารอินทรีย์ที่พบในสิ่งมีชีวิตนี้ว่า สารชีวโมเลกุล (biomolecules) แบ่งออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด และกรดนิวคลีอิก ซึ่งมีองค์ประกอบและโครงสร้างที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate)

หมายถึง "คาร์บอนที่อิ่มตัวด้วยน้ำ" มาจากรากศัพท์ 2 คำ คือ carbon (คาร์บอน) กับ hydrate (อิ่มตัวไปด้วยน้ำ)

- จัดเป็นสารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลดีไฮด์ (aldehyde) หรือคีโตน (ketone) ที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group, -OH) เกาะอยู่เป็นจำนวนมาก
- คาร์โบไฮเดรตแบ่งตามขนาดโมเลกุลได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่



… + saccharide เช่น monosaccharide

page01_Smart biology.indd 14 30/5/61 16:42

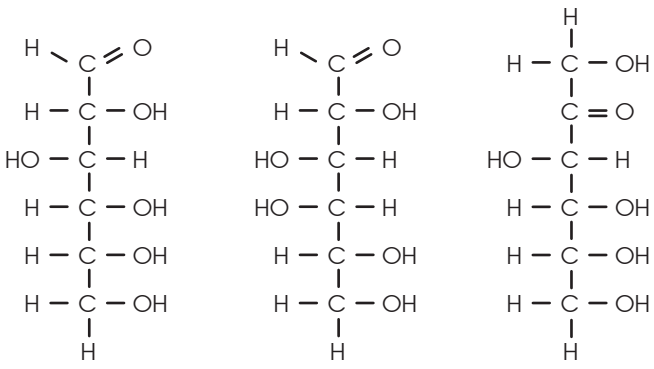
1.1 น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว หรือมอโนแซ็กคาไรด์ (monosaccharide)

- เป็นน้ำตาลที่มีขนาดโมเลกุลเล็กที่สุด
- มีหมู่ฟังก์ชันเป็นแอลดีไฮด์ (-CHO) หรือคีโตน (C=O) อย่างใดอย่างหนึ่ง
- มีสูตรอย่างง่าย คือ $(CH_2O)_n$ โดย n คือ จำนวนอะตอมของคาร์บอนตั้งแต่ 3-7 อะตอม
- การเรียกชื่อจะเรียกตามจำนวนอะตอมของคาร์บอนแล้วลงท้ายด้วย —ose เช่น

ไตรโอส (triose)	หมายถึง น้ำตาลที่มีคาร์บอน 3 อะตอม
เทโทรส (tetrose)	หมายถึง น้ำตาลที่มีคาร์บอน 4 อะตอม
เพนโทส (pentose)	หมายถึง น้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอม
เฮกโซส (hexose)	หมายถึง น้ำตาลที่มีคาร์บอน 6 อะตอม
เฮพโทส (heptose)	หมายถึง น้ำตาลที่มีคาร์บอน 7 อะตอม

- น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต คือ น้ำตาลเฮกโซส (hexose) ได้แก่
  - น้ำตาลกลูโคส (glucose) เป็นแหล่งให้พลังงานที่สำคัญของร่างกาย และนำไปสังเคราะห์สารอินทรีย์อื่นๆ เช่น กรดอะมิโนหรือกรดไขมัน
  - น้ำตาลฟรักโทส (fructose) เป็นแหล่งพลังงานของสเปิร์ม (sperm) ในสัตว์ชั้นสูง เป็นน้ำตาลที่มีความหวานมากที่สุด
  - น้ำตาลกาแลกโทส (galactose) มักพบในน้ำตาลแลกโทส (lactose) ที่เป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ในน้ำนม มีความหวานน้อย

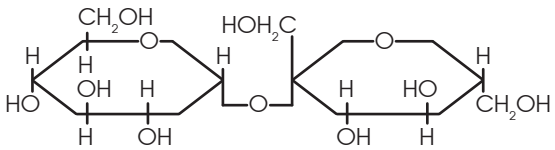
ซึ่งมีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน คือ $C_6H_{12}O_6$ แต่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน ดังภาพ



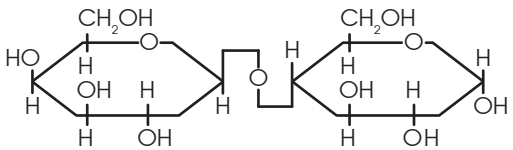
page01_Smart biology.indd 15 30/5/61 16:42

1.2 น้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide)

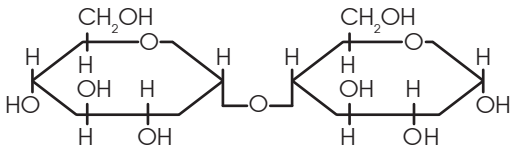
- เกิดจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุลมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก (glycosidic bond)
- น้ำตาลโมเลกุลคู่ที่สำคัญ ได้แก่
  - น้ำตาลซูโครส (sucrose) ประกอบด้วย น้ำตาลกลูโคสกับฟรักโทส พบมากในอ้อย ผลไม้ที่มีรสหวาน
  - น้ำตาลแลกโทส (lactose) ประกอบด้วย น้ำตาลกลูโคสกับกาแลกโทส พบในน้ำนม
  - น้ำตาลมอลโทส (maltose) ประกอบด้วย น้ำตาลกลูโคส 2 โมเลกุล พบมากในข้าวบาร์เลย์หรือข้าวมอลต์



Sucrose



Lactose



Maltose

1.3 น้ำตาลโมเลกุลใหญ่ หรือพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide)

- เกิดจากการเชื่อมต่อกันของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหลายๆ โมเลกุลด้วยพันธะไกลโคซิดิก เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ มีน้ำหนักโมเลกุลมาก
- พอลิแซ็กคาไรด์ที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิต ได้แก่

page01_Smart biology.indd 16 30/5/61 16:42

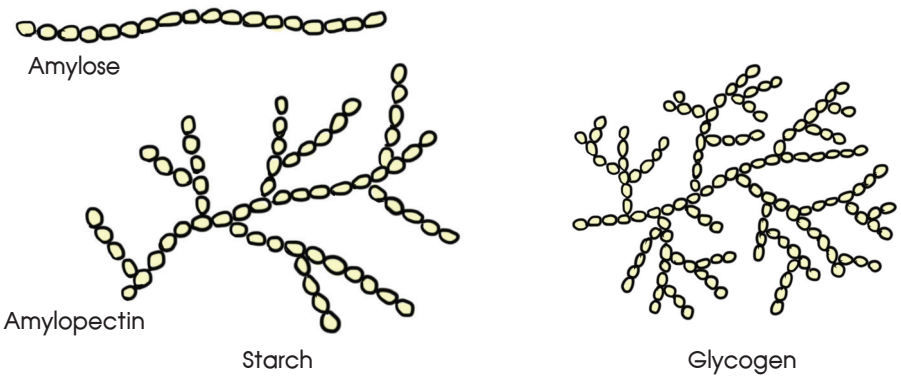
แป้ง (starch) | ไกลโคเจน (glycogen) | เซลลูโลส (cellulose) | ไคทิน (chitin)

แป้ง (Starch)

- ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสจำนวนมากมาเชื่อมต่อกันเป็นสายยาว
- สามารถละลายน้ำได้เล็กน้อย
- ทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงานสะสมของพืช
- ประกอบด้วยหน่วยย่อย 2 ชนิด คือ
  - อะไมโลส (amylose) พบประมาณร้อยละ 20 มีโครงสร้างเป็นแบบโซ่ตรง
  - อะไมโลเพกทิน (amylopectin) พบประมาณร้อยละ 80 มีโครงสร้างเป็นแบบโซ่กิ่ง

ไกลโคเจน (Glycogen)

- ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสมาเชื่อมต่อกันเป็นสายยาว
- พบมากในตับและกล้ามเนื้อ ทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงานสำรอง
- มีโครงสร้างเป็นกิ่งก้านคล้ายอะไมโลเพกทินแต่ต่างจากแป้งตรงที่มีการแตกกิ่งดีกว่า ดังภาพ



page01_Smart biology.indd 17 30/5/61 16:42

เซลลูโลส (cellulose)

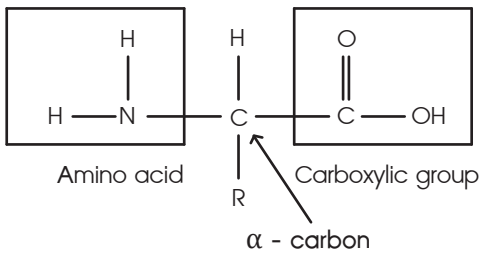
- เป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสเช่นเดียวกับแป้งและไกลโคเจน แต่มีรูปแบบการเชื่อมต่อของกลูโคสต่างกัน
- หน้าที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์พืช มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ

ไคทิน (chitin)

- ประกอบด้วยหน่วยย่อย คือ N-acetylglucosamine มาเรียงต่อกัน
- พบมากในโครงสร้างภายนอกของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น เปลือกกุ้ง กระดองปู แมลง

2. โปรตีน (protein)

- เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบ
- โครงสร้างของโปรตีนประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เล็กที่สุด คือ กรดอะมิโน (amino acid) โดยมีหมู่ฟังก์ชัน 2 หมู่ คือ หมู่อะมิโน (amino group) และหมู่คาร์บอกซิลิก (carboxylic group)



กรดอะมิโน

กรดอะมิโนที่พบในธรรมชาติมี 20 ชนิด แต่ละชนิดต่างกันที่ตำแหน่งหมู่โซ่ข้าง (sidechain group, R) ทำให้มีคุณสมบัติแตกต่างกัน เช่น กรดอะมิโนที่มีขั้วและไม่มีขั้ว โดยสามารถแบ่งกรดอะมิโนตามความสำคัญต่อร่างกายได้เป็น 2 ประเภท คือ

page01_Smart biology.indd 18 30/5/61 16:42

1) กรดอะมิโนจำเป็น (essential amino acids)

- หมายถึง กรดอะมิโนที่ร่างกายไม่สามารถสร้างเองได้ (ได้รับจากการรับประทานอาหาร)
- มีอยู่ 8 ชนิด ได้แก่ เมไทโอนีน ทรีโอนีน ทริปโตเฟน ไอโซลิวซีน ลิวซีน ไลซีนวาลีน และฟีนิลอะลานีน
- ในเด็กจะมีกรดอะมิโนจำเป็นอีก 2 ชนิด คือ อาร์จีนีนและฮีสทิดีน

Note

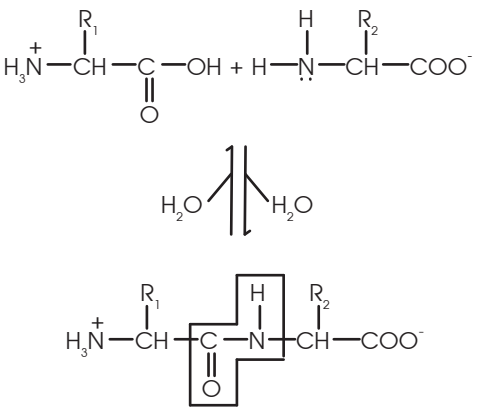
วิธีท่องจำแบบภาษาอังกฤษ

"MATT HILL VP"

(Methionine, Arginine, Threonine, Tryptophan, Histidine, Isoleucine, Leucine, Lysine, Valine, Phenylalanine)

2) กรดอะมิโนไม่จำเป็น (nonessential amino acids)

- หมายถึง กรดอะมิโนที่ร่างกายสามารถสร้างขึ้นเองได้
- กรดอะมิโน 2 โมเลกุลจะเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเพปไทด์ (peptide bond) ซึ่งเป็นพันธะที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างหมู่คาร์บอกซิลิกของกรดอะมิโนโมเลกุลหนึ่งกับหมู่อะมิโนของกรดอะมิโนอีกโมเลกุลหนึ่ง ดังภาพ



page01_Smart biology.indd 19 30/5/61 16:42

ชื่อของกรดอะมิโน

เรียกตามจำนวนโมเลกุลของกรดอะมิโนที่มาเชื่อมต่อกัน เช่น

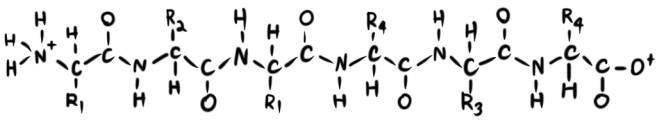
- ไดเพปไทด์ (dipeptide) ประกอบด้วยกรดอะมิโน 2 โมเลกุล
- ไตรเพปไทด์ (tripeptide) ประกอบด้วยกรดอะมิโน 3 โมเลกุล
- ถ้ามีกรดอะมิโนหลายๆ โมเลกุลมาต่อกัน เรียกว่า พอลิเพปไทด์ (polypeptide) หรือโปรตีน

โครงสร้างของโปรตีน

แบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ

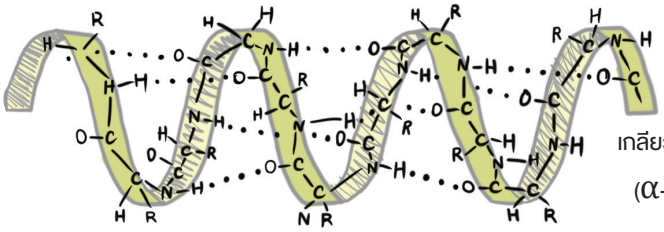
1) โครงสร้างระดับปฐมภูมิ (primary structure) เกิดจากการเรียงลำดับกันเป็นสายยาวของกรดอะมิโน
2) โครงสร้างระดับทุติยภูมิ (secondary structure) เกิดจากกรดอะมิโนที่อยู่ในสายพอลิเพปไทด์เดียวกัน ทำปฏิกิริยากันด้วยพันธะไฮโดรเจน ทำให้เกิดรูปร่างเป็นเกลียวแอลฟา (α-helix) หรือเป็นแผ่นพับซ้อนกัน (pleated sheet)
3) โครงสร้างระดับตติยภูมิ (tertiary structure) เกิดจากการที่กรดอะมิโนภายในสายเดียวกันยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะต่างๆ เช่น พันธะไอออนิก พันธะไดซัลไฟด์
4) โครงสร้างระดับจตุรภูมิ (quaternary structure) ประกอบด้วยสายพอลิเพปไทด์ตั้งแต่ 2 สายขึ้นไปมารวมกันด้วยแรงยึดเหนี่ยวอย่างอ่อน เช่น ฮีโมโกลบิน

โครงสร้างระดับปฐมภูมิ (primary structure)



page01_Smart biology.indd 20 30/5/61 16:42

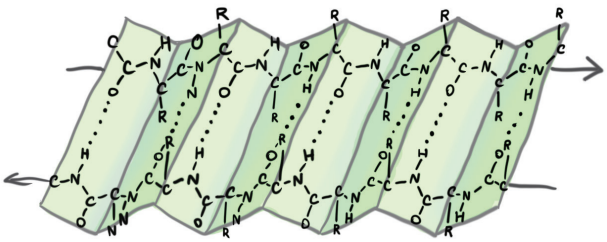
โครงสร้างระดับทุติยภูมิ (secondary structure)



เกลียวแอลฟา

(α-helix)

โครงสร้างระดับทุติยภูมิ (secondary structure)

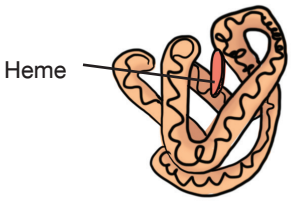


แผ่นพับซ้อนกัน

(pleated sheet)

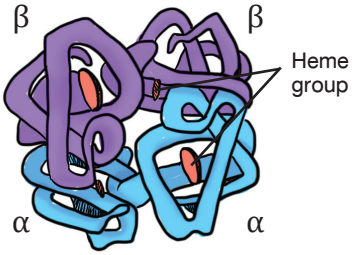
โครงสร้างระดับตติยภูมิ

(tertiary structure)



โครงสร้างระดับจตุรภูมิ

(quaternary structure)



ภาพแสดงโครงสร้างระดับต่างๆ ของโปรตีน

page01_Smart biology.indd 21 30/5/61 16:42