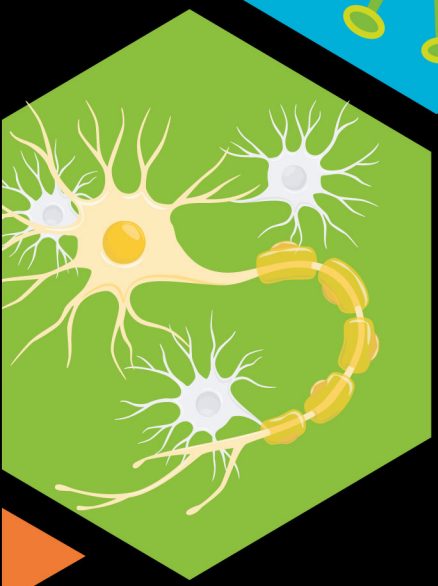
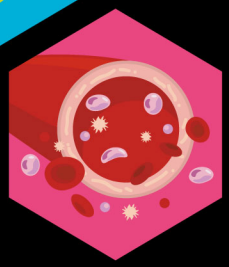


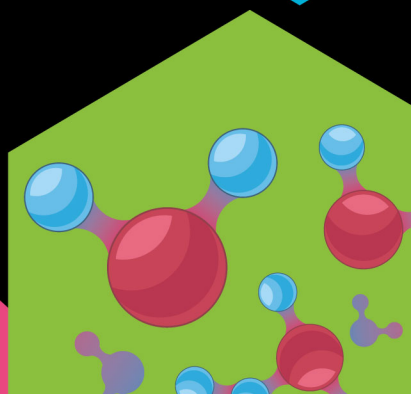


สรุปเข้ม
ชีววิทยา
ม.ต้น

สรุปเนื้อหาวิชาชีววิทยา ตั้งแต่ระดับพื้นฐานไปจนถึงระดับประยุกต์ เข้มข้น
ครอบคลุมทุกหน่วยการเรียนรู้ในชั้น ม.ต้น สำหรับเตรียมสอบเข้า ม.4
ห้องโครงการพิเศษ หรือในสนามสอบที่มีการแข่งขันสูง
และใช้ทบทวนความรู้เพื่อต่อยอดในการเรียนวิชาชีววิทยาในระดับที่สูงขึ้น

ผู้เขียน : ดร.นันทรัตน์ วงศ์แฝด (ดร.ผึ้ง)

- นักวิจัยหลังปริญญาเอก ภายใต้กลุ่มวิจัยเพื่อการพัฒนากระบวนการผลิตไฮโดรเจน จากวัตถุดิบมวลชีวภาพโดยจุลินทรีย์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ปร.ด. (เทคโนโลยีชีวภาพ), วท.บ สาขาเคมีอุตสาหกรรม (เกียรตินิยมอันดับ 2) มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง

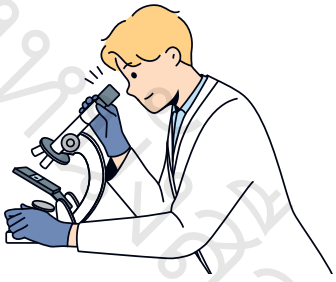


สารบัญ

บทที่ 1 เซลล์ของสิ่งมีชีวิต 12

1. บทนำเกี่ยวกับเซลล์ 13
2. ประวัติการค้นพบและทฤษฎีเซลล์ 16
3. กล้องจุลทรรศน์ 17
   - 3.1 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเชิงประกอบ 17
   - 3.2 กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ 20
   - 3.3 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน 21
4. โครงสร้างของเซลล์ 22
   - 4.1 ประเภทของเซลล์แบ่งตามการมีเยื่อหุ้มนิวเคลียส 22
   - 4.2 ประเภทของเซลล์แบ่งตามการมีผนังเซลล์ 24
   - 4.3 นิวเคลียสของเซลล์ 26
   - 4.4 ไซโทพลาซึม 27
   - 4.5 ออร์แกเนลล์ 27
   - 4.6 ส่วนที่หุ้มเซลล์ 34
   - 4.7 การลำเลียงสารเข้าออกเซลล์ 37
   - 4.8 การแบ่งเซลล์ 42

คำถามท้ายบทที่ 1 48

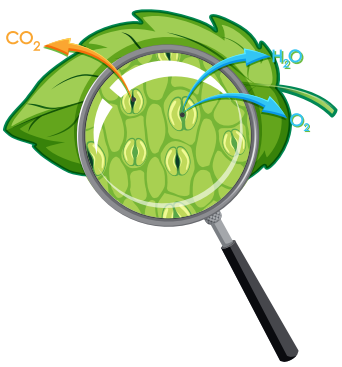


บทที่ 2 พืชและโครงสร้างของพืช 52

1. ราก 55
   - 1.1 ระบบราก (root system) 55
   - 1.2 ชนิดของราก 56
   - 1.3 โครงสร้างของรากพืชตัดตามยาว 57
   - 1.4 โครงสร้างภายในของรากพืชตัดตามขวาง 58

ตัวอย่างหนังสือ

2. ลำต้น 59
2.1 โครงสร้างบริเวณปลายยอดพืชตัดตามยาว 59
2.2 โครงสร้างภายในลำต้นพืชตัดตามขวาง 60
2.3 การเจริญขั้นที่สองหรือทุติยภูมิของลำต้นพืช (secondary growth of stem) 62
2.4 การสร้างเปลือกไม้และเนื้อไม้ (bark and wood) ของพืชใบเลี้ยงคู่ 63
3. การลำเลียงน้ำและอาหารในพืช (plant water transport and phloem translocation) 65
3.1 การลำเลียงน้ำ 65
3.2 การลำเลียงแร่ธาตุ 66
3.3 การลำเลียงอาหาร 66
4. ใบ 67
4.1 โครงสร้างภายในของใบพืช (leaf structure) 69
4.2 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช 70
4.3 การคายน้ำ 71
5. ดอก 74
5.1 โครงสร้างของดอก 74
5.2 ประเภทของดอก 75
6. ผล 78
6.1 องค์ประกอบของผนังผล (pericarp) 79
6.2 ประเภทของผล 79
7. เมล็ด 80
8. การสืบพันธุ์ของพืช 83
8.1 การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ 83
8.2 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ 86
คำถามท้ายบทที่ 2 88



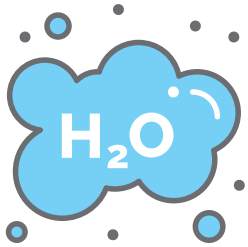
ตัวอย่างหนังสือ

สารบัญ

บทที่ 3 สารอาหาร 92

1. คาร์โบไฮเดรต 94
   - 1.1 น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 95
   - 1.2 น้ำตาลโมเลกุลคู่ 96
   - 1.3 พอลิแซ็กคาไรด์ 98
   - 1.4 ผลของการบริโภคคาร์โบไฮเดรตไม่ถูกส่วน 99
   - 1.5 การทดสอบคาร์โบไฮเดรต 100
2. โปรตีน 101
   - 2.1 โครงสร้างของโปรตีน 101
   - 2.2 ประเภทของโปรตีน 102
   - 2.3 ผลของการบริโภคโปรตีนไม่ถูกส่วน 105
   - 2.4 การทดสอบโปรตีน 105
3. ลิพิด 106
   - 3.1 กรดไขมัน 107
   - 3.2 ไตรแอซิลกลีเซอรอลหรือไตรกลีเซอไรด์ 108
   - 3.3 สเตรอยด์ 110
   - 3.4 ฟอสโฟลิพิด 111
   - 3.5 ไข 111
   - 3.6 การทดสอบไขมัน 111
4. วิตามิน 112
5. แร่ธาตุ 115
6. น้ำ 117
7. ทุพโภชนาการ 118

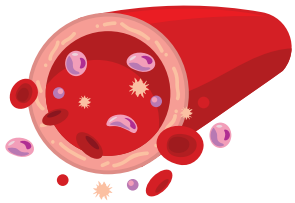
คำถามท้ายบทที่ 3 120



ตัวอย่างหนังสือ

บทที่ 4 ระบบร่างกายของสิ่งมีชีวิต 124

1. ระบบหายใจ 125
   - 1.1 อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจของมนุษย์ 126
   - 1.2 กลไกการหายใจ (breathing mechanism) 127
   - 1.3 โรคที่เกี่ยวกับทางเดินหายใจ 129
2. ระบบหมุนเวียนเลือด 129
   - 2.1 หัวใจ 130
   - 2.2 เลือด 131
   - 2.3 ระบบหมู่เลือด 136
   - 2.4 หลอดเลือด 138
   - 2.5 โรคที่เกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือด 140
3. ระบบน้ำเหลือง 141
   - 3.1 โครงสร้างของระบบน้ำเหลือง 141
   - 3.2 โรคที่เกี่ยวกับระบบน้ำเหลือง 142
4. ระบบขับถ่าย 143
   - 4.1 ระบบขับถ่ายปัสสาวะของมนุษย์ 144
   - 4.2 โรคที่เกี่ยวกับระบบขับถ่าย 146
5. ระบบประสาท 147
   - 5.1 ระบบประสาทของมนุษย์ 147
   - 5.2 ระบบประสาทส่วนกลาง 148
   - 5.3 ระบบประสาทรอบนอก 152
   - 5.4 ภาพรวมของการทำงานของระบบประสาท 154
   - 5.5 โรคที่เกี่ยวกับระบบประสาท 155
6. ระบบสืบพันธุ์ 156
   - 6.1 ระบบสืบพันธุ์เพศชาย 157
   - 6.2 ระบบสืบพันธุ์เพศหญิง 159
   - 6.3 การสร้างอสุจิและเซลล์ไข่ (spermatogenesis and oogenesis) 161
   - 6.4 รอบเดือน (menstrual cycle) 162
   - 6.5 การปฏิสนธิและการเจริญของมนุษย์ (human development) 164



ตัวอย่างหนังสือ

สารบัญ

6.6 การคุมกำเนิด 167
6.7 เทคโนโลยีช่วยการเจริญพันธุ์ (assisted reproductive technology) 167
คำถามท้ายบทที่ 4 169

บทที่ 5 ระบบนิเวศและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต 172

1. ระบบนิเวศ 174
2. องค์ประกอบและหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 175
3. โซ่อาหาร สายใยอาหาร และการถ่ายทอดพลังงาน 178
4. วัฏจักรสาร 180
   4.1 วัฏจักรน้ำ (hydrological cycle) 181
   4.2 วัฏจักรคาร์บอน (carbon cycle) 182
   4.3 วัฏจักรไนโตรเจน (nitrogen cycle) 183
5. ความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ 185
6. ประชากร 192
7. ไบโอมหรือชีวนิเวศ 194
   7.1 ไบโอมบนบก 194
   7.2 ไบโอมในน้ำ 196

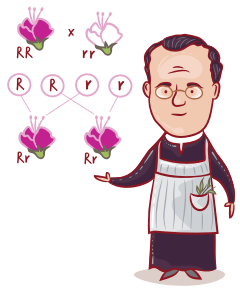
คำถามท้ายบทที่ 5 197

บทที่ 6 พันธุศาสตร์เบื้องต้น 202

1. บทนำ 203
2. คำศัพท์พื้นฐานทางพันธุศาสตร์ 206
3. การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดล 209
   3.1 การศึกษาการผสมโดยพิจารณาพันธุกรรมเพียงลักษณะเดียว (monohybrid cross) 210
   3.2 การศึกษาการผสมโดยพิจารณาพันธุกรรมสองลักษณะ (dihybrid cross) 212

ตัวอย่างหนังสือ

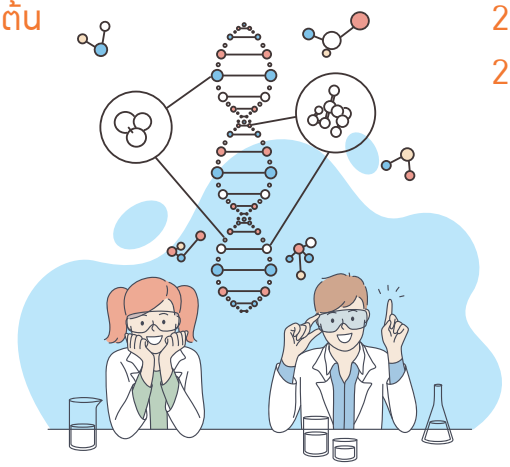
4. ความน่าจะเป็นกับการคำนวณทางพันธุศาสตร์ 214
5. การผสมทดสอบ 217
6. ลักษณะทางพันธุกรรมที่นอกเหนือกฎของเมนเดล 217
6.1 การข่มไม่สมบูรณ์ 217
6.2 การข่มร่วมกัน 218
7. โรคทางพันธุกรรม 219
7.1 ความผิดปกติที่จำนวนโครโมโซม 220
7.2 ความผิดปกติที่คุณภาพของโครโมโซม 220
8. การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม 222
9. การใช้ประโยชน์จากความรู้ด้านพันธุศาสตร์ 222
คำถามท้ายบทที่ 6 224



แนวข้อสอบท้ายเล่ม 228

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทและเฉลยแนวข้อสอบท้ายเล่ม 254

บทที่ 1 เซลล์ของสิ่งมีชีวิต 255
บทที่ 2 พืชและโครงสร้างของพืช 258
บทที่ 3 สารอาหาร 262
บทที่ 4 ระบบร่างกายของสิ่งมีชีวิต 266
บทที่ 5 ระบบนิเวศและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต 269
บทที่ 6 พันธุศาสตร์เบื้องต้น 273
แนวข้อสอบท้ายเล่ม 276



ตัวอย่างหนังสือ

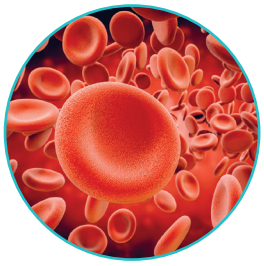
1. บทนำเกี่ยวกับเซลล์

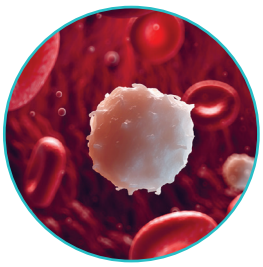
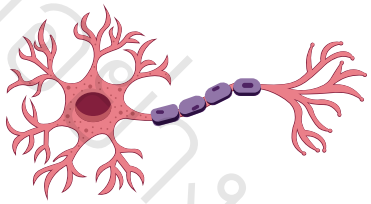
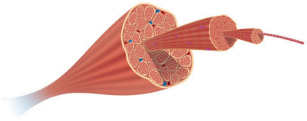
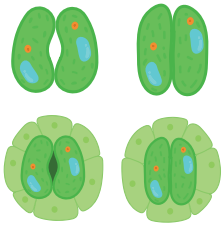
สิ่งมีชีวิตบนโลก ไม่ว่าจะเป็น คน สัตว์ และพืช (ยกเว้น ไวรัสที่ไม่จัดเป็นสิ่งมีชีวิต) ล้วนประกอบขึ้นมาจากหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุด คือ **เซลล์ (cell)** ซึ่งมาจากคำว่า cella ในภาษาละติน มีความหมายว่า ห้องเล็ก ๆ

เซลล์ของสิ่งมีชีวิตนั้นสามารถเพิ่มจำนวน เจริญเติบโต ตอบสนองต่อสิ่งเร้า และดำรงกิจกรรมต่าง ๆ เหมือนกับสิ่งมีชีวิตได้ โดยสิ่งมีชีวิตบางชนิดอาจเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว (unicellular organism) เช่น อะมีบา ยูกลีนา พารามีเซียม หรือบางชนิดอาจเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ (multicellular organism) เช่น เห็ด รา พืช สัตว์ และมนุษย์

เซลล์มีรูปร่างที่แตกต่างกันออกไป การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ขณะที่มีการเจริญเรียกว่า **การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ (cell differentiation)** โดยรูปร่างของเซลล์ที่แตกต่างกันนั้นจะสัมพันธ์กับหน้าที่และการทำงานของเซลล์เพื่อทำหน้าที่จำเพาะ ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์เพื่อทำงานจำเพาะ

เซลล์	รูปร่างของเซลล์	หน้าที่
เซลล์เม็ดเลือดแดง (red blood cell / erythocyte)	แบนและตรงกลางเว้าเข้าหากัน เนื่องจากไม่มีนิวเคลียส (ทำให้เคลื่อนที่ในหลอดเลือดได้ง่าย และนำส่งแก๊สออกซิเจนได้มาก) 	• แลกเปลี่ยนแก๊สที่ปอด • นำสารอาหารไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

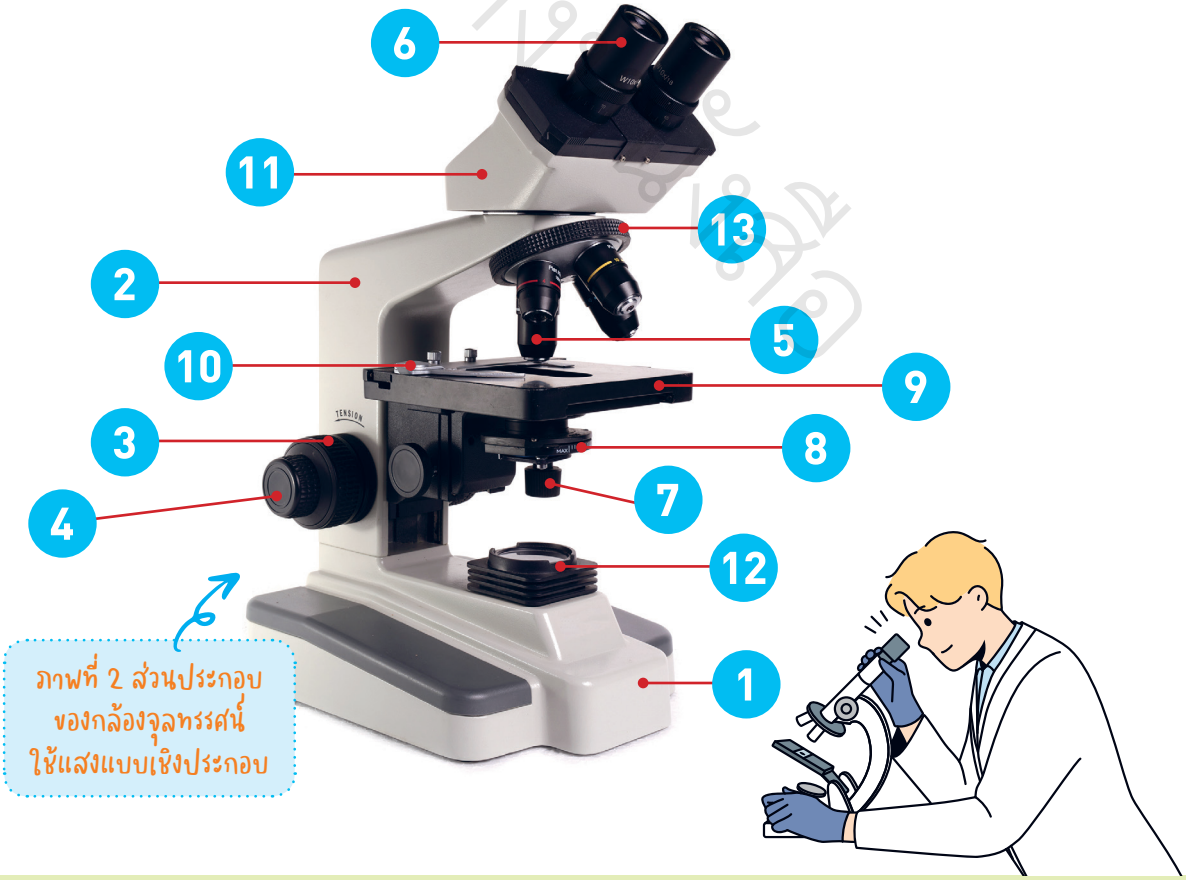
เซลล์	รูปร่างของเซลล์	หน้าที่
เซลล์เม็ดเลือดขาว (white blood cell / leukocyte)	กลม 	กำจัดเชื้อโรค และสร้างภูมิคุ้มกัน
เซลล์ประสาท (neuron cell)	มีแขนงแตกออกจำนวนมาก 	นำกระแสประสาทเข้าสู่เซลล์ประสาท โดยมีเดนไดร์ตที่เป็นแขนงซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวเซลล์ประสาทเพื่อรับสัญญาณจากเซลล์อื่นผ่านไซแนปส์
กล้ามเนื้อลาย (skeletal muscle)	ลักษณะเป็นแถบลาย ทรงกระบอกยาว แต่ละเซลล์มีหลายนิวเคลียส 	เป็นกล้ามเนื้อที่ค้ำจุนโครงกระดูก เช่น กล้ามเนื้อขา จึงเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของร่างกายโดยตรง
เซลล์คุม (guard cell)	คล้ายเมล็ดถั่วประกบกัน 2 อัน จึงทำให้เกิดรูตรงกลาง 	เปิดปิดปากใบเพื่อควบคุมการคายน้ำเมื่อเกิดการกระตุ้นจากสิ่งเร้า

3. **ปุ่มปรับภาพหยาบ (coarse adjustment knob)** ทำหน้าที่ปรับภาพ โดยเปลี่ยนระยะโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุ เพื่อทำให้เห็นภาพชัดเจน

4. **ปุ่มปรับภาพละเอียด (fine adjustment knob)** ทำหน้าที่ปรับภาพเช่นเดียวกับปุ่มปรับภาพหยาบ ทำให้ได้ภาพที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

5. **เลนส์ใกล้วัตถุ (objective lens)** เป็นเลนส์ที่ทำหน้าที่ขยายภาพจากวัตถุให้มีขนาดใหญ่ ภาพที่มองเห็นจะเป็นภาพจริงหัวกลับ โดยมีกำลังขยายตั้งแต่ 4X (กำลังขยาย 4 เท่า) 10X (กำลังขยาย 10 เท่า) 40X (กำลังขยาย 40 เท่า) และ 100X (กำลังขยาย 100 เท่า) การใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 100X ต้องใช้น้ำมันเป็นตัวกลางระหว่างเลนส์และวัตถุเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรวมแสงทำให้ภาพในจอชัดและละเอียดมากขึ้น แต่มุมมองจะแคบลง

6. **เลนส์ใกล้ตา (eyepiece lens)** เป็นเลนส์ชุดที่อยู่ส่วนบนสุดของกล้อง ซึ่งมีกำลังขยายตั้งแต่ 10X และ 15X ทำหน้าที่ขยายภาพที่ได้จากจากเลนส์ใกล้วัตถุให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ภาพที่เห็นมีขนาดขยาย และเป็นภาพเสมือนหัวกลับ (กลับจากซ้ายไปขวา) ตัวอย่างเช่น ถ้านำสไลด์ที่มีตัวอักษร ‘p’ ไปส่องใต้กล้องจุลทรรศน์ภาพที่มองเห็นในจอภาพจะเป็นตัวอักษร ‘d’



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบเชิงประกอบ

7. **เลนส์รวมแสง (condenser lens)** ทำหน้าที่รวมแสงให้ปริมาณความเข้มแสงมากขึ้น เพื่อส่งไปยังวัตถุที่ต้องการศึกษา ทำให้มองเห็นภาพได้

8. **ไดอะแฟรม (diaphragm)** ทำหน้าที่ปรับปริมาณความเข้มแสงให้เข้าสู่เลนส์รวมแสง

9. **แท่นวางวัตถุ (specimen stage)** เป็นแท่นใช้วางแผ่นสไลด์ที่ต้องการศึกษา

10. **ที่หนีบสไลด์ (stage clip)** ใช้หนีบสไลด์ให้ติดอยู่กับแท่นวางวัตถุ

11. **ลำกล้อง (body)** เป็นส่วนที่เชื่อมระหว่างเลนส์ใกล้ตาและเลนส์ใกล้วัตถุ ช่วยป้องกันไม่ให้แสงภายนอกมารบกวน

12. **แหล่งกำเนิดแสง (light source)** เป็นหลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างติดตั้งอยู่ที่ฐานของกล้อง มีสวิตช์สำหรับเปิด-ปิด และมีสเกลที่สามารถปรับปริมาณแสงสว่างได้

13. **จานหมุน (revolving nosepiece)** ใช้หมุนเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุที่กำลังขยายต่าง ๆ

การคำนวณกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์

กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ =
กำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา × กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ

ตัวอย่าง

ชมพู่กำลังใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดหนึ่งส่องดูเนื้อเยื่อพืช โดยใช้เลนส์ใกล้ตาที่มีกำลังขยาย 10 เท่า (10X) พร้อมกับใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่กำลังขยาย 40 เท่า (40X) กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์นี้เป็นเท่าไร

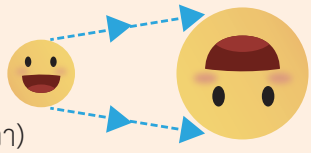
กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ = กำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา × กำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ

= 10 × 40

ดังนั้น กำลังขยายของกล้อง = 400 เท่า

สรุปได้ว่า กำลังขยายของกล้องนี้เท่ากับ 400 เท่า คือ ชมพู่จะเห็นภาพที่มีขนาดใหญ่ 400 เท่าของวัตถุ

สรุปภาพที่เห็นจากกล้องจุลทรรศน์



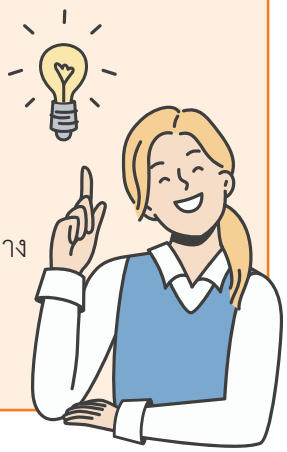
กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเชิงประกอบ

ภาพสุดท้ายที่เห็นเป็นภาพเสมือนหัวกลับ (กลับซ้าย - ขวา)

- ที่กำลังขยายต่ำ : เห็นภาพในขอบเขตที่กว้าง แต่เห็นรายละเอียดน้อย
- ที่กำลังขยายสูง : เห็นภาพในขอบเขตที่แคบ แต่เห็นรายละเอียดมาก

กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ

- เห็นภาพเสมือนหัวตั้งสามมิติ



กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

- ได้ภาพดิจิทัลสามารถดูด้วยคอมพิวเตอร์เท่านั้น
- กล้อง SEM แสดงภาพ 3 มิติ และเห็นรูปทรงของวัตถุตัวอย่าง
- กล้อง TEM แสดงภาพ 2 มิติ และเห็นโครงสร้างภายในเซลล์ของตัวอย่าง

4. โครงสร้างของเซลล์

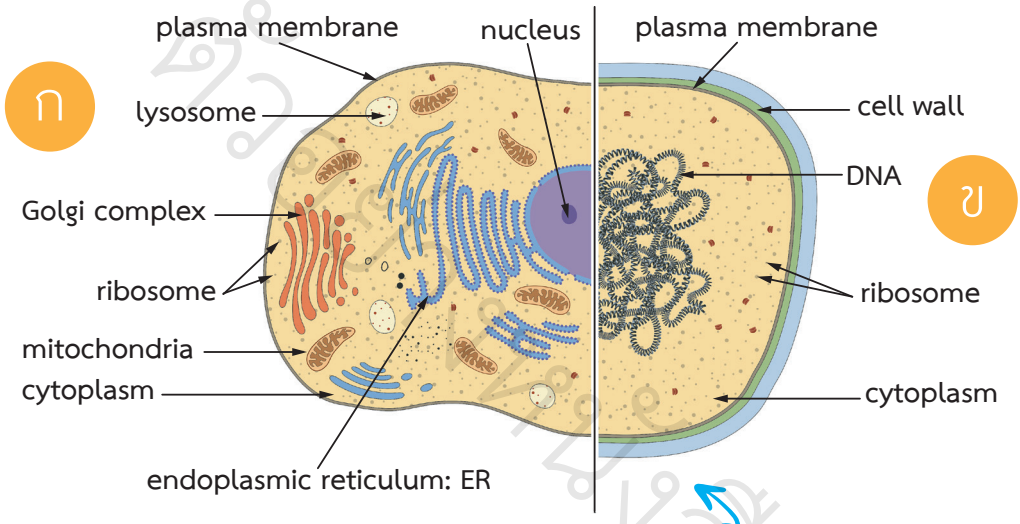
4.1 ประเภทของเซลล์แบ่งตามการมีเยื่อหุ้มนิวเคลียส

สิ่งมีชีวิตบนโลกมีจำนวนมากและหลากหลายไม่ว่าจะเป็นสัตว์บก สัตว์น้ำ สัตว์ปีก สาหร่าย แบคทีเรีย เห็ด รา ยีสต์ นักวิทยาศาสตร์ได้จำแนกออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ตามพื้นฐานของเซลล์โดยใช้ลักษณะของเยื่อหุ้มนิวเคลียสเป็นเกณฑ์ คือ

1. **เซลล์โพรแคริโอต (prokaryotic cell)** ตัวอย่างของเซลล์โพรแคริโอต ได้แก่ แบคทีเรีย (bacteria) อาร์เคีย (archaea) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue green algae) เซลล์โพรแคริโอตมีขนาดเล็ก และเป็นเซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียสเนื่องจากไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส (nuclear membrane) ภายในไซโทพลาซึม (cytoplasm) มีดีเอ็นเอเกลียวคู่ (nucleoid) และมีไรโบโซม (ribosome) ที่ทำหน้าที่สังเคราะห์โปรตีนซึ่งมีขนาด70S (ภาพที่ 4 ข) (คำว่า S มาจาก Svedberg unit ค่าสัมประสิทธ์ของการตกตะกอนเมื่อนำไปปั่นเหวี่ยง)

2. เซลล์ยูแคริโอต (eukaryotic cell) มีความซับซ้อนมากกว่าเซลล์โพรแคริโอต ตัวอย่างเซลล์ยูแคริโอต เช่น โพรโทซัว (protozoa) เห็ด รา เซลล์พืช และเซลล์สัตว์ เซลล์ยูแคริโอตมีลักษณะพิเศษ คือ มีเยื่อหุ้มเซลล์ มีทั้งออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้มและไม่มีเยื่อหุ้ม และที่สำคัญมีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ทำให้โครโมโซมที่อยู่ภายในนิวเคลียสไม่ออกมาปะปนกับออร์แกเนลล์อื่น ๆ ที่อยู่ในไซโทพลาซึม เซลล์ยูแคริโอตมีไรโบโซมขนาด 80S โดยความซับซ้อนของเซลล์ยูแคริโอต แสดงในภาพที่ 4 (ก) จะเห็นว่า เซลล์ยูแคริโอตมีการแบ่งส่วนของการทำงานและปฏิกิริยาเคมีแยกออกจากกันอย่างชัดเจน

โดยทั่วไปแล้วเซลล์ยูแคริโอตจะมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์โพรแคริโอต

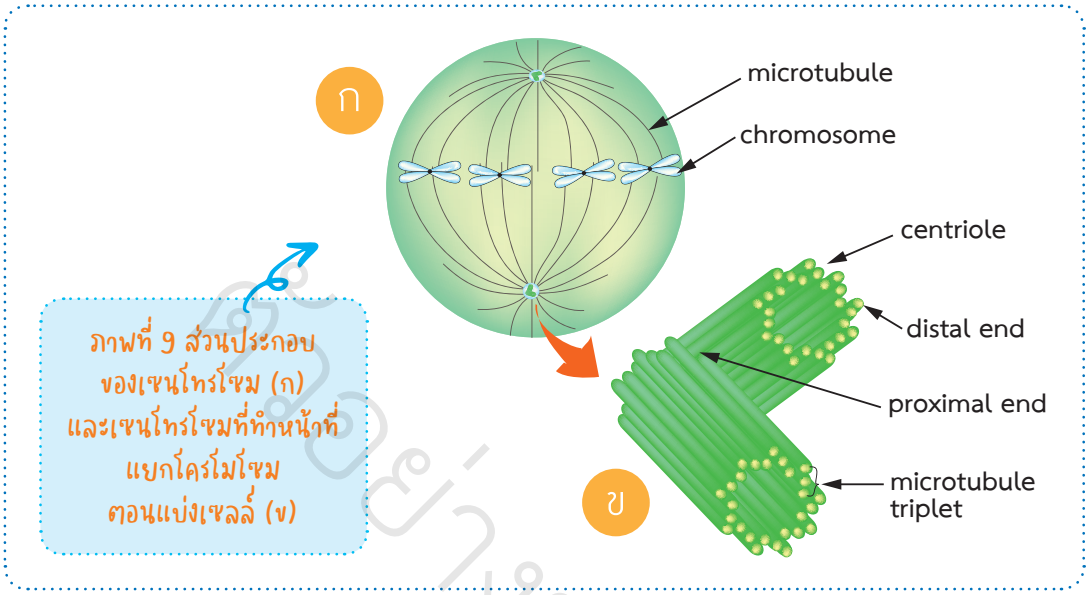


ภาพที่ 4 โครงสร้างของเซลล์ยูแคริโอต (ก) และเซลล์โพรแคริโอต (ข)

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบเซลล์โพรแคริโอตและยูแคริโอต

ข้อเปรียบเทียบ	โพรแคริโอต	ยูแคริโอต
ขนาดเซลล์	1-10 ไมโครเมตร	10-100 ไมโครเมตร
ผนังเซลล์	มี	มี ทั้งที่มีและไม่มี
เยื่อหุ้มนิวเคลียส	ไม่มี	มี

✺ **เซนทริโอล (centriole)** ประกอบด้วยไมโครทิวบูลอยู่กันเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 อัน (microtubule triplet) จำนวน 9 กลุ่ม โดยเซนทริโอล 2 อัน วางตั้งฉากกัน เรียกว่า **เซนโทรโซม (centrosome)** ทำหน้าที่สร้างเส้นใยสปินเดิลเพื่อยึดและดึงโครโมโซมให้ออกจากกันในขณะที่เซลล์มีการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 9)

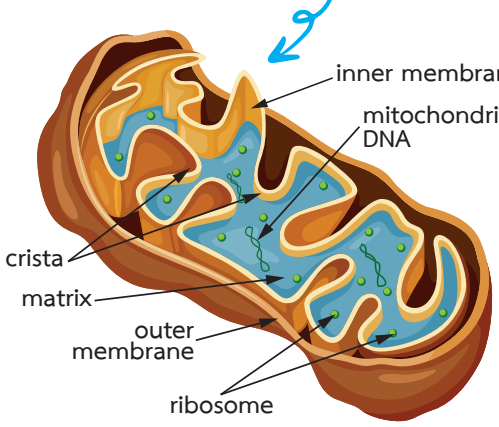


ภาพที่ 9 ส่วนประกอบของเซนโทรโซม (ก) และเซนโทรโซมที่ทำหน้าที่แยกโครโมโซมตอนแบ่งเซลล์ (ข)

2. ออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม

✺ **ไมโทคอนเดรีย (mitochondria)** ส่วนใหญ่จะมีรูปร่างกลมหรือมีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น คือ เยื่อหุ้มชั้นนอก (outer membrane) มีลักษณะผิวเรียบ และเยื่อหุ้มชั้นใน (inner membrane) มีลักษณะพับทบกันเรียกว่า **คริสตา (crista)** ภายในไมโทคอนเดรียมีของเหลวด้านในเรียกว่า **เมทริกซ์ (matrix)** (ภาพที่ 10) มีเอนไซม์ที่สำคัญที่เกี่ยวกับกระบวนการหายใจระดับเซลล์ และมีไรโบโซม DNA และ RNA เป็นของตัวเอง ทำให้สามารถจำลองตัวเองได้ หน้าที่สำคัญของไมโทคอนเดรีย คือ เป็นแหล่งสร้างพลังงานภายในเซลล์

ภาพที่ 10 โครงสร้างไมโทคอนเดรีย

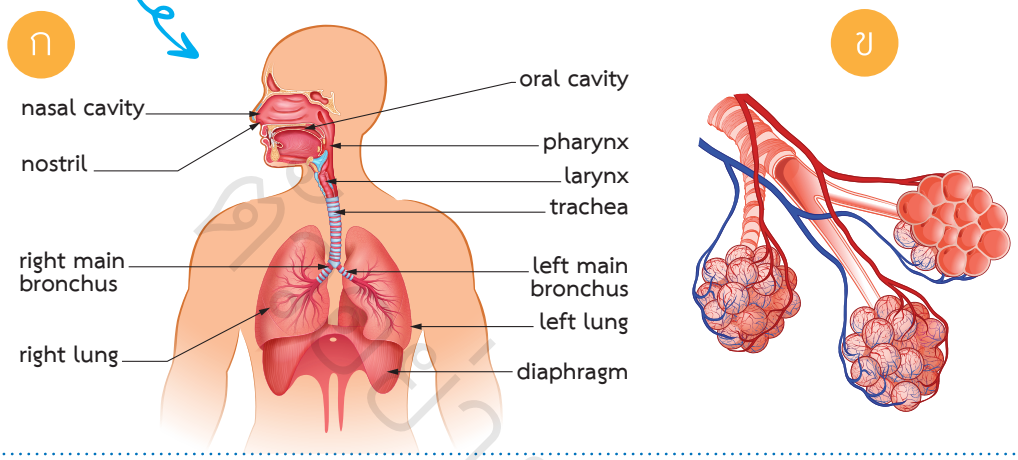


ตัวอย่างหนังสือ

1.1 อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจของมนุษย์

ระบบหายใจของมนุษย์ประกอบขึ้นมาจากอวัยวะต่าง ๆ แบ่งตามโครงสร้างได้ดังนี้ (ภาพที่ 1)

ภาพที่ 1 โครงสร้างของระบบหายใจของมนุษย์ (ก) และโครงสร้างของถุงลม (ข)



✺ **ระบบทางเดินหายใจส่วนบน (upper respiratory tract)** ได้แก่ โพรงจมูก คอหอย

✺ **ระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง (lower respiratory tract)** ได้แก่ กล่องเสียง (larynx) ท่อลม (trachea) หลอดลม (bronchus) หลอดลมฝอย (bronchiole) และถุงลม (alveolus) ที่อยู่ในปอด (lung) ทั้งสองข้าง

การหายใจของมนุษย์เป็นการนำเอาแก๊สออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายและขับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกาย การแลกเปลี่ยนแก๊สนี้เรียกว่า **การหายใจ**

ทางเดินหายใจเริ่มจากอากาศเข้าสู่ร่างกายผ่านทางจมูก (nose) แล้วเข้าโพรงจมูก (nasal cavity) เยื่อบุภายในโพรงจมูกมีซิเลียและเมือกสำหรับดักจับสิ่งแปลกปลอมไว้ไม่ให้ผ่านลงสู่ปอด นอกจากนี้ยังทำให้อากาศอุ่นและมีความชุ่มชื้นขึ้น

จากนั้นอากาศก็ลงไปยังคอหอย (pharynx) ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมให้อากาศเข้าสู่ท่อลม โดยอากาศจะผ่านโครงสร้างที่เป็นกล่องเสียง (larynx) ก่อนเข้าสู่ท่อลม (trachea) ที่มีลักษณะเป็นท่อตรงและมีกระดูกอ่อนรูปเกือกม้าหรือรูปตัว C เรียกว่า C-ring เรียงซ้อนกันรอบท่อลม เพื่อป้องการยุบตัวของท่อลมเมื่อหายใจออก และเนื้อเยื่อบุผิวบริเวณนี้มีเซลล์สร้างเมือกและซิเลียช่วยในการนำสิ่งแปลกปลอมออกจากปอด

ต่อมาอากาศผ่านเข้าสู่หลอดลม (bronchus) ซึ่งมี 2 อันแยกไปยังปอดข้างซ้ายและขวา แต่ละหลอดลมจะแยกย่อยเป็นหลอดลมฝอย (bronchiole) จำนวนมาก ปลายสุดของหลอดลมฝอยจะมีความโป่งเป็นถุงที่ตัน ขนาดเล็กจำนวนมากมาย เรียกว่า **ถุงลม (alveoli)** โดยถุงลมจะอยู่ในปอดข้างละประมาณ 300 ล้านถุง ถุงลมมีลักษณะเป็นกระเปาะเล็ก ๆ ผนังบาง มีหลอดเลือดฝอยมาหล่อเลี้ยง ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สได้ง่าย

1.2 กลไกการหายใจ (breathing mechanism)

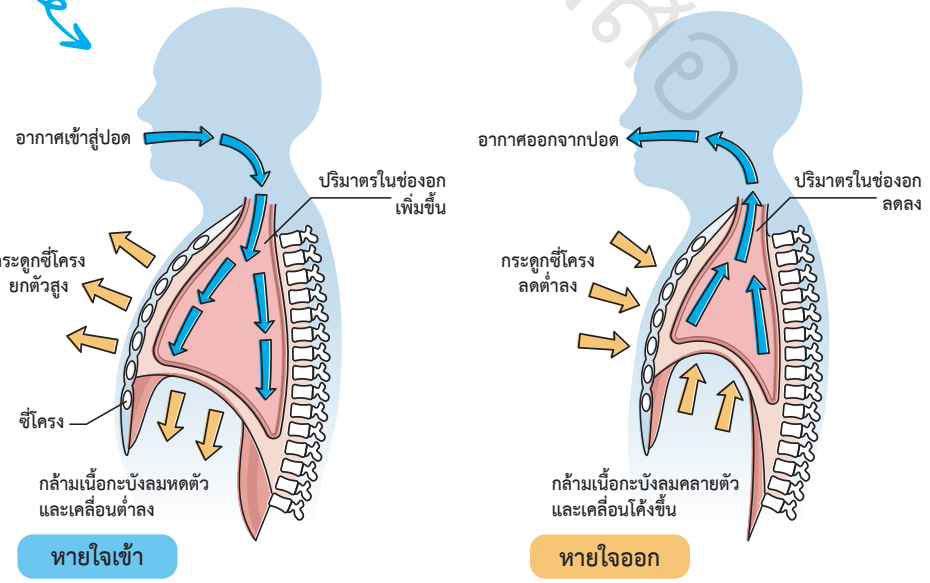
การหายใจของมนุษย์ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือ

1. **การหายใจเข้า (inhalation)** กล้ามเนื้อกะบังลม (diaphragm) และกล้ามเนื้อยึดซี่โครงแถบนอก (external intercostal muscle) จะหดตัวลง ส่วนกระดูกซี่โครงจะเลื่อนสูงขึ้น ทำให้ปริมาตรในช่องอก (thorax) เพิ่มขึ้น ความดันในปอดลดลง ทำให้อากาศภายนอกเคลื่อนเข้าสู่ร่างกายได้

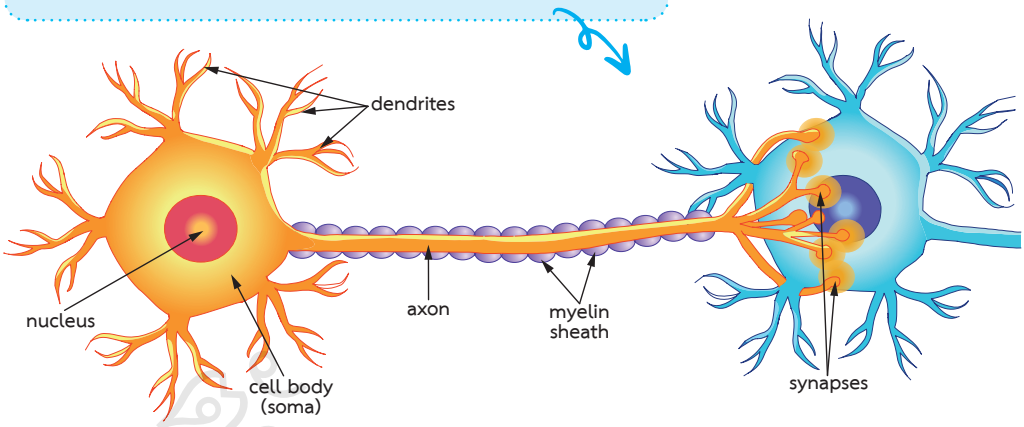
2. **การหายใจออก (exhalation)** กล้ามเนื้อกะบังลมและกล้ามเนื้อยึดซี่โครงแถบนอกคลายตัว ส่วนกระดูกซี่โครงจะเลื่อนต่ำลง ทำให้ปริมาตรในช่องอกลดลง ความดันในปอดมากขึ้น ทำให้อากาศไหลจากปอดออกไปภายนอกร่างกายได้

การหายใจเข้าและการหายใจออก แสดงในภาพที่ 2

ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของร่างกายเมื่อเกิดการหายใจเข้าและการหายใจออก



ภาพที่ 13 องค์ประกอบของเซลล์ประสาทและการส่งสัญญาณประสาทระหว่างเซลล์ประสาท 2 เซลล์



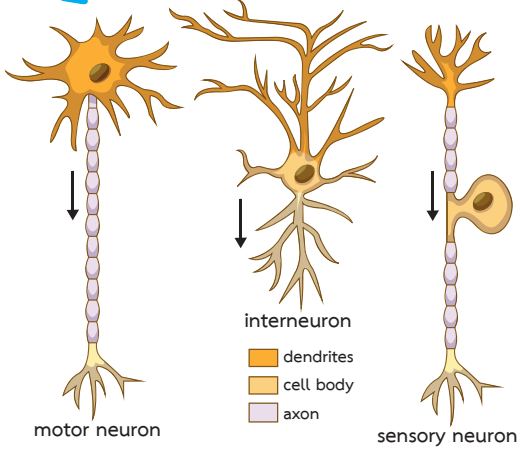
เซลล์ประสาทสามารถแบ่งตามลักษณะการทำงานออกเป็น 3 ประเภท (ภาพที่ 14) ดังนี้

1. **เซลล์ประสาทรับความรู้สึก (sensory or afferent neuron)** ทำหน้าที่นำกระแสประสาทจากหน่วยรับความรู้สึกไปยังระบบประสาทส่วนกลาง

2. **เซลล์ประสานงาน (association or intermediate neuron)** มีหน้าที่นำกระแสประสาทจากเซลล์ประสาทรับความรู้สึกส่งผ่านไปยังเซลล์ประสาทนำคำสั่งและติดต่อระหว่างส่วนต่าง ๆ ของระบบประสาทส่วนกลาง

3. **เซลล์ประสาทสั่งการ (motor or efferent neuron)** ทำหน้าที่นำกระแสประสาทจากระบบประสาทส่วนกลางไปยังหน่วยปฏิบัติงาน เช่น กล้ามเนื้อและต่อมต่าง ๆ

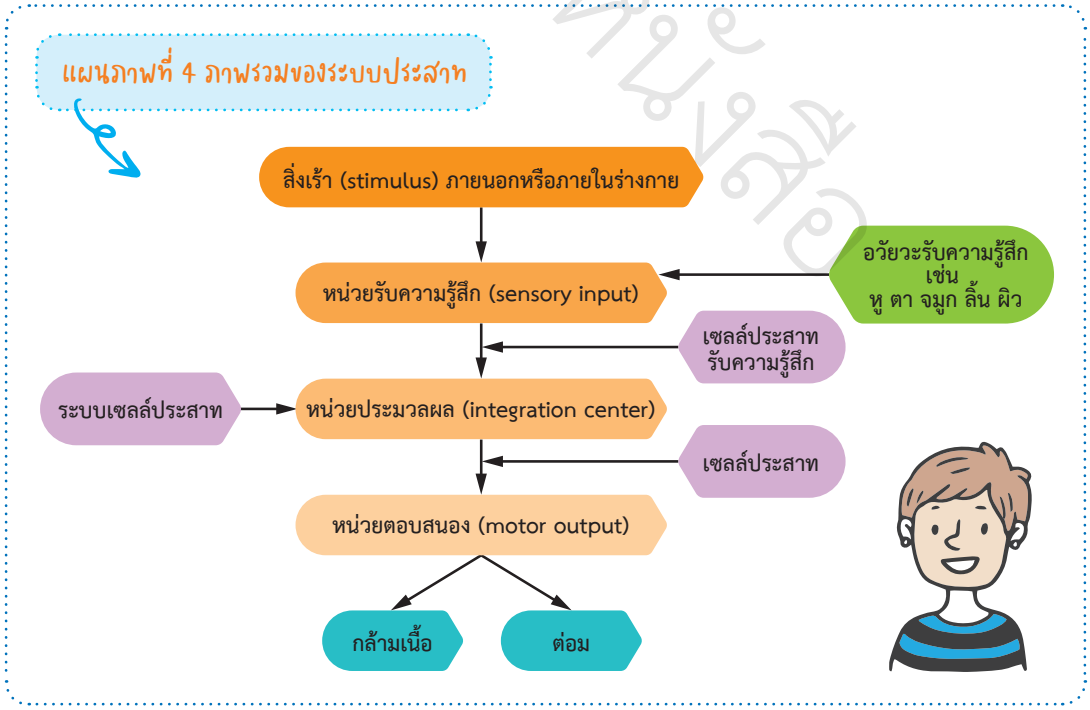
ภาพที่ 14 ชนิดของเซลล์ประสาทต่าง ๆ



5.4 ภาพรวมของการทำงานของระบบประสาท

ระบบประสาทประกอบขึ้นจากการทำงานของ 3 ส่วน คือ ส่วนรับความรู้สึก ประสานงาน และสั่งการให้หน่วยตอบสนองภายนอกร่างกายเกิดการทำงานได้ โดยการทำงานของทั้ง 3 ส่วนนี้จะเกิดขึ้นผ่านการทำงานของเซลล์ประสาทกลุ่มต่าง ๆ ดังนี้

- อวัยวะรับความรู้สึก (sense organs) เช่น ผิวหนัง ตา จมูก และลิ้น เป็นส่วนที่รับความรู้สึก ซึ่งมีเซลล์รับความรู้สึก (sensory cell) อยู่ภายใน เมื่อเซลล์รับความรู้สึกเหล่านี้ตรวจจับสิ่งเร้าจะเกิดการส่งสัญญาณประสาทผ่านเซลล์ประสาทรับความรู้สึก (sensory or afferent neuron)
- จากนั้นส่งมายังหน่วยประมวลผลภายในประสาทส่วนกลาง (central nervous system: CNS) ซึ่งมีสมองและไขสันหลัง ที่ภายในมีเซลล์ประสานงาน (association or intermediate neuron) จำนวนมาก
- หลังจากส่งไปประมวลผลที่ CNS แล้ว สัญญาณประสาทจะถูกส่งต่อไปยังหน่วยตอบสนองของร่างกายซึ่งอาจเป็นกล้ามเนื้อชนิดต่าง ๆ หรือต่อมต่างๆ ที่อยู่ภายในร่างกาย การส่งสัญญาณนี้อาจเกิดขึ้นผ่านเซลล์ประสาทสั่งการ (motor or efferent neuron) โดยภาพรวมของระบบประสาทแสดงในแผนภาพที่ 4

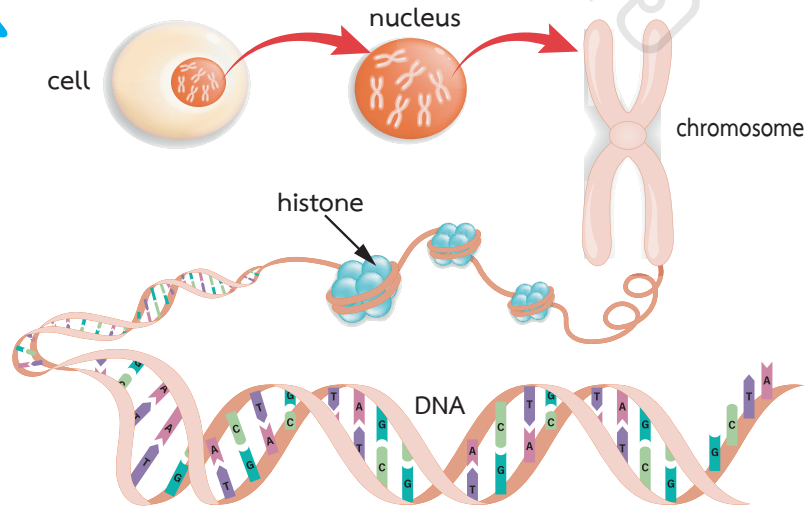


1. บทนำ

พันธุศาสตร์ เป็นสาขาแขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ศึกษาเกี่ยวกับหน่วยพันธุกรรมหรือยีน (gene) พันธุกรรม (heredity) และวิวัฒนาการในสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ สิ่งมีชีวิตทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นสัตว์หรือมนุษย์บนโลกนี้ล้วนมีลักษณะแตกต่างกันออกไป เช่น ในมนุษย์มีทั้งลักษณะที่ผิวดำ ผิวขาว ตัวสูง ตัวเตี้ย ผมตรง ผมหยัก จมูกโด่ง จมูกแบน มีลักยิ้ม ไม่มีลักยิ้ม ลักษณะที่ต่างกันของสิ่งมีชีวิตล้วนได้รับการถ่ายทอดมาจากพ่อแม่และสามารถถ่ายทอดจากรุ่นลูกไปสู่รุ่นต่อ ๆ ไปได้ โดยในสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในสปีชีส์เดียวกันจะมีลักษณะทางพันธุกรรมคล้ายคลึงกันมากกว่าสิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กัน และถ้ากำเนิดภายในครอบครัวเดียวกันจะมีความคล้ายคลึงกันมากขึ้น

สิ่งมีชีวิตมีเซลล์ (ภาพที่ 1) เป็นหน่วยพื้นฐานที่สำคัญที่สุด ประกอบด้วยเยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส ซึ่งภายในนิวเคลียสมีลักษณะเป็นเส้นใยขดพันกัน เรียกว่า **โครมาทิน (chromatin)** ซึ่งประกอบด้วยโมเลกุลของดีเอ็นเอ (deoxyribonucleic acid: DNA) ขดจับตัวกับโปรตีน เมื่อมีการแบ่งเซลล์ทำให้ปริมาณของ DNA เพิ่มเป็น 2 เท่า โครมาทินจะขดแน่นและหดสั้นจนมีลักษณะเป็นแท่ง เรียกว่า **โครโมโซม (chromosome)** มีหน้าที่ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากรุ่นพ่อแม่ไปสู่รุ่นลูก

ภาพที่ 1 โครงสร้างเซลล์ โครโมโซม นิวคลีโอโซม และดีเอ็นเอ



2. คำศัพท์พื้นฐานทางพันธุศาสตร์

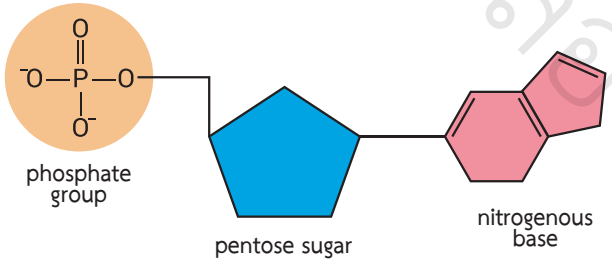
1. **พันธุกรรม :** การถ่ายทอดลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตจากรุ่นบรรพบุรุษมายังรุ่นลูกหลาน และรุ่นต่อ ๆ ไป (generation) โดยลักษณะพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตถูกควบคุมด้วยหน่วยพันธุกรรมหรือยีน

2. **โครโมโซม :** บริเวณที่เก็บสารพันธุกรรม

3. **การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส :** การแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนของเซลล์ร่างกาย (somatic cell) หลังจากการแบ่งเซลล์ได้เป็นเซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ที่มีคุณสมบัติเหมือนเซลล์เดิม และมีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิม (2n)

4. **การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส :** การแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (sex cell) โดยแบ่ง 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 เรียกว่า **ไมโอซิส I** ได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ โดยแต่ละเซลล์จะมีจำนวนชุดโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง (n) ของเซลล์เริ่มต้น จากนั้นเข้าสู่การแบ่งเซลล์ครั้งที่ 2 เรียกว่า **ไมโอซิส II** ซึ่งมีกระบวนการเหมือนกับในการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จากเซลล์เริ่มต้น 1 เซลล์ เมื่อสิ้นสุดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จะได้เป็นเซลล์ใหม่ 4 เซลล์ โดยเซลล์เหล่านี้มีองค์ประกอบทางพันธุกรรมต่างกันและมีโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง (n)

5. **ดีออกซีไรโบนิวคลีอิก (deoxyribonucleic Acid: DNA) :** เป็นสารพันธุกรรมที่ประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่า **นิวคลีโอไทด์ (nucleotide)** ซึ่งหนึ่งนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ



1) *ไนโตรเจนเบส (nitrogenous base)* มี 4 ชนิด คือ อะดีนิน (Adenine: A) กวานีน (Guanine: G) ไทมีน (Thymine: T) ไซโทซีน (Cytosine: C)

2) *หมู่ฟอสเฟต (phosphate group: Pi)* เป็นส่วนเชื่อมระหว่างนิวคลีโอไทด์แต่ละหน่วยในสายดีเอ็นเอ

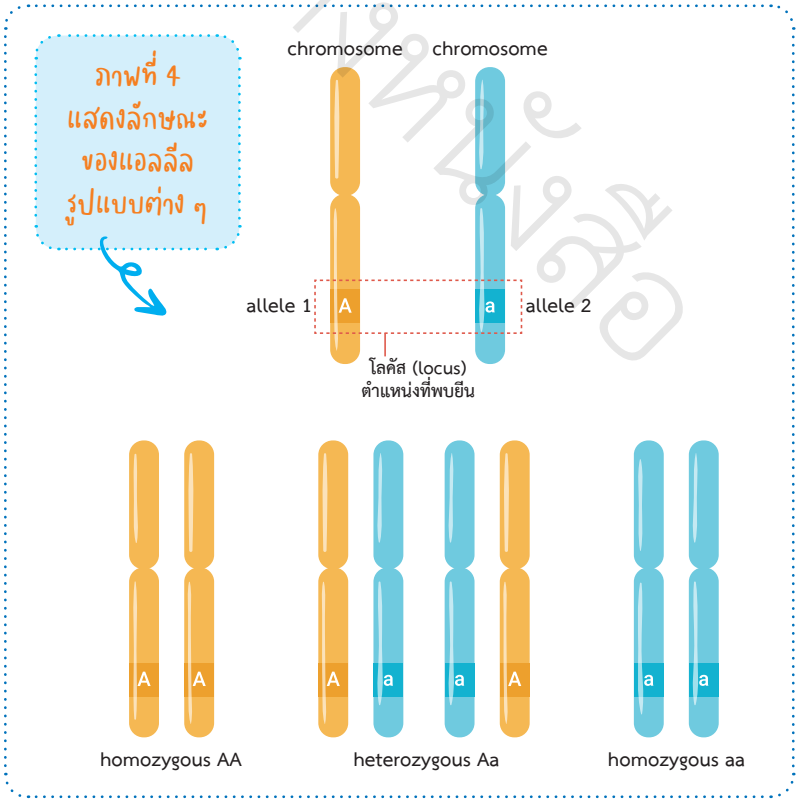
3) *น้ำตาลเพนโทส (pentose sugar)* มีคาร์บอน 5 อะตอม คือ น้ำตาลดีออกซีไรโบส

6. ยีน (gene) : ส่วนหนึ่งของ DNA เป็นหน่วยควบคุมลักษณะพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นสารจำพวกกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) โดยยีนสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) *ยีนเด่น (dominant gene)* คือ ยีนที่แสดงออกในรุ่นต่อ ๆ ไปเสมอ ไม่ว่าจะอยู่ในสภาวะพันธุ์แท้ของลักษณะเด่น (AA) หรือพันทาง (Aa) สัญลักษณ์ที่ใช้จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ 2 ตัว หรือตัวพิมพ์ใหญ่และตัวพิมพ์เล็กอย่างละ 1 ตัว เช่น AA RR หรือ Aa Rr

2) *ยีนด้อย (recessive gene)* คือ ยีนที่แฝงอยู่ ถูกข่มโดยยีนเด่น จะแสดงออกเมื่ออยู่ในสภาวะพันธุ์แท้ของลักษณะด้อย (aa) สัญลักษณ์ที่ใช้จะเป็นตัวพิมพ์เล็ก 2 ตัว เช่น aa rr

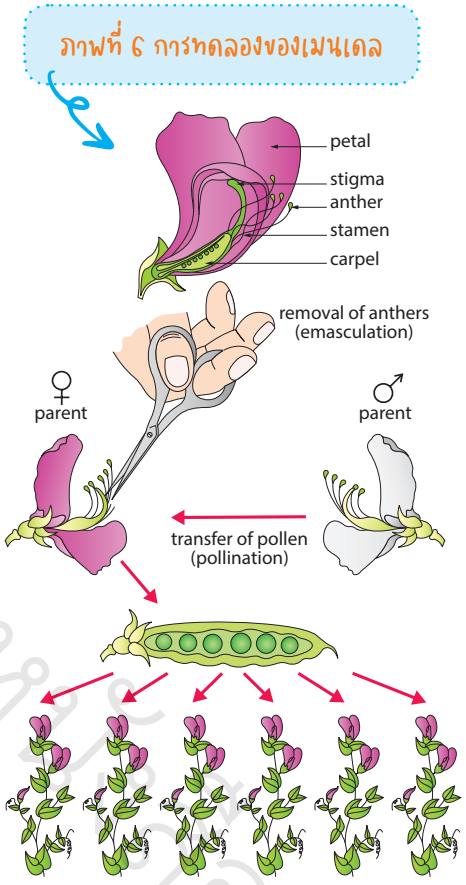
7. แอลลีล (allele) : รูปแบบหนึ่ง ๆ ของยีน โดยแอลลีลที่ต่างกันอาจทำให้เกิดลักษณะแสดงออกที่ต่างกัน (เช่น สีผิว สีตา สีผม หมู่เลือด) หรืออาจไม่ทำให้มีลักษณะแสดงออกต่างกันก็ได้ มนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ จะประกอบด้วยโครโมโซม 2 ชุด เรียกว่า **สิ่งมีชีวิตแบบดิพลอยด์ (diploid: 2n)** โครโมโซมเหล่านี้เป็นโครโมโซมที่ฮอมอโลกัสกัน เรียกว่า **โครโมโซมคู่เหมือน (homologous chromosome)** ซึ่งมีรูปร่างเหมือนกัน ความยาวเท่ากัน



3.1 การศึกษาการผสมโดยพิจารณาพันธุกรรมเพียงลักษณะเดียว (monohybrid cross)

การทดลองของเมนเดลทำโดยการนำดอกถั่วลันเตามาตัดอับเรณูของเกสรเพศผู้เพื่อไม่ให้เกิดการถ่ายเรณูในดอกเดียวกัน จากนั้น นำพู่กันมาเขี่ยเรณูจากดอกที่สนใจมาป้ายบนยอดเกสรเพศเมียเพื่อให้เกิดการถ่ายเรณู แล้วนำเมล็ดที่ได้จากการปฏิสนธิไปปลูกแล้วจดบันทึกลักษณะและจำนวนของลูกที่เกิดขึ้น (ภาพที่ 6)

ภาพที่ 6 การทดลองของเมนเดล



ในการทดลองของเมนเดลได้ใช้พันธุ์แท้ซึ่งสามารถผสมกันเองได้ และลูกที่เกิดขึ้นมีลักษณะเหมือนพ่อแม่ทุกชั่วรุ่น การทดลองที่เมนเดลได้ทำการทดลองโดยพิจารณาลักษณะเดียว (monohybrid cross) เช่น ลักษณะของเมล็ดถั่วลันเตา (seed shape) โดยการผสมพันธุ์กันระหว่างเมล็ดถั่วลันเตาลักษณะเมล็ดกลม (round seed) และเมล็ดขรุขระ (wrinkle seed) โดยกำหนดรุ่นพ่อแม่ที่เรียกว่า **parental generation (P generation)** และเรียกลูกผสมครั้งแรกว่า **F_1 (first filial generation)** เรียกลูกของ F_1 ว่า **F_2 (second filial generation)**

ผลการทดลองพบว่า ลูกที่เกิดขึ้นรุ่น F_1 มีลักษณะเม็ดกลมทั้งหมด (100%) เมื่อปล่อยให้ต้นถั่วลันเตารุ่น F_1 ถ่ายเรณูในดอกเดียวกันพบว่า ลูกรุ่น F_2 เกิดขึ้นมีลักษณะเมล็ดกลม : เมล็ดขรุขระที่อัตราส่วน 3 : 1 (75% เป็นเมล็ดกลม และ 25% เป็นเมล็ดขรุขระ) (ภาพที่ 7)

เมื่อเมนเดลศึกษาลักษณะอื่น ๆ ของถั่วลันเตา พบว่าลูกรุ่น F_2 จะมีอัตราส่วนฟีโนไทป์เป็น 3 : 1 เช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับการแบ่งเซลล์ระยะแอนาเฟส I (anaphase I) ของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ที่มีการแยกออกจากกันของโครโมโซมคู่เหมือนไปยังแต่ละเซลล์

Test

แนวข้อสอบท้ายเล่ม

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับออร์แกเนลล์และหน้าที่

	กำจัดสารพิษ	กำจัดเชื้อโรค
1.	ไลโซโซม	กอลจิบอดี
2.	เอนโดพลาสมิกเรติคิวลัม	ไลโซโซม
3.	กอลจิบอดี	เอนโดพลาสมิกเรติคิวลัม
4.	ไรโบโซม	ไลโซโซม

2. ออร์แกเนลล์ใดทำหน้าที่เปรียบได้กับ “โรงผลิตไฟฟ้า (powerhouse of cell)” และพบมากในแคมเบียมของพืชและเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจของคน

1. ไมโทคอนเดรีย
2. เอนโดพลาสมิกเรติคิวลัม
3. เซนทริโอล
4. กอลจิบอดี

3. นำเซลล์ใบพืชมาปั่นให้แตกด้วยความเร็ว 100,000g นาน 60 นาที แล้วใส่ลงในหลอดทดลองที่บรรจุสารละลายซูโครส (sucrose gradient) จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยง จะพบออร์แกเนลล์ใดหนาแน่นมากที่สุดที่ก้นหลอดและตอนบนสุดของหลอดตามลำดับ

1. ไมโทคอนเดรียและไรโบโซม
2. คลอโรพลาสต์และไรโบโซม
3. คลอโรพลาสต์และเพอรอกซิโซม
4. กอลจิคอมเพล็กซ์และเพอรอกซิโซม

4. ข้อใดถูกต้องที่สุด

1. คอเลสเตอรอลช่วยยึดชั้นฟอสโฟลิพิด
2. ส่วนที่เป็นไฮโดรฟิลิกอยู่ด้านในของเยื่อหุ้มเซลล์
3. คอเลสเตอรอลเกี่ยวข้องกับการคงรูปของเยื่อหุ้มเซลล์
4. ส่วนที่เป็นไฮโดรโฟบิกของไขมันอยู่ด้านนอกของเยื่อหุ้มเซลล์

5. เซลล์ของอวัยวะใดมีเอนโดพลาสมิกเรติคิวลัมแบบผิวเรียบมากกว่าเซลล์ทั่วไป

1. กล้ามเนื้อและสมอง
2. อัณฑะและประสาท
3. ตับและหัวใจ
4. รังไข่และต่อมหมวกไต

ตัวอย่างหนังสือ

45. ข้อใดเป็นลักษณะของสัตว์ที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด

ก. ไม่มีหลอดเลือด

ข. มีเลือดทำหน้าที่ลำเลียงสาร

ค. มีช่องรับเลือดภายในลำตัวเป็นทางลำเลียงสาร

ง. ไม่มีรงควัตถุในเลือดเพื่อลำเลียงแก๊ส

1. ข้อ ก และ ข
2. ข้อ ข และ ค
3. ข้อ ค และ ง
4. ข้อ ก และ ง

46. ขณะสูดลมหายใจเข้า กระดูกซี่โครง กะบังลม และความดันอากาศในช่องอกเปลี่ยนแปลงดังข้อใด

	กระดูกซี่โครง	กะบังลม	ความดันอากาศในช่องอก
1.	เลื่อนสูงขึ้น	สูงขึ้น	สูง
2.	เลื่อนต่ำลง	สูงขึ้น	สูง
3.	เลื่อนต่ำลง	ต่ำลง	ต่ำ
4.	เลื่อนสูงขึ้น	ต่ำลง	ต่ำ

47. เหตุใดคนเราจึงไม่สามารถพูด หายใจเข้า และกลืนได้พร้อมกัน

ก. เวลาพูดหรือหายใจเข้า ฝาปิดกล่องเสียงจะต้องเปิด แต่เวลากลืน ฝาปิดกล่องเสียงจะต้องปิด

ข. เวลากลืน เพดานอ่อนและลิ้นไก่จะถูกดันขึ้นปิดทางเดินลมหายใจ ขณะที่ฝาปิดกล่องเสียงปิด

ค. เวลาหายใจเข้า อากาศจะผ่านกล่องเสียง แต่เวลากลืน อากาศจะผ่านกล่องเสียงไม่ได้

1. ข้อ ก และ ข
2. ข้อ ข และ ค
3. ข้อ ก และ ค
4. ข้อ ก ข และ ค

48. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการหายใจของสัตว์

1. งูดินและปลาไหลหายใจด้วยปอด
2. ดาวทะเลและหอยทากหายใจด้วยเหงือก
3. แมลงดานาและแมงดาทะเลหายใจด้วยท่อลม
4. ไฮดราและแมงกะพรุนแลกเปลี่ยนแก๊สโดยการแพร่ผ่านผิวหนัง

91. ข้อใดไม่ถูกต้องตามกฎการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมของเมนเดล

1. แอลลีลที่อยู่ด้วยกันเป็นคู่ ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะพันธุกรรม
2. แอลลีลที่อยู่ด้วยกันเป็นคู่จะถูกถ่ายทอดไปยังไซโกตพร้อมกัน
3. เซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์จะได้รับแอลลีลเพียงหนึ่งแอลลีลต่อหนึ่งลักษณะทางพันธุกรรม
4. การเข้าชิดกันของแอลลีลของแต่ละลักษณะทางพันธุกรรมเป็นไปอย่างอิสระ

92. ข้อความใดไม่ถูกต้อง

1. การโคลนเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ แต่มีการปฏิสนธิ
2. โรคทาลัสซีเมียเกิดจากความผิดปกติของยีนที่ควบคุมการสร้างเฮโมโกลบิน
3. GMOs คือ สิ่งมีชีวิตที่ดัดแปลงพันธุกรรมด้วยเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม
4. ผู้ป่วยกลุ่มอาการดาวน์มีความผิดปกติของโครโมโซม คือ มีจำนวนโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินจากปกติ

93. ข้อใดอธิบายกฎข้อที่ 2 ของเมนเดลได้ถูกต้อง

ก. ผู้ชายมี 46 โครโมโซม อสุจิมี 23 โครโมโซม โดยอสุจิมีจีโนไทป์หลายแบบ
ข. ต้นไม้ที่มีจีโนไทป์ AaBb เมื่อนำกิ่งไปปักชำจะได้ต้นใหม่ที่มีจีโนไทป์ AaBb
ค. สิ่งมีชีวิต Dd สร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ 2 แบบ
ง. สิ่งมีชีวิตที่มีจีโนไทป์ MmNn จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ 4 แบบ ในอัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 1

1. ข้อ ก และ ข
2. ข้อ ข และ ค
3. ข้อ ค และ ง
4. ข้อ ก และ ง

94. พันธุวิศวกรรมเป็นเทคนิคการตัดต่อยีนในจุลินทรีย์เพื่อเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของจุลินทรีย์ใหม่ การตัดต่อยีนนั้นนักวิทยาศาสตร์ใช้อะไรเป็นเครื่องมือ

1. กรรไกรผ่าตัดขนาดเล็ก
2. แสงเลเซอร์
3. เอนไซม์
4. กรดนิวคลีอิก

95. หมู่เลือดของพ่อแม่คู่ใดที่ลูกทุกคนจะมีหมู่เลือดเดียวกัน

1. $A \times A$
2. $B \times B$
3. $AB \times AB$
4. $O \times O$

บทที่ 1 : เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

1. ตอบข้อ 2.

เหตุผล เซลล์ไม้คอร์กที่รอเบิร์ต ฮุกเห็นเป็นส่วนของผนังเซลล์ เนื่องจากเป็นเซลล์ที่ตายแล้ว จึงเหลือแค่ผนังเซลล์เท่านั้น

2. ตอบข้อ 3.

เหตุผล ต่างกัน เพราะแว่นขยายเป็นอุปกรณ์ที่ทำจากเลนส์นูน ที่ช่วยขยายขนาดของวัตถุที่ขนาดเล็กที่ตามองเห็นไม่ชัด ให้เกิดความชัดเจนมากขึ้น ลักษณะภาพที่ได้เป็นภาพเสมือนหัวตั้งเหมือนวัตถุ ส่วนกล้องจุลทรรศน์ที่เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้มองเห็นวัตถุที่มีขนาดเล็กมาก ประกอบด้วยเลนส์ 2 อัน เลนส์ใกล้วัตถุ (objective lens) และเลนส์ใกล้ตา (eyepiece lens) ภาพที่ได้จะเป็นภาพเสมือนหัวกลับ คือ กลับซ้ายเป็นขวา กลับขวาเป็นซ้าย และภาพมีขนาดใหญ่ที่ความละเอียดสูง

3. ตอบข้อ 2.

เหตุผล คำนวณจากสูตร กำลังขยาย = กำลังขยายเลนส์ใกล้ตา × กำลังขยายเลนส์ใกล้วัตถุ

$10 \times 100 = 1{,}000$ เท่า

ภาพที่เห็น = 2 cm

วัตถุมีขนาด = $\frac{1}{1000}$

1 cm = 10,000 μm

ถ้า 2 cm = 20,000 μm

ดังนั้น วัตถุมีขนาด $\frac{20000}{1000}$ = 20 μm

4. ตอบข้อ 2.

เหตุผล เซลล์ใหม่ที่เกิดขึ้นต้องมาจากเซลล์เดิมเท่านั้น

5. ตอบข้อ 1.

เหตุผล โครงสร้างพื้นฐานของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ คือ ไซโทพลาซึม เยื่อหุ้มเซลล์ และนิวเคลียส โดยเซลล์พืชจะมีส่วนแตกต่างจากเซลล์สัตว์ คือ มีคลอโรพลาสต์ที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง และมีผนังเซลล์เพื่อห่อหุ้มเซลล์ ซึ่งมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลักช่วยให้เซลล์พืชแข็งแรง และให้สารผ่านเข้าออก