



YES
WE CAN DO IT!

ตัวสอนศาสตร์

(เนื้อหา ม.ปลาย) ชีววิทยา

นพ.วีรวิช เอนกจ้านงศ์พร (พี่วีเวียน)

พ.บ. (เกียรตินิยม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. พิจารณาข้อความเกี่ยวกับสารประกอบประเภทคาร์โบไฮเดรต ต่อไปนี้
 - ก. พอลิแซ็กคาไรด์ประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก
 - ข. ผนังเซลล์ของพืชมีองค์ประกอบสำคัญเป็นสารประกอบประเภทคาร์โบไฮเดรต
 - ค. เซลล์สิ่งมีชีวิตนำไดแซ็กคาไรด์เข้าสู่เซลล์เพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตพลังงาน
 - ง. กลูโคสเป็นสารประกอบประเภทคาร์โบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของสารพันธุกรรม

ข้อใดถูกต้อง (A–Level 68)

1. ก. และ ข. เท่านั้น
2. ก. และ ค. เท่านั้น
3. ข. และ ค. เท่านั้น
4. ข. และ ง. เท่านั้น
5. ค. และ ง. เท่านั้น

polysaccharide

starch (แป้ง)

โครงสร้าง = สายยาวแตกกิ่งเล็กน้อย = (glucose)_n
by α -1, 4-glycosidic bond > α -1, 6-glycosidic bond

amylose (มากกว่า)

- ละลายได้ดีในน้ำร้อน
- ไม่แตกแขนง (polymer แขนงเส้น)
- พบในข้าวเจ้า > ข้าวเหนียว
- ทดสอบกับ I₂ ได้สีน้ำเงิน

amylopectin (น้อยกว่า)

- ละลายได้ดีในน้ำร้อนและเย็น
- แตกแขนง (polymer แขนงกิ่ง)
- พบในข้าวเหนียว > ข้าวเจ้า
- ทดสอบกับ I₂ ได้สีแดง
- ทดสอบกับ I₂ ได้สีน้ำเงินม่วง/ น้ำเงินเข้ม

คุณสมบัติ

- ขนาด : starch < cellulose < glycogen
- ไม่มีรสหวาน
- ไม่ละลายน้ำและไม่ตกผลึก
- ย่อยด้วย amylase (ปากและลำไส้เล็ก) ได้ maltose โดยย่อยที่ α -glycosidic bond
- แหล่งสะสมพลังงานของพืช

แหล่งที่พบ

- หัว ราก ลำต้นของพืช

glycogen

โครงสร้าง

- สายยาวแตกกิ่งมาก = α -1, 4-glycosidic bond และ α -1, 6-glycosidic bond

คุณสมบัติ

- ขนาด : starch < cellulose < glycogen
- ไม่มีรสหวาน
- ไม่ละลายน้ำและไม่ตกผลึก
- ย่อยด้วย amylase (ปากและลำไส้เล็ก)
- ได้ maltose โดยย่อยที่ α -glycosidic bond
- แหล่งสะสมพลังงานของสัตว์

แหล่งที่พบ

- ส่วนใหญ่สังเคราะห์จากตับ
- พบในตับ > กล้ามเนื้อ

cellulose

โครงสร้าง

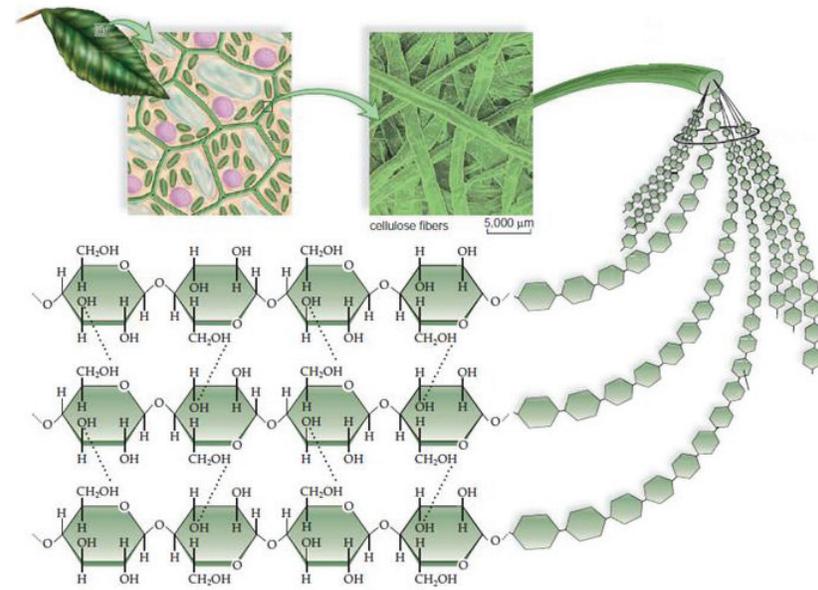
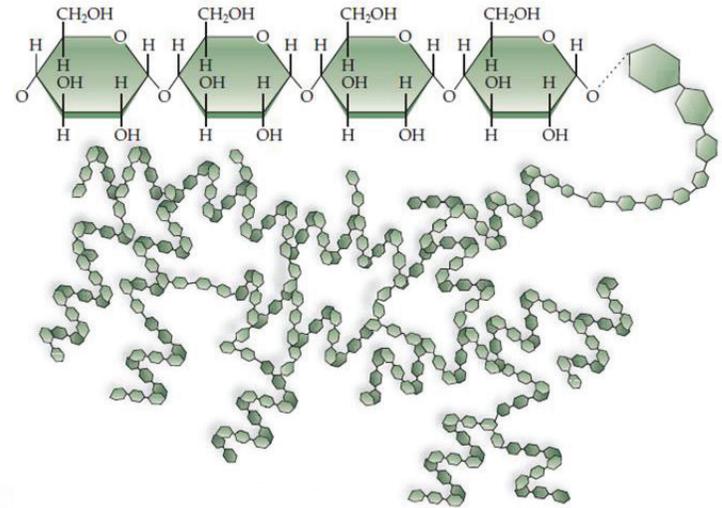
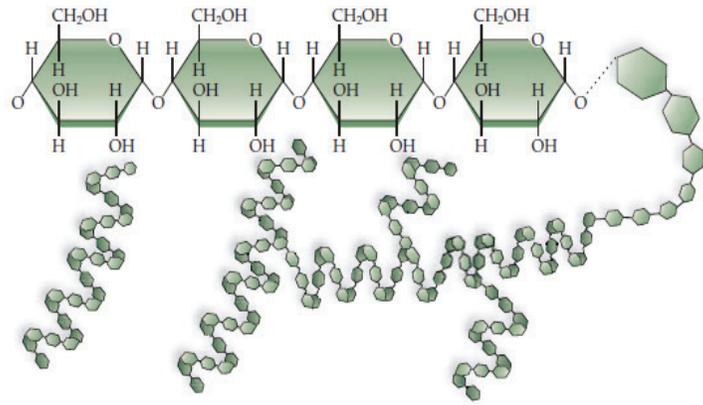
- สายยาวไม่แตกกิ่ง = (glucose)_n
by β -1, 4-glycosidic bond
- เรียงขนานกันอยู่เป็นมัดๆ = fibril

คุณสมบัติ

- ขนาด : starch < cellulose < glycogen
- ไม่มีรสหวาน
- ไม่ละลายน้ำและไม่ตกผลึก
- ย่อยด้วย cellulase → ย่อยที่ β -glycosidic bond
- ไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ในน้ำลาย กระเพาะ และ ลำไส้ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมส่วนใหญ่
- วัว ควาย มีแบคทีเรียและโปรโตซัวผลิต cellulase

แหล่งที่พบ

- cell wall (ผนังเซลล์) ของพืช
- ลำไส้หรือฝ้าย = เซลลูโลสบริสุทธิ์ 100%
- ไม้ประกอบด้วยเซลลูโลสประมาณ 50%



2. พิจารณาข้อความเกี่ยวกับโรโบโซมต่อไปนี้

ก. โรโบโซมเข้าจับกับ mRNA เพื่อเริ่มต้นการถอดรหัสพันธุกรรม

ข. โรโบโซมในเซลล์มนุษย์ประกอบด้วย 2 หน่วยย่อยที่มีขนาดต่างกัน

ค. โครงสร้างของโรโบโซมประกอบด้วยกรดอะมิโนและนิวคลีโอไทด์จำนวนมาก

ง. โรโบโซมที่เกาะอยู่ที่ผิวของเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมไม่มีบทบาทในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน

ข้อใดถูกต้อง (A-Level 68)

1. ก. และ ค. เท่านั้น

2. ก. และ ง. เท่านั้น

3. ข. และ ค. เท่านั้น

4. ข. และ ง. เท่านั้น

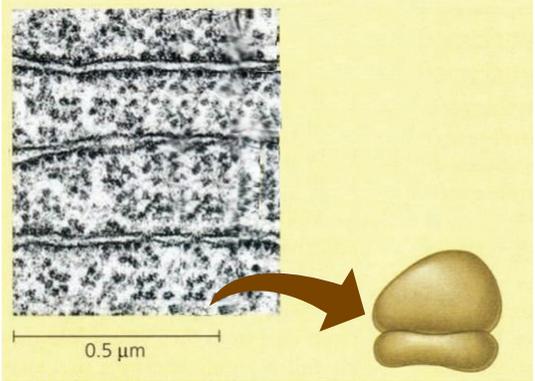
5. ค. และ ง. เท่านั้น

ribosome

โครงสร้าง

- สร้างจาก nucleolus (อยู่ใน nucleus)
- ประกอบด้วย rRNA + protein
- มี 2 subunits

small subunit	large subunit	ribosome
30S	50S	70S
40S	60S	80S



Svedberg unit (S) = ค่าสัมประสิทธิ์การตกตะกอน
จาก centrifugation



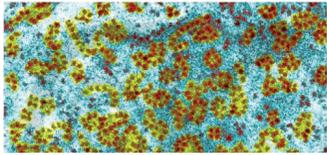
- หลักการ
 - หน่วยขนาดใหญ่ → ตกเร็ว → ค่า S ↑
 - หน่วยขนาดเล็ก → ตกช้า → ค่า S ↓
- ค่า S ในสารที่ประกอบจาก 2 subunits
 - สูญเสียพื้นที่ผิวบริเวณที่ subunit จับกัน
 - เมื่อนำทุกค่า S_{subunit} มาบวกกัน → $S_{\text{รวม}}$ ↓



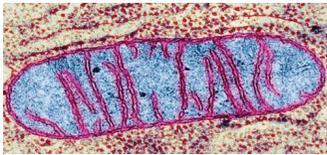
หน้าที่

1. free ribosome

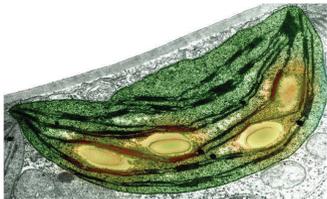
ลอยอิสระใน cytosol → สร้าง protein
ใช้ใน cell



ลอยอิสระใน matrix → สร้าง protein
ใช้ใน mitochondria

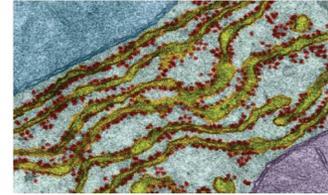


ลอยอิสระใน stroma → สร้าง protein
ใช้ใน chloroplast

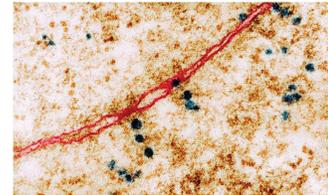


2. bound ribosome

เกาะบนเยื่อหุ้ม RER → สร้าง protein
ใช้นอก cell + protein ที่เป็นองค์ประกอบ
ของ plasma membrane



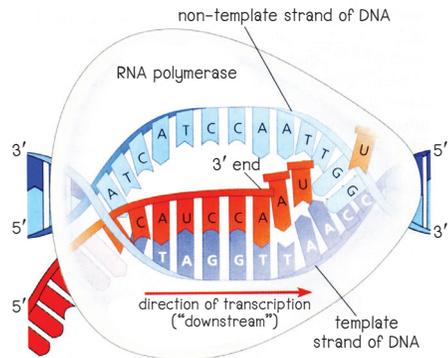
เกาะบน nuclear membrane
→ สร้าง protein ใช้ใน nucleus



การสังเคราะห์โปรตีนและการกลาย

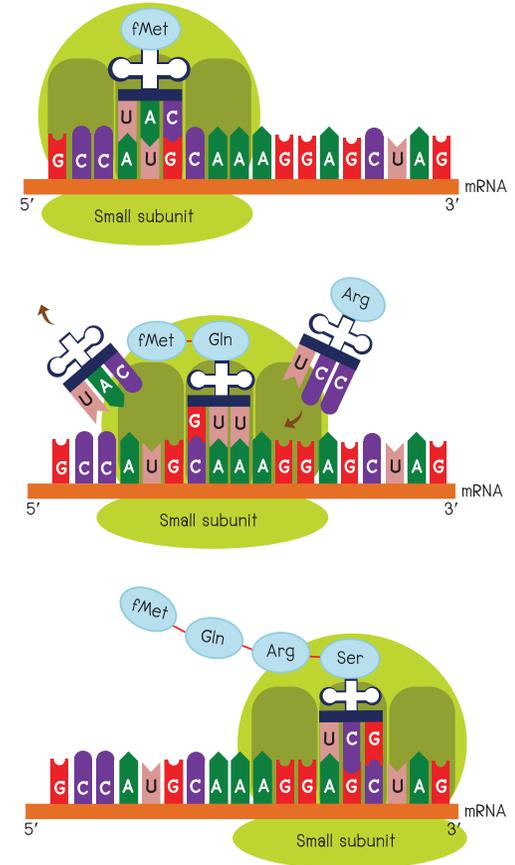
transcription (การถอดรหัส)

- = DNA → RNA
- เกิดเมื่อเซลล์ต้องการจะสร้างโปรตีน/ เกิดในนิวเคลียส
- แม่พิมพ์ : DNA 1 สายเดี่ยว
- ทิศทางการเกิด
 - สายต้นแบบ (DNA) อ่านจากทิศ 3' → 5'
 - สายใหม่ (RNA) สร้างจากทิศ 5' → 3'
- เครื่องมือที่ใช้
 - RNA polymerase (อาร์เอ็นเอพอลิเมอเรส)
 - ทำลายพันธะไฮโดรเจนระหว่างเบสคู่สม
 - เติมนิวคลีโอไทด์เพื่อสร้างสาย RNA
 - ribonucleotide triphosphate (A, U, C, G)
- ผลลัพธ์
 - mRNA ที่ถอดรหัสมาจาก DNA 1 สายเดี่ยว



translation (การแปลรหัส)

- = RNA → polypeptide/ โปรตีน
- เกิดเมื่อเซลล์ต้องการจะสร้างโปรตีน/ เกิดที่ไซโทพลาซึม
- แม่พิมพ์ : RNA 1 สายเดี่ยว
- ทิศทางการเกิด
 - อ่านสาย RNA ต้นแบบจากทิศ 5' → 3'
 - โปรตีนสายใหม่ที่ได้จะสร้างจากปลาย N → ปลาย C
- เครื่องมือที่ใช้
 - กรดอะมิโน 20 ชนิด
 - เป็นวัตถุดิบในการสร้างโปรตีน
 - tRNA
 - เป็นผู้ขนส่งกรดอะมิโนแต่ละชนิด มี anticodon (3' → 5') ที่คู่สมกับ codon (5' → 3')
 - เอนไซม์ aminoacyl-tRNA synthetase (เอนไซม์อะมิโนเอซิลทีอาร์เอ็นเอซินทีเทส)
 - สร้างโมเลกุลสายผสมของ tRNA และกรดอะมิโน
 - ribosome (ไรโบโซม)
 - เป็นตัวประกบสาย mRNA กับ tRNA + กรดอะมิโน
 - เอนไซม์ peptidyl transferase (เอนไซม์เพปไทด์ทรานสเฟอเรส)
 - สร้างพันธะเพปไทด์ระหว่างกรดอะมิโน
- ผลลัพธ์
 - สายโปรตีนที่ถอดรหัสตามสาย mRNA ต้นแบบ



gene mutation (การกลายระดับยีน) = การเปลี่ยนแปลง

ของลำดับเบสใน DNA โดยปกติจะเกิดในอัตราต่ำๆ จากความผิดพลาดใน DNA replication แต่จะพบสูงขึ้นเมื่อถูกชักนำด้วยสารก่อการกลาย (mutagen)

การแทนที่เบส (base-pair substitution)

- sense/ silent mutation = กรดอะมิโนไม่เปลี่ยนแปลง/ โปรตีนเหมือนเดิม
- missense mutation = มีการเปลี่ยนชนิดของกรดอะมิโน
- nonsense mutation = หยุดสังเคราะห์โปรตีน/ กรดอะมิโนสั้นลง

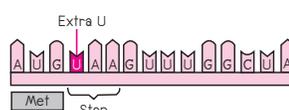
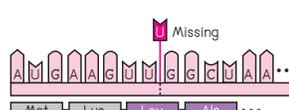
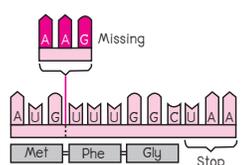
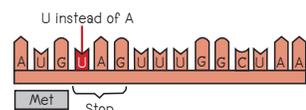
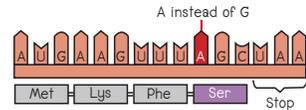
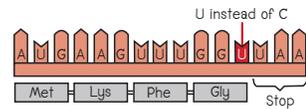
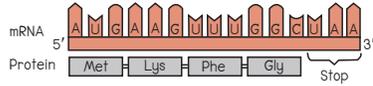
การเกินหรือขาดหายของนิวคลีโอไทด์ (insertion/deletion)

no frameshift
= เพิ่มหรือลดแล้วมีการจัดโคดอนเหมือนเดิม

มีกรดอะมิโนเกินหรือขาดในสายโปรตีน

frameshift
= เพิ่มหรือลดแล้วมีการจัดโคดอนใหม่

- extensive missense mutation = มีการเปลี่ยนชนิดของกรดอะมิโนตลอดสาย
- nonsense mutation = หยุดสังเคราะห์โปรตีน/ กรดอะมิโนสั้นลง



การเปลี่ยนแปลงที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะฟีโนไทป์

- การเติมเบส 1 ตัว ลงไปในสาย DNA ใน coding region
- การเติมเบส 3 ตัว **หลังตำแหน่งเริ่มต้นของการถอดรหัส** (transcription)
- การ**เพิ่มลำดับเบส** 1 โคดอนในยีน
- การ**นำลำดับเบส** 1 โคดอนออกจากยีน

การเปลี่ยนแปลงที่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะฟีโนไทป์

- การ**เปลี่ยนแปลงเบส** 1 ตัว ในสาย DNA ส่วนที่ไม่ใช่ยีน
- การเติมเบส 3 ตัว **หน้าตำแหน่งเริ่มต้นของการถอดรหัส** (transcription)
- การเติมลำดับเบสสำหรับกรดอะมิโน**หน้าตำแหน่งโพรโมเตอร์**
- การเติมลำดับเบสสำหรับกรดอะมิโน**หลังตำแหน่งสุดท้ายของการถอดรหัส**



4. พิจารณาเหตุการณ์หนึ่ง ดังนี้

สีเหนียงของกิ้งก่าเพศผู้เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมด้วยยีนเพียงหนึ่งยีนบนออโทโซม

การสำรวจประชากรกิ้งก่าในปี ค.ศ. 2023 ณ เกาะภูเขาไฟแห่งหนึ่ง ซึ่งมีหุบเหวลึกขนาดใหญ่แบ่งพื้นที่บนเกาะออกเป็นฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตก พบว่าทั้งสองฝั่งมีกิ้งก่าอาศัยอยู่เป็นจำนวนมากหลายหมื่นตัว โดยทางฝั่งตะวันตกพบเฉพาะกิ้งก่าเพศผู้ที่มีเหนียงสีแดง ในขณะที่ทางฝั่งตะวันออกพบเฉพาะกิ้งก่าเพศผู้ที่มีเหนียงสีเหลือง

การสืบค้นข้อมูลย้อนหลังพบว่า เหตุการณ์ระเบิดครั้งใหญ่ของภูเขาไฟเมื่อประมาณ 30 ปีก่อนหน้านั้น ส่งผลให้เกิดหุบเหวลึกขนาดใหญ่ ความร้อนและธารลาวาทำให้สัตว์ประจำถิ่นจำนวนมากตายไป ความหลากหลายทางพันธุกรรมของสัตว์ที่ยังคงเหลืออยู่จึงต่ำ ต่อมาได้มีโครงการปรับปรุงพันธุ์โดยนำกิ้งก่าจากทั้งสองฝั่งมาเลี้ยงร่วมกันในสวนสัตว์ พบว่าลูกผสมที่ได้ทุกตัวเป็นหมัน จึงสรุปว่ากิ้งก่าสองกลุ่มนี้ได้แยกกันเป็นสปีชีส์ใหม่อย่างสมบูรณ์

ข้อใดระบุปัจจัยทางวิวัฒนาการที่เป็นเหตุให้กิ้งก่าเพศผู้จากแต่ละฝั่งของหุบเหวลึกต่างกัน และระบุกลไกผลักดันให้เกิดกิ้งก่าสปีชีส์ใหม่ขึ้นได้ถูกต้อง ตามลำดับ (A–Level 68)

1. มิวเทชัน และการแบ่งแยกทางภูมิศาสตร์
2. การถ่ายเทยีน และการแบ่งแยกทางภูมิศาสตร์
3. เจเนติกดริฟท์แบบสุ่ม และการแบ่งแยกทางภูมิศาสตร์
4. การผสมพันธุ์แบบไม่สุ่ม และการแบ่งแยกทางพฤติกรรม
5. การคัดเลือกโดยธรรมชาติ และการแบ่งแยกทางพฤติกรรม

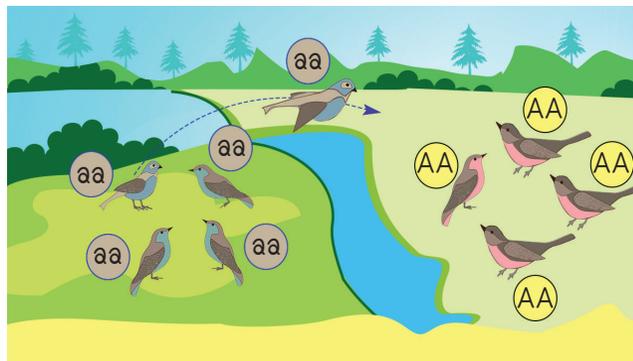
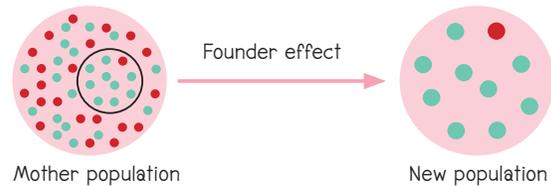
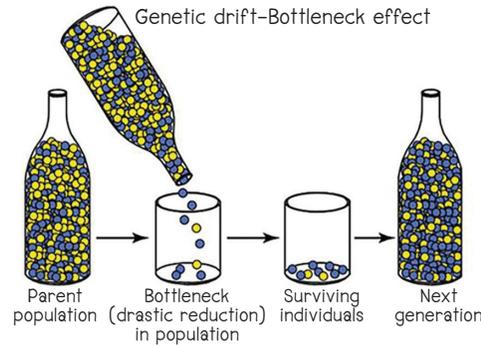
วิวัฒนาการระดับจุลภาคและวิวัฒนาการระดับมหภาค

วิวัฒนาการระดับจุลภาค (microevolution)

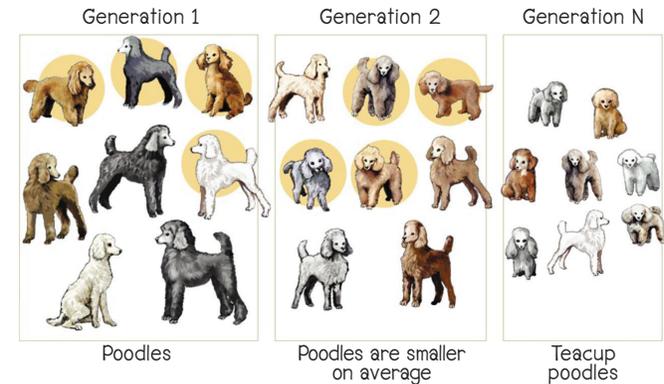
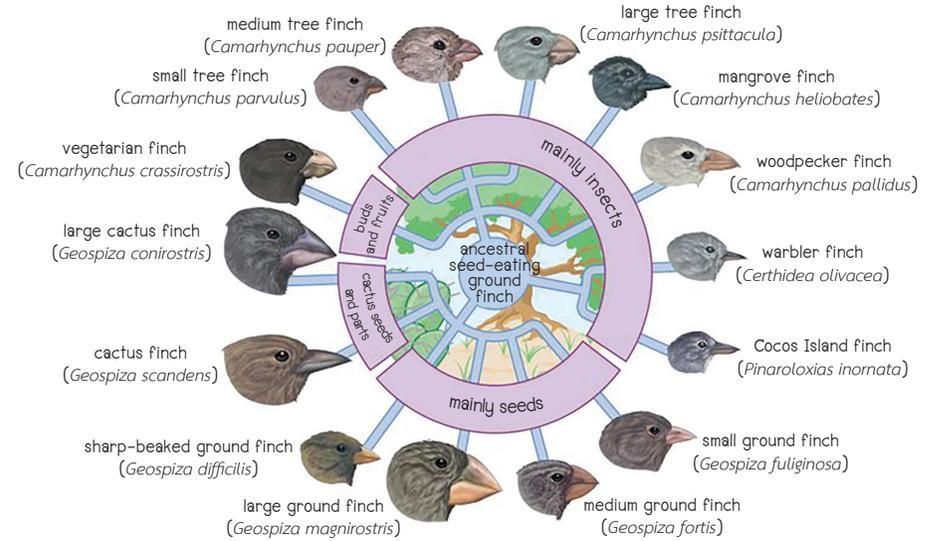
การเปลี่ยนแปลงความถี่แอลลีลหรือความถี่โนไทป์ในกลุ่มประชากร → สมดุล Hardy-Weinberg

ประกอบด้วย 6 ปัจจัย

- founder effect
 - bottleneck effect
 - gene flow
 - non-random mating
 - mutation
 - natural selection
- } random genetic drift



Adaptive radiation in Galapagos finches

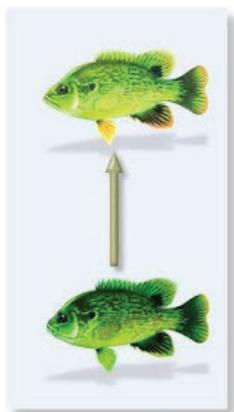


วิวัฒนาการระดับมหภาค (macroevolution)

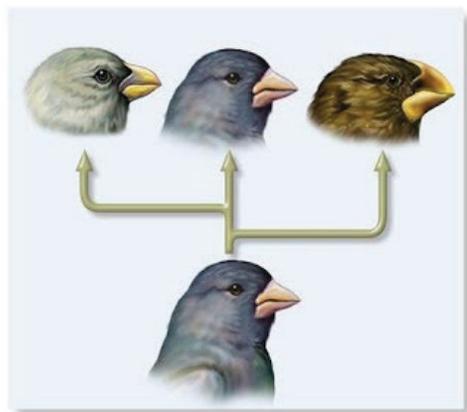
การเกิดสปีชีส์ใหม่จากการเกิด microevolution ซ้ำๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานาน

กลไกการเกิดสปีชีส์ใหม่มี 2 แบบ

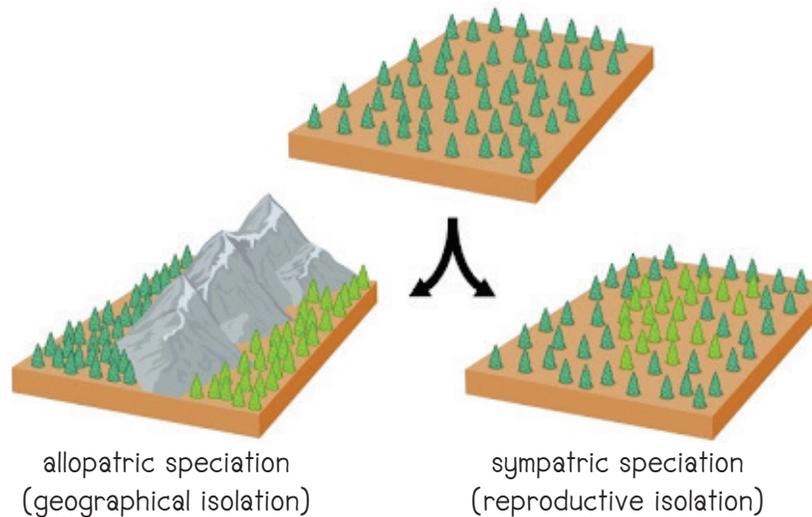
- **แบบสายตรง (phyletic evolution/ anagenesis)** → การสะสมการเปลี่ยนแปลงของลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมในประชากรจนเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสปีชีส์ใหม่แทนสปีชีส์เดิม
- **แบบแตกแขนง (speciation/ cladogenesis)** → เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมเป็นสองกลุ่มหรือมากกว่าในประชากรจนเกิดสปีชีส์ใหม่แยกออกมาจากสปีชีส์เดิม
 - **มีการแบ่งแยกทางภูมิศาสตร์ (allopatric speciation)** = ภูเขา แม่น้ำ ทะเล มาขวางกั้น → ประชากรแยกกันเป็นสองกลุ่ม → ต่างปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของตนเอง
 - **ไม่มีการแบ่งแยกทางภูมิศาสตร์ (sympatric speciation)** = สิ่งมีชีวิตยังคงอยู่บริเวณเดียวกัน → เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับโครโมโซม



anagenesis



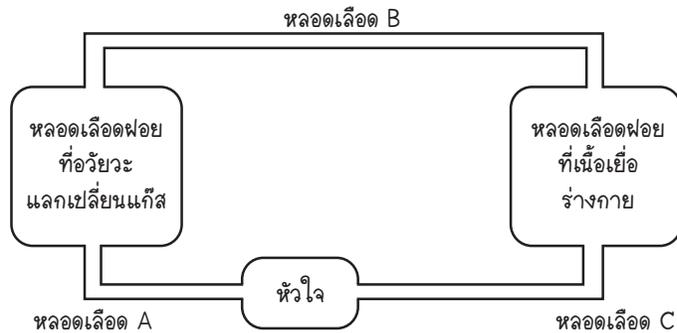
cladogenesis



allopatric speciation
(geographical isolation)

sympatric speciation
(reproductive isolation)

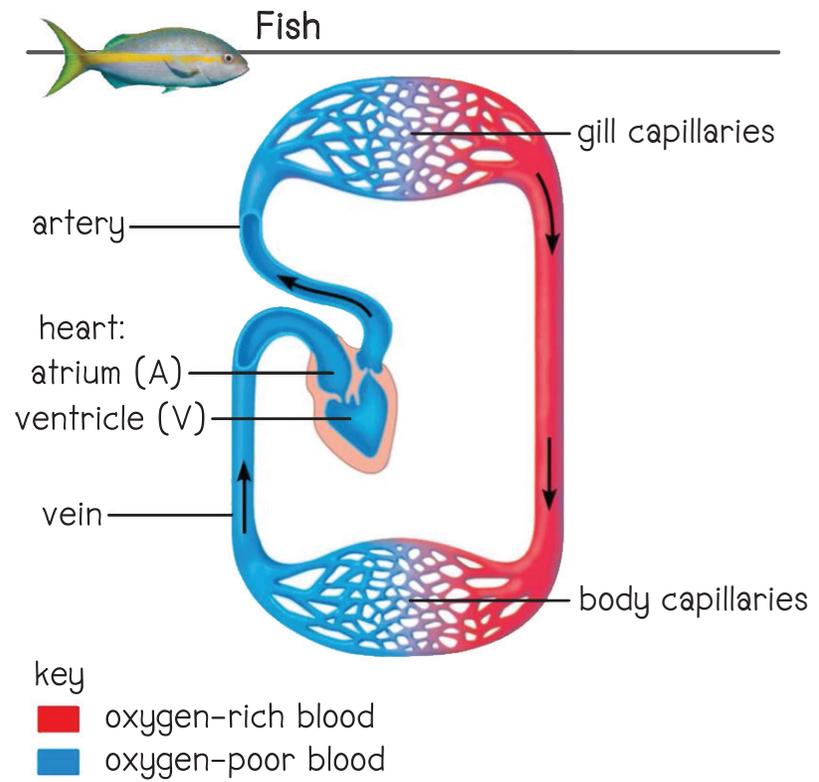
5. แผนภาพระบบไหลเวียนเลือดของสัตว์มีกระดูกสันหลังชนิดหนึ่ง เป็นดังนี้



จากข้อมูล ข้อใดถูกต้อง (A-Level 68)

1. หัวใจของสัตว์ชนิดนี้มีสามห้อง
2. สัตว์ชนิดนี้เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
3. เลือดในหลอดเลือด A มีอัตราการไหลต่ำที่สุด
4. เลือดในหลอดเลือด A มี P_{O_2} สูงกว่าเลือดในหลอดเลือด B
5. เลือดในหลอดเลือด B มี P_{O_2} สูงกว่าเลือดในหลอดเลือด C

ระบบไหลเวียนเลือดของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

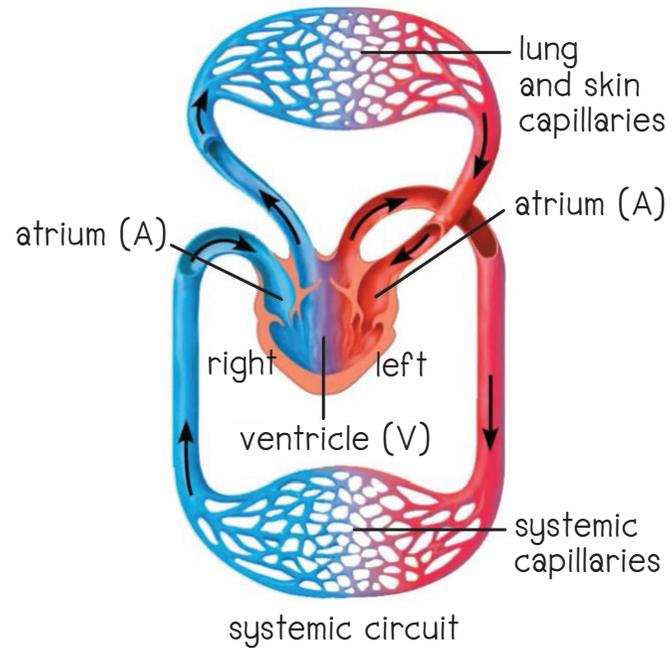


- กลุ่มปลา
- มีหัวใจ 2 ห้อง : 1 atrium (หัวใจห้องบน) + 1 ventricle (หัวใจห้องล่าง)
- single circulation : หมุนเวียนเลือดผ่านหัวใจครั้งเดียว
- เลือดออกซิเจนต่ำจากร่างกายกลับเข้าหัวใจ → atrium → ventricle → สูบฉีดเลือดไปพอกที่เหงือก → เลือดออกซิเจนสูงจากเหงือกส่งต่อไปเลี้ยงร่างกาย (โดยไม่ผ่านหัวใจ)
- เลือดที่ผ่านหัวใจทั้ง 2 ห้อง เป็นเลือดออกซิเจนต่ำ



Amphibians

pulmocutaneous circuit



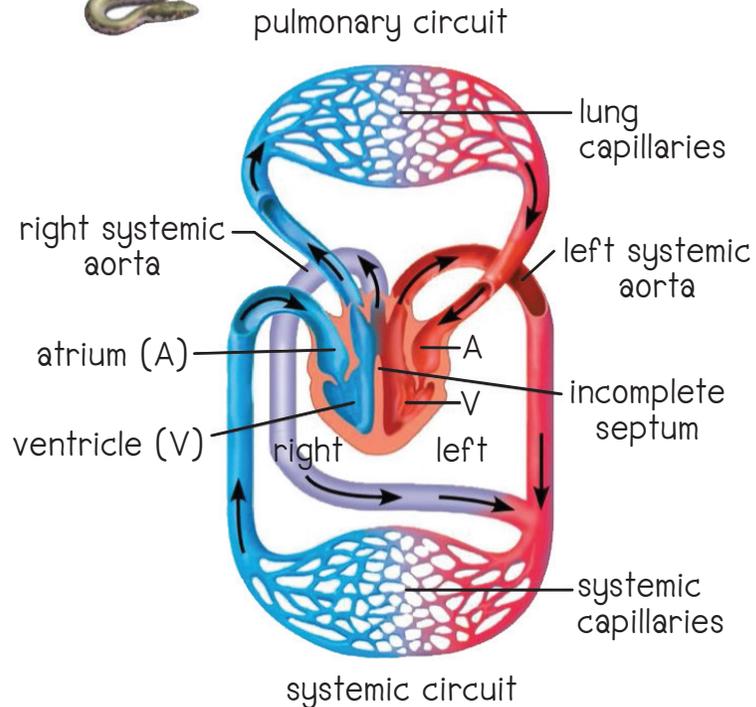
• กลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

มีหัวใจ 3 ห้อง : 2 atrium (หัวใจห้องบน) + 1 ventricle (หัวใจห้องล่าง)

- double circulation : หมุนเวียนเลือดผ่านหัวใจ 2 ครั้ง
- เลือดออกซิเจนต่ำจากร่างกายกลับเข้าหัวใจ (ครั้งที่ 1) →
right atrium → ventricle → สูบฉีดเลือดไปพอกที่ปอดและผิวหนัง →
เลือดออกซิเจนสูงส่งกลับเข้าหัวใจ (ครั้งที่ 2) →
left atrium → ventricle → สูบฉีดเลือดไปเลี้ยงทั่วร่างกาย
- ventricle รับทั้งเลือดออกซิเจนต่ำและออกซิเจนสูง = เลือดผสม



Reptiles (except crocodile)



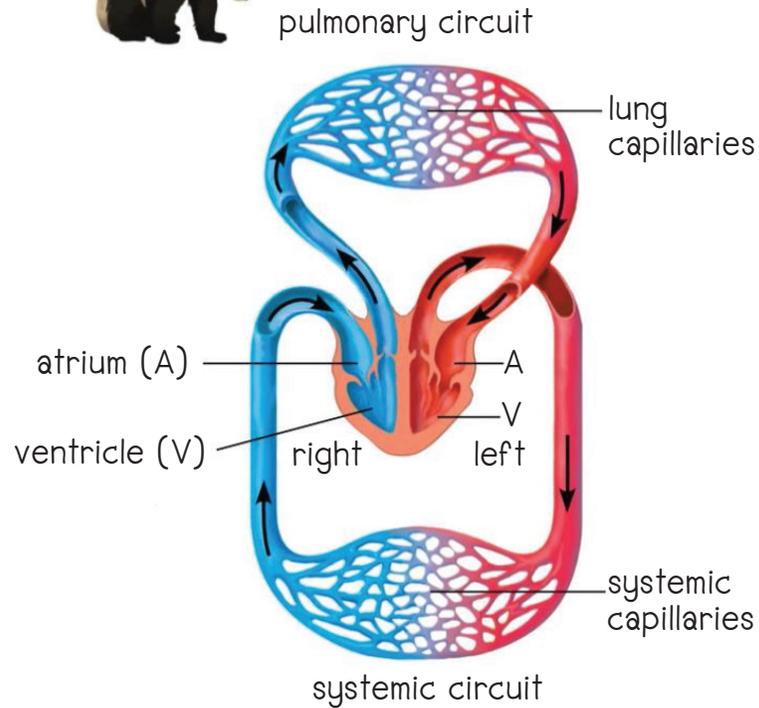
• กลุ่มสัตว์เลื้อยคลานยกเว้นจระเข้

มีหัวใจ 4 ห้องไม่สมบูรณ์ : 2 atrium (หัวใจห้องบน) + 1 ventricle (หัวใจห้องล่าง) ที่ผนังกันไม่สมบูรณ์

- double circulation : หมุนเวียนเลือดผ่านหัวใจ 2 ครั้ง
- เลือดออกซิเจนต่ำจากร่างกายกลับเข้าหัวใจ (ครั้งที่ 1) → right atrium → ventricle → สูดฉีดเลือดไปพอกที่ปอด → เลือดออกซิเจนสูงจากปอดส่งกลับเข้าหัวใจ (ครั้งที่ 2) → left atrium → ventricle → สูดฉีดเลือดไปเลี้ยงทั่วร่างกาย
- ventricle รับทั้งเลือดออกซิเจนต่ำและออกซิเจนสูง = เลือดผสม แต่เลือดปนกันน้อยกว่าระบบหัวใจ 3 ห้อง เพราะมีผนังกันที่ไม่สมบูรณ์



Crocodile birds and mammals



• กลุ่มกระดูก สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

มีหัวใจ 4 ห้องสมบูรณ์ : 2 atrium (หัวใจห้องบน) + 2 ventricle (หัวใจห้องล่าง)

- double circulation : หมุนเวียนเลือดผ่านหัวใจ 2 ครั้ง
- เลือดออกซิเจนต่ำจากร่างกายกลับเข้าหัวใจ (ครั้งที่ 1) →
right atrium → right ventricle → สูบฉีดเลือดไปพอกที่ปอด →
เลือดออกซิเจนสูงจากปอดส่งกลับเข้าหัวใจ (ครั้งที่ 2) →
left atrium → left ventricle → สูบฉีดเลือดไปเลี้ยงทั่วร่างกาย
- เลือดออกซิเจนต่ำและออกซิเจนสูงไม่ปนกัน เพราะมีผนังกันสมบูรณ์

6. ตารางแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย อุณหภูมิเฉลี่ย ระดับความหลากหลายทางชีวภาพ และตัวอย่างพืชที่พบดังนี้

ไบโอม	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (เซนติเมตร)	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ระดับความหลากหลาย ทางชีวภาพ	ตัวอย่างพืชที่พบ
A	น้อยกว่า 25	-3 ถึง 60	ต่ำ	ไม้อวบน้ำ พืชปีเดียว
B	200 ถึง 400	20 ถึง 29	สูง	ไม้ป่าดงดิบ
C	25 ถึง 75	-25 ถึง 16	ต่ำ	พืชใบรูปเข็ม
D	น้อยกว่า 25	-40 ถึง 18	ต่ำ	พืชพุ่มเตี้ย มอส
E	30 ถึง 50	20 ถึง 30	สูง	หญ้า พืชพุ่มมีหนาม

จากข้อมูล ข้อใดไม่ถูกต้อง (A–Level 68)

1. ไบโอม D พบชั้นดินเยือกแข็งคงตัว (permafrost)
2. ไบโอม B มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าแบบผลัดใบ (deciduous forest)
3. ไบโอม C มีขอบเขตตั้งแต่ขั้วโลกเหนือ อเมริกาเหนือ ยุโรป และเอเชียตอนบน
4. ไบโอม A มีการแพร่กระจายของพืชอวบน้ำเป็นแบบสม่ำเสมอ (uniform distribution)
5. ไบโอม E พบพืชประเภทที่สามารถขึ้นในสภาพอากาศร้อนและแห้งแล้ง ต้นไม้เปิดเรือนยอด

ไบโอมขนบก

ไบโอม	ลักษณะเด่น	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (เซนติเมตร)	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	พรรณไม้ที่พบ	สัตว์ที่พบ
ป่าดิบชื้น	มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตสูงที่สุด ปริมาณฝนค่อนข้างสูงและคงที่	200 ถึง 400	25 ถึง 28	ยางก่อง ตะเคียน สะยา ดินเ็ดแดง จิกเงา ปาล์ม	นกเงือกหัวแรด ชะนีมือดำ วัวแดง
ป่าดิบแล้ง	ฤดูแล้งยาว 6-7 เดือน ต้นไม้ผลัดใบในฤดูแล้ง	150 ถึง 200	20 ถึง 30	ยางแดง มะค่าโมง ตะแบก ตะเคียนหิน พลอง กระเขากลัก	ชะนีมงกุฎ ไก่อ่าพญาลอ
ป่าผลัดใบ เขตอบอุ่น	มี 4 ฤดูชัดเจน ไม้ต้นมีใบกว้าง และผลัดใบก่อนถึงฤดูหนาว	70 ถึง 200	10 ถึง 15	สัก มะค่า แดง ประดู่ ชิงชัน	นกยูง ละมั่ง ควายนก
ป่าสน/ ไทกา	ฤดูหนาวจะหนาวมากและค่อนข้างยาวนาน พืชมีใบเป็นรูปเข็ม	30 ถึง 70	-5 ถึง 5	สน ไพน์ สปรูซ เฮมล็อก เฟอร์	ชะมด หมาป่า
สะวันนา	ฤดูแล้งอาจยาวนานถึง 8-9 เดือน และมักเกิดไฟป่า	30 ถึง 50	24 ถึง 29	หญ้า เต็ง รัง เหียง พลวง ประดู่ แดง มะขามป้อม	กวางป่า กระตัง เก้ง ช้างป่า เสือดาว
ทุ่งหญ้า เขตอบอุ่น	ฤดูหนาวมักจะแห้งแล้ง ฤดูเปลี่ยนเป็น ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์หรือเพาะปลูก	30 ถึง 100	-5 ถึง 20	หญ้าและพืชล้มลุกขนาดเล็ก	วัวไซปัน ม้าป่า แพรรีต็อก มาร์มอต
ทะเลทราย	อุณหภูมิต่างกันมากระหว่างกลางวันและกลางคืน	ต่ำกว่า 30	0 ถึง 30	กระบองเพชร ไม้พุ่ม พืชล้มลุก	หนูแก๊งคารู อูฐ งูหางกระดิ่ง แมงป่อง
ซาฟารีลاند	พบตามชายฝั่งแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน	30 ถึง 50	10 ถึง 20	หญ้า ไม้พุ่มมีหนาม มะกอก ส้ม เลมอน	หมูป่า แมวป่า
ทุนดรา	ฤดูหนาวยาวนาน ฤดูร้อนสั้น พบชั้นดินเยือกแข็งคงตัว (permafrost)	20 ถึง 60	-12 ถึง 10	มอส หญ้า พืชล้มลุกขนาดเล็ก ไลเคน	กวางเรนเดียร์ กระต่ายป่าจ้าวโลก สุนัขป่าจ้าวโลก
ป่าเขตที่สูง	อุณหภูมิจะลดลงตามความสูงที่เพิ่มขึ้น	100 ถึง 200	8 ถึง 15	ไม้วงศ์ก่อ นางพญาเสือโคร่ง มะขามป้อมดง อบเชย	กะต่าง เต่าภูเขา นกกินปลีหางยาว

7. อวัยวะ ก. ข. ค. ง. และ จ. เป็นอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหาร ดังนี้

อวัยวะ ก. สร้างเพปซิโนเจน

อวัยวะ ข. มีการย่อยไขมันและกรดนิวคลีอิกเกิดขึ้น

อวัยวะ ค. มีการย่อยแป้งจนได้เดกซ์ทรินและมอลโทส

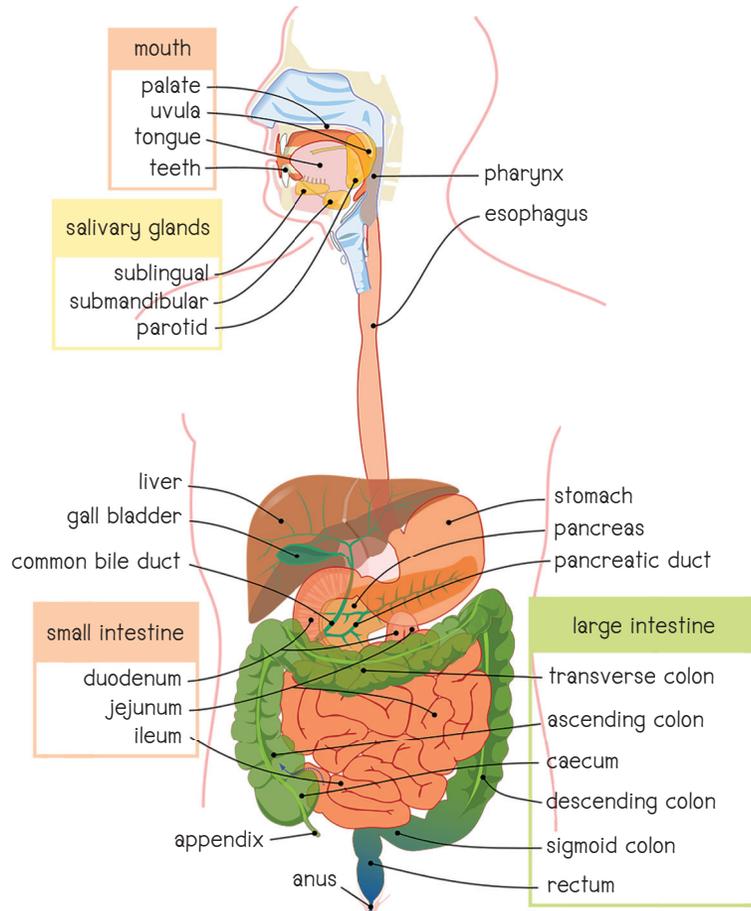
อวัยวะ ง. สร้างสารที่ทำให้ไขมันแตกตัว

อวัยวะ จ. สร้างโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต

ข้อใดถูกต้อง (A-Level 68)

1. อวัยวะ ค. ไม่มีการย่อยเชิงกล
2. อวัยวะ ง. สร้างเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยอาหาร
3. อวัยวะ ก. มีการย่อยอาหารประเภทโปรตีนเท่านั้น
4. มีการลำเลียงวิตามินเอเข้าสู่หลอดเลือดฝอยภายในอวัยวะ ข.
5. อวัยวะ จ. มีการย่อยอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และกรดนิวคลีอิก

digestive tract



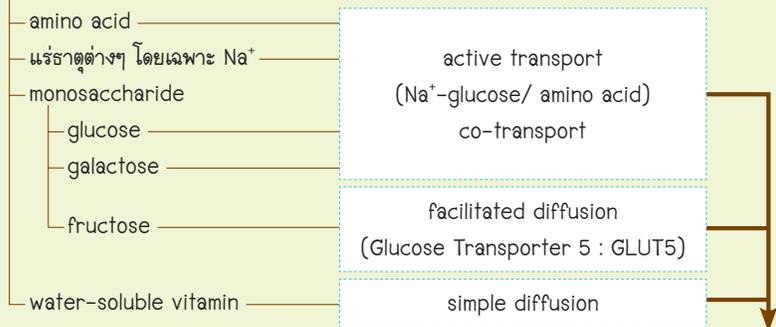
ตารางสรุปการย่อยทางเคมี (chemical digestion)

ต่อม	สารเคมี	น้ำย่อย (เอนไซม์)	สารอาหารที่ถูกย่อย	ผลิตภัณฑ์		
ต่อมน้ำลาย (salivary gland)	น้ำลาย (saliva)	ptyalin หรือ amylase	แป้งและ glycogen	dextrin และ maltose		
ต่อมสร้างน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร (gastric gland)	gastric juice และ HCl	pepsinogen $\xrightarrow{\text{HCl}}$ pepsin	protein และ paracasein	peptide		
		prorennin $\xrightarrow{\text{pepsin}}$ rennin	โปรตีนในนม (casein)	paracasein		
		lipase ถูกทำลายโดย HCl				
ตับอ่อน (pancreas)	pancreatic juice และ NaHCO_3	amylase	แป้งและ glycogen	maltose		
		trypsinogen $\xrightarrow{\text{enterokinase}}$ trypsin	protein และ polypeptide	peptide		
		chymotrypsinogen \downarrow trypsin chymotrypsin	protein และ polypeptide	peptide		
		procarboxypeptidase \downarrow trypsin carboxypeptidase	peptide ปลายด้านหมู่ carboxyl (-COOH)	amino acid		
		lipase	หยดไขมันเล็กๆ (emulsified fat)	กรดไขมัน และกลีเซอรอล		
ต่อมสร้างน้ำย่อยในลำไส้เล็ก (intestinal gland)	intestinal juice	enterokinase	trypsinogen	trypsin		
		maltase	maltose	กลูโคส + กลูโคส		
		sucrase	sucrose	กลูโคส + ฟรุกโทส		
		lactase	lactose	กลูโคส + กาแลคโทส		
		aminopeptidase	peptide ปลายด้านหมู่ amino (-NH ₂)	amino acid		
		tripeptidase	tripeptide	dipeptide และ amino acid		
		dipeptidase	dipeptide	amino acid		
		lipase	หยดไขมันเล็กๆ (emulsified fat)	กรดไขมัน และกลีเซอรอล		
		ตับ (liver)	น้ำดี (bile)	เกลือน้ำดี (bile salt) ไม้ใช่ enzyme	ดีไขมันให้แตกตัว	หยดไขมันเล็กๆ (emulsified fat)

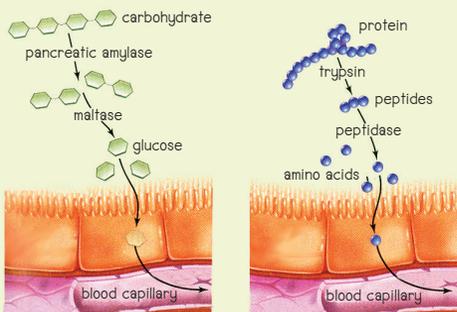
การดูดซึมสารอาหาร

- การดูดซึมอาหารเป็นกระบวนการที่มีการนำเอาสารอาหารเข้าสู่เซลล์ โดยผนังด้านในของลำไส้เล็กเป็นคลื่นและมีส่วนยื่นออกมาเป็นปุ่มเล็กๆ จำนวนมากมาย เรียกว่า วิลลัส (villus)
- วิลลัสช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมอาหารให้มากขึ้น
- ภายในวิลลัสแต่ละอันมีหลอดเลือดและหลอดน้ำเหลืองซึ่งจะดูดซึมอาหารที่ย่อยแล้วและซึมผ่านเซลล์ที่บุผนังลำไส้เข้ามา

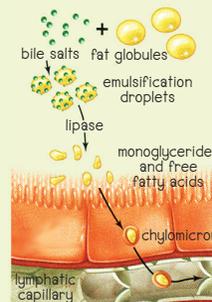
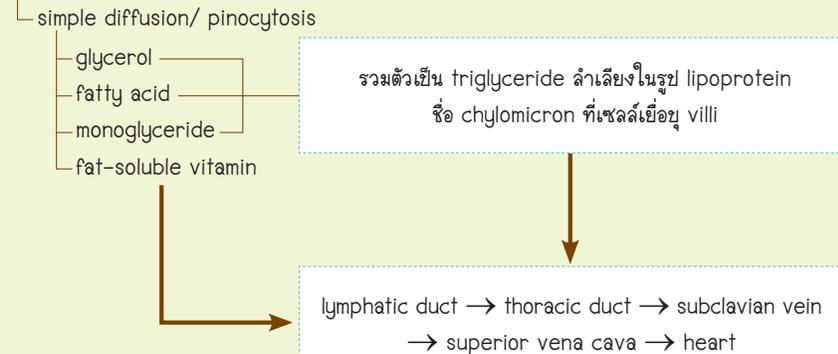
● blood vessel (หลอดเลือด)



hepatic portal vein → liver (detoxification)
→ hepatic vein → inferior/ posterior vena cava
→ heart → lung → heart → ร่างกาย/ กล้ามเนื้อหัวใจ/ นิ่งเท้า



● lacteal duct (ท่อน้ำเหลืองพอยปลายตัน)



8. ตารางแสดงระดับความดันย่อยของออกซิเจน (P_{O_2}) และความดันย่อยของคาร์บอนไดออกไซด์ (P_{CO_2}) ในเลือดของหลอดเลือดที่นำเลือดเข้าหรือออกจากหัวใจของชายรายหนึ่ง เป็นดังนี้

หลอดเลือด	ชื่อหลอดเลือด	ระดับ P_{O_2} (mmHg)	ระดับ P_{CO_2} (mmHg)
A	aorta	?	?
B	?	40	45
C	?	104	40

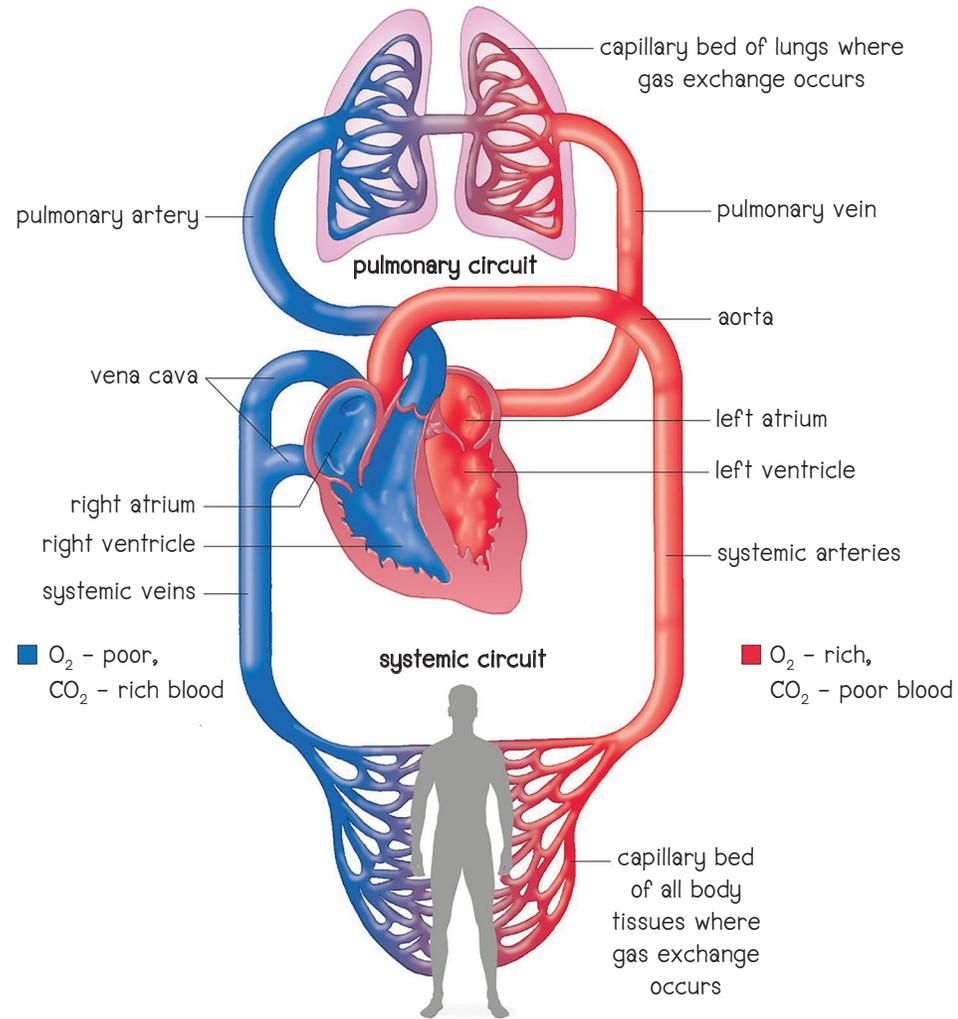
พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. หลอดเลือด B คือหลอดเลือด pulmonary vein เพราะเลือดมีระดับ P_{O_2} ต่ำ
ข. เลือดในหลอดเลือด A มีระดับ P_{CO_2} น้อยกว่า 45 mmHg เพราะผ่านการแลกเปลี่ยนแก๊สที่ปอดแล้ว
ค. หากชายคนนี้ไปปีนเขาเอเวอเรสต์ถึงระดับความสูงเหนือน้ำทะเล 4,000 เมตร เลือดในหลอดเลือด A และ C จะมีระดับ P_{O_2} เพิ่มขึ้น เพราะร่างกายปรับตัวให้ผลิตเม็ดเลือดแดงจำนวนมากขึ้น

จากข้อมูล ข้อใดถูกต้อง (A-Level 68)

1. ก. เท่านั้น
2. ข. เท่านั้น
3. ก. และ ข. เท่านั้น
4. ก. และ ค. เท่านั้น
5. ข. และ ค. เท่านั้น

การไหลเวียนเลือดในมนุษย์



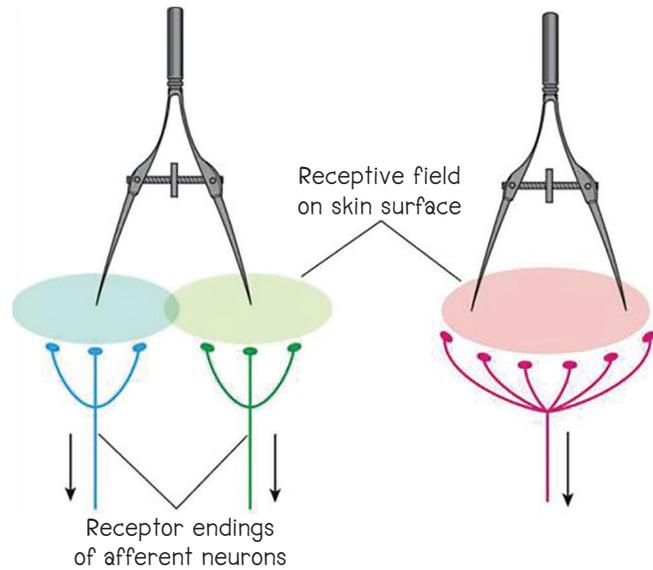
9. การทดลองหาความไวในการรับสัมผัสของผิวหนัง โดยวิธี “การจำแนกจุดสัมผัส 2 จุด (two-point discrimination test)” มีผลการทดลอง ดังนี้

บริเวณร่างกาย	ระยะที่น้อยที่สุดซึ่งสามารถแยกจุดสัมผัส ออกเป็น 2 จุด (มิลลิเมตร)
ปลายนิ้วชี้	2
แก้ม	8
ฝ่ามือ	13
ไหล่	42

จากข้อมูล ข้อใดถูกต้อง (A-Level 68)

1. ปลายนิ้วชี้มีความไวในการรับสัมผัสมากกว่าแก้ม
2. บริเวณไหล่มีปลายประสาทรับสัมผัสหนาแน่นที่สุด
3. แอ็กซอนของเซลล์ประสาทรับความรู้สึกนี้ ไม่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม
4. หน่วยรับความรู้สึกที่เกี่ยวข้อง เป็นหน่วยรับรู้อารเคมี (chemoreceptor)
5. หากระยะห่างที่แยกจุดสัมผัสได้เป็น 2 จุดมีค่าน้อย แสดงว่าบริเวณนั้นมีความไวในการรับสัมผัสน้อย

Receptive field



Two receptive fields stimulated by the two points of stimulation:
Two points felt

(a) Region with small receptive fields

Only one receptive field stimulated by the two points of stimulation the same distance apart as in (a):
One point felt

(b) Region with large receptive field

- การจำแนกจุดสัมผัส 2 จุด ได้เมื่อถูกกระตุ้นที่ผิวหนึ่งด้วยการแตะด้วยปลายวงเวียนทั้ง 2 ข้าง
- ความแตกต่างของการรับรู้รู้สึกขึ้นกับขนาดบริเวณที่รับรู้ความรู้สึกบนผิวหนึ่ง
 - ถ้าบริเวณที่รับรู้ความรู้สึกแคบจะทำให้ขอบรอยละเอียดของวัตถุที่สัมผัสได้ดีกว่าบริเวณรับรู้ความรู้สึกกว้าง
 - จุดสัมผัส 2 จุด ถ้าอยู่บนบริเวณที่รับรู้ความรู้สึกเดียวกันจะส่งสัญญาณเดียวไปที่สมอง แต่ถ้าอยู่บนบริเวณรับรู้ความรู้สึกต่างกันจะแยกการส่งกระแสประสาทไปที่สมองผ่านเส้นประสาทคนละเส้น



10. นางสาวเอ มีรอบประจำเดือนคงที่สม่ำเสมอที่ 28 วัน และมีประจำเดือนในวันที่ 3 ถึง 7 พฤศจิกายน ดังปฏิทิน นางสาวเอมีเพศสัมพันธ์ โดยไม่มีการคุมกำเนิดเพียง 1 ครั้ง ในวันที่ 18 พฤศจิกายน และตรวจพบ human chorionic gonadotropin (hCG) ในเดือนธันวาคม

เดือนพฤศจิกายน						
อา	จ	อ	พ	พฤ	ศ	ส
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

เดือนธันวาคม						
อา	จ	อ	พ	พฤ	ศ	ส
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

จากข้อมูล ข้อใดถูกต้อง (A-Level 68)

1. นางสาวเอจะมีประจำเดือนอีกครั้งในวันที่ 30 พฤศจิกายน
2. ในวันที่ 14 พฤศจิกายน luteinizing hormone (LH) และ estrogen ของนางสาวเออยู่ในระดับสูงสุด
3. วันที่ 3 ถึง 15 พฤศจิกายน เป็นช่วงที่เซลล์สืบพันธุ์เพศหญิงเกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส
4. ในวันที่ 17 พฤศจิกายน secondary oocyte ที่ระยะเมทาเฟส II จะกำลังเคลื่อนที่อยู่ในท่อนำไข่ ด้วยการพัดโบกของซิเลีย
5. progesterone มีระดับสูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 ของเดือนพฤศจิกายน แล้วค่อยๆ ลดลงในสัปดาห์สุดท้ายของเดือนพฤศจิกายน

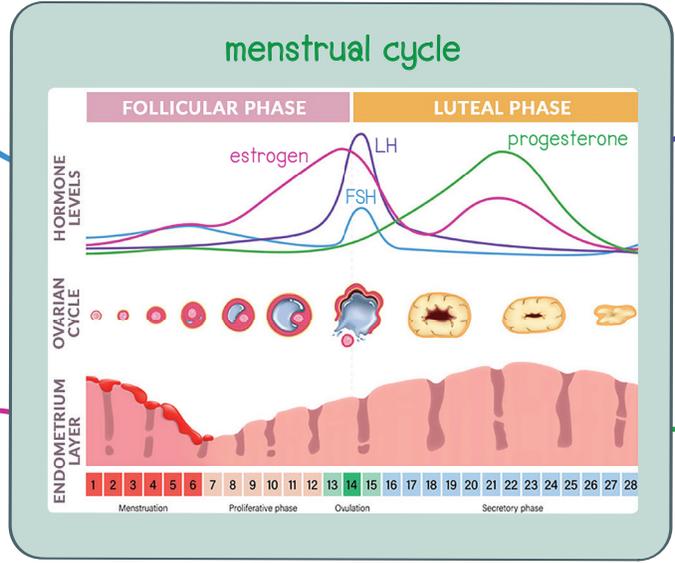
กราฟประจำเดือน (menstrual cycle)

FSH

- สร้างที่ต่อมใต้สมองส่วนหน้า
- กราฟจะขึ้น 2 รอบ คือช่วงแรกและช่วงกลางของรอบเดือน
- กระตุ้นให้ follicle เจริญและพัฒนา

LH

- สร้างที่ต่อมใต้สมองส่วนหน้า
- กราฟจะขึ้น 1 รอบ คือช่วงกลางของรอบเดือน (วันที่ 14)
- ทำให้เกิดการตกไข่ → เกิด corpus luteum



estrogen

- สร้างที่ ovary, รก, adrenal cortex, adipose tissue
- กราฟจะขึ้น 2 รอบ คือช่วงกลางและช่วงท้ายของรอบเดือน
- ควบคุมลักษณะของเพศหญิง
- กระตุ้นให้เกิด LH surge (positive feedback)
- ยับยั้งการหลั่ง FSH

progesterone

- สร้างที่ ovary, รก
- กราฟจะขึ้น 1 รอบ คือช่วงท้ายของรอบเดือน (ช่วงวันที่ 21-28)
- เพิ่มความหนาของ endometrium ให้พร้อมฝังตัว
- เพิ่มเลือดปากมดลูกเหนียวข้น
- ยับยั้งการหลั่ง LH

11. พิจารณาข้อความเกี่ยวกับใบพืช ต่อไปนี้

ก. ปากใบ (stomata) ในแผ่นใบพืช พบได้เฉพาะที่เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านล่าง

ข. แพลลิมิโซฟิลล์ (palisade mesophyll) ประกอบด้วยเซลล์พาราคีมารูปร่างยาว เรียงตัวเป็นแถวตั้งฉากกับผิวใบ และมีคลอโรพลาสต์สะสมอยู่ในเซลล์

ค. สปองจิมิโซฟิลล์ (spongy mesophyll) ประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปร่างไม่แน่นอน ช่องว่างระหว่างเซลล์มาก และไม่มีคลอโรพลาสต์สะสมอยู่ในเซลล์

ง. วาสคิวลาร์บันเดิล (vascular bundle) ที่มีขนาดใหญ่จะอยู่บริเวณเส้นกลางใบ ที่เหลือมีขนาดเล็กลดหลั่นกันไป อยู่ที่บริเวณเส้นใบและเส้นใบย่อย

ข้อใดไม่ถูกต้อง (A-Level 68)

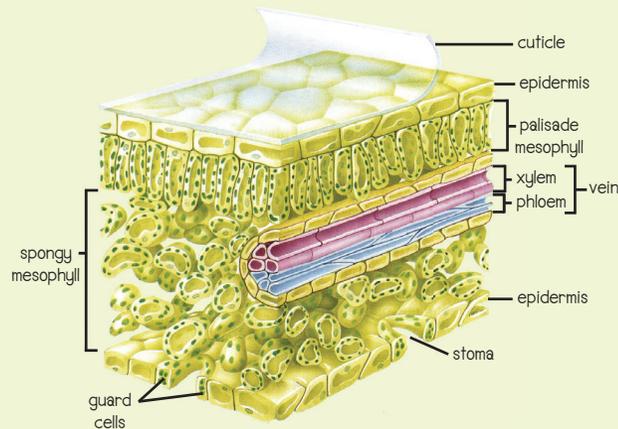
1. ก. และ ข. เท่านั้น
2. ก. และ ค. เท่านั้น
3. ข. และ ค. เท่านั้น
4. ข. และ ง. เท่านั้น
5. ทั้ง ก. ข. ค. และ ง.

โครงสร้างของพืชดอก

โครงสร้างของใบ (leaf structure)

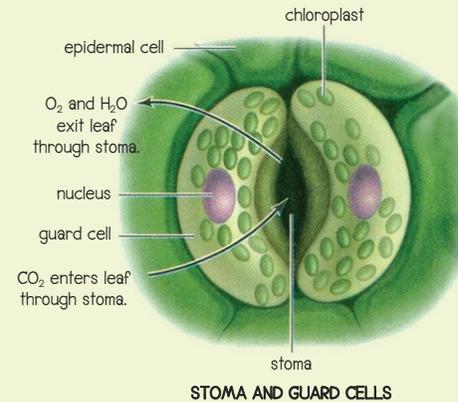
epidermis

- เนื้อเยื่อชั้นนอกสุด มีกเรียงตัวชั้นเดียว
- ด้านหลังใบเรียก upper epidermis มี cuticle หนากว่าด้านท้องใบ
- ด้านท้องใบเรียก lower epidermis มีปากใบจำนวนมาก ยกเว้นพืชปรืมน้ำ
- guard cell เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของ epidermal cell



หน้าที่

- cuticle ทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียน้ำและสะท้อนแสงแดดไม่ให้ผ่านเซลล์มากเกินไป
- ปากใบทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช



โครงสร้างของใบ (leaf structure)

mesophyll

เนื้อเยื่อ parenchyma ที่อยู่ระหว่าง epidermis ทั้งสองด้าน

ประกอบด้วย

palisade mesophyll

parenchyma ที่อยู่ติดกับชั้น

upper epidermis

เซลล์เรียงตัวเป็นระเบียบ อัดแน่น

รูปร่างเป็นแท่งยาว

ภายในมี chloroplast หนาแน่น

ทำให้ด้านหลังใบมีสีเขียวเข้ม

spongy mesophyll

parenchyma ที่เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ

รูปร่างไม่แน่นอน

เซลล์เรียงตัวหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก

ภายในมี chloroplast น้อย ทำให้มีสีเขียว

น้อยกว่า palisade mesophyll

หน้าที่

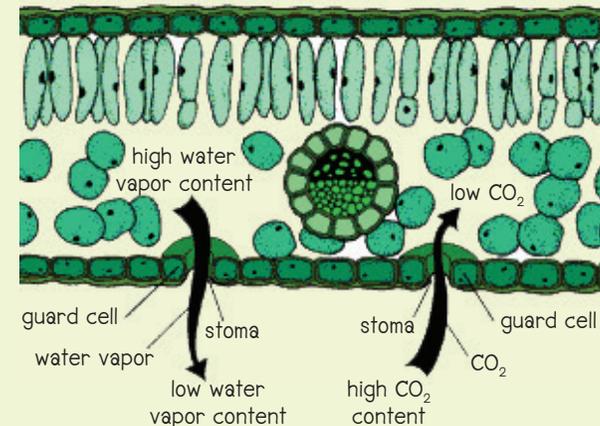
palisade mesophyll ทำหน้าที่หลักในการ

สังเคราะห์ด้วยแสง เนื่องจากมีปริมาณคลอโรฟิลล์

หนาแน่น

spongy mesophyll ช่วยในการสังเคราะห์ด้วยแสง

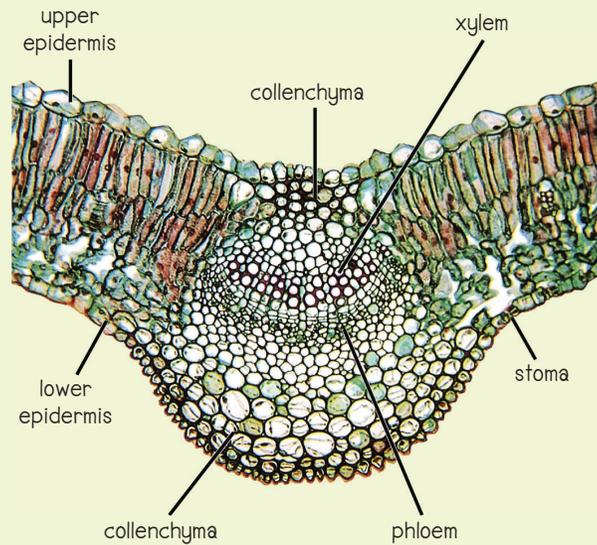
ถ่ายเทอากาศ และแลกเปลี่ยนแก๊ส



โครงสร้างของใบ (leaf structure)

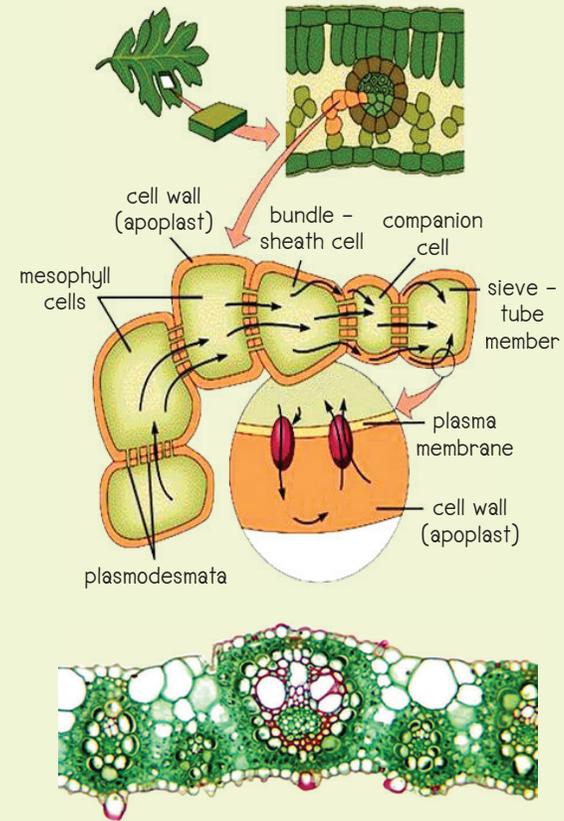
vascular bundle (เส้นใย/ กลุ่มท่อลำเลียง)

- xylem วางตัวทางด้าน upper epidermis
- phloem วางตัวทางด้าน lower epidermis
- bundle sheath (parenchyma cell)
เรียงตัวล้อมรอบท่อลำเลียง
- collenchyma cell พบบริเวณด้าน ventral
ของเส้นกลางใบ

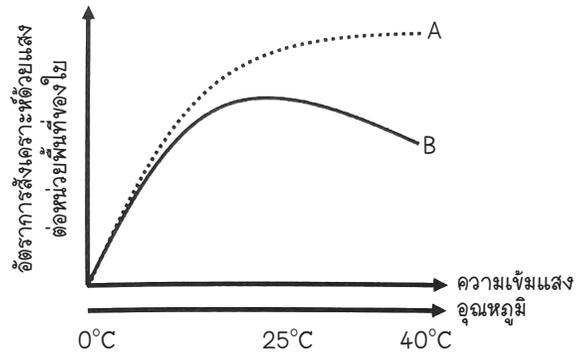


หน้าที่

ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ



12. ภาพแสดงอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงต่อหน่วยพื้นที่ของใบ ของพืชชนิด A และ B เป็นดังนี้



พิจารณาข้อความเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชชนิด A และ B ต่อไปนี้

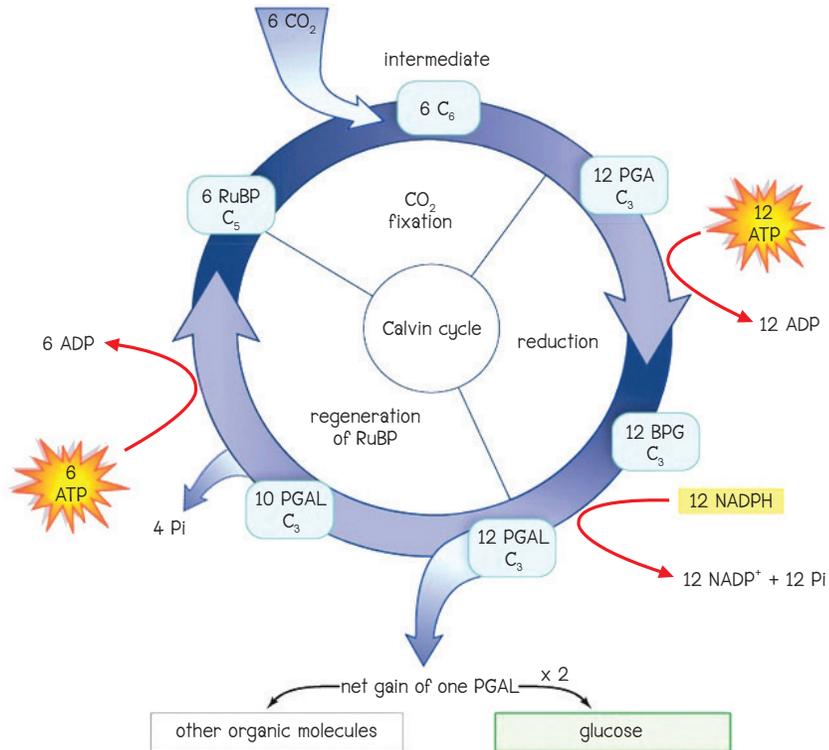
- ก. A คืออ้อย เนื่องจากมีกลไกในการลดความเข้มข้นของ CO_2 ทำให้เกิดโฟโตเรสไพเรชันน้อยลง จึงรักษาอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงไว้ได้ดีกว่าข้าวสาลี
- ข. A คือข้าวสาลี เนื่องจากมีกลไกในการเพิ่มความเข้มข้นของ CO_2 ในเซลล์บันเดิลชีท ทำให้เกิดโฟโตเรสไพเรชันน้อยลง จึงรักษาอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงไว้ได้ดีกว่าข้าวโพด
- ค. A คือข้าวโพด เนื่องจากมีกลไกในการเพิ่มความเข้มข้นของ CO_2 ในเซลล์บันเดิลชีท ทำให้เกิดโฟโตเรสไพเรชันน้อยลง จึงรักษาอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงไว้ได้ดีกว่าข้าวสาลี
- ง. B คือข้าว เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ความเข้มข้นของ CO_2 ต่อ O_2 เพิ่มขึ้น ทำให้พืชมีการเกิดโฟโตเรสไพเรชันสูงขึ้น อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะลดลง
- จ. B คือถั่วเหลือง เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ความเข้มข้นของ CO_2 ต่อ O_2 ลดลง ทำให้พืชมีการเกิดโฟโตเรสไพเรชันสูงขึ้น อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะลดลง

จากข้อมูล ข้อใดถูกต้อง (A-Level 68)

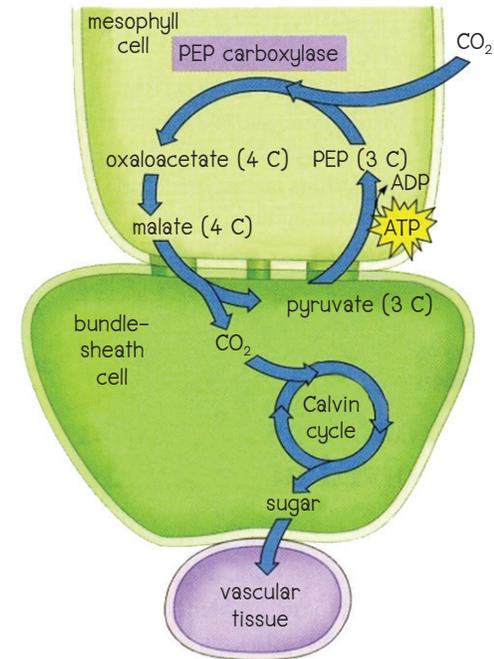
- 1. ก. เท่านั้น
- 2. ก. และ จ. เท่านั้น
- 3. ข. และ ง. เท่านั้น
- 4. ค. และ ง. เท่านั้น
- 5. ค. และ จ. เท่านั้น

light independent reaction (กลไกการตรึง CO₂)

C₃ pathway



C₄



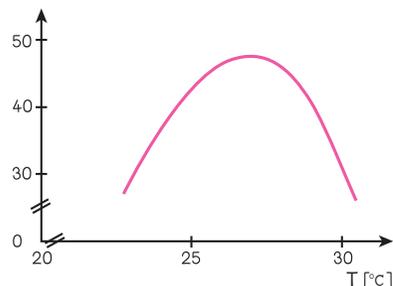
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่เหมาะสม

- ทำให้ enzyme ทำงานได้ดี → ↑ photosynthetic rate
- ในพืช C_4 > พืช C_3 เพราะพืช C_3 สามารถเกิด photorespiration ในสภาวะที่อุณหภูมิสูงได้

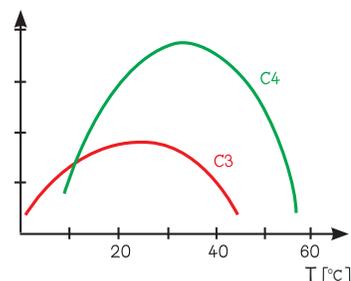
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง
แกน X แทนอุณหภูมิ (T) ของใบ



แสดงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง
ของใบ

- ใบยางพารามีอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 26–28°C ทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง สูงสุด

แกน Y แทนอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง

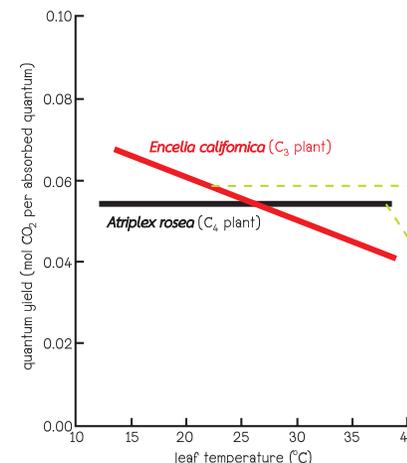


แสดงอุณหภูมิและอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง
เปรียบเทียบระหว่างพืช C_3 และพืช C_4

- พืช C_4 จะมีอุณหภูมิที่เหมาะสม (35°C) สูงกว่าพืช C_3 (25°C) เพราะพืช C_3 เกิด photorespiration ในสภาวะที่อุณหภูมิสูง
- ถ้าพืช C_3 อยู่ในสภาวะที่ $[CO_2]$ สูง จะมีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงใกล้เคียงกับพืช C_4 เพราะ $[CO_2]$ สูง ป้องกันการเกิด photorespiration ในพืช C_3

อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น

- พืช C_3 มี photosynthetic rate ลดลง (เกิด photorespiration)
- พืช C_4 มี photosynthetic rate คงเดิม



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง
แกน X แทนอุณหภูมิ (T) ของใบ
แกน Y แทนอัตราการตรึง CO_2 สุทธิ

ในพืช C_3
- เมื่อเพิ่ม T ทำให้อัตราการตรึง CO_2 สุทธิลดลง
เพราะเกิด photorespiration

ในพืช C_4
- เมื่อเพิ่ม T ทำให้อัตราการตรึง CO_2 สุทธิคงที่
เพราะเลขช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมแล้ว และไม่เกิด
photorespiration

อุณหภูมิที่สูงเกินไป

- ทำให้เอนไซม์ RuBisCO สูญเสียฤทธิ์ทางชีววิทยา
- ทำให้ semipermeability ของ cell membrane เปลี่ยนไป } ↓ photosynthetic rate

อุณหภูมิต่ำเกินไป

- ทำให้ semipermeability ของ cell membrane เปลี่ยนไป → ↓ photosynthetic rate



YES
WE CAN DO IT!

ตัวสอนศาสตร์

(เนื้อหา ม.ปลาย) ชีววิทยา

นพ.วีรวิช เอนกจ้านงศ์พร (พี่วีเวียน)

พ.บ. (เกียรตินิยม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย