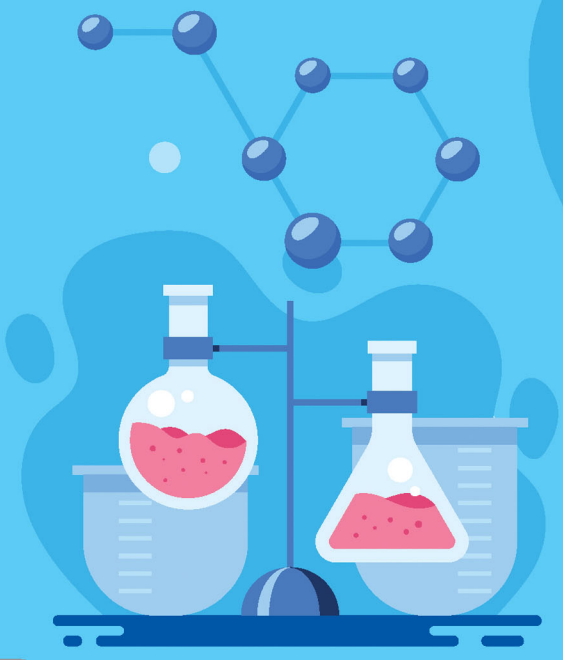
Think Beyond

Essentials Note สรุปหลัก

ชีววิทยา ม.ปลาย

ใช้อ่านทบทวนได้กับทุกสนามสอบ
ทั้งการสอบในห้องเรียน
และสอบ A-Level



สรุปเนื้อหาวิชาชีววิทยา ครอบคลุมทุกเนื้อหาสำคัญ
มี Mind Map พร้อมภาพประกอบ 4 สี
ช่วยในการอ่านให้เข้าใจและจดจำได้ง่ายมากขึ้น

จุฑาธิป คู่มงคล (พี่แจง) เพจ BIO5MINUTES

จัดจำหน่ายโดย IDC PREMIER

สารบัญ

Chapter

01	บทนำชีววิทยา	6
02	เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต	7
03	โครงสร้างและการทำงานของเซลล์	14
04	ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต	31
05	การหายใจระดับเซลล์	37
06	โครโมโซมและสารพันธุกรรม	44
07	เทคโนโลยีดีเอ็นเอ	65
08	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	72
09	วิวัฒนาการ	84
10	อนุกรมวิธานและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	92
11	ระบบนิเวศและประชากร	139
12	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก	156
13	การสืบพันธุ์ของพืชดอก	175
14	การสังเคราะห์ด้วยแสง	187

ตัวอย่างหนังสือ

สารบัญ

Chapter		
15	การลำเลียงของพืช	205
16	ฮอร์โมนและการตอบสนองของพืช	211
17	เนื้อเยื่อสัตว์และการรักษาดุลยภาพในร่างกาย	216
18	ระบบขับถ่าย	226
19	ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบน้ำเหลือง	240
20	ระบบภูมิคุ้มกัน	259
21	ระบบย่อยอาหาร	271
22	ระบบหายใจ	289
23	ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก	300
24	ระบบต่อมไร้ท่อ	326
25	พฤติกรรมของสัตว์	336
26	ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต	341
27	การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต	358

ตัวอย่างหนังสือ

Chapter

03

โครงสร้างและการทำงานของเซลล์

โครงสร้างและการทำงานของเซลล์

3.1 กล้องจุลทรรศน์

- กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง (Light Microscope)
- กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron Microscope)

3.2 โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์

- ประเภทของเซลล์
  - เซลล์โพรคาริโอต
  - เซลล์ยูคาริโอต
- โครงสร้างของเซลล์
  - เยื่อหุ้มเซลล์
  - ผนังเซลล์
  - ไซโทพลาซึม
    - ออร์แกเนลล์
      - ออร์แกเนลล์ที่ไม่มีเยื่อหุ้ม
        1. นิวคลีโอลัส
        2. ไรโบโซม
        3. ไซโตสเกเลตอน
      - ออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 1 ชั้น
        1. เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม
        2. กอลจิคอมเพลกซ์
        3. ไลโซโซม
        4. แวคิวโอล
        5. เพอร็อกซิโซม
      - ออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น
        1. ไมโทคอนเดรีย
        2. คลอโรพลาสต์

3.3 การลำเลียงสารผ่านเข้า-ออกเซลล์

- การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

  ไม่ใช้พลังงาน : Passive Transport, Simple Diffusion, Osmosis, Facilitated Diffusion

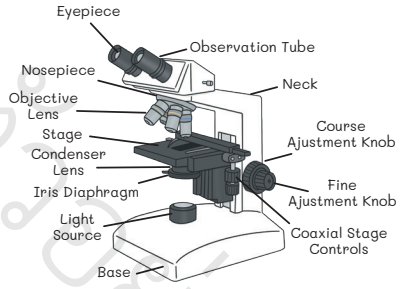
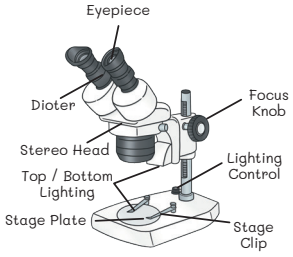
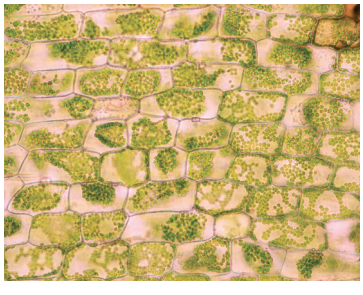
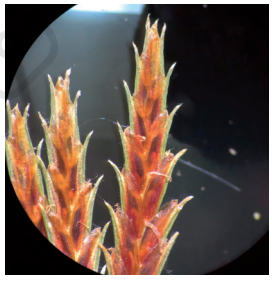
  ใช้พลังงาน : Active Transport
- การลำเลียงสารโดยการสร้างเวซิเคิล
  - Endocytosis : นำเข้าเซลล์
  - Exocytosis : นำออกนอกเซลล์

ตัวอย่างหนังสือ

3.1 กล้องจุลทรรศน์

กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง (Light Microscope)

- **หลักการ :** ใช้แสงในช่วงความยาวคลื่นที่ตามองเห็นและเลนส์แก้ว ทำให้เกิดภาพขยาย
- **ประเภทของกล้องจุลทรรศน์ใช้แสง**

	กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ (Compound Microscope)	กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบสเตอริโอ (Stereoscopic Microscope)
		
กำลังขยาย	1,000 เท่า	30-40 เท่า
ภาพที่เห็น	♥ ภาพเสมือนหัวกลับ และกลับซ้ายเป็นขวา เช่น P → d ♥ ภาพ 2 มิติ	♥ ภาพเสมือนหัวตั้งไม่กลับซ้ายขวา ♥ ภาพ 3 มิติ
การนำไปใช้งาน	ศึกษาโครงสร้างภายในเซลล์หรือเนื้อเยื่อ	ศึกษาโครงสร้างภายนอก
ตัวอย่างภาพ		

- **การคำนวณหาขนาดวัตถุจากกล้องจุลทรรศน์ใช้แสง**

กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ = กำลังขยายเลนส์ใกล้ตา × กำลังขยายเลนส์ใกล้วัตถุ

3.2 โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ (ต่อ)

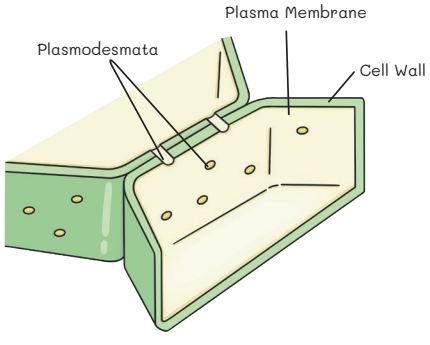
	เซลล์โพรคาริโอต (Prokaryotic Cell)	เซลล์ยูคาริโอต (Eukaryotic Cell)
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	1-5 µm	10-50 µm
สารพันธุกรรม	DNA สายคู่ ปลายปิด	DNA สายคู่ ปลายเปิด
โปรตีนฮีสโตน	ไม่มี	มี
นิวเคลียส	ไม่มีนิวเคลียสแท้จริง มีนิวคลีออยด์ (Nucleoid)	มีนิวเคลียสแท้จริง (มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส)
ไรโบโซม	ขนาด 70S	ขนาด 80S
ไซโทสเกเลตอน	ไม่มี	มี
ออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม	ไม่มี	มี
ผนังเซลล์	แบคทีเรีย : เพปติโดไกลแคน (Peptidoglycan)	พืช : เซลลูโลส (Cellulose) ฟังไจ : ไคติน (Chitin)
ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต	แบคทีเรีย	พืช สัตว์ เห็ด รา โปรติสต์

โครงสร้างของเซลล์

ผนังเซลล์ (Cell Wall)

หน้าที่ : หุ้มด้านนอกเยื่อหุ้มเซลล์ พบในเซลล์พืช สาหร่าย แบคทีเรีย และฟังไจ ไม่พบในเซลล์สัตว์

เซลล์พืช : ประกอบด้วยเซลลูโลส (Cellulose) และอาจมีสารอื่นอีก เช่น เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) และเพคติน (Pectin) บางบริเวณของผนังเซลล์มีส่วนที่เชื่อมระหว่าง 2 เซลล์ เพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนสาร เรียกว่า พลาสโมเดสมาตา (Plasmodesmata)



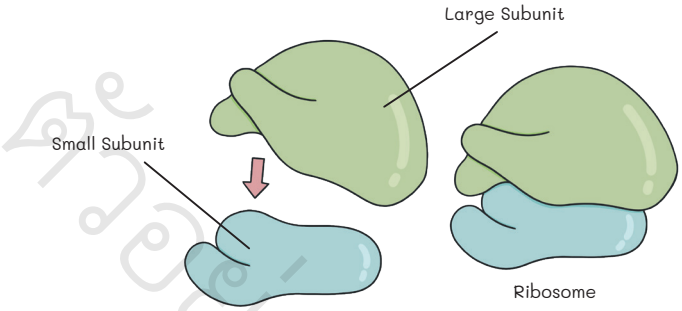
ตัวอย่างหนังสือ

ไซโทพลาซึม (Cytoplasm)

เป็นส่วนที่ล้อมรอบนิวเคลียส มี 2 ส่วน คือ ส่วนของเหลว เรียกว่า ไซโทซอล (Cytosol) และส่วนของแข็ง เรียกว่า ออร์แกเนลล์ (Organelle)

ออร์แกเนลล์ที่ไม่มีเยื่อหุ้ม

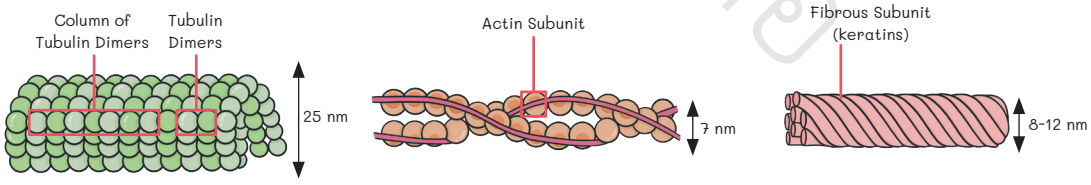
1. **นิวคลีโอลัส (Neucleolus)** อยู่ภายในนิวเคลียส มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสร้างไรโบโซม
2. **ไรโบโซม (Ribosome)** เป็นออร์แกเนลล์ขนาดเล็กที่สุด ประกอบด้วย 2 หน่วยย่อย (Subunit)



หน้าที่
- ไรโบโซมอิสระ (Free Ribosome) สร้างโปรตีนใช้ในเซลล์
- ไรโบโซมที่เกาะบน ER (Attached Ribosome) สร้างโปรตีนส่งออกนอกเซลล์

ประเภท
- เซลล์โพรคาริโอต มีขนาด 70S (50S Subunit + 30S Subunit)
- เซลล์ยูคาริโอต มีขนาด 80S (60S Subunit + 40S Subunit)

3. **ไซโทสเกเลตอน (Cytoskeleton)** เป็นเส้นใยโปรตีน ทำหน้าที่ค้ำจุนเซลล์ แบ่งเป็น 3 ชนิด

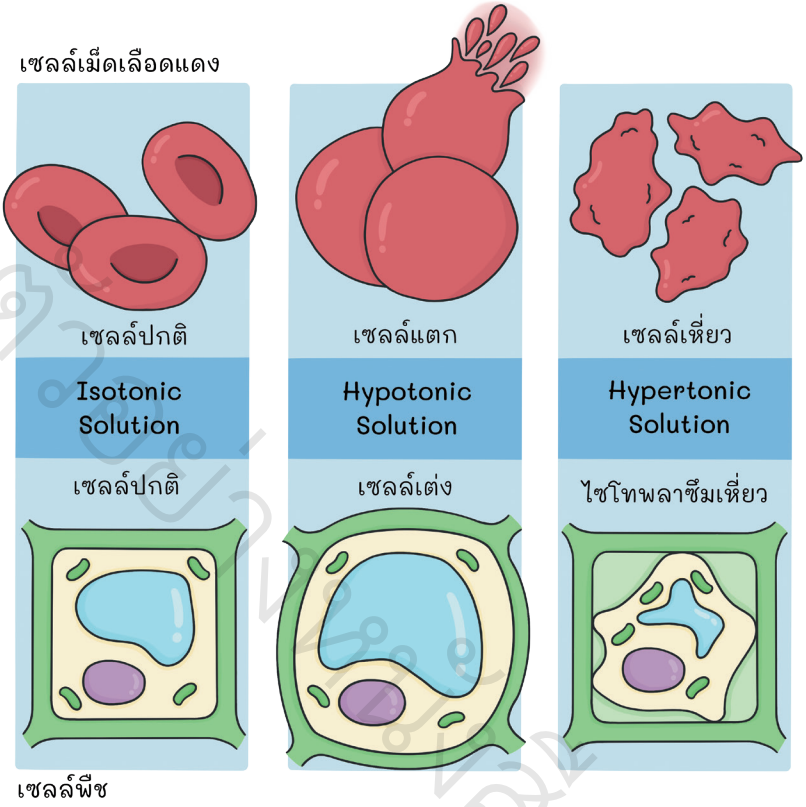


Microtubule | Microfilament | Intermediate Filament

3.3 การลำเลียงสารผ่านเข้า-ออกเซลล์ (ต่อ)

1.2. ออสโมซิส (Osmosis)

- **สารที่แพร่ :** ตัวทำละลาย
- **ความเข้มข้น :** บริเวณที่มีน้ำมาก (เจือจาง) ไปบริเวณที่มีน้ำน้อย (เข้มข้น)



ลักษณะพิเศษ :

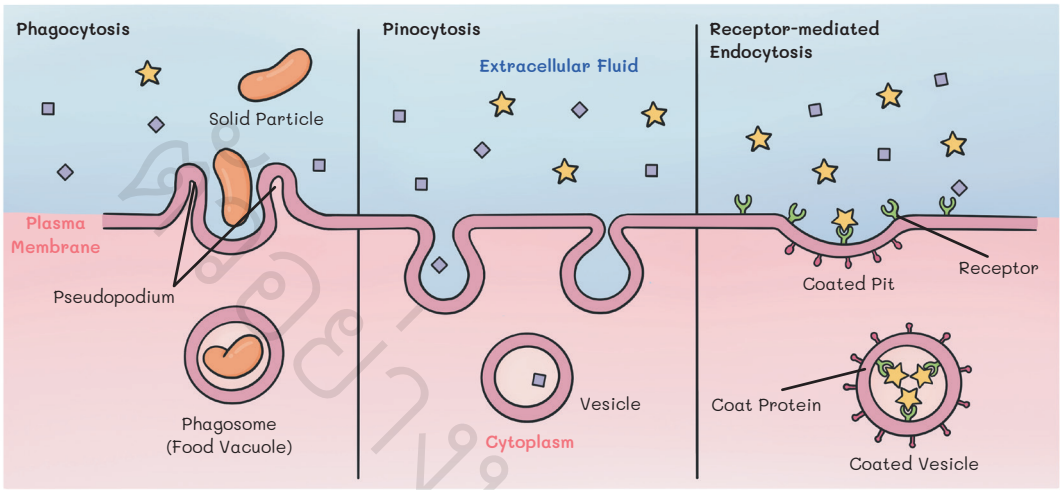
- **สารละลายไอโซโทนิก (Isotonic Solution)**
  อัตราการแพร่ของน้ำเข้าและออกเท่ากัน → เซลล์ไม่เปลี่ยนแปลงรูปร่าง
- **สารละลายไฮโปโทนิก (Hypotonic Solution)**
  อัตราการแพร่ของน้ำเข้ามามากกว่าออกจากเซลล์ → เซลล์เต่ง (Turgid) และแตก (Plasmoptysis) ในเซลล์สัตว์ได้
- **สารละลายไฮเปอร์โทนิก (Hypertonic Solution)**
  อัตราการแพร่ของน้ำออกมามากกว่าออกจากเซลล์ → เซลล์จะเหี่ยว (Plasmolysis)

3.3 การลำเลียงสารผ่านเข้า-ออกเซลล์ (ต่อ)

การลำเลียงสารโดยการสร้างเวซิเคิล

เป็นการลำเลียงสารขนาดใหญ่ (Bulk Transport) ใช้พลังงานทุกกรณี โดยนำสารบรรจุในถุงเวซิเคิล หากนำเข้าเซลล์ เรียกว่า เอนโดไซโทซิส (Endocytosis) แต่ถ้าออกจากเซลล์ เรียกว่า เอ็กโซไซโทซิส (Exocytosis)

1. เอนโดไซโทซิส (Endocytosis) แบ่งเป็น 3 ประเภท



1.1. ฟาโกไซโทซิส (Phagocytosis)

- **สารที่ถูกลำเลียง :** สารขนาดใหญ่ไม่ละลายน้ำ
- **ตัวอย่าง :** การนำเชื้อโรคเข้าสู่เม็ดเลือดขาวเพื่อนำไปทำลาย และการกินอาหารของอะมีบา

1.2. พิโนไซโทซิส (Pinocytosis)

- **สารที่ถูกลำเลียง :** สารละลาย
- **ตัวอย่าง :** การนำสารจากลำไส้เข้ามาในเซลล์

1.3. การนำสารเข้าเซลล์โดยอาศัยตัวรับ (Receptor-mediated Endocytosis)

- **สารที่ถูกลำเลียง :** สารที่มีความจำเพาะกับตัวรับ (Receptor)
- **ตัวอย่าง :** การนำฮอร์โมนบางชนิดเข้าเซลล์ และการนำไลโพโปรตีน (LDL) เข้าสู่เซลล์

Chapter

08

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

8.1 การศึกษาพันธุกรรมของเมนเดล

8.2 ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของเมนเดล

- ความเด่นไม่สมบูรณ์
- ความเด่นร่วม
- มัลติเพิลอัลลีล
- ลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนหลายคู่
- การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซมเพศ
- พันธุกรรมที่ขึ้นกับอิทธิพลของเพศ
- พันธุกรรมจำกัดเพศ

8.3 พันธุประวัติ

- รูปแบบการถ่ายทอดลักษณะ
  - Autosomal Dominant Inheritance
  - Autosomal Dominant Inheritance
  - X-linked Dominant Inheritance
  - X-linked Recessive Inheritance
  - Y-linked Recessive Inheritance
  - Mitochondrial

8.1 การศึกษาพันธุกรรมของเมนเดล

การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดลในถั่วลันเตา

- **ข้อดีของถั่วลันเตา :** เพาะปลูกง่าย วงจรชีวิตสั้น มีการปฏิสนธิภายในดอกเดียวกัน และลักษณะแยกกันอย่างอิสระ
- **ลักษณะที่ศึกษา :** 7 ลักษณะ แสดงดังตาราง

ลักษณะของต้นถั่วลันเตา

	รูปร่างเมล็ด	สีเมล็ด	รูปร่างฝัก	สีฝัก	สีดอก	ตำแหน่งดอก	ขนาดต้น
ลักษณะเด่น	เรียบ R	เหลือง Y	อวบ I	เขียว G	ม่วง P	กิ่งข้าง A	สูง T
ลักษณะด้อย	ขรุขระ r	เขียว y	แฟบ i	เหลือง g	ขาว p	ปลายยอด a	เตี้ย (แคระ) t

- **การทดลอง** นำถั่วลันเตาพันธุ์แท้ลักษณะใดลักษณะหนึ่งผสมกัน เรียกว่า รุ่นพ่อแม่ (P Generation) จะได้รุ่นลูก F_1 ที่มีลักษณะใดลักษณะหนึ่งที่เด่นทั้งหมด แล้วนำมาผสมกันเองได้เป็นรุ่นลูก F_2
  - **กรณีศึกษาลักษณะเดียว (Monohybrid Cross)** จะได้อัตราส่วนฟีโนไทป์เด่นต่อด้อยเป็น 3 : 1
  - **กรณีศึกษา 2 ลักษณะ (Dihybrid Cross)** เช่น ผสมถั่วลันเตาเมล็ดกลมสีเหลือง (เด่นทั้งคู่) กับถั่วลันเตาเมล็ดขรุขระสีเขียว (ด้อยทั้งคู่) จะได้ลูกรุ่น F_1 เมล็ดกลมสีเหลืองทั้งหมด และเมื่อนำรุ่น F_1 ผสมกันเองจะได้ลักษณะ เมล็ดกลมสีเหลือง : เมล็ดกลมสีเขียว : เมล็ดขรุขระสีเหลือง : เมล็ดขรุขระสีเขียว เป็นอัตราส่วน 9 : 3 : 3 : 1 ดังตารางในหน้า 74

วิธีคำนวณ

1. **ต้องทราบก่อนว่าชายหญิงคู่นี้มีจีโนไทป์แบบใด**

   ชาย : B_ R_ มีแม่ตาสีฟ้า ถนัดซ้าย จึงทราบว่าจีโนไทป์คือ BbRr

   หญิง : bbrr

2. **หาความน่าจะเป็น ที่จะได้ลูกชาย**

   เพศหญิง XX เพศชาย XY เมื่อเขียนตารางจะพบว่าโอกาสได้ลูกชาย คือ $\frac{1}{2}$

	X	Y
X	XX	XY
X	XX	XY
	หญิง	ชาย

3. **หาความน่าจะเป็น ที่จะได้ตาสีฟ้า**

   หญิง bb ชาย Bb เมื่อเขียนตารางจะได้ Bb bb Bb และ bb แสดงว่ามีโอกาสตาสีฟ้าเป็น $\frac{1}{2}$

	B	b
b	Bb	bb
b	Bb	bb
	ตาสีน้ำตาล	ตาสีฟ้า

4. **หาความน่าจะเป็น ที่จะถนัดขวา**

   หญิง rr ชาย Rr เมื่อเขียนตารางจะได้ Rr rr Rr และ rr แสดงว่ามีโอกาสถนัดขวาเป็น $\frac{1}{2}$

	R	r
r	Rr	rr
r	Rr	rr
	ถนัดขวา	ถนัดซ้าย

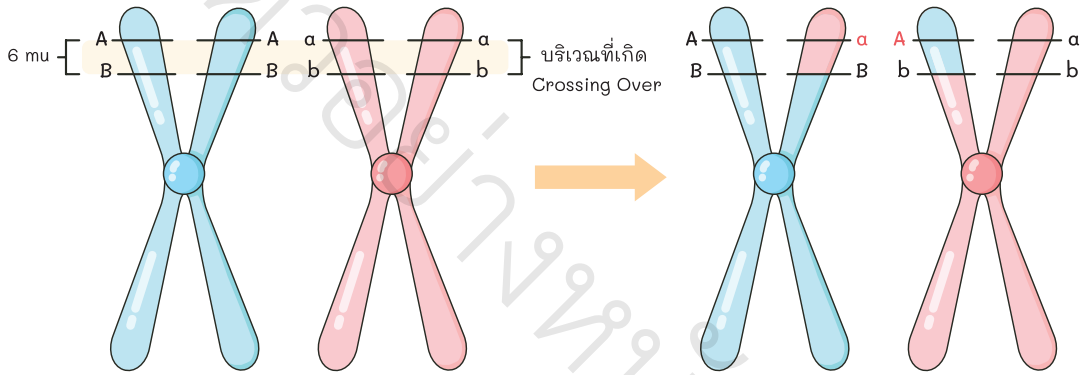
ตัวอย่างหนังสือ

8.2 ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของเมนเดล (ต่อ)

ยีนบนโครโมโซมเดียวกัน

เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่พบในสิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์ ซึ่งจะมีหลายลักษณะ ดังนั้นแต่ละโครโมโซมจึงมียีนหลายยีนบนโครโมโซมเดียวกัน ถ้ายีนอยู่ใกล้กันมาก มักมีการถ่ายทอดทางพันธุกรรมไปพร้อมกัน เรียกยีนบนโครโมโซมเดียวกันว่า ลิงค์ยีน (Linkage Gene) หากพิจารณาสองลักษณะ (Dihybrid Cross) อัตราส่วนฟีโนไทป์ของลูกที่เกิดขึ้นจะแตกต่างจากกฎของเมนเดล เนื่องจากยีนไม่สามารถจัดกลุ่มกันได้อย่างอิสระ

ภาพแสดงการเกิด Crossing Over ของลิงค์ยีน



โครโมโซมที่มีการจัดกลุ่มใหม่ของยีน
เรียกว่า Recombination Chromosome

ทำให้เกิดการแปรผันทางพันธุกรรม

หลังจากแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนโครมาทิดแล้ว โครโมโซมแท่งที่มีการจัดกลุ่มใหม่ของยีน เรียกว่า รีคอมบิเนชัน โครโมโซม (Recombination Chromosome) มีผลทำให้เกิดการแปรผันทางพันธุกรรม

ส่วนโครโมโซมที่ไม่มีการจัดกลุ่มยีนใหม่จะมีจีโนไทป์เหมือนกับพ่อแม่ เรียกว่า นอนรีคอมบิเนชัน โครโมโซม (Non-recombination Chromosome)

ตัวอย่างหนังสือ

โอกาสการเกิดเซลล์สืบพันธุ์ที่มีรีคอมบิเนชัน โครโมโซม คือ

เปอร์เซ็นต์การเกิดรีคอมบิเนชัน โครโมโซม = ระยะห่างของคู่ยีน

จากภาพยีน A และ B ห่างกัน 6 map unit (mu) ดังนั้น เปอร์เซ็นต์การเกิดรีคอมบิเนชัน โครโมโซม คือ 6% (แบ่งเป็นโอกาสเกิดจีโนไทป์ aB และ Ab อย่างละ 3%) อีก 94% ที่เหลือจะเป็นโอกาสเกิดนอนรีคอมบิเนชัน โครโมโซม (แบ่งเป็นโอกาสเกิดจีโนไทป์ AB และ ab อย่างละ 47%)

ดังนั้นสรุปได้ว่า ถ้ายีนทั้ง 2 อยู่ชิดกันมากย่อมมีโอกาสแลกเปลี่ยนกันน้อย และยีนที่อยู่ห่างกันมากจะมีโอกาสแลกเปลี่ยนได้มากขึ้น

ตัวอย่างหนังสือ

8.3 พันธุประวัติ

พันธุประวัติ (Pedigree) เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษารูปแบบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของมนุษย์ เพื่อช่วยวางแผนครอบครัว และลดโอกาสการเกิดความผิดปกติของลูก

สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์พันธุประวัติ

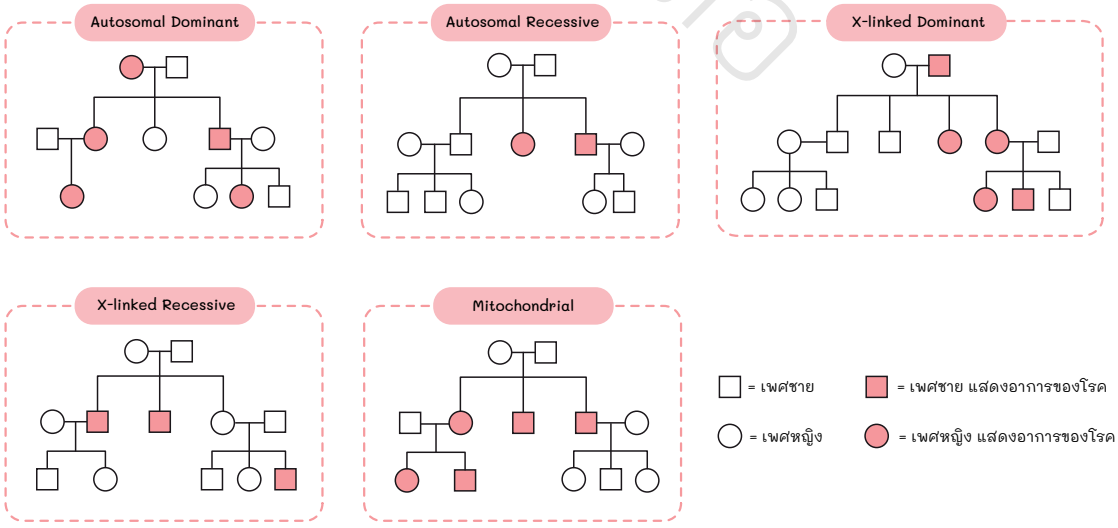
- □ = เพศชาย
- ■● = บุคคลที่แสดงลักษณะหรืออาการ
- ○ = เพศหญิง
- □—○ = เพศชาย และเพศหญิงแต่งงานกัน
- ◇ = ไม่ทราบเพศ

8.3 พันธุประวัติ (ต่อ)

เทคนิคการทำข้อสอบวิเคราะห์พันธุประวัติ

- **กรณีพบว่า มีการถ่ายทอดในทุกรุ่น (Not Skip Generation)** แสดงว่ามีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมผ่านอัลลีลเด่น
  - หากพบว่า พ่อแสดงอาการ และลูกสาวทุกคนแสดงอาการของโรค แสดงว่า มีการถ่ายทอดแบบ X-linked Dominant Inheritance
  - หากพบว่า ไม่ตรงกับลักษณะ X-linked Dominant Inheritance แสดงว่า เป็นการถ่ายทอดแบบ Autosomal Dominant Inheritance
- **กรณีพบว่า มีการถ่ายทอดข้ามรุ่น (Skip Generation)** แสดงว่า มีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมผ่านอัลลีลด้อย
  - หากพบว่า แม่แสดงอาการ และลูกชายทุกคนแสดงอาการของโรค แสดงว่า มีการถ่ายทอดแบบ X-linked Recessive Inheritance
  - หากพบว่า ไม่ตรงกับลักษณะ X-linked Recessive Inheritance แสดงว่า เป็นการถ่ายทอดแบบ Autosomal Recessive Inheritance
- **กรณีพบว่า ลูกชายแสดงอาการของโรคทุกคน** แสดงว่า เป็นการถ่ายทอดแบบ Y-linked Recessive Inheritance
- **กรณีพบว่า ลูกทุกคนทั้งเพศชายและเพศหญิงแสดงอาการของโรค** แสดงว่า เป็นการถ่ายทอดแบบ Mitochondrial

ตัวอย่างแผนภาพพันธุประวัติ



ตัวอย่างหนังสือ

Chapter
12

โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

12.1 เนื้อเยื่อพืช

- โครงสร้างหลักที่ให้ความแข็งแรง คือ มิดเดิลลาเมลลา ผนังเซลล์ปฐมภูมิ และผนังเซลล์ทุติยภูมิ
- เนื้อเยื่อพืช แบ่งเป็น 2 ประเภท
  1. เนื้อเยื่อเจริญ
  2. เนื้อเยื่อถาวร

12.2 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก

- โครงสร้างตัดตามยาวของราก 4 บริเวณ ได้แก่ หมวกราก บริเวณการแบ่งเซลล์ บริเวณการยืดยาวของเซลล์ และบริเวณเซลล์เจริญเติบโตเต็มที่
- ระยะที่มีการเติบโตปฐมภูมิ แบ่งเป็น ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล
- ระยะที่มีการเติบโตทุติยภูมิ พบเฉพาะในพืชใบเลี้ยงคู่ มีการแบ่งเซลล์ของวาสคิวลาร์แคมเบียม และคอร์กแคมเบียม
- รากที่เปลี่ยนไปทำหน้าที่พิเศษ เช่น รากสะสมอาหาร รากหายใจ และรากสังเคราะห์ด้วยแสง

12.3 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น

- โครงสร้างภายในของปลายยอดตัดตามขวาง แบ่งเป็น เนื้อเยื่อเจริญปลายยอด ใบเริ่มเกิด ใบอ่อน ตาแรกเกิด และลำต้นอ่อน
- ระยะที่มีการเติบโตปฐมภูมิ แบ่งเป็น ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล
- ระยะที่มีการเติบโตทุติยภูมิ พบเฉพาะในพืชใบเลี้ยงคู่ มีการแบ่งเซลล์ของวาสคิวลาร์แคมเบียม และคอร์กแคมเบียม
- โครงสร้างเนื้อไม้และเปลือกไม้
- ลำต้นเปลี่ยนไปทำหน้าที่พิเศษ เช่น ลำต้นคล้ายใบ ลำต้นเปลี่ยนเป็นหนาม และลำต้นมือเกาะ

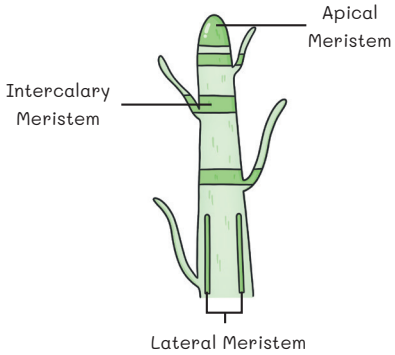
12.4 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ

- โครงสร้างภายนอกของใบ ประกอบด้วย ก้านใบ แผ่นใบ และเส้นใบ บางชนิดพบหูใบ
- โครงสร้างภายในของใบพืชตัดตามขวาง ประกอบด้วย เอพิเดอร์มิส มีโซฟิลล์ และกลุ่มมัดท่อลำเลียง (เส้นใบ)
- ใบที่เปลี่ยนไปทำหน้าที่พิเศษ เช่น ใบมือเกาะ ใบดักจับแมลง และใบเปลี่ยนเป็นหนาม

12.1 เนื้อเยื่อพืช (ต่อ)

เนื้อเยื่อพืช (Plant Tissue) แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- **เนื้อเยื่อพืช**
  - **เนื้อเยื่อเจริญ (Meristematic Tissue)**
    - เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย (Apical Meristem)
    - เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง (Lateral Meristem)
    - เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ (Intercalary Meristem)
  - **เนื้อเยื่อถาวร (Permanent Tissue)**
    - **เนื้อเยื่อเชิงเดี่ยว (Simple Tissue)**
      - เอพิเดอร์มิส (Epidermis)
      - พาเรงคิมา (Parenchyma)
      - คอลเลงคิมา (Collenchyma)
      - สเกอเรงคิมา (Sclerenchyma)
      - ไฟเบอร์ (Fibers)
      - สเคลอรีด (Sclereids)
    - **เนื้อเยื่อเชิงซ้อน (Complex Tissue)**
      - ไซเลม (Xylem)
        - เทรคีด (Tracheid)
        - เวสเซลเมมเบอร์ (Vessel Member)
        - ไซเลมพาเรงคิมา (Xylem Parenchyma)
        - ไซเลมไฟเบอร์ (Xylem Fibers)
      - โฟลเอม (Phloem)
        - ซีฟทิวบ์เมมเบอร์ (Sieve Tube Member)
        - คอมพาเนียนเซลล์ (Companion Cell)
        - โฟลเอมพาเรงคิมา (Phloem Parenchyma)
        - โฟลเอมไฟเบอร์ (Phloem Fibers)



ตัวอย่างหนังสือ

12.2 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก (ต่อ)

โครงสร้างตัดตามยาวของราก แบ่งออกเป็น 4 บริเวณ ดังนี้

- **หมวกราก (Root Cap)**

  อยู่ปลายสุดของราก ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา ภายในอาจเห็นเม็ดแป้ง (Statolith) หมวกราก มีหน้าที่ป้องกันอันตรายให้กับราก และมีการขับเมือก ช่วยในการชอนไชของรากเข้าไปในดิน

- **บริเวณการแบ่งเซลล์ (Zone of Cell Division)**

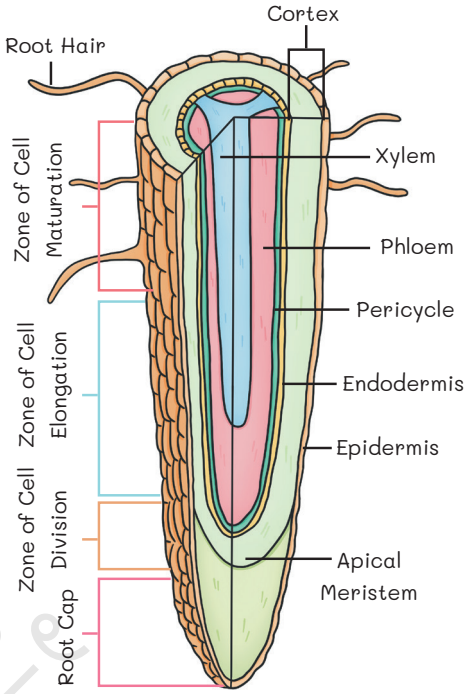
  อยู่ถัดจากหมวกราก ประกอบด้วย เนื้อเยื่อเจริญปลายราก (Root Apical Meristem) เป็นบริเวณที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เจริญลงไปเป็นหมวกราก และบางส่วนเจริญขึ้นด้านบน

- **บริเวณการยืดตามยาวของเซลล์ (Zone of Cell Elongation)**

  อยู่ถัดจากบริเวณการแบ่งเซลล์ เซลล์บริเวณนี้จะมีการยืดขยาย และสะสมสารต่างๆ ทำให้เซลล์ใหญ่ขึ้น

- **บริเวณเซลล์เจริญเติบโตเต็มที่ (Zone of Cell Maturation)**

  เป็นบริเวณที่เซลล์เจริญไปทำหน้าที่เฉพาะ เช่น เซลล์ขนราก (Root Hair Cell)



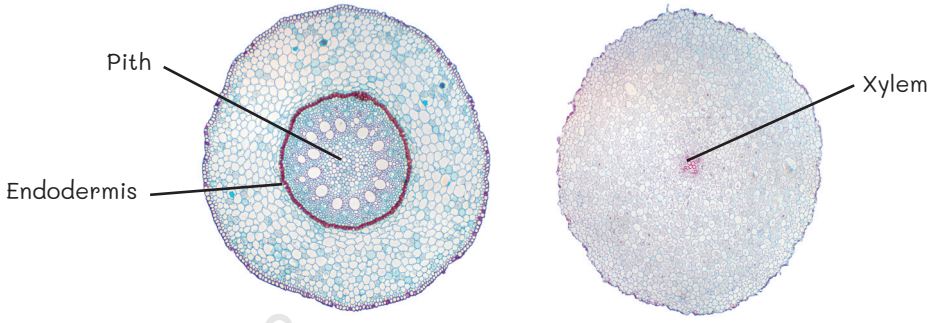
โครงสร้างภายในราก ระยะที่มีการเติบโตปฐมภูมิ (Primary Growth) แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ได้แก่

1. **ชั้นเอพิเดอร์มิส (Epidermis)**

   อยู่ชั้นนอกสุด เรียงตัวชั้นเดียว ไม่มีคลอโรพลาสต์ ไม่พบคิวติเคิล อาจพบเซลล์ขนราก (Root Hair Cell)

12.2 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก (ต่อ)

ภาพตัดขวางของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ เมื่อดูใต้กล้องจุลทรรศน์



รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว รากพืชใบเลี้ยงคู่

ความแตกต่างระหว่างรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่

ลักษณะ	รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	รากพืชใบเลี้ยงคู่
จำนวนท่อลำเลียง	มากกว่า 5 แฉก	2-4 แฉก
วาสคิวลาร์แคมเบียม (Vascular Cambium)	ไม่มี	มี
เอนโดเดอร์มิส (Endodermis)	ชัดเจน	ไม่ชัดเจน
ตรงกลางเซลล์ของราก	เป็นพิธ	เป็นไซเลมทั้งหมด

โครงสร้างภายในราก ระยะที่มีการเติบโตทุติยภูมิ (Secondary Growth)

พบเฉพาะในพืชใบเลี้ยงคู่เท่านั้น วาสคิวลาร์แคมเบียม (Vascular Cambium) จะแบ่งเซลล์ Secondary Xylem และ Secondary Phloem เพิ่ม และคอร์กแคมเบียม (Cork Cambium) แบ่งเซลล์สร้างเปลือก (Cork และ Corky Parenchyma)

รากที่เปลี่ยนไปทำหน้าที่พิเศษ (Root Modification)

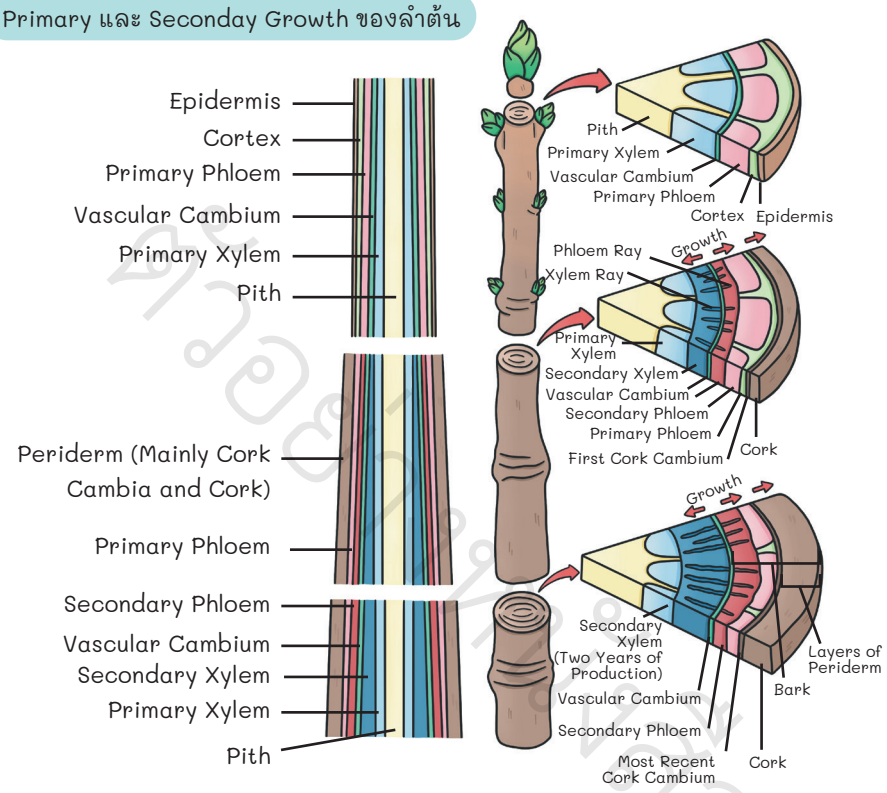
1. **รากสะสมอาหาร (Storage Root)** เช่น มันเทศ แคร์รอต ไชเท้า มันสำปะหลัง กระชาย และมันแกว
2. **รากค้ำจุน (Prop Root)** เช่น เตยทะเล

ตัวอย่างหนังสือ

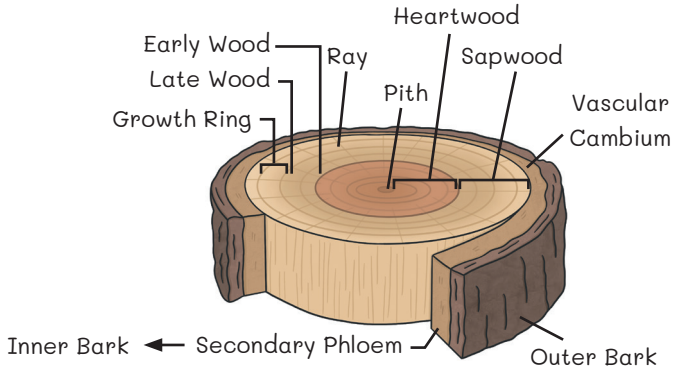
12.3 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น (ต่อ)

คอร์กแคมเบียม (Cork Cambium) แบ่งเซลล์เป็นชั้น Corky Parenchyma หรือ Phelloderm เจริญเข้าด้านในลำต้น และแบ่งเซลล์คอร์ก (Cork) เจริญออกด้านนอก เนื้อเยื่อทั้ง 3 ชั้น เรียกรวมกันว่า เพอริเดิร์ม (Periderm)

Primary และ Seconday Growth ของลำต้น



โครงสร้างเนื้อไม้และเปลือกไม้



Chapter 19

ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบน้ำเหลือง

19.1 ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์

- รูปแบบการไหลเวียนของสารในสัตว์กลุ่มต่างๆ
  1. สัตว์ที่ไม่มีระบบหมุนเวียนเลือด
  2. สัตว์ที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด
  3. สัตว์ที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด แบ่งเป็นแบบวงจรเดี่ยว และแบบวงจรคู่
- ตัวอย่างระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดในสัตว์มีกระดูกสันหลัง

สิ่งมีชีวิต	ลักษณะหัวใจ	ลักษณะของระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด เป็นแบบ
ปลา	2 ห้อง	วงจรเดี่ยว
สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ	3 ห้อง	วงจรคู่
สัตว์เลื้อยคลาน	4 ห้องไม่สมบูรณ์ (ยกเว้น จระเข้)	วงจรคู่
สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม	4 ห้องสมบูรณ์	วงจรคู่

19.3 ระบบน้ำเหลือง

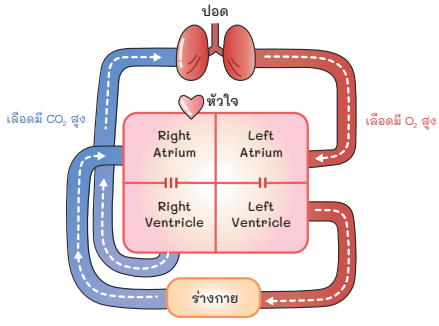
- องค์ประกอบระบบน้ำเหลือง ได้แก่ น้ำเหลือง หลอดน้ำเหลืองฝอย หลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง
- อวัยวะน้ำเหลือง เช่น ต่อมทอนซิล ต่อมไทมัส และม้าม
- การลำเลียงน้ำเหลืองแบบย่อ

หลอดน้ำเหลืองฝอย → หลอดน้ำเหลือง → ต่อมน้ำเหลือง → หลอดน้ำเหลือง → หลอดเลือดดำเวน → หัวใจ

ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบน้ำเหลือง

19.2 ระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์

- หัวใจ : มี 4 ห้อง และมีลิ้นหัวใจ 2 กลุ่ม ได้แก่ AV Valve และ Semilunar Valve
- หลอดเลือด : แบ่งเป็น หลอดเลือดอาร์เตอรี หลอดเลือดเวน และหลอดเลือดฝอย
- ลักษณะการหมุนเวียนเลือดในมนุษย์แบบย่อ

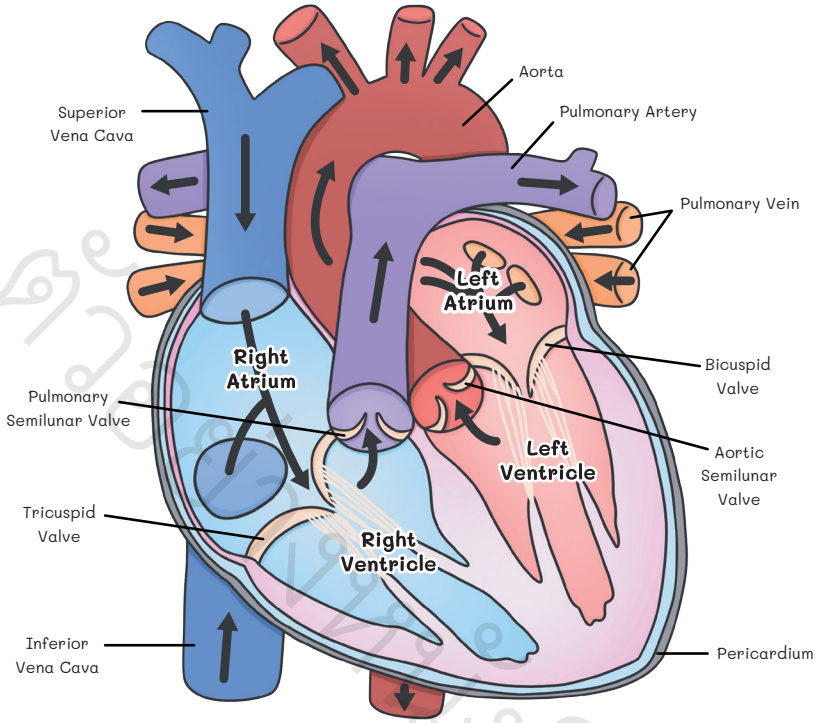


- การทำงานของหัวใจ : หัวใจจะเต้นโดยอาศัยการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้าและการเคลื่อนที่ของไอออน
- ความดันเลือด : เป็นแรงดันของเลือดที่กระทบผนังเลือด มี 2 ค่า คือ
  - Systolic Blood Pressure : ค่าความดันเลือดขณะหัวใจบีบตัว
  - Diastolic Blood Pressure : ค่าความดันเลือดขณะหัวใจคลายตัว
- เลือด : ประกอบด้วยส่วนที่เป็นพลาสมา และส่วนที่เป็นเซลล์
- ระบบหมู่เลือด เช่น ระบบหมู่เลือด ABO และระบบหมู่เลือด Rh

19.2 ระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์

หัวใจ (Heart)

ห้องหัวใจ แบ่งเป็น 4 ห้อง ได้แก่ ห้องบนขวา (Right Atrium) ห้องบนซ้าย (Left Atrium) ห้องล่างขวา (Right Ventricle) และห้องล่างซ้าย (Left Ventricle)



ลิ้นหัวใจ (Heart Valve) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1. **ลิ้นอะตริโอเวนตริคูลาร์ (Atrioventricular Valve หรือ AV Valve)** เป็นลิ้นที่กั้นระหว่างหัวใจห้องบนและห้องล่าง
   - กั้นหัวใจห้องบนและห้องล่างด้านขวา คือ ลิ้นไตรคัสปิด (Tricuspid Valve)
   - กั้นหัวใจห้องบนและห้องล่างด้านซ้าย คือ ลิ้นไบคัสปิด หรือลิ้นไมทรัล (Bicuspid หรือ Mitral Valve)
2. **ลิ้นเซมิลูนาร์ (Semilunar Valve)** เป็นลิ้นกั้นระหว่างหัวใจห้องล่างกับหลอดเลือดที่ออกจากหัวใจ
   - กั้นระหว่างหัวใจกับหลอดเลือดพัลโมนารีอาร์เทอรี (Pulmonary Artery) คือ ลิ้นพัลโมนารีเซมิลูนาร์ (Pulmonary Semilunar Valve)
   - กั้นระหว่างหัวใจกับหลอดเลือดเออร์ตา (Aorta) คือ ลิ้นเออร์ติกเซมิลูนาร์ (Aortic Semilunar Valve)

19.2 ระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ (ต่อ)

หลอดเลือด (Vessel) มี 3 ชนิด ได้แก่

1. **หลอดเลือดแดงอาร์เทอรี (Artery) :** เป็นหลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจ เรียงจากขนาดใหญ่ไปเล็กได้ดังนี้ เอออร์ตา (Aorta) → อาร์เทอรี (Artery) → อาร์เทอริโอล (Arteriole)
2. **หลอดเลือดดำเวน (Vein) :** เป็นหลอดเลือดที่นำเลือดเข้าสู่หัวใจ เรียงจากขนาดใหญ่ไปเล็กได้ดังนี้ เวนาคาวา (Vena Cava) → เวน (Vein) → เวนูล (Venule)
3. **หลอดเลือดฝอย (Capillary) :** เป็นหลอดเลือดขนาดเล็กระหว่าง Artery และ Vein เป็นบริเวณที่อวัยวะในร่างกายใช้แลกเปลี่ยนสาร

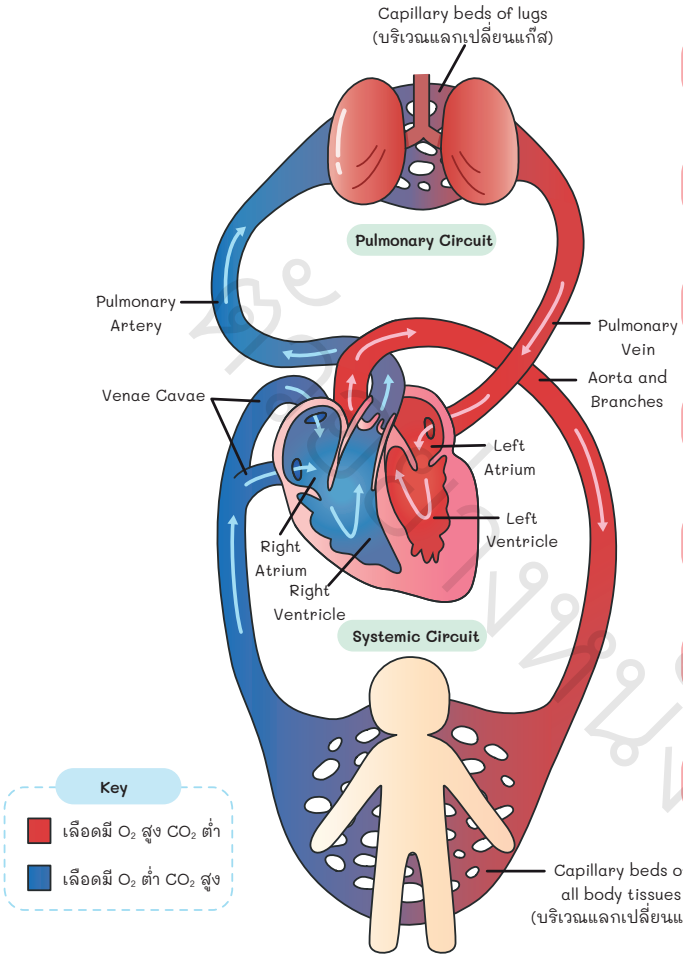
ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างของหลอดเลือดในร่างกาย

	Artery	Vein	Capillary
เลือดภายในหลอดเลือด	ปริมาณ O_2 สูง	ปริมาณ O_2 ต่ำ	ปริมาณ O_2 ปานกลาง
ทิศทาง	นำเลือดออกจากหัวใจ	นำเลือดเข้าหัวใจ	เชื่อมระหว่าง Artery และ Vein
ความหนาของชั้นกล้ามเนื้อเรียบ	ผนังหนาสุด	ผนังบาง	ผนังบางที่สุด มีชั้นเดียว ไม่มีชั้นกล้ามเนื้อเรียบ
ลิ้นกั้น (Valve)	ไม่มี	มี	ไม่มี
ความเร็วในการไหลของเลือด	เร็ว	ปานกลาง	ช้า
แรงดันของเลือด	สูง	ต่ำ	ปานกลาง
การไหลเวียนของเลือด	ใช้การบีบตัวของหัวใจ	ใช้การบีบตัวของกล้ามเนื้อโครงร่าง	ใช้การบีบตัวของหัวใจ
ลักษณะที่น่าสนใจ	Pulmonary Artery และ Umbilical Arteries มีออกซิเจนต่ำ	Pulmonary Vein และ Umbilical Vein มีออกซิเจนสูง	ผนังมีรูไว้แลกเปลี่ยนสารขนาดใหญ่ เช่น โปรตีน แต่เม็ดเลือดแดงไม่สามารถผ่านได้

หมายเหตุ : อัมบิลิคอล อาร์เทอรี (Umbilical Arteries) คือ หลอดเลือดแดงที่นำเลือดเสียจากทารกไปฟอกที่รกของแม่
อัมบิลิคอล เวน (Umbilical Vein) คือ หลอดเลือดดำที่นำเลือดที่ฟอกแล้วจากแม่กลับเข้าสู่ทารก

19.2 ระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ (ต่อ)

ลักษณะการหมุนเวียนเลือดของมนุษย์



เลือดมี CO_2 สูงจากร่างกาย
↓ เวนาคาวา (Vena Cava)
หัวใจห้องบนขวา (Right Atrium)
↓ ลิ้นไตรคัสปิด (Tricuspid Valve)
หัวใจห้องล่างขวา (Right Ventricle)
↓ พัลโมนารีอาร์เทอรี (Pulmonary Artery)
ปอด (ฟอกเลือดได้เลือดที่มี O_2 สูง)
↓ พัลโมนารีเวน (Pulmonary Vein)
หัวใจห้องบนซ้าย (Left Atrium)
↓ ลิ้นไบคัสปิด (Bicuspid Valve)
หัวใจห้องล่างซ้าย (Left Ventricle)
↓ เออร์ตา (Aorta)
ร่างกาย

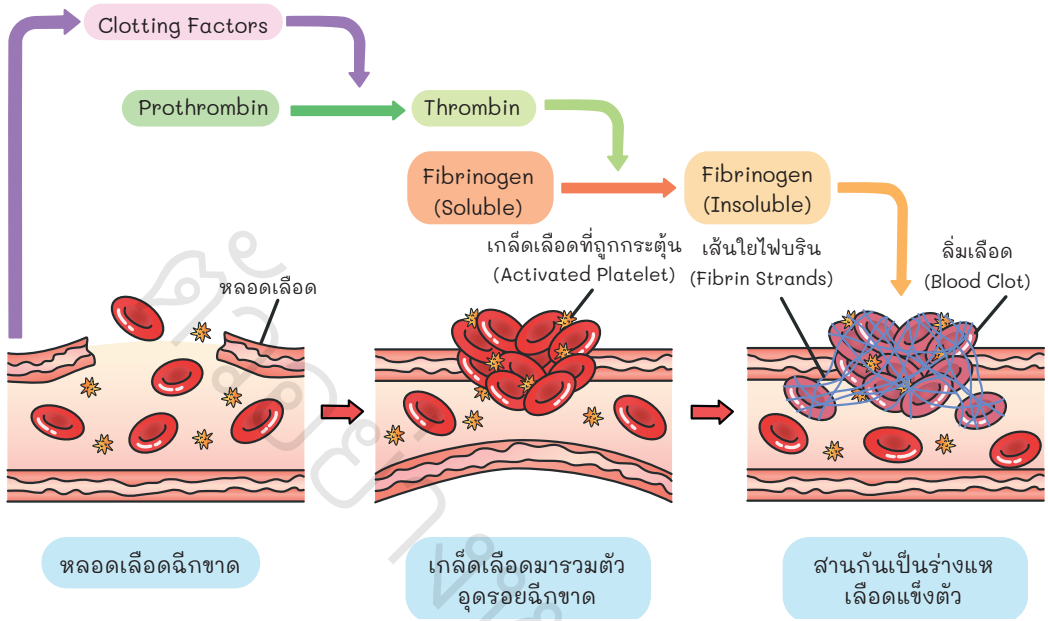
จำ

อาร์เทอรี (Artery) นำเลือดออกจากหัวใจ ส่วน**เวน (Vein)** นำเลือดเข้าสู่หัวใจ

19.2 ระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ (ต่อ)

เกล็ดเลือด (Platelet)

มีหน้าที่เกี่ยวกับการแข็งตัวของเลือด (Blood Clotting) มีขั้นตอนดังนี้



- โปรทอมบิน (Prothrombin) ถูกเปลี่ยนเป็นทอมบิน (Thrombin) โดย Clotting Factor (เช่น วิตามินเค และแคลเซียม) จากตับ
- ทอมบิน (Thrombin) เปลี่ยนไฟบริโนเจน (Fibrinogen) ให้เป็นไฟบริน (Fibrin)
- ไฟบริน (Fibrin) สานกันเป็นร่างแหรวมกับเกล็ดเลือด (Platelet) และเซลล์เม็ดเลือดแดง เพื่ออุด และหยุดการไหลของเลือดที่รอยฉีกขาด
- เกิดการซ่อมแซมเนื้อเยื่อบริเวณที่ฉีกขาด