GANBATTE

ครูพี่ตอง

สรุปเนื้อหาเข้ม เก็งข้อสอบชีววิทยา A-LEVEL

สรุปเนื้อหาเน้นๆ
เก็งข้อสอบแน่นๆ
วิชาชีววิทยา ม.ปลาย

ชี้เป้าเรื่องที่ออกสอบบ่อย
วิเคราะห์จากข้อสอบเข้า
มหาวิทยาลัยย้อนหลัง 10 ปี!

เขียนโดย ครูพี่ตอง ติวเตอร์ชีวะ
ที่ติวเด็กเข้ามหาวิทยาลัยชั้นนำ
มาแล้วกว่า 15 ปี

สารบัญ

ข้อแนะนำการใช้หนังสือ 9

บทที่ 1 **ระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์** 10

บทที่ 2 **เคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต** 12
สารอนินทรีย์ 12
สารอินทรีย์ 14
เอนไซม์ 32
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 35

บทที่ 3 **ชีววิทยาของเซลล์** 39
กล้องจุลทรรศน์ 39
เซลล์ของสิ่งมีชีวิต 41
การเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ 50
การแบ่งเซลล์ 54
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 60

บทที่ 4 **การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม** 64
ความรู้พื้นฐานทางพันธุศาสตร์ 64
การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมตามกฎของเมนเดล 67
การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่นอกเหนือกฎของเมนเดล 71
การวิเคราะห์พงศาวลี 75
ความผิดปกติของโครโมโซม 79
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 83

บทที่ 5 **พันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล** 88
การจำลองตัวเองของ DNA 88
การถอดรหัสพันธุกรรม 89
การแปลรหัสพันธุกรรม 90
การกลายพันธุ์ระดับยีน 92
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 94

บทที่ 6 **เทคโนโลยีดีเอ็นเอ** 98
พันธุวิศวกรรม 98
การโคลนยีน 99
เทคนิคพีซีอาร์ 99

ติวเตอร์ GANBATTE ลองอ่าน

เจลอิเล็กโทรฟอรีซิส 100
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 101

บทที่ 7 **วิวัฒนาการ** 102
แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการ 102
ทฤษฎีสมดุลฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก 104
หลักฐานทางวิวัฒนาการ 107
การกำเนิดสปีชีส์ 109
วิวัฒนาการของมนุษย์ 111
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 113

บทที่ 8 **ความหลากหลายทางชีวภาพ** 115
สิ่งมีชีวิตที่เป็นอนุภาค 115
อาณาจักรมอเนอรา 117
อาณาจักรโพรทิสตา 119
อาณาจักรเห็ดรา 124
อาณาจักรพืช 127
อาณาจักรสัตว์ 135
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 145

บทที่ 9 **การสังเคราะห์แสง** 148
ปฏิกิริยาใช้แสง 148
ปฏิกิริยาไม่ใช้แสง 154
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 162

บทที่ 10 **โครงสร้างพืชดอก** 164
เนื้อเยื่อพืช 164
อวัยวะของพืช 168
การลำเลียงของพืช 178
สารอาหารของพืช 182
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 185

บทที่ 11 **การสืบพันธุ์ของพืชดอก** 188
โครงสร้างของดอก 188
กระบวนการสืบพันธุ์ของพืชดอก 192
ผล 195
เมล็ด 196
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 199

ทดลองอ่าน

บทที่ 12 **การตอบสนองและฮอร์โมนพืช** 202
การตอบสนองของพืช 202
ฮอร์โมนพืช 203
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 204

บทที่ 13 **ระบบประสาท** 206
ระบบประสาทสัตว์ชั้นต่ำ 206
เนื้อเยื่อประสาท 208
เส้นประสาท 211
โครงสร้างระบบประสาท 217
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 226

บทที่ 14 **ระบบอวัยวะรับสัมผัสพิเศษ** 229
ตาและการมองเห็น 229
หู การฟัง และการทรงตัว 232
จมูกและการรับกลิ่น 233
ลิ้นและการรับรส 234
ผิวหนังและการรับสัมผัส 234
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 236

บทที่ 15 **ระบบต่อมไร้ท่อ** 238
ฮอร์โมนจากสมอง 238
ฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์ 241
ฮอร์โมนจากต่อมพาราไทรอยด์ 242
ฮอร์โมนจากตับอ่อน 243
ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตชั้นนอก 245
ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตชั้นใน 245
ฮอร์โมนเพศ 246
ฮอร์โมนจากรก 246
ฮอร์โมนจากทางเดินอาหาร 247
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 248

บทที่ 16 **พฤติกรรมสัตว์** 252
พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด 252
พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ 254
พฤติกรรมการสื่อสารของสัตว์ 256
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 258

ทดลองอ่าน GANBATTE

บทที่ 17 **ระบบกล้ามเนื้อและโครงกระดูก** 260
โครงร่างของสัตว์ 260
การเคลื่อนที่ของสัตว์ 262
ระบบโครงกระดูก 266
ระบบกล้ามเนื้อ 272
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 276

บทที่ 18 **การควบคุมอุณหภูมิร่างกาย** 278
การรักษาสมดุลอุณหภูมิ 278
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 281

บทที่ 19 **ระบบหายใจ** 282
การแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตต่างๆ 282
ระบบหายใจของมนุษย์ 286
การหายใจ 291
การแลกเปลี่ยนแก๊ส 294
การขนส่งแก๊ส 295
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 297

บทที่ 20 **ระบบหมุนเวียนเลือด** 299
ระบบหมุนเวียนเลือดของสิ่งมีชีวิต 299
ระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ 302
เลือด 309
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 316

บทที่ 21 **ระบบน้ำเหลืองและภูมิคุ้มกัน** 319
ระบบน้ำเหลือง 319
ระบบภูมิคุ้มกัน 321
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 325

บทที่ 22 **การสลายสารอาหารระดับเซลล์** 327
การหายใจแบบใช้ออกซิเจน 327
การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน 330
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 332

บทที่ 23 **ระบบทางเดินอาหาร** 334
ระบบทางเดินอาหารของสัตว์ 334

ลองอ่าน

ระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ 335
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 343

บทที่ 24 **ระบบทางเดินปัสสาวะ** 346
การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำและสัตว์ 346
ระบบทางเดินปัสสาวะของมนุษย์ 349
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 353

บทที่ 25 **ระบบสืบพันธุ์** 355
การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำและสัตว์ 355
ระบบสืบพันธุ์เพศชาย 357
ระบบสืบพันธุ์เพศหญิง 361
การคุมกำเนิดและเทคโนโลยีเจริญพันธุ์ 366
การเจริญเติบโตของสัตว์ 370
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 378

บทที่ 26 **ระบบนิเวศ** 381
การจัดระบบของสิ่งมีชีวิต 381
องค์ประกอบของระบบนิเวศ 382
หัวใจระบบนิเวศ 384
ประเภทของระบบนิเวศ 386
ไบโอม 393
ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต 395
การเปลี่ยนแปลงแทนที่ 396
วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ 397
แนวข้อสอบท้ายบทและเฉลย 401

ประวัตินักเขียน 404

ทดลองอ่าน GANBATTE

ข้อแนะนำการใช้หนังสือ

ชีววิทยาถือเป็นวิชาที่มีความสำคัญมากสำหรับการสอบเข้ามหาวิทยาลัย โดยเฉพาะคณะแพทยศาสตร์ ทันตแพทยศาสตร์ สัตวแพทยศาสตร์ เภสัชศาสตร์ พยาบาลศาสตร์ และวิทยาศาสตร์สุขภาพอื่นๆ เนื่องจากเป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจโลกของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย สำหรับน้องๆ ที่กำลังเตรียมตัวสอบ A-Level การทำความเข้าใจและทบทวนเนื้อหาในวิชานี้อย่างครบถ้วนและมีประสิทธิภาพเป็นสิ่งที่สำคัญมาก หนังสือ **"สรุปเนื้อหาเข้ม เก็งข้อสอบชีววิทยา A-Level"** เล่มนี้ได้เรียบเรียงขึ้นมาเพื่อเป็นเครื่องมือในการเตรียมตัวสอบให้กับน้องๆ ทุกคน โดยเน้นสรุปเนื้อหาสำคัญและเจาะลึกในประเด็นที่มักจะถูกนำไปออกข้อสอบ อธิบายเนื้อหาในรูปแบบที่เข้าใจง่าย กะทัดรัด กระชับ สามารถจดจำได้ง่าย มีภาพประกอบสีสันสวยงาม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจดจำ โดยได้มีการแบ่งหมวดหมู่ความสำคัญของเนื้อหาผ่านสัญลักษณ์ ★

เรื่องที่เน้นเป็นหลัก
จำเป็นมากที่จะต้องอ่านทำความเข้าใจ เนื่องจากข้อสอบออกค่อนข้างมาก และออกทุกปี

เรื่องที่สำคัญรองลงมา
ให้ทำความเข้าใจและเก็บรายละเอียด ข้อสอบออกปานกลาง

เรื่องที่ไม่ค่อยออกสอบหรือออกน้อยมาก
สามารถอ่านเมื่อมีเวลาเหลือเพียงพอ

ติวลองอ่าน GANBATTE

หากมีเวลาทบทวนมาก แน่นอนว่าการอ่านได้ทุกบทย่อมดีกว่าอยู่แล้ว แต่หากมีระยะเวลาจำกัดและต้องการเนื้อหาที่ตรงจุดก็สามารถเน้นอ่านเนื้อหาตามสัญลักษณ์ข้างต้นได้

นอกจากนี้ในแต่ละบทยังมีบอกแนวโน้มข้อสอบว่าในเรื่องนั้นๆ มักออกสอบแนวไหน และเสริมด้วยตัวอย่างข้อสอบย้อนหลัง 10 ปี ซึ่งเป็นแนวข้อสอบที่ชอบออกซ้ำๆ และคำอธิบายอย่างละเอียด เพื่อให้น้องๆ สามารถฝึกฝนและตรวจสอบความเข้าใจของตนเองได้อย่างเต็มที่

ผู้เขียนหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นหนังสือที่มีประโยชน์และเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้น้องๆ ประสบความสำเร็จในการสอบ A-Level ชีววิทยา ได้คะแนนสอบมากตามที่คาดหวัง สอบเข้าในคณะที่ใช่ มหาวิทยาลัยที่ชอบได้ ขอให้น้องๆ ทุกคนมีความมุ่งมั่นและทำอย่างเต็มที่ เพื่อก้าวไปสู่ความสำเร็จในอนาคต

ครูพี่ตอง
(ภก.ปีย์ พิสุทธิ์เศรณีย์, Pharm.D., MSc.)

บทที่ 1 ระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จะต้องมีการศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. **การสังเกต (Observation)** เป็นการรวบรวมข้อเท็จจริงจากธรรมชาติ โดยไม่ควรใส่ความรู้สึกส่วนตัวลงไป
2. **การกำหนดปัญหา (Question)** ต้องมีความชัดเจน สัมพันธ์กับข้อเท็จจริงที่รวบรวมได้ และต้องมีวิธีหาคำตอบได้
3. **การตั้งสมมติฐาน (Hypothesis)** เป็นการคาดคะเนคำตอบ มีความกะทัดรัด ไม่คลุมเครือ อาจเป็นจริงหรือไม่ก็ได้ โดย 1 ปัญหาอาจมีได้หลายสมมติฐาน
4. **การทดลอง (Experiment)** เป็นการตรวจสอบสมมติฐานอย่างรัดกุม เพื่อให้ผลการทดลองน่าเชื่อถือ ซึ่งประกอบด้วยตัวแปร 3 ชนิด ได้แก่
   1) ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ (Independent variable) หมายถึง ตัวแปรที่เรากำลังสนใจศึกษา
   2) ตัวแปรตาม (Dependent variable) หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากตัวแปรต้น
   3) ตัวแปรควบคุม (Controlled variable) หมายถึง ตัวแปรที่อาจมีผลต่อการทดลองจึงต้องมีการควบคุมให้คงที่
5. **การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis)** เป็นการนำข้อเท็จจริงที่ได้จากการทดลองมาอธิบายว่ามีความเป็นจริงและสมเหตุสมผลหรือไม่
6. **สรุปผล (Conclusion)** เป็นการสรุปผลการทดลองว่าสมมติฐานที่ตั้งเอาไว้ถูกต้องหรือไม่

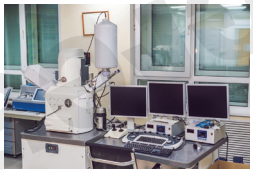
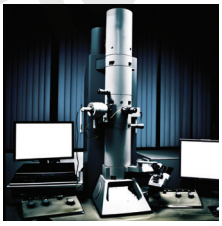
★★★ข้อสอบมักออกการทดลองมาให้ แล้วถามว่าตัวแปรที่กล่าวถึงเป็นตัวแปรประเภทใด แล้วให้เราสรุปผลการทดลองให้ถูกต้อง

ติวทดลองอ่าน CHEMISTRY

บทที่ 3

ชีววิทยาของเซลล์

1. กล้องจุลทรรศน์

ข้อเปรียบเทียบ	กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง (Light Microscope: LM)	กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron Microscope: EM)	
		แบบส่องผ่าน (Scanning Electron Microscope: SEM)	แบบส่องกราด (Transmission Electron Microscope: TEM)
รูปร่าง			
กำลังขยายสูงสุด	1,000 เท่า	50,000 เท่า	800,000 เท่า
แหล่งกำเนิดแสง	แสงธรรมชาติ หรือหลอดไฟ	ลำแสงอิเล็กตรอนในสภาวะสุญญากาศ	
วัตถุที่ใช้ศึกษา	มีชีวิตหรือไม่มีชีวิตก็ได้	ไม่มีชีวิต เพราะวัตถุที่ศึกษาจะตายตั้งแต่ขั้นตอนเตรียมสไลด์	
ภาพที่เห็น	ภาพเสมือนหัวกลับ	ภาพเสมือนหัวตั้ง	
ตัวอย่างการใช้งาน	- ศึกษาการเคลื่อนที่ของแบคทีเรีย - ศึกษาโครงสร้างภายในเซลล์พืชและสัตว์	ศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในของเซลล์ รวมทั้งออร์แกเนลล์ที่อยู่ในเซลล์	ศึกษาลักษณะพื้นผิวภายนอกของเซลล์

★★★สูตรที่ใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับกล้องจุลทรรศน์

$$M_e \times M_O = M_{รวม} = \frac{I}{O}$$

กำลังขยายเลนส์ใกล้ตา × กำลังขยายเลนส์ใกล้วัตถุ = กำลังขยายรวม = $\frac{\text{ขนาดภาพ}}{\text{ขนาดวัตถุ}}$

เก็งข้อสอบ

1. **การศึกษาสัณฐานวิทยาของลูกหอยที่มีชีวิต ควรใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดใด**
   1. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ
   2. กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเลนส์ประกอบ
   3. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
   4. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน

2. **เมื่อส่องดูพารามีเซียมขนาด 50 ไมโครเมตร โดยใช้เลนส์ใกล้ตากำลังขยาย 10X และเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 40X ภาพของพารามีเซียมที่เห็นจะมีความยาวเท่ากับข้อใด**
   1. 2 มิลลิเมตร
   2. 20 มิลลิเมตร
   3. 40 มิลลิเมตร
   4. 50 มิลลิเมตร

เฉลย

1. **ตอบ 1.** กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ (Stereo microscope) เหมาะสำหรับศึกษาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก โดยใช้ศึกษาลักษณะรูปร่างสัณฐานภายนอกของสิ่งมีชีวิต เช่น แมลง โครงสร้างดอกไม้ และสัตว์ขนาดเล็กๆ

2. **ตอบ 2.** จากสูตรคำนวณ $\text{ขนาดวัตถุจริง} = \frac{\text{ขนาดภาพ}}{\text{กำลังขยายที่ใช้}}$

$$50\ \mu m = \frac{\text{ขนาดภาพ}}{10 \times 40}$$

$$\text{ขนาดภาพ} = 50\ \mu m \times 10 \times 40$$

$$= 20{,}000\ \mu m$$

$$= \frac{20{,}000\ \mu m}{1{,}000\ \mu m}$$

$$= 20\ mm$$

GANDATTE

แนวข้อสอบท้ายบท

ใช้ข้อกำหนดต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 1-2

นักเรียนคนหนึ่งใช้กล้องจุลทรรศน์ศึกษาเซลล์พืชชนิดหนึ่ง พบว่าในแต่ละเซลล์มีความยาวจริง 4 ไมโครเมตร แล้วนำเซลล์มาวาดภาพลงในกระดาษให้มีขนาดขยายมากกว่าภาพที่ปรากฏในกล้องจุลทรรศน์ 10 เท่า แล้ววัดขนาดความยาวของเซลล์ที่วาดได้ยาว 6 มิลลิเมตร

1. นักเรียนใช้เลนส์ใกล้ตาและเลนส์ใกล้วัตถุที่มีขนาดกำลังขยายเท่าใด

1. 4 × 10
2. 10 × 10
3. 15 × 10
4. 10 × 40

2. ภาพที่วาดลงในกระดาษวัดได้ 3.2 เซนติเมตร มีขนาดขยายจากวัตถุจริงกี่เท่า

1. 4,000 เท่า
2. 6,000 เท่า
3. 8,000 เท่า
4. 10,000 เท่า

3. ข้อใดคือภาวะของไรโบโซมในเซลล์ที่ผลิตฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์

1. เกาะติดกับกอลจิคอมเพล็กซ์
2. ลอยเป็นอิสระในไซโทพลาซึม
3. เกาะติดกับร่างแหเอนโดพลาซึม
4. ไม่เกี่ยวข้อง เพราะสารที่สร้างไม่ใช่โปรตีน

4. ออร์แกเนลล์ใดต่อไปนี้ที่มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น (Double bound membrane)

ก. กอลจิบอดี
ข. ไมโทคอนเดรีย
ค. ไซโทสเกเลตอน
ง. แวคิวโอล
จ. คลอโรพลาสต์

1. ก, ค
2. ก, จ
3. ข, ง
4. ข, จ

5. ข้อใดแสดงถึงคุณสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ตาม Fluid mosaic model

1. ไขมันและโปรตีนเคลื่อนที่ตามระนาบของเยื่อหุ้มเซลล์ได้
2. การมีคอเลสเตอรอลเป็นสิ่งกีดขวางการเคลื่อนที่ของไขมัน
3. โปรตีนเคลื่อนที่โดยการพลิกสลับจากชั้นไขมันชั้นบนของเยื่อหุ้มเซลล์ลงสู่ชั้นล่าง
4. ทั้งไขมันและโปรตีนเคลื่อนที่โดยการพลิกสลับจากชั้นบนของเยื่อหุ้มเซลล์ลงสู่ชั้นล่าง

6. คลอแรมเฟนิคอล (Chloramphenicol) เป็นยาที่ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีนของ 70s ไรโบโซม ดังนั้น สิ่งมีชีวิตหรือออร์แกเนลล์ใดของเซลล์ที่ไม่ถูกยับยั้ง

1. แบคทีเรีย
2. พารามีเซียม
3. ไมโทคอนเดรีย
4. คลอโรพลาสต์

ติวเตอร์ออนไลน์ GANBATTE

เฉลยแนวข้อสอบท้ายบท

1. **ตอบ 3.** เซลล์มีความยาวจริง 4 ไมโครเมตร (μm) แล้ววาดภาพขยาย 10 เท่า เห็นภาพ 6 mm

จากสูตร ขนาดภาพจริง $= \frac{6 \text{ mm}}{10 \text{ เท่า}}$

$= 0.6 \text{ mm}$

ขนาดวัตถุจริง $= \frac{\text{ขนาดภาพ}}{\text{กำลังขยายกล้อง}}$

$= \frac{0.6 \text{ mm} \times 1{,}000 \text{ μm}}{\text{กำลังขยายกล้อง}}$

$= \frac{600 \text{ μm}}{\text{กำลังขยายกล้อง}}$

กำลังขยายกล้อง $= \frac{600 \text{ μm}}{4 \text{ μm}}$

$= 150$ เท่า

$= 15 \times 10$ เท่า

2. **ตอบ 3.** ภาพวาดมีขนาดขยาย $\frac{3.2 \text{ cm} \times 10{,}000 \text{ μm}}{4 \text{ μm}} = 8{,}000$ เท่า

3. **ตอบ 4.** ฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์ (Glucocorticoid) เป็นฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมหมวกไตชั้นนอก (Adrenal cortex) เป็นสารจำพวกสเตอรอยด์ สร้างจากออร์แกเนลล์คือร่างแหเอนโดพลาซึมชนิดเรียบ (Smooth Endoplasmic Reticulum: SER) จึงไม่เกี่ยวข้องกับไรโบโซม เพราะไรโบโซมจะทำหน้าที่สร้างสารประเภทโปรตีน

4. **ตอบ 4.** ไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์ เป็นออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น
- กอลจิบอดีและแวคิวโอล เป็นออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 1 ชั้น
- ไซโทสเกเลตอน เป็นออร์แกเนลล์ที่ไม่มีเยื่อหุ้ม

5. **ตอบ 1.** จากทฤษฎี Fluid mosaic model ได้อธิบายลักษณะโครงสร้างเยื่อหุ้มเซลล์ไว้ว่า สารประเภทไขมันและโปรตีนจะไม่อยู่นิ่งกับที่ แต่จะมีสถานะเป็นของไหล (Fluid) เคลื่อนที่ไปตามระนาบของเยื่อหุ้มเซลล์ตลอดเวลา

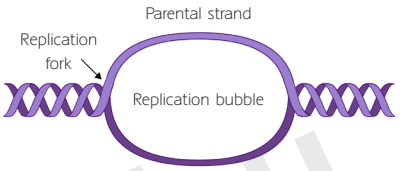
6. **ตอบ 2.** พารามีเซียมจะไม่ถูกยับยั้งการสร้างโปรตีน เนื่องจากแบคทีเรียมีไรโบโซมชนิด 80s ส่วนแบคทีเรีย ไมโทคอนเดรีย และคลอโรพลาสต์ จะมีไรโบโซมชนิด 70s เป็นส่วนประกอบ

ติวสอบ GANDAFE ติวสอบ ติวเตอร์ ติวเข้ม ติวฟรี ติวออนไลน์ ติวสด ติวเตอร์ออนไลน์

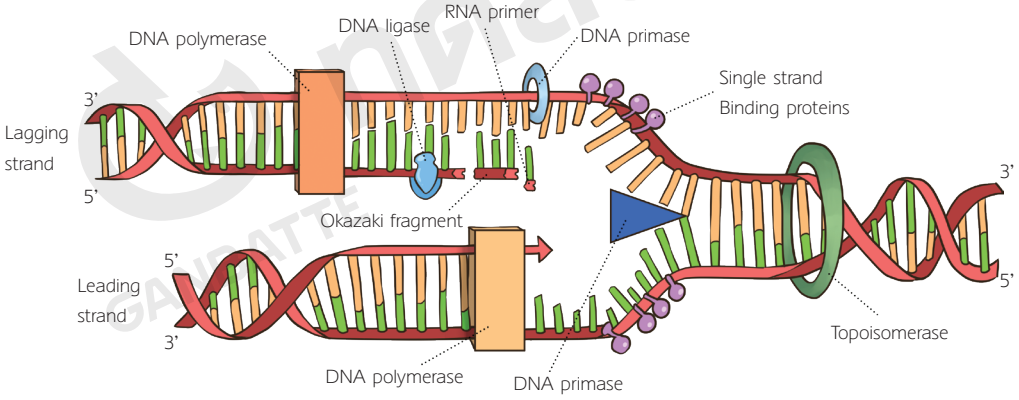
บทที่ 5 พันธุศาสตร์ระดับโมเลกุล

1. การจำลองตัวเองของ DNA (DNA Replication) ★★★

- ตำแหน่งที่จะมีการจำลองตัวเองของ DNA จะเริ่มมีการแยกสายพอลินิวคลีโอไทด์จากสายคู่ให้เป็นสายเดี่ยว 2 สาย จะเห็นลักษณะโป่งพองออกเป็นกระเปาะ เรียกว่า เรพลิเคชันบับเบิล (Replication bubble)
- ถ้าเป็นเซลล์โพรคาริโอตจะเกิดเพียง 1 บับเบิล แต่ในเซลล์ยูคาริโอตจะเกิดบับเบิลได้พร้อมกันในหลายๆ ตำแหน่งของสายนิวคลีโอไทด์ ทำให้การจำลอง DNA เกิดขึ้นได้รวดเร็ว



ลำดับขั้นตอนการจำลองตัวเองของ DNA ★★★

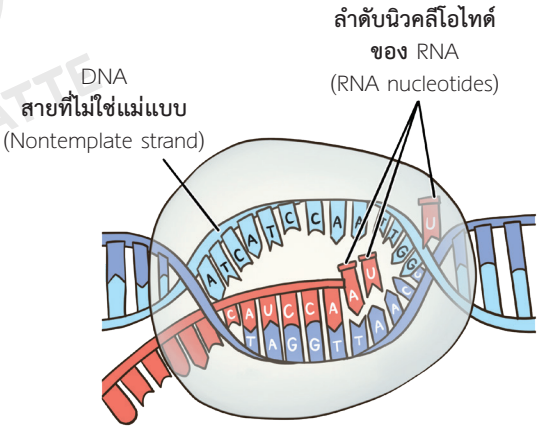


1. เอนไซม์เฮลิเคส (Helicase) จะเข้าไปจับที่สาย DNA และทำการคลายเกลียวแยกสาย DNA ให้แยกออกจากกัน จากลักษณะสายคู่เป็นสายเดี่ยว เรียกบริเวณที่มีการคลายเกลียวว่า เรพลิเคชันฟอร์ก (Replication fork)
2. ซิงเกิลสแตรนด์บายดิงโปรตีน (Single-Strand binding protein) จะเข้าไปจับที่สาย DNA แต่ละสายเอาไว้ เพื่อป้องกันไม่ให้ DNA ที่คลายเกลียวแล้วกลับมาเข้าคู่กันอีก
3. เอนไซม์ไพรเมส (Primase) ทำหน้าที่สร้าง RNA primer มาจับที่สาย DNA เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นให้มีการนำเบสเข้ามาต่อสายนิวคลีโอไทด์เส้นใหม่

4. เอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส III (DNA polymerase III) จะนำนิวคลีโอไทด์ที่มีลักษณะเป็นเบสคู่สม (Complementary base) มาต่อกับสายต้นแบบ โดยจะมีการเข้าคู่กันของเบสคือ อะดีนีน (Adenine: A) จับคู่กับไทมีน (Thymine: T) ด้วย 2 พันธะไฮโดรเจน ส่วนไซโทซีน (Cytosine: C) จับคู่กับกวานีน (Guanine: G) ด้วย 3 พันธะไฮโดรเจน ซึ่งการเติมนิวคลีโอไทด์จะมีทิศทางการสังเคราะห์จากด้านปลาย 5' ไปยัง 3' เสมอ
5. เมื่อพิจารณาจากตำแหน่งของการเติมสายนิวคลีโอไทด์ จะเห็นว่ามีการเติมนิวคลีโอไทด์ให้กับ 2 สาย คือ
   5.1 ลีดดิงสแตรนด์ (Leading strand) พบว่าเอนไซม์ DNA polymerase III จะสามารถเติมนิวคลีโอไทด์ให้กับสายนี้จากปลาย 5' ไป 3' ได้อย่างต่อเนื่อง เป็นสายยาวสม่ำเสมอ
   5.2 แลกกิงสแตรนด์ (Lagging strand) พบว่าเอนไซม์ DNA polymerase III จะมีการเติมนิวคลีโอไทด์ให้กับสายนี้จากปลาย 5' ไป 3' เป็นชิ้นส่วนสั้นๆ เรียกว่า โอกาซากิ แฟรกเมนต์ (Okazaki fragment)
6. เอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส I (DNA polymerase I) จะนำนิวคลีโอไทด์เข้ามาเติมแทนที่ RNA primer
7. เอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส (DNA ligase) จะมาเชื่อม Okazaki fragment ให้เชื่อมติดกันกลายเป็นสายยาวของนิวคลีโอไทด์ที่สร้างขึ้นมาใหม่ กลายเป็นพอลินิวคลีโอไทด์
8. สุดท้ายก็จะได้สายพอลินิวคลีโอไทด์ที่เป็น DNA เพิ่มขึ้นมาใหม่ จากการจำลองจากสายต้นแบบทั้งฝั่ง Leading strand และ Lagging strand

2. การถอดรหัสพันธุกรรม (Transcription) ★★★

- เป็นการถอดรหัสโดยการสังเคราะห์ mRNA จาก DNA ต้นแบบ
- กระบวนการนี้เกิดขึ้นในนิวเคลียส
- แบ่งออกเป็น 3 ระยะที่สำคัญ คือ



1. การเริ่มถอดรหัส (Initiation)

- นิวคลีโอไทด์ที่มีความจำเพาะมาวางตัวบนสาย DNA ต้นแบบ (Template strand) กลายเป็นตำแหน่งเริ่มการถอดรหัส เรียกว่า โปรโมเตอร์ (Promoter)
- เอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส (DNA polymerase) เข้ามาจับบริเวณที่จะมีการถอดรหัส ทำให้สาย DNA ที่เป็นสายคู่เกิดการคลายเกลียวออกเป็นสายเดี่ยว 2 สาย

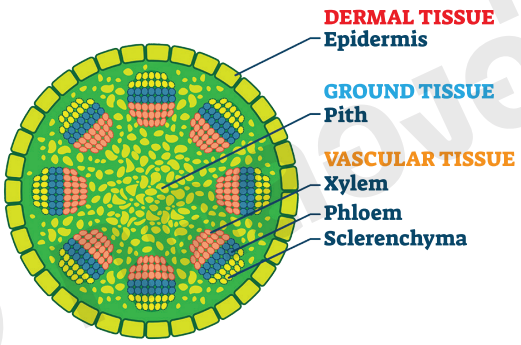
GANBATTE ติวสอบ ติวเตอร์ ติวฟรี

บทที่ 10

โครงสร้างพืชดอก

เนื้อเยื่อพืช (Plant tissues)

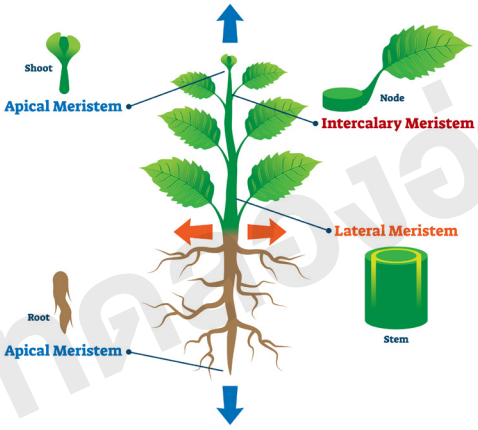
1. ระบบเนื้อเยื่อพืช

ระบบเนื้อเยื่อปกคลุม (Dermal tissue system)	ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง (Vascular tissue system)	ระบบเนื้อเยื่อพื้น (Ground tissue system)
		
- เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ด้านนอกของพืช มีหน้าที่ป้องกันอันตรายแก่พืช - เนื้อเยื่อที่อยู่ชั้นนอกสุด เรียกว่า เอพิเดอร์มิส (Epidermis) เกิดจากเซลล์มาเรียงตัวกันชั้นเดียวปกคลุมด้านนอก อาจพบว่ามีสารเคลือบที่เป็นขี้ผึ้ง เรียกว่า คิวทิเคิล (Cuticle) - บางส่วนอาจเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะ เช่น ขนราก (Root hair) ทำหน้าที่ดูดน้ำและสารอาหาร	- ประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ คือ 1. ไซเล็ม (Xylem) ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ 2. โฟลเอ็ม (Phloem) ทำหน้าที่ลำเลียงสารอาหาร - ระบบลำเลียงของพืชจะอยู่รวมกัน เรียกว่า สตีล (Stele)	- เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่เป็นโครงร่างค้ำจุน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. พิธ (Pith) เป็นเนื้อเยื่อพื้นที่อยู่ในท่อลำเลียง เรียกอีกชื่อว่า ไส้ไม้ 2. คอร์เทกซ์ (Cortex) เป็นเนื้อเยื่อพื้นที่อยู่นอกท่อลำเลียง

2. เนื้อเยื่อเจริญ (Meristematic tissues)

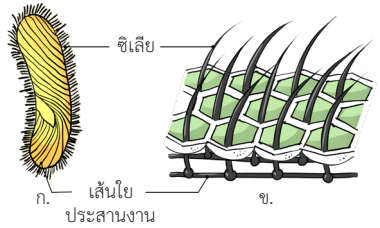
ลักษณะที่สำคัญคือ

- มีชีวิต มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสตลอดเวลา
- เซลล์รูปร่างกลม หรือหลายเหลี่ยม อยู่ชิดกันอย่างหนาแน่น
- ผนังเซลล์บาง มีนิวเคลียสขนาดใหญ่

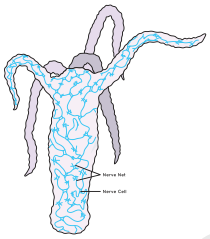
เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย (Apical meristem)	เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ (Intercalary meristem)	เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง (Lateral meristem)
		
- มีการแบ่งเซลล์ทำให้ปลายรากและปลายยอดยืดยาวออกไป - พบที่ปลายราก ปลายยอด ปลายกิ่ง ตาพืช (Bud)	- มีการแบ่งเซลล์ทำให้มีการยืดขยายของปล้อง - พบที่บริเวณข้อ (Nodes) ของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	- มีการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มขนาดด้านข้างของรากและลำต้น พบในพืชใบเลี้ยงคู่ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. คอร์กแคมเบียม (Cork cambium) เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากชั้นเอพิเดอร์มิสเข้าไป เมื่อมีการแบ่งตัวจะเพิ่มความหนาของเนื้อไม้ (Cork) 2. วาสคิวลาร์แคมเบียม (Vascular cambium) จะพบแทรกอยู่ระหว่างท่อลำเลียงไซเล็มและโฟลเอ็ม

บทที่ 13 ระบบประสาท

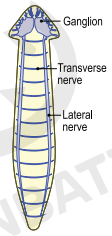
ระบบประสาทสัตว์ชั้นต่ำ



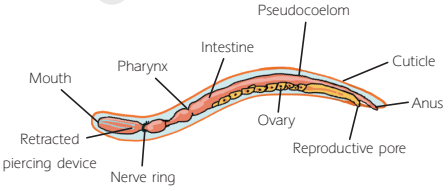
พารามีเซียม (Paramecium)
มีเส้นใยประสานงาน (Coordinating fibers) ทำหน้าที่เชื่อมโยงและประสานงานควบคุมการทำงานของซิเลีย (Cilia)



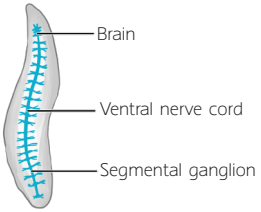
ไฮดรา (Coelenterata)
มีร่างแหประสาท (Nerve net) กระจายเป็นร่างแหอยู่ทั่วลำตัว มีการส่งกระแสประสาทแบบไม่มีทิศทาง



พลานาเรีย (Platyhelminthes)
มีปมประสาท 2 ปม (Cerebral ganglion) อยู่ที่หัว มีจุดรับแสง (Eye spot) และมีระบบเส้นประสาทแบบขั้นบันได (Ladder pattern)



หนอนตัวกลม (Nematoda)
มีปมประสาทวงแหวนรอบคอหอย (Circumpharyngeal nerve ring)

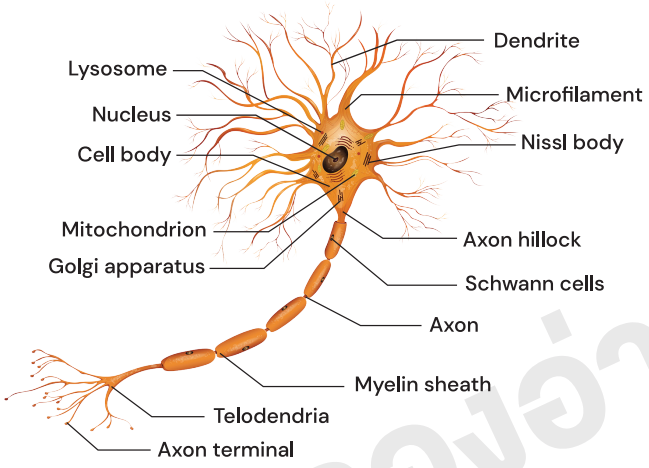


ไส้เดือนดิน (Annelida)
มีปมประสาทที่หัว 2 ปม (Cerebral ganglion) ทำหน้าที่คล้ายสมองเชื่อมต่อไปยังเส้นประสาทด้านท้อง (Ventral nerve cord)

ทดลองอ่าน GANBATTE

เนื้อเยื่อประสาท

1. เซลล์ประสาท (Neuron) ประกอบด้วย



1. **ตัวเซลล์** (Cell body) รูปร่างกลมรี มีนิวเคลียสขนาดใหญ่ ภายในจะมองเห็น RER เรียกว่า นิสส์บอดี (Nissl body) ถ้านำไปส่องกล้องจุลทรรศน์จะมองเห็นเป็นจุดเล็กอยู่กันเป็นกลุ่ม
2. **ใยประสาท** (Cell process)
   - **2.1 เดนไดรต์** (Dendrite)
     - เป็นเส้นใยขนาดเล็กสั้น มีจำนวนมาก ทำหน้าที่รับกระแสประสาทเข้าสู่ตัวเซลล์
   - **2.2 แอกซอน** (Axon)
     - เป็นเส้นใยขนาดใหญ่ยาว มีเพียง 1 เส้น ทำหน้าที่ส่งสัญญาณประสาท
     - มีเยื่อไมอีลิน (Myelin sheath) ห่อหุ้ม มีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า สร้างมาจากเซลล์ชวันน์ (Schwann cell)
     - บริเวณที่ไม่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม เรียกว่า โนดออฟแรนเวียร์ (Node of Ranvier) ซึ่งกระแสประสาทจะเคลื่อนที่โดยกระโดดข้ามระหว่างโนดออฟแรนเวียร์ จึงทำให้กระแสประสาทเคลื่อนที่ได้เร็ว
     - ที่ปลายของแอกซอนจะมีการโป่งออกเป็นกระเปาะ เรียกว่า แอกซอนเทอร์มินัล (Axon terminal) เป็นบริเวณที่จะติดต่อกับเซลล์ประสาทอื่น

ชนิดของเซลล์ประสาท

1. **การแบ่งตามหน้าที่**
   - **1.1 เซลล์ประสาทรับความรู้สึก** (Sensory neuron) ทำหน้าที่รับกระแสประสาทจากหน่วยรับความรู้สึก
   - **1.2 เซลล์ประสาทสั่งการ** (Motor neuron) ทำหน้าที่ส่งกระแสประสาทไปยังหน่วยรับความรู้สึก
   - **1.3 เซลล์ประสาทประสานงาน** (Interneuron) ทำหน้าที่เป็นตัวประสานงานระหว่างเซลล์ประสาทสั่งการและเซลล์ประสาทรับความรู้สึก

GANGEATE ติวเตอร์ลองอ่าน

แนวข้อสอบท้ายบท

1. การตรวจฮอร์โมนในปัสสาวะที่บ่งบอกถึงการตั้งครรภ์ ฮอร์โมนนั้นคืออะไร และสร้างจากที่ใด

1. HCG จากรก
2. LH จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า
3. เอสโทรเจน จากคอร์ปัสลูเทียม
4. โพรเจสเทอโรน จากคอร์ปัสลูเทียม

2. การดื่มสุราจะมีผลต่อร่างกายอย่างไร

ก. กระตุ้นการหลั่ง ADH
ข. ยับยั้งการหลั่ง ADH
ค. กระตุ้นการทำงานของระบบประสาท
ง. ยับยั้งการทำงานของระบบประสาท

1. ก, ค
2. ก, ง
3. ข, ค
4. ข, ง

3. ฮอร์โมนกลุ่มใดถูกนำมาผสมในยาที่ใช้รักษาอาการอักเสบ

1. แอนโดรเจน
2. โพรแลกทิน
3. กลูโคคอร์ติคอยด์
4. มิเนราโลคอร์ติคอยด์

4. ถ้าระดับแคลเซียมในเลือดสูงเกินค่าปกติ ร่างกายจะหลั่งฮอร์โมนใดเพื่อปรับสภาวะสมดุลนี้

1. พาราทอร์โมน จากต่อมพาราไทรอยด์
2. พาราทอร์โมน จากต่อมไทรอยด์
3. แคลซิโทนิน จากต่อมพาราไทรอยด์
4. แคลซิโทนิน จากต่อมไทรอยด์

5. เพราะเหตุใดเมื่อตัดต่อมไทรอยด์ของลูกอ๊อดจึงไม่เกิดกระบวนการเมทามอร์โฟซิส

1. ไทรอกซินมากเกินไป
2. ไทรอกซินน้อยเกินไป
3. แคลซิโทนินมากเกินไป
4. แคลซิโทนินน้อยเกินไป

6. ช่วงที่ผู้หญิงมีประจำเดือนในแต่ละรอบเดือน จะมีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้น

ก. FSH และ LH เพิ่มสูงขึ้น
ข. คอร์ปัสลูเทียมสลายไป
ค. ร่างกายอยู่ในภาวะขาดฮอร์โมนเพศชั่วคราว
ง. HCG เพิ่มขึ้น

1. ก, ข
2. ข, ค
3. ค, ง
4. ก, ง

GANBATTE ติวสอบอ่าน

เฉลยแนวข้อสอบท้ายบท

1. ตอบ 1. HCG (Human Chorionic Gonadotropin) เป็นฮอร์โมนที่สร้างจากรก (Placenta) จะหลั่งออกมามากในกระแสเลือดเมื่อมีการตั้งครรภ์ และสามารถหลุดออกมาทางปัสสาวะได้ จึงสามารถใช้เป็นตัวทดสอบการตั้งครรภ์ได้

2. ตอบ 4. การดื่มสุราจะยับยั้งการหลั่งฮอร์โมน ADH (Antidiuretic Hormone) ทำให้มีการดูดน้ำกลับคืนที่ท่อปัสสาวะน้อยลง ส่งผลให้มีการขับปัสสาวะออกมามากขึ้น นอกจากนั้นยังยับยั้งการทำงานของระบบประสาท โดยเฉพาะสมองส่วนเซรีบรัม (Cerebrum) ทำให้มีการตอบสนองได้ช้าลง

3. ตอบ 3. ฮอร์โมนกลุ่มกลูโคคอร์ติคอยด์ (Glucocorticoid) สร้างมาจากต่อมหมวกไตชั้นนอก (Adrenal cortex) เช่น ฮอร์โมนคอร์ติซอล (Cortisol) มีส่วนประกอบเป็นสารสเตอรอยด์ (Steroid) มีฤทธิ์ในการต้านการอักเสบ

4. ตอบ 4. เมื่อร่างกายมีระดับแคลเซียมในเลือดสูงขึ้น ต่อมไทรอยด์จะหลั่งฮอร์โมนแคลซิโทนิน (Calcitonin) ออกมาในปริมาณเพิ่มมากขึ้น เพื่อนำแคลเซียมจากกระแสเลือดไปเก็บที่กระดูก และยับยั้งการดูดกลับแคลเซียมที่ลำไส้ ทำให้ปริมาณแคลเซียมในเลือดลดลงสู่ภาวะสมดุล

5. ตอบ 2. ฮอร์โมนไทรอกซิน (Thyroxin) สร้างจากต่อมไทรอยด์ ทำให้เกิดกระบวนการเมทามอร์โฟซิส (Metamorphosis) ส่งผลให้มีการสลายหางของลูกอ๊อดและทำให้กลายเป็นกบตัวเต็มวัย

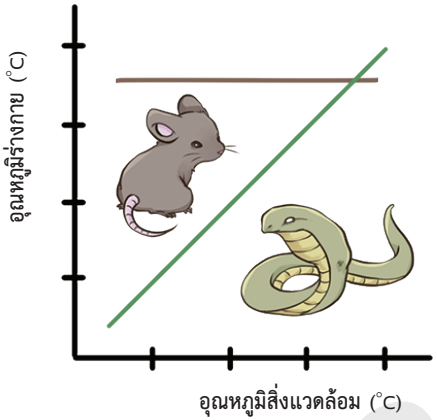
6. ตอบ 1. ช่วงที่มีประจำเดือนจะมีระดับฮอร์โมนที่สูงขึ้นคือ FSH (Follicle Stimulating Hormone) และ LH (Luteinizing Hormone) เพื่อกระตุ้นให้มีการเจริญเติบโตของเซลล์ไข่ และกระตุ้นให้เกิดการตกไข่ เมื่อไข่ไม่ได้รับการผสมจะทำให้คอร์ปัสลูเทียม (Corpus luteum) สลายไป ทำให้ผนังมดลูกเกิดการหลุดลอกออกมาเป็นประจำเดือน

7. ตอบ 4. เมื่อมีการดื่มน้ำมาก แรงดันออสโมติกในเลือดต่ำ จะไปกระตุ้นสมองส่วนไฮโพทาลามัส (Hypothalamus) ไปสั่งการต่อมใต้สมองส่วนหลัง (Posterior pituitary gland) ให้มีการยับยั้งการหลั่ง ADH (Antidiuretic Hormone) ส่งผลให้ไม่มีการดูดน้ำกลับสู่ร่างกาย จึงทำให้ปัสสาวะออกมามากและเจือจาง

กลอ่อน GANBATTE

บทที่ 18 การควบคุมอุณหภูมิร่างกาย

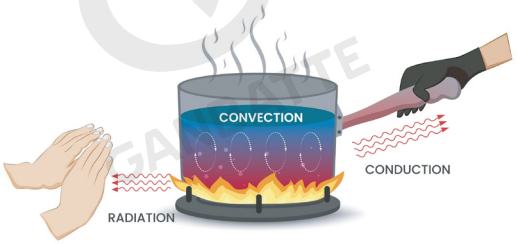
การรักษาสมดุลอุณหภูมิ



เราสามารถแบ่งสิ่งมีชีวิตตามลักษณะการควบคุมอุณหภูมิได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. **สัตว์เลือดเย็น** (Poikilothermic animals) เป็นสัตว์ที่อุณหภูมิร่างกายไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ได้แก่ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ปลา สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ สัตว์เลื้อยคลาน
2. **สัตว์เลือดอุ่น** (Homeothermic animals) เป็นสัตว์ที่อุณหภูมิร่างกายคงที่ แม้อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมจะเปลี่ยนไปแต่ก็จะมีการรักษาอุณหภูมิร่างกายให้เท่าเดิมมากที่สุด ได้แก่ สัตว์ปีก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

การถ่ายเทความร้อน (Heat transfer) แบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ



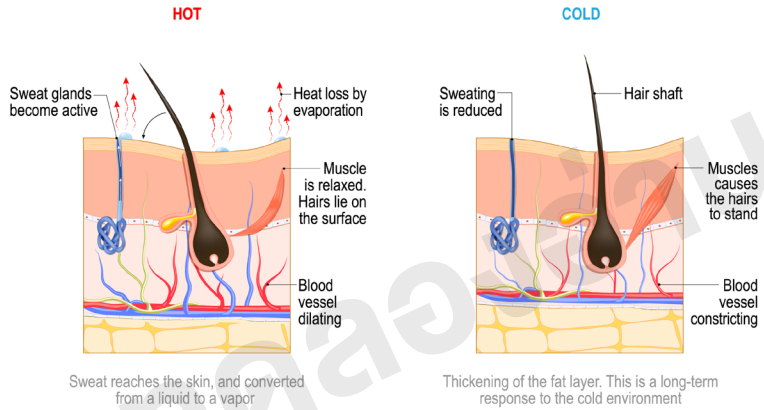
1. **การนำความร้อน** (Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็ง
2. **การพาความร้อน** (Convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลวหรือแก๊ส
3. **การแผ่รังสี** (Radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนที่ไม่ต้องผ่านตัวกลาง

การสร้างความร้อน (Heat production) แบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ

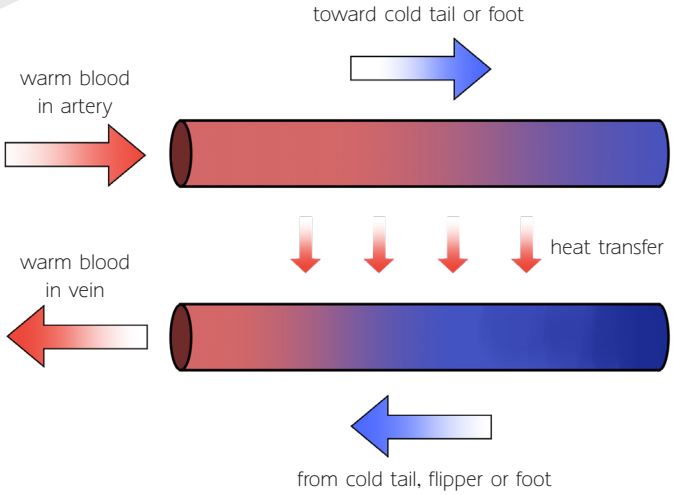
1. **การถ่ายเทความร้อน** (Heat transfer) ทำได้โดย 3 วิธีที่ได้กล่าวไปแล้ว
2. **ความร้อนจากเมแทบอลิซึม** (Metabolic heat) เป็นวิธีสำคัญที่สุดในการสร้างความร้อนในร่างกายสิ่งมีชีวิต โดยเกิดจากปฏิกิริยาชีวเคมีในการสลายโมเลกุลของสารอาหาร แล้วได้พลังงานออกมาในรูป ATP
3. **การสั่น** (Shivering) เกิดจากกล้ามเนื้อลายเกิดการหดตัว แล้วมีการสร้างพลังงานความร้อนปลดปล่อยออกมา

การลดการสูญเสียความร้อน (Reduction of Heat loss) มีกลไกสำคัญ 3 วิธี คือ

1. **การมีฉนวนกันความร้อน (Insulation)**
   - การมีชั้นไขมันใต้ผิวหนังที่มีความหนามาก เพื่อป้องกันไม่ให้มีการสูญเสียความร้อนออกทางผิวหนัง
   - การเกิดอาการขนลุกตั้งชันเมื่อเจออากาศเย็น เป็นการเพิ่มระยะห่างระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อม เพื่อลดการสูญเสียความร้อน
2. **การหดตัวของหลอดเลือดฝอย (Vasoconstriction)** เมื่ออากาศเย็นลง ร่างกายจะมีการหดตัวของหลอดเลือดฝอย เพื่อลดการไหลเวียนของเลือดมายังบริเวณผิวหนัง เป็นการลดการสูญเสียความร้อน แต่ถ้าอากาศร้อนขึ้น ร่างกายจะมีการขยายตัวของหลอดเลือด (Vasodilation) เพื่อระบายความร้อน

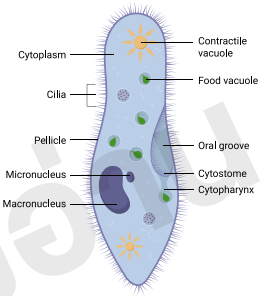
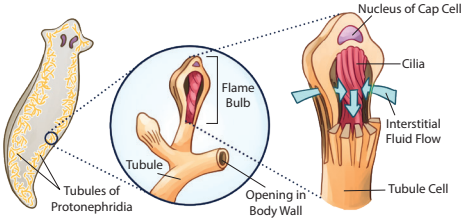
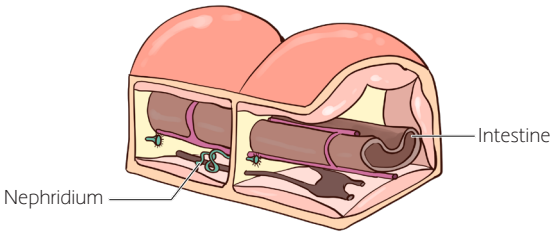


3. **เคาน์เตอร์เคอร์เรนท์เอ็กซ์เชนเจอร์ (Counter current exchanger)** เป็นการจัดระบบของหลอดเลือด โดยให้หลอดเลือดแดง (Artery) และหลอดเลือดดำ (Vein) วางตัวขนานกัน โดยเมื่อหลอดเลือดแดงพาความร้อนมาที่ผิวหนังจะมีการปล่อยความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อม และเมื่อหลอดเลือดดำนำเลือดกลับก็จะได้รับความร้อนจากหลอดเลือดแดงด้วย ทำให้อุณหภูมิไม่ลดต่ำลงมาก

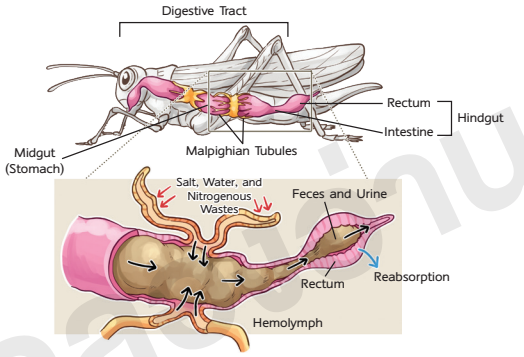
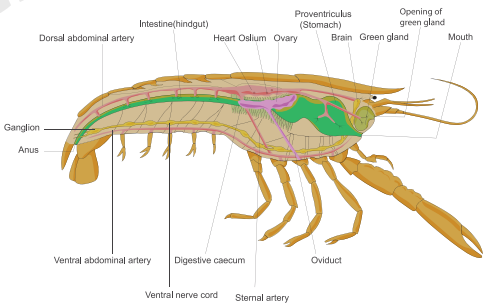


บทที่ 24 ระบบทางเดินปัสสาวะ

การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำและสัตว์

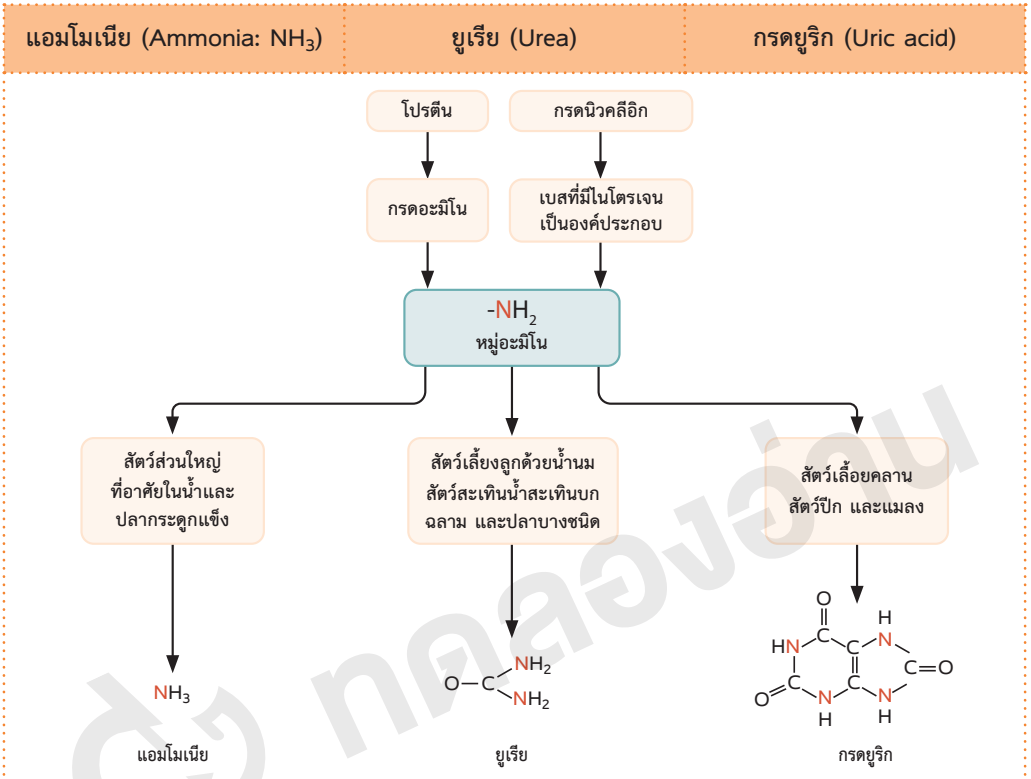
สิ่งมีชีวิต	โครงสร้างที่ใช้ในการขับถ่าย
พารามีเซียม	- พารามีเซียมน้ำจืดจะมีคอนแทร็กไทล์แวคิวโอล (Contractile vacuole) ทำหน้าที่กำจัดน้ำส่วนเกินออกจากร่างกาย 
ฟองน้ำ	- ขับถ่ายโดยการแพร่ออกผ่านทางเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง
ไฮดรา	- ขับถ่ายโดยการแพร่ออกผ่านทางเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง
พลานาเรีย	- มีระบบท่อขับถ่ายอยู่ข้างลำตัว 2 ข้าง มีการแตกแขนงมากมายบริเวณตรงปลายมีเฟลมเซลล์ (Flame cell) ทำหน้าที่รวบรวมของเสียและขับออกจากร่างกาย 
หนอนตัวกลม	- มีระบบท่อขับถ่าย (Excretory canal) อยู่ด้านข้างของร่างกาย
ไส้เดือนดิน	- มีเนฟริเดียม (Nephridium) อยู่ปล้องละ 1 คู่ ทำหน้าที่กรองและขับถ่ายของเสีย การทำงานคล้ายกับไตของสัตว์ชั้นสูง 

กลองอ่าน GANBANTEE

สิ่งมีชีวิต	โครงสร้างที่ใช้ในการขับถ่าย
หอย	- อาศัยเมทาเนฟริเดียม (Metanephridium) มีอยู่ 1 คู่ ติดกับหัวใจ ทำหน้าที่กรองและขับถ่ายของเสีย
แมลง	- ขับถ่ายโดยอาศัยท่อมัลพิเกียน (Malpighian tubule) เป็นท่อเล็กๆ เชื่อมระหว่างทางเดินอาหารส่วนกลาง (Midgut) และส่วนท้าย (Hindgut) ด้านหนึ่งเป็นปลายตันลอยอยู่ในของเหลวระหว่างช่องลำตัวเป็นทางเข้าของของเสีย ปลายอีกด้านหนึ่งเปิดเข้าสู่ทางเดินอาหารเพื่อขับถ่ายออกไป 
กุ้ง	- มีต่อมเขียว (Green gland) อยู่บริเวณส่วนหัวใกล้หนวด มีการขับแอมโมเนียออกจากร่างกาย 
ปลา	- ขับของเสียออกทางไตในรูปแอมโมเนีย - ปลาน้ำจืดจะมีการขับถ่ายน้ำออกไปและเก็บเกลือแร่ไว้ ปัสสาวะมากและเจือจาง - ปลาน้ำเค็มจะพยายามเก็บน้ำไว้ในร่างกาย ปัสสาวะน้อยและเข้มข้น
สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ	- ขับของเสียออกทางไตในรูปยูเรีย
สัตว์เลื้อยคลาน	- ขับของเสียออกทางไตในรูปกรดยูริก
สัตว์ปีก	- ขับของเสียออกทางไตในรูปกรดยูริก
สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม	- ขับของเสียออกทางไตในรูปยูเรีย

GANBATTE

ของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบ (Nitrogenous waste: N-waste)



เก็งข้อสอบ

ข้อใดเป็นการกำจัดของเสียของสัตว์แต่ละชนิดได้ถูกต้อง

1. ปลา - ยูเรีย, ไก่ - กรดยูริก, หนู - แอมโมเนีย
2. ปลา - กรดยูริก, ไก่ - กรดยูริก, หนู - แอมโมเนีย
3. ปลา - แอมโมเนีย, ไก่ - ยูเรีย, หนู - ยูเรีย
4. ปลา - แอมโมเนีย, ไก่ - กรดยูริก, หนู - ยูเรีย

เฉลย

ตอบ 4. เป็นการจับคู่สัตว์กับของเสียที่ขับถ่ายได้ถูกต้อง

GANBATTE