เฉลยแนวข้อสอบ วิชาสามัญ'2561

ชีววิทยา by 360 Concepts in Biology

fb.com/360ConceptsInBiology

1. อัตราการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์แปรตามปริมาตรของเซลล์ เมแทบอลิซึมจะเกิดได้อย่างต่อเนื่องเมื่อสารต่าง ๆ ที่จำเป็นถูกลำเลียงเข้าและของเสียถูกลำเลียงออกเซลล์ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ในอัตราที่เหมาะสม โดยอัตราการเข้าออกของสารขึ้นอยู่ กับพื้นที่ผิวของเยื่อหุ้มเซลล์ เซลล์ในข้อใดที่การลำเลียงสารเข้าออกเซลล์เป็นข้อจำกัดต่อการเกิดเมแทบอลิซึมของเซลล์มากที่สุด

	ปริมาตรของเซลล์ (μm^3)	พื้นที่ผิวของเยื่อหุ้มเซลล์ (μm^2)
1	400	300
2	500	500
(3)	1,000	600
4	1,000	900
5	1,250	2,500

อัตราเมแทบอลิซึม $\propto$ พท. ผิวเยื่อหุ้มเซลล์ / ปริมาตรของเซลล์

ข้อจำกัดของการลำเลียงสารต่อการเกิดเมแทบอลิซึมของเซลล์ คำนวณได้จาก
อัตราส่วนของพื้นที่ผิวเยื่อหุ้มเซลล์ : ปริมาตรของเซลล์ ต่ำที่สุด

1. 300 : 400 = 3 : 4 ——— 3/4 x 100% = 75%
2. 500 : 500 = 1 : 1 ——— 1/1 x 100% = 100%
3. 600 : 1,000 = 6 : 10 ——— 6/10 x 100% = 60%
4. 900 : 1,000 = 9 : 10 ——— 9/10 x 100% = 90%
5. 2,500 : 1,250 = 2 : 1 ——— 2/1 x 100% = 200%

พท. ผิวเยื่อหุ้มเซลล์ / ปริมาตรของเซลล์

Short note: ปริมาตรเซลล์มาก → เมแทบอลิซึมสูง เพราะการเมแทบอลิซึมต้องใช้สารต่าง ๆ อย่างเพียงพอ ซึ่งต้องอาศัยการลำเลียงสารที่ต่อเนื่องในอัตราที่เหมาะสม โดยอัตราการลำเลียงสารจะสัมพันธ์กับพื้นที่ผิวเยื่อหุ้มเซลล์

2. จากการทดลองผสมสารต่าง ๆ ดังแสดงในตาราง แล้วบ่มที่ pH 7.0 อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาทดสอบด้วยสารละลาย Benedict's

บ่มไว้เป็นเวลานาน

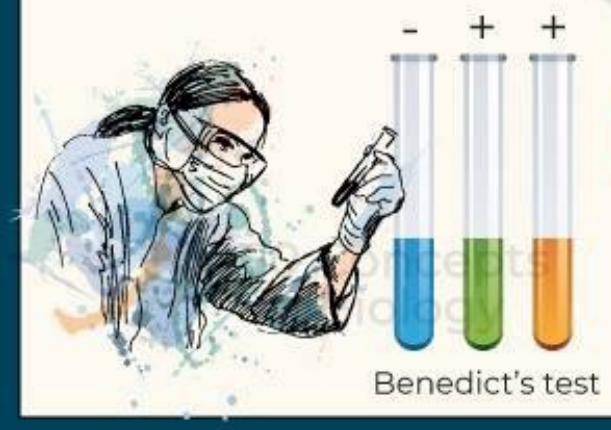
ทดสอบน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวทุกตัว และน้ำตาลโมเลกุลคู่ (ยกเว้นซูโครส)

หลอดที่ 1	สารที่ 1	สาร 2	
1	อะไมเลส	แป้ง	ได้น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว
2	อะไมแลส	เซลลูโลส x	ย่อยเซลลูโลสไม่ได้
3	อะไมแลส	กลูโคส	กลูโคสเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวอยู่แล้ว
4	ทริปซิน x	แป้ง	ย่อยแป้งไม่ได้
5	ทริปซิน x	เซลลูโลส x	ย่อยเซลลูโลสไม่ได้

หลอดใดจะเกิดตะกอนสีแดงอิฐ

1. หลอดที่ 3 เท่านั้น
2. หลอดที่ 1 และ 3 เท่านั้น
3. หลอดที่ 4 และ 5 เท่านั้น x
4. หลอดที่ 1, 2 และ 3 เท่านั้น x
5. หลอดที่ 3, 4 และ 5 x

อะไมเลส (amylase) เป็นเอมไซม์ที่ทำหน้าที่ย่อยแป้ง ซึ่งเป็นสารอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรตให้เป็นแป้งสายสั้น ๆ เรียกว่า dextrin แต่หากบ่มไว้เป็นเวลานานจะทำปฏิกิริยาและย่อยต่อจนได้น้ำตาลโมเลกุลคู่ และโมเลกุลเดี่ยวตามลำดับ

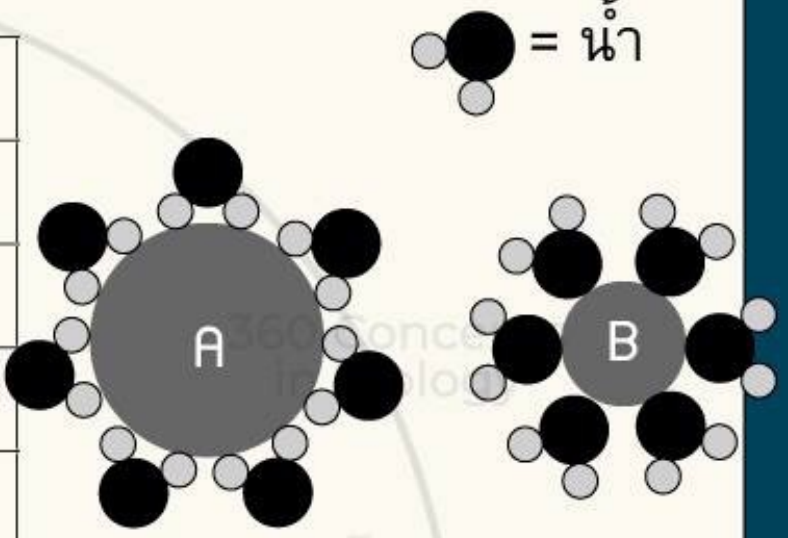


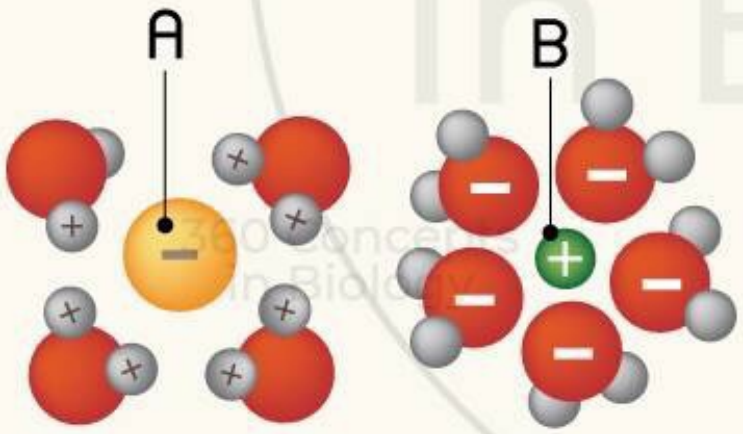
การทดสอบ	ตัวอย่างที่ให้ผลบวก	การแปลผลและการวิเคราะห์
1. การทดสอบสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต		
Benedict's test ($CuSO_4$ / Na_2CO_3) หยดสาร แล้วนำไปต้มในน้ำเดือด 2 นาที	- น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวทุกตัว - น้ำตาลโมเลกุลคู่ (ยกเว้นซูโครส) - ซูโครส และพอลิแซ็กคาไรด์ต้องผ่านการย่อยด้วยกรดหรือเอนไซม์ จึงจะให้ผลบวก	ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาล (-) ไม่มีน้ำตาล สีฟ้าเหมือนเดิม (+) มีน้ำตาลน้อย ได้ตะกอนสีเขียว (+) มีน้ำตาลมาก ได้ตะกอนสีแดงอิฐ

360 Concepts in Biology

3. สารประกอบชนิดหนึ่ง (AB) ละลายได้ในน้ำ โดยโมเลกุลของน้ำจะเข้ามา ล้อมรอบแต่ละองค์ประกอบ A และ B ดังรูป ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของ A และ B

	สมบัติของ A	สมบัติของ B
1	ไฮโดรโฟบิก x	ไฮโดรโฟบิก x
2	มีประจุบวก x	ไฮโดรโฟบิก x
3	ไฮโดรโฟบิก x	มีประจุลบ x
4	มีประจุบวก x	มีประจุลบ x
(5)	มีประจุลบ	มีประจุบวก





สูตรโมเลกุลของน้ำ 1 โมเลกุล คือ H_2O

สาร A ถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุลของน้ำด้าน H ซึ่งเป็นประจุบวก (+) ดังนั้นสมบัติของสาร A จึงเป็นประจุลบ (-)

สาร B ถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุลของน้ำด้าน O ซึ่งเป็นประจุลบ (-) ดังนั้นสมบัติของสาร B จึงเป็นประจุบวก (+)

เพิ่มเติม: ไฮโดรโฟบิก (hydrophobic) หมายถึง ไม่ชอบน้ำ สารเหล่านี้ไม่สามารถแตกตัวให้ไอออนได้ หรือเป็นโมเลกุลที่ไม่มีขั้วจึงไม่สามารถยึดติดกับโมเลกุลของน้ำได้ ดังนั้นข้อนี้จึงใช้วิธีตัดตัวเลือกได้ เพราะจากรูปโมเลกุลของน้ำเข้ามาล้อมรอบองค์ประกอบของ A และ B

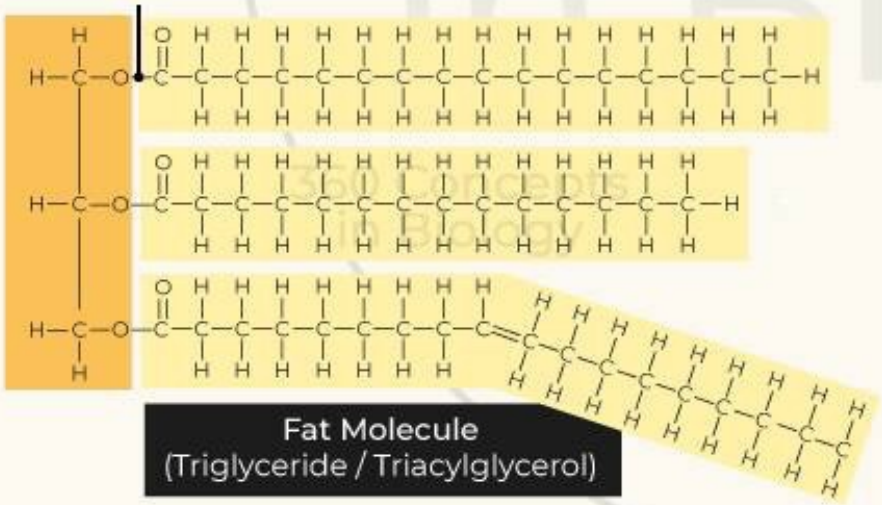
4. โมเลกุลขนาดใหญ่ในเซลล์สิ่งมีชีวิตมักพบอะตอมของธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบหลัก

Keyword
พันธะในข้อใดเชื่อมต่อระหว่างอะตอมคาร์บอนกับอะตอมไนโตรเจน (-C-N-)

1. พันธะเอ็สเทอร์ระหว่างกลีเซอรอลกับกรดไขมัน C H O x
2. พันธะไฮโดรเจนระหว่างเบสอะดีนีนและเบสไทมีน C H O N
3. พันธะเพปไทด์ระหว่างกรดอะมิโนไกลซีนและซีสเทอีน C H O N (-C-N-)
4. พันธะไกลโคซิดิกในซูโครสระหว่างกลูโคสและฟรักโทส C H O x
5. พันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ระหว่างนิวคลีโอไทด์หนึ่งกับนิวคลีโอไทด์ถัดไป C H O N

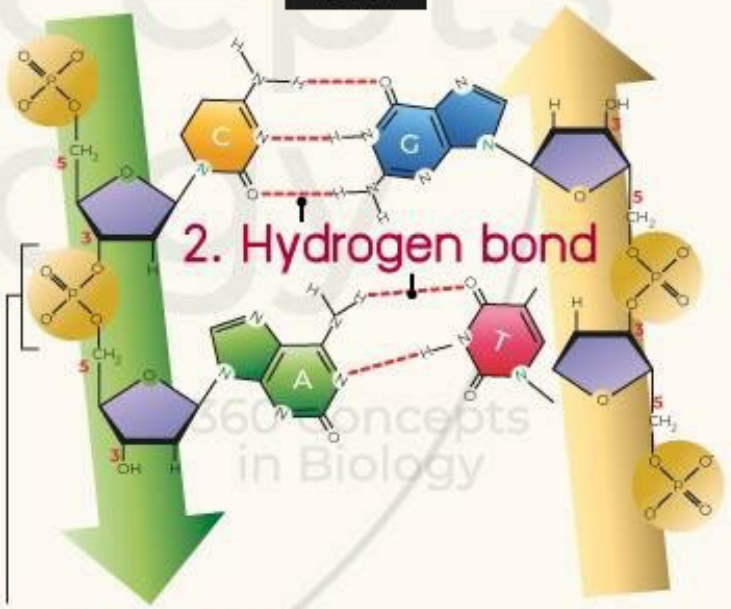
C H O พบในคาร์โบไฮเดรต และไขมัน
C H O N พบในโปรตีน และกรดนิวคลีอิก

1. Ester bond

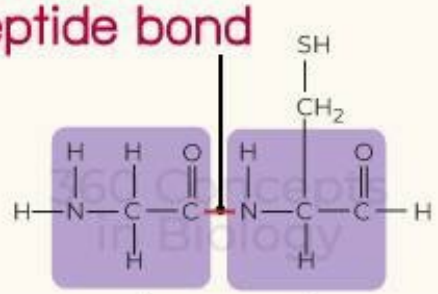


Fat Molecule
(Triglyceride / Triacylglycerol)

2. Hydrogen bond

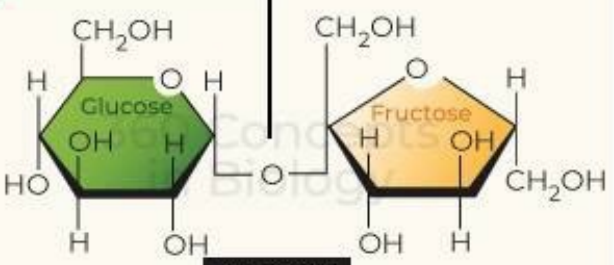


3. Peptide bond



Dipeptide

4. Glycosidic bond



Sucrose

5. Phosphodiester bond

5. จากการทดลองหาองค์ประกอบของเบสในกรดนิวคลีอิกชนิด DNA สายคู่ จาก 4 ตัวอย่าง พบว่าบางตัวอย่างมีการปนเปื้อนทำให้สัดส่วนเบสไม่เป็นไปตามทฤษฎี

ตัวอย่าง	สัดส่วนของเบส			
	A/G	T/C	A/T	G/C
A	1.32	1.01	1.25 x	0.88 x
B	0.99	1.02	1.43 x	1.39 x
C	1.57	1.61	1.03	1.01
D	1.01	1.04	0.99	1.02

จากการทดลอง ตัวอย่างใดน่าจะไม่มีการปนเปื้อน

1. A เท่านั้น 2. B เท่านั้น 3. C เท่านั้น 4. A และ B เท่านั้น 5. C และ D เท่านั้น

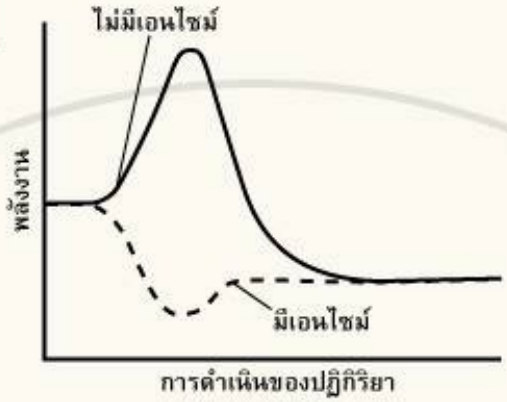
สรุปกฎของชาร์กาฟฟ์ (Chargaff's rule)

1. เบส A จับคู่ T และเบส G จับคู่ C
2. A + T + G + C = 100%
3. สิ่งมีชีวิตจะมีอัตราส่วนระหว่าง A:T และอัตราส่วน G:C จะใกล้เคียงกับ 1 เสมอ
4. อัตราส่วน (A+T) / (G+C) จะเป็นค่าเฉพาะของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด

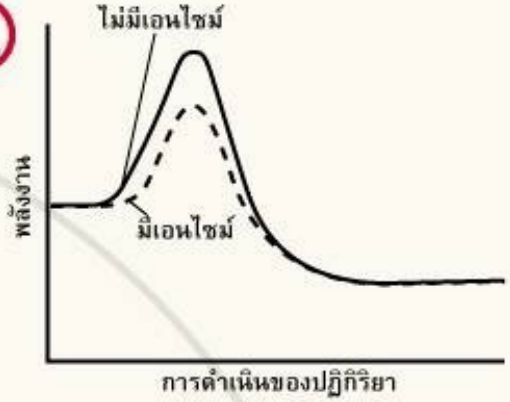
6. เอนไซม์ทำให้การดำเนินของปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

1.

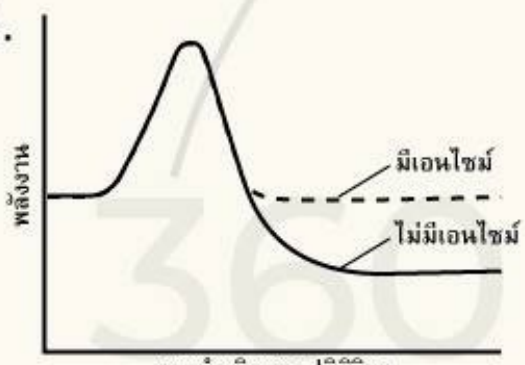
2.



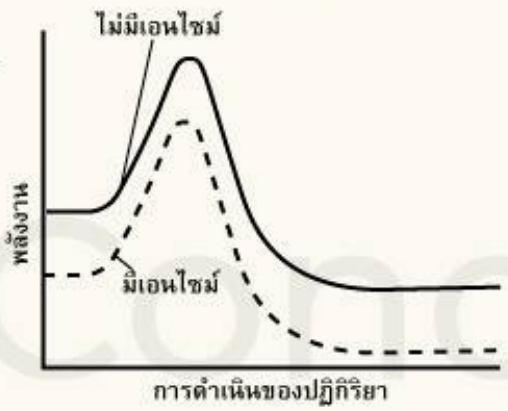
3.



4.



5.

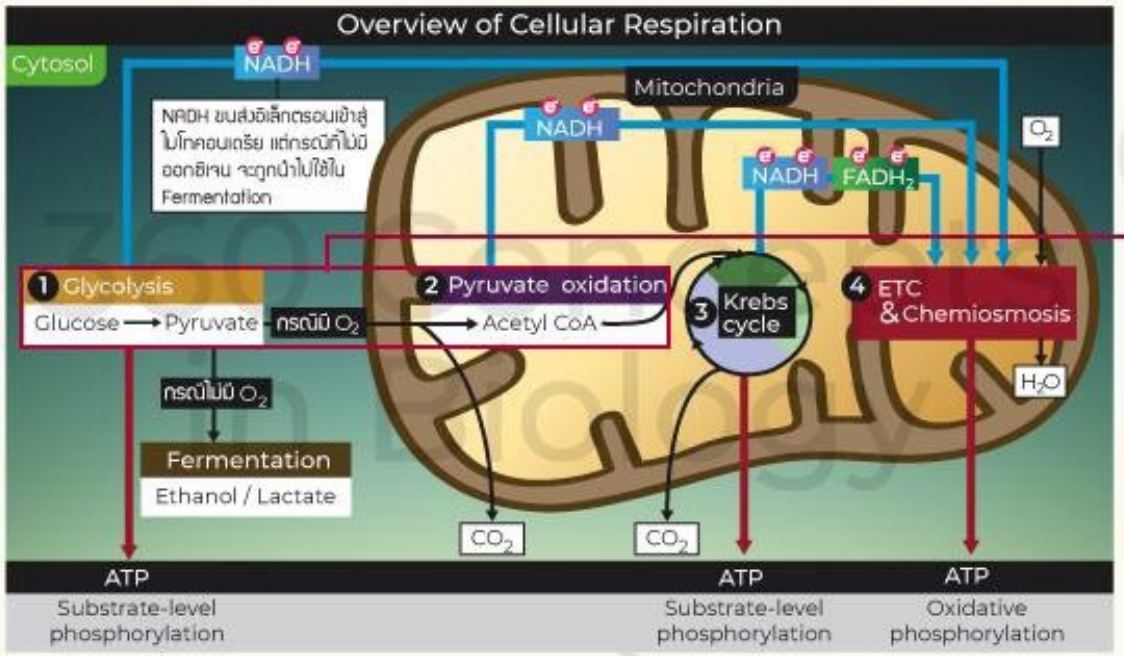


การเกิดปฏิกิริยาเคมีได้นั้นโมเลกุลของสารตั้งต้นจะต้องชนกันหรือสัมผัสกันก่อน โดยเมื่อโมเลกุลชนกันจะก่อให้เกิดพลังงานค่าหนึ่ง ซึ่งจะถูกนำมาเทียบกับพลังงานกระตุ้น (activation energy; Ea) เพราะเป็นค่าพลังงานต่ำสุดที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ ดังนั้น ปฏิกิริยาที่มีค่า Ea น้อยจึงเกิดปฏิกิริยาได้ง่ายกว่า ในทางกลับกันหากค่า Ea สูงก็จะเกิดปฏิกิริยาได้ยากกว่า ข้อสังเกตคือปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์มาเกี่ยวข้อง สารตั้งต้นหรือซับสเตรตจะเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ได้ง่ายขึ้น เนื่องจากเอนไซม์ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยไปลดค่า Ea ให้ต่ำลงกว่าปฏิกิริยาที่ไม่มีเอนไซม์

360 Concepts in Biology

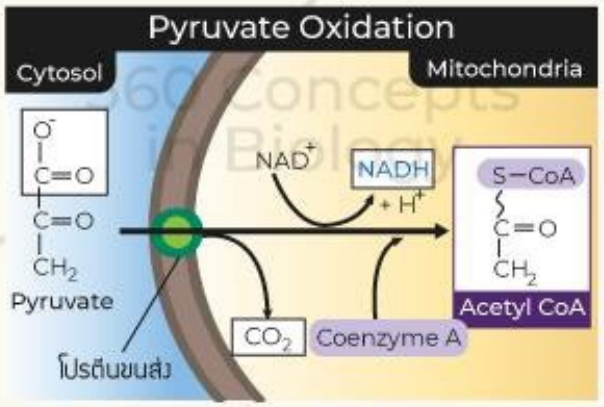
7. ในเซลล์ที่มีการหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน pyruvate ถูกสร้างและถูกใช้ที่บริเวณใดของเซลล์

	สร้าง	ใช้
1	cytosol	cytosol x
2	mitochondria x	cytosol x
(3)	cytosol	mitochondria
4	chloroplast x	mitochondria
5	chloroplast x	cytosol x



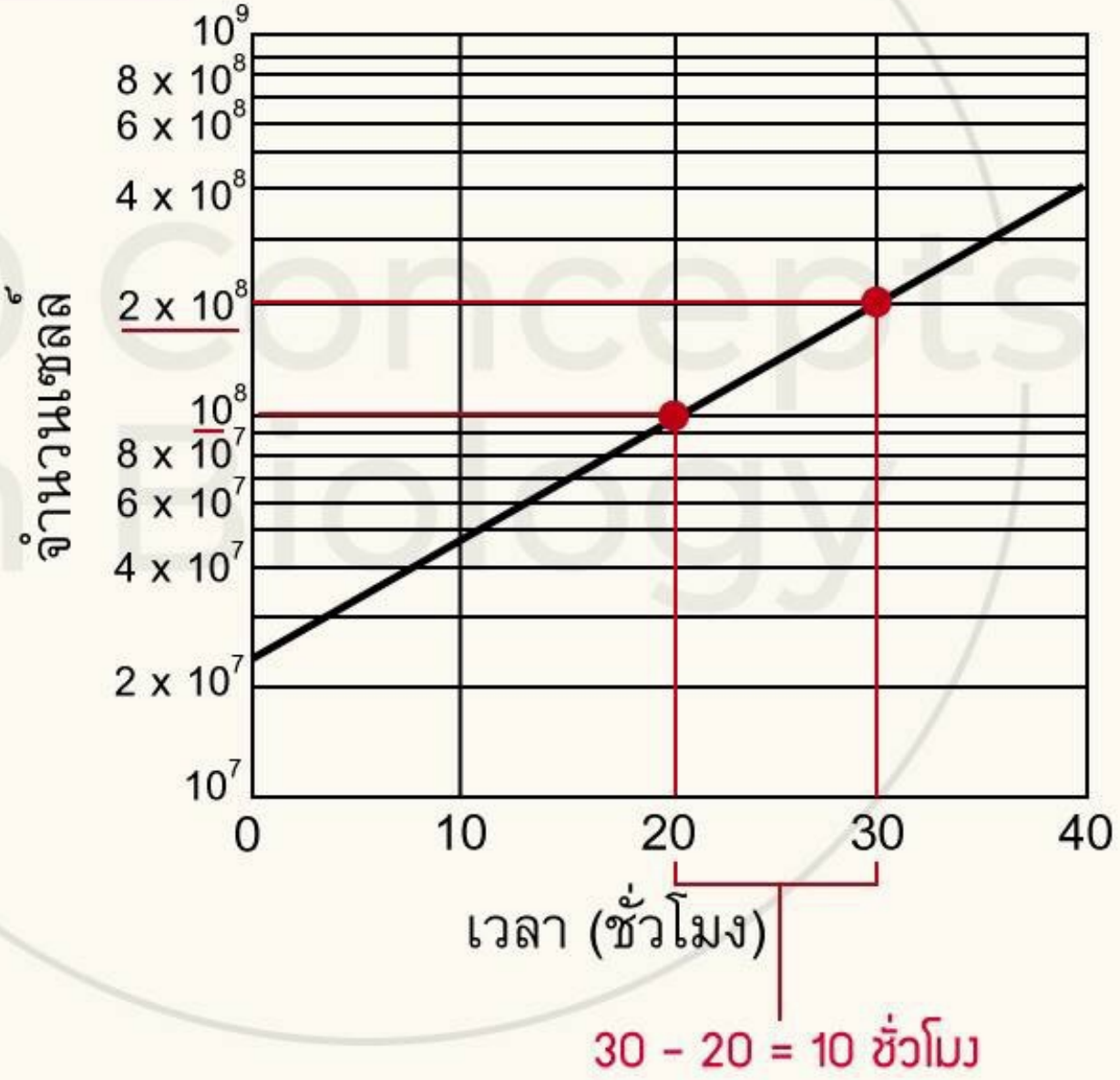
ขั้นตอน	บริเวณ	ความสำคัญ
1. Glycolysis	Cytosol	เป็นขั้นตอนการสลายกลูโคส (6C) เป็น pyruvate (3C) 2 โมเลกุล
2. Pyruvate oxidation	Matrix	เปลี่ยน pyruvate (3C) เป็น acetyl CoA (2C) จึงได้ CO_2 ออกมา
3. Krebs cycle	Matrix	ทำให้ acetyl CoA (2C) ถูกออกซิไดซ์เป็น CO_2 โดยสมบูรณ์
4. ETC & Chemiosmosis	Inner membrane	เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอน โดยรับอิเล็กตรอนจาก NADH และ $FADH_2$ ส่งผลให้เกิดการสร้าง ATP (แบบ oxidative phosphorylation)

Pyruvaye สร้างบริเวณ cytosol
ใช้บริเวณ matrix ของ mitochondria



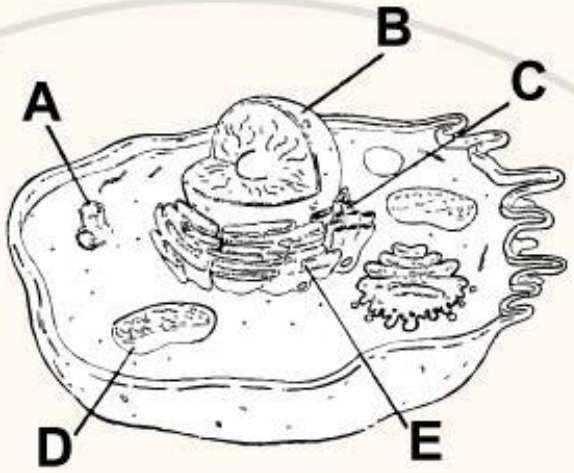
8. ระยะเวลาของการแบ่งเซลล์แบคทีเรีย สามารถประมาณได้จากระยะเวลาที่แบคทีเรียนั้นใช้ในการเพิ่มจำนวนเซลล์เป็นสองเท่า จากกราฟแสดงอัตราการเจริญของแบคทีเรียชนิดหนึ่งซึ่งมีการเจริญเป็นแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยแกน Y แสดงจำนวนเซลล์ในสเกล log ทำให้ได้เส้นกราฟเป็นเส้นตรง การแบ่งเซลล์ของแบคทีเรียชนิดนี้มีระยะเวลาประมาณเท่าใด

1. 5 ชั่วโมง
2. 10 ชั่วโมง
3. 20 ชั่วโมง
4. 30 ชั่วโมง
5. 40 ชั่วโมง

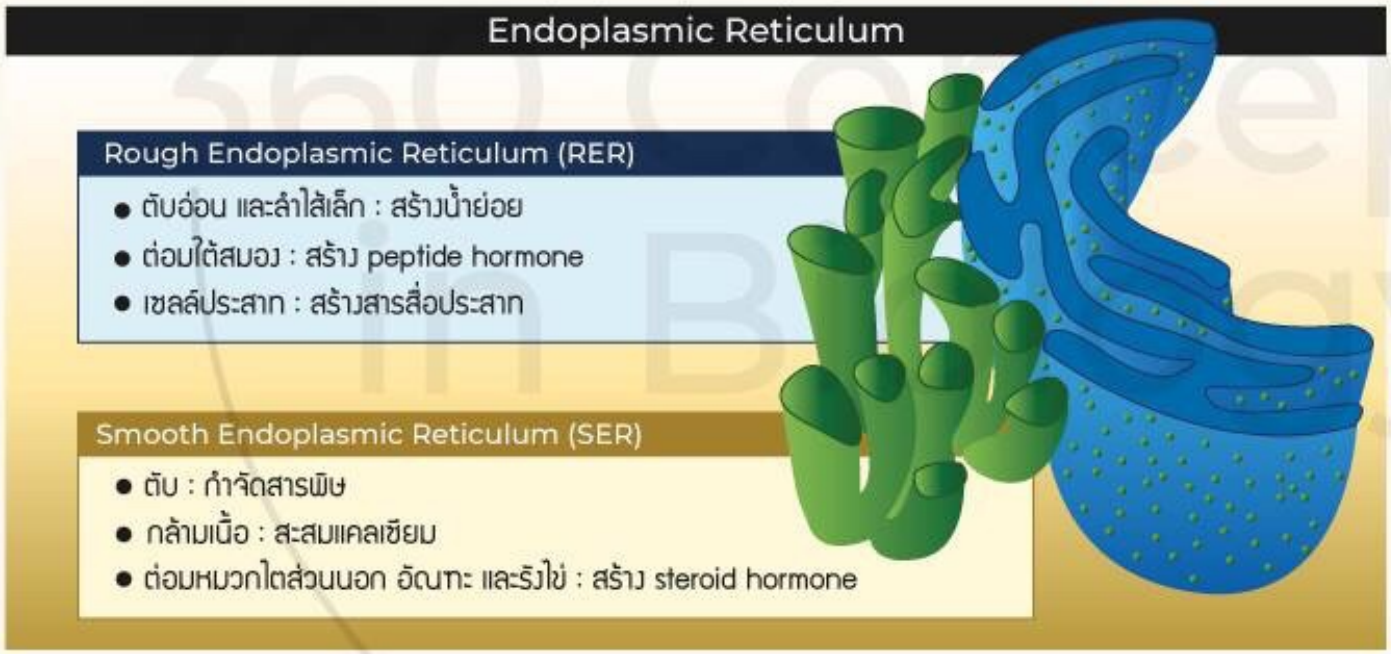


9. เซลล์ภายในอวัยวะที่มีหน้าที่จำเพาะในการหลั่งสารจำพวกลิพิด ฟอสโฟลิพิด และสเตียรอยด์ เช่น อัณฑะ รังไข่ จะมีออร์แกเนลล์ชนิดใดมาก

1. A
2. B
3. C
4. D
5. E



A = Centriole
B = Nucleus
C = SER
D = Mitochondria
E = RER



SER	**Lipid metabolism** - ทำหน้าที่สร้างไขมัน (lipid) เช่น สร้างฟอสโฟลิพิดของเยื่อหุ้มเซลล์ และสร้าง steroid จึงพบ SER มากในอวัยวะที่มีการสร้างฮอร์โมนกลุ่ม steroid เช่น อัณฑะ (testis) รังไข่ (ovary) และต่อมหมวกไตส่วนนอก (adrenal cortex) เป็นต้น **Calcium storage** - เป็นแหล่งสะสมแคลเซียม เพื่อกระตุ้นการทำงานของเซลล์กล้ามเนื้อ **Detoxification** - กำจัดสารพิษต่าง ๆ จึงพบ SER มากที่ตับ ซึ่งจะทำหน้าที่ร่วมกับ mitochondria ในการกำจัดสารพิษ

360 Concepts in Biology

10. ในการศึกษาการดูดซึมสาร A ของรากพืชชนิดหนึ่งโดยนำรากมาใส่ในสารละลาย A และให้อากาศที่มีองค์ประกอบของแก๊สแตกต่างกัน ได้ผลดังตาราง

เปอร์เซ็นต์ออกซิเจน	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน	อัตราการดูดซึมสาร A ($\mu mol\ g^{-1}h^{-1}$)
0.2	99.8	0.06
0.4	99.6	0.14
1.0	99.0	0.25
2.0	98.0	0.30
21.0	79.0	0.32

การลำเลียงสาร A ใช้ active transport ซึ่งใช้ ATP (ได้จากการหายใจระดับเซลล์) ดังนั้นแก๊สออกซิเจนที่ลดลงจึงส่งผลให้ ATP ที่ได้ และการลำเลียงสาร A ลดลง ตามลำดับ

จากผลการทดลอง พืชชนิดนี้ลำเลียงสาร A เข้าสู่รากด้วยกลไกใด เพราะเหตุใด

1. simple diffusion เนื่องจากรากพืชจะยอมให้สารทุกชนิดเคลื่อนที่ผ่านได้

x ยอมให้สารบางชนิดผ่านเท่านั้น

2. simple diffusion เนื่องจากพบว่าสามารถลำเลียงสาร A ได้ดีที่ความเข้มข้นของแก๊สไนโตรเจนต่ำ

3. active transport เนื่องจากพบว่าสามารถลำเลียงสาร A ได้ดีที่ความเข้มข้นของแก๊สไนโตรเจนต่ำ

x ไนโตรเจนไม่มีผลต่อการดูดซึมของสาร A เพราะพืชไม่สามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศมาใช้ได้

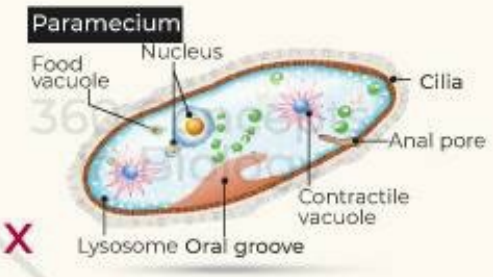
4. active transport เนื่องจากพบว่าอัตราการลำเลียงสาร A ลดลงที่ความเข้มข้นของแก๊สออกซิเจนต่ำลง

5. facilitated diffusion เนื่องจากพบว่าอัตราการลำเลียงสาร A ลดลงที่ความเข้มข้นของแก๊สออกซิเจนต่ำลง

x ถ้า facilitate diffusion จะไม่ใช้ ATP ดังนั้นความเข้มข้นของออกซิเจนต้องไม่มีผล

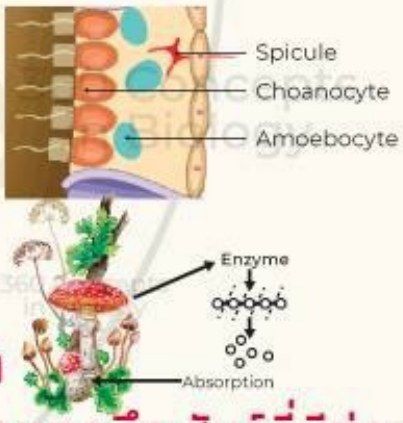
11. ข้อความใดถูกต้องเกี่ยวกับการย่อยอาหารของสิ่งมีชีวิต

1. พลานาเรียไม่มีการย่อยอาหารภายในเซลล์ x
2. พารามีเซียมใช้เอนไซม์จากไลโซโซมย่อยอาหาร
3. ฟองน้ำใช้เซลล์โคเอโนไซต์ย่อยอาหารเพียงอย่างเดียว x
4. เห็ดปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารภายนอกเซลล์ภายในดอกเห็ด x
5. สัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์ มีการย่อยอาหารทั้งภายในและภายนอกเซลล์ x



1. ผิด...พลานาเรีย (planaria) เป็นหนอนตัวแบนชนิดหนึ่ง (Phylum Platyhelminthes) มีการย่อยทั้งภายในเซลล์และภายนอกเซลล์

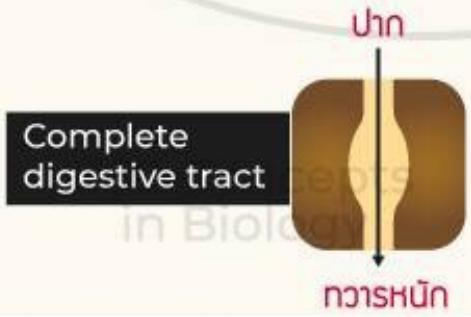
2. ถูก...พารามีเซียม (paramecium) เป็นโพรโทซัวชนิดหนึ่ง ย่อยอาหารด้วยเอนไซม์ภายในไลโซโซม (lysosome) ซึ่งเป็นการย่อยภายในเซลล์เช่นเดียวกับโพรโทซัวชนิดอื่น เช่น อะมีบา (amoeba) และยูกลีนา (euglena) เป็นต้น



3. ผิด...ฟองน้ำ (sponge) ใช้เซลล์โคเอโนไซต์ (choanocyte) ซึ่งมีแฟลเจลลัมช่วยในการพัดโบก อาหารเข้าสู่เซลล์โดยวิธี phagocytosis และย่อยครั้งแรก จากนั้นจึงส่งต่อไปยังเซลล์อะมีโบไซต์(amoebocyte) เพื่อย่อยต่อส่วนที่เหลือ

4. ผิด...เห็ด (mushroom) ปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยภายนอกดอกเห็ด

5. ผิด...สัตว์ที่มีทางเดินอาหารสมบูรณ์ (complete digestive tract) หมายถึง สัตว์ที่มีช่องเปิดทางเดินอาหาร 2 ช่อง โดยทางเข้าและทางออกของทางเดินอาหารอยู่แยกกัน ทำหน้าที่เป็นส่วนปากและทวารหนัก ซึ่งไม่เกี่ยวกับการย่อยอาหารภายในเซลล์หรือภายนอกเซลล์ ดังนั้นจึงสรุปแบบนี้ไม่ได้

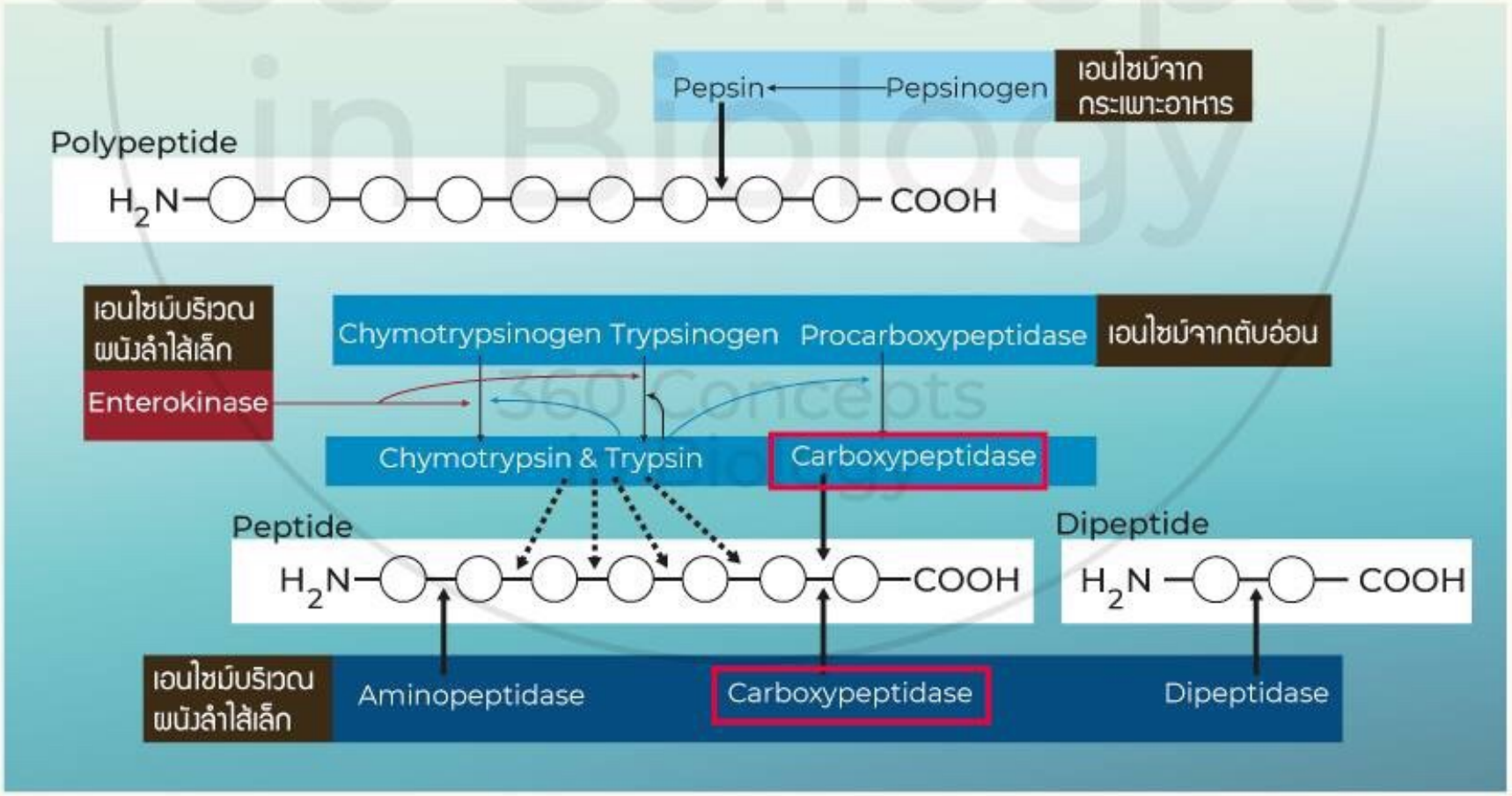


12. ถ้ากำหนดให้สัตว์ชนิดหนึ่งมีเอนไซม์ย่อยโปรตีนได้เพียงเอนไซม์เดียว สัตว์ชนิดนั้นควรเลือกเอนไซม์ใด จึงสามารถย่อยและดูดซึมกรดอะมิโนได้มากที่สุด

Keyword

1. pepsin x
2. trypsin x
3. dipeptide x
4. chymotrypsin x
5. carboxypeptidase

Carboxypeptidase ทำหน้าที่ย่อยด้านปลายหมู่ carboxyl จึงได้กรดอะมิโนครั้งละ 1 โมเลกุล ดังนั้นจึงย่อยโปรตีนและดูดซึมกระอะมิโนได้มากที่สุด

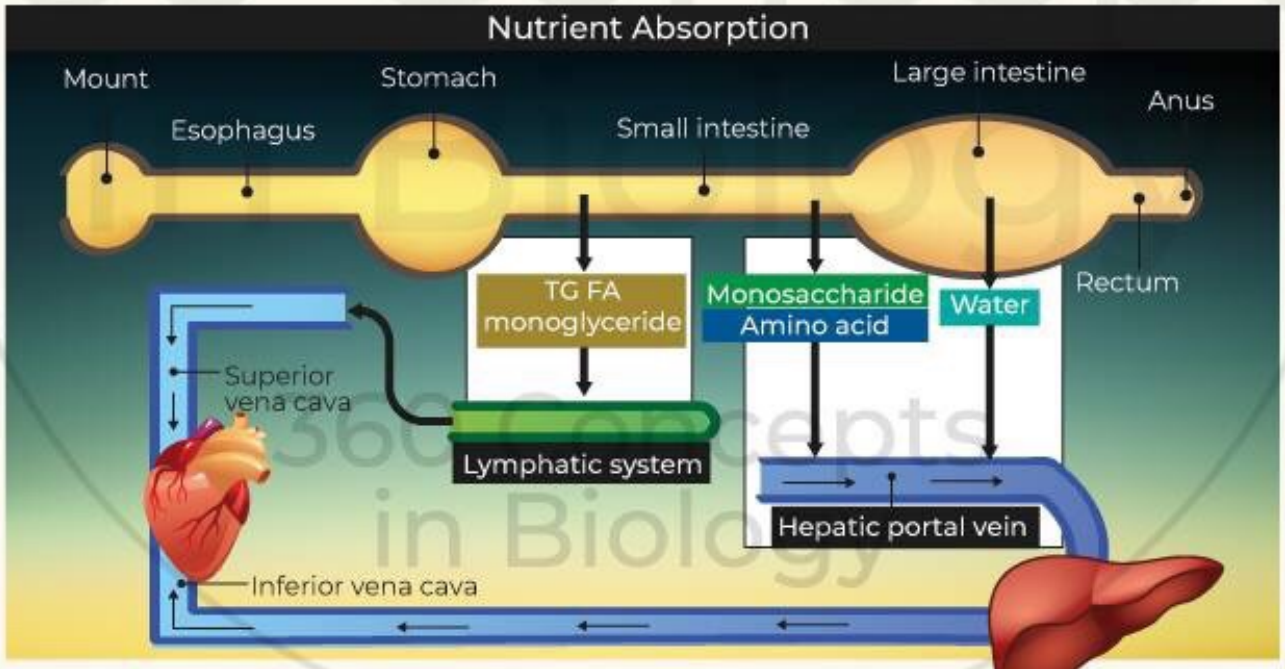


เพิ่มเติม: ถ้าข้อนี้มีตัวเลือก aminopeptidase ก็สามารถตอบได้

13. เมื่อสารอาหารถูกดูดซึมเข้าสู่ไมโครวิลลัสของเซลล์บุผิวลำไส้แล้ว สารอาหารชนิดใดที่ถูกลำเลียงเข้าสู่หัวใจโดยไม่ผ่านหลอดเลือดที่ตับ Keyword

1. lysine x Amino acid ผ่านหลอดเลือดที่ตับ
2. glucose x Monosaccharide ผ่านหลอดเลือดที่ตับ
3. galactose x Monosaccharide ผ่านหลอดเลือดที่ตับ
4. linoleic acid Fatty acid
5. glutamic acid x Amino acid ผ่านหลอดเลือดที่ตับ

กรดไขมัน (fatty acid; FA) ผ่านเข้าสู่ระบบน้ำเหลือง (ไม่ผ่านหลอดเลือดที่ตับ) จากนั้นจึงเทเข้าสู่ superior vena cava ดังนั้นอวัยวะแรกที่ผ่านคือหัวใจ

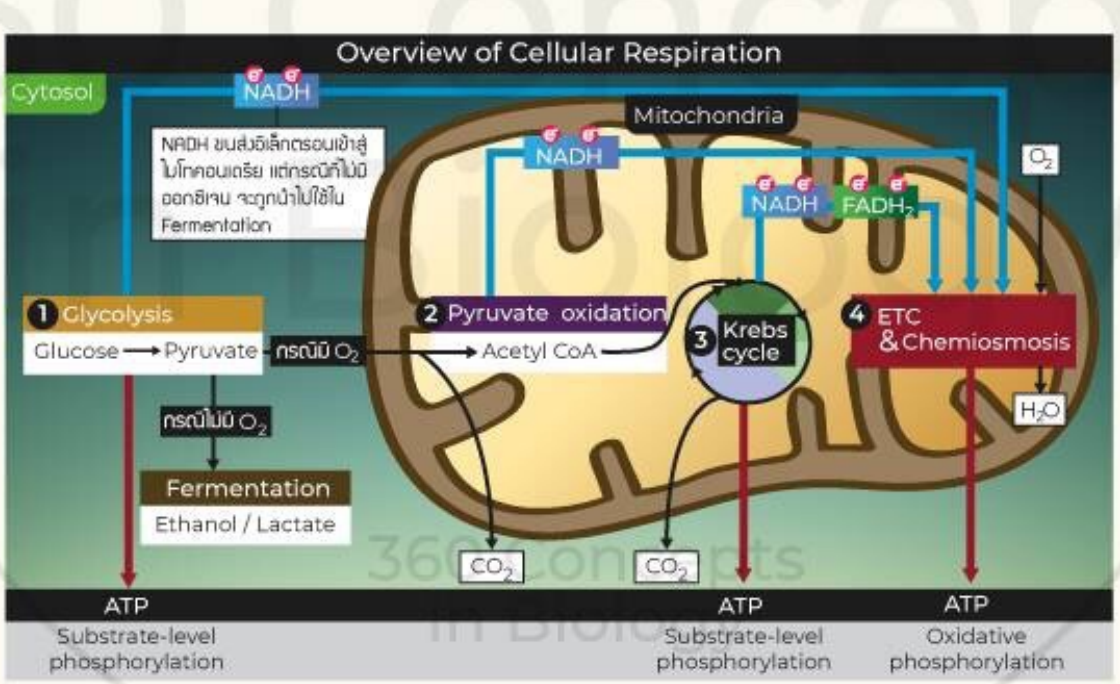


การดูดซึมเข้าสู่	สารอาหารที่ดูดซึมบริเวณลำไส้เล็ก	อวัยวะแรกที่ผ่าน
Blood capillary	monosaccharide, amino acid, mineral, vitamin (B & C)	ตับ
Lacteal	triglyceride (TG), fatty acid (FA), monoglyceride, vitamin (A, D, E & K)	หัวใจ

360 Concepts in Biology

14. ข้อใดจับคู่สารที่สังเคราะห์ในกระบวนการสลายสารอาหารระดับเซลล์กับตำแหน่งที่เกิดได้ถูกต้อง

1. ATP - chloroplast x ATP – cytoplasm และ matrix ของ mitochondria (Glycolysis; Krebs cycle & ETC)
2. $FADH_2$ - cytoplasm x $FADH_2$ – matrix ของ mitochondria (Krebs cycle)
3. Acetyl CoA - cytoplasm x Acetyl CoA – matrix ของ mitochondria (Pyruvate oxidation)
4. Citric acid - mitochondria Krebs cycle
5. Pyruvic acid - mitochondria x Pyruvic acid (pyruvate) – cytoplasm

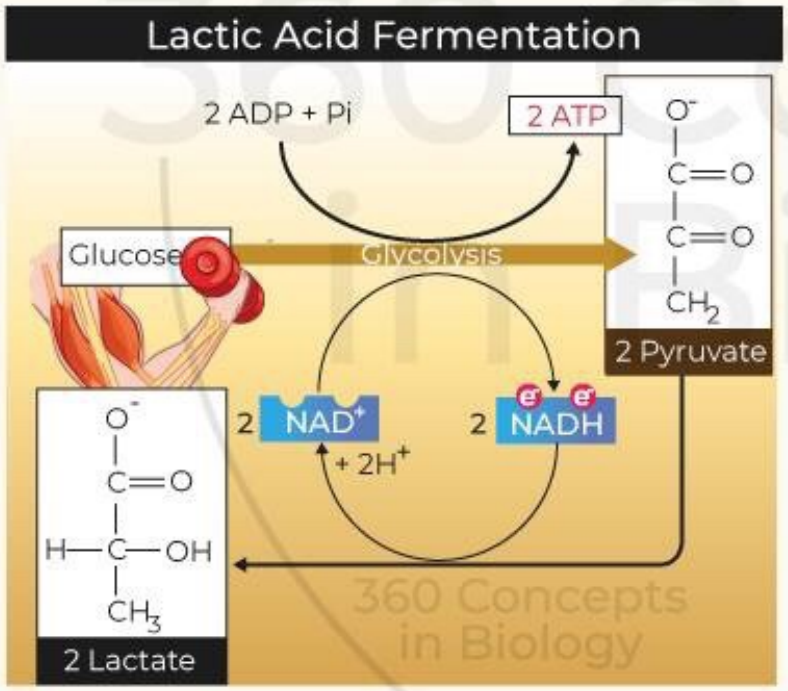


ข้อควรระวัง: ในพืช ATP สร้างบริเวณ chloroplast ได้ แต่ไม่สัมพันธ์กับสิ่งที่โจทย์ถาม

■ วัฏจักรกรดซิตริก (citric acid cycle; CAC) ที่มาของชื่อมาจาก citrate (citric acid) ซึ่งเป็นสารตัวแรกของวัฏจักร หรือเรียกว่า วัฏจักรเครบส์ (Krebs cycle) เพื่อเป็นเกียรติแก่ผู้ค้นพบชื่อ Hans Adolf Krebs โดยเอนไซม์ทั้งหมดของวัฏจักรเครบส์จะอยู่ใน matrix และบางส่วนอยู่ที่เยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย

15. เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักกลูโคส 1 โมเลกุลจะได้ผลิตข้อใด

	กรดไพรูวิก (โมเลกุล)	กรดแลกติก (โมเลกุล)	ATP (โมเลกุล)
1	0	1 X	1 X
(2)	0	2	2
3	1 X	1	1 X
4	2 X	0	2
5	2 X	2	2



Pytuvate 0 โมเลกุล
Lactate (lactic acid) 2 โมเลกุล
และ ATP 2 โมเลกุล

16. ข้อใดแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของโมเลกุล CO_2 Keyword
ที่ออกจากเซลล์บริเวณสมองเข้าสู่หลอดเลือด vein เพื่อไปยังปอดได้ถูกต้องที่สุด

x ล่าง
1. inferior vena cava → right atrium → tricuspid valve → right ventricle → pulmonary vein

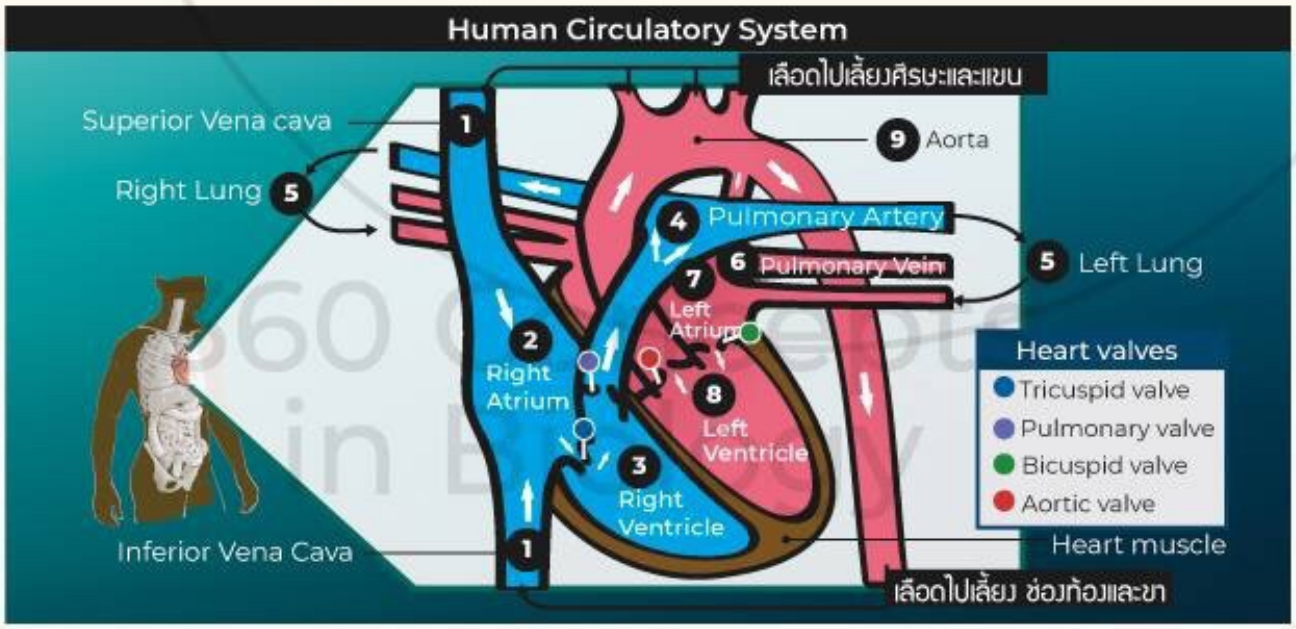
2. superior vena cava → right atrium → tricuspid valve → right ventricle → pulmonary artery

x ล่าง
3. inferior vena cava → right atrium → bicuspid valve → right ventricle → pulmonary artery

x อยู่ซ้าย (left)
4. superior vena cava → right atrium → bicuspid valve → right ventricle → pulmonary vein

x ล่าง
5. inferior vena cava → right atrium → tricuspid valve → right ventricle → pulmonary artery

เทคนิคการจำเพื่อป้องกันการจำสลับของ AV valve ให้จำว่า ด้านซ้าย สระอาอยู่ตำแหน่งที่ 2 (Bi = 2) ส่วนด้านขวา สระอาอยู่ตำแหน่งที่ 3 (Tri = 3)



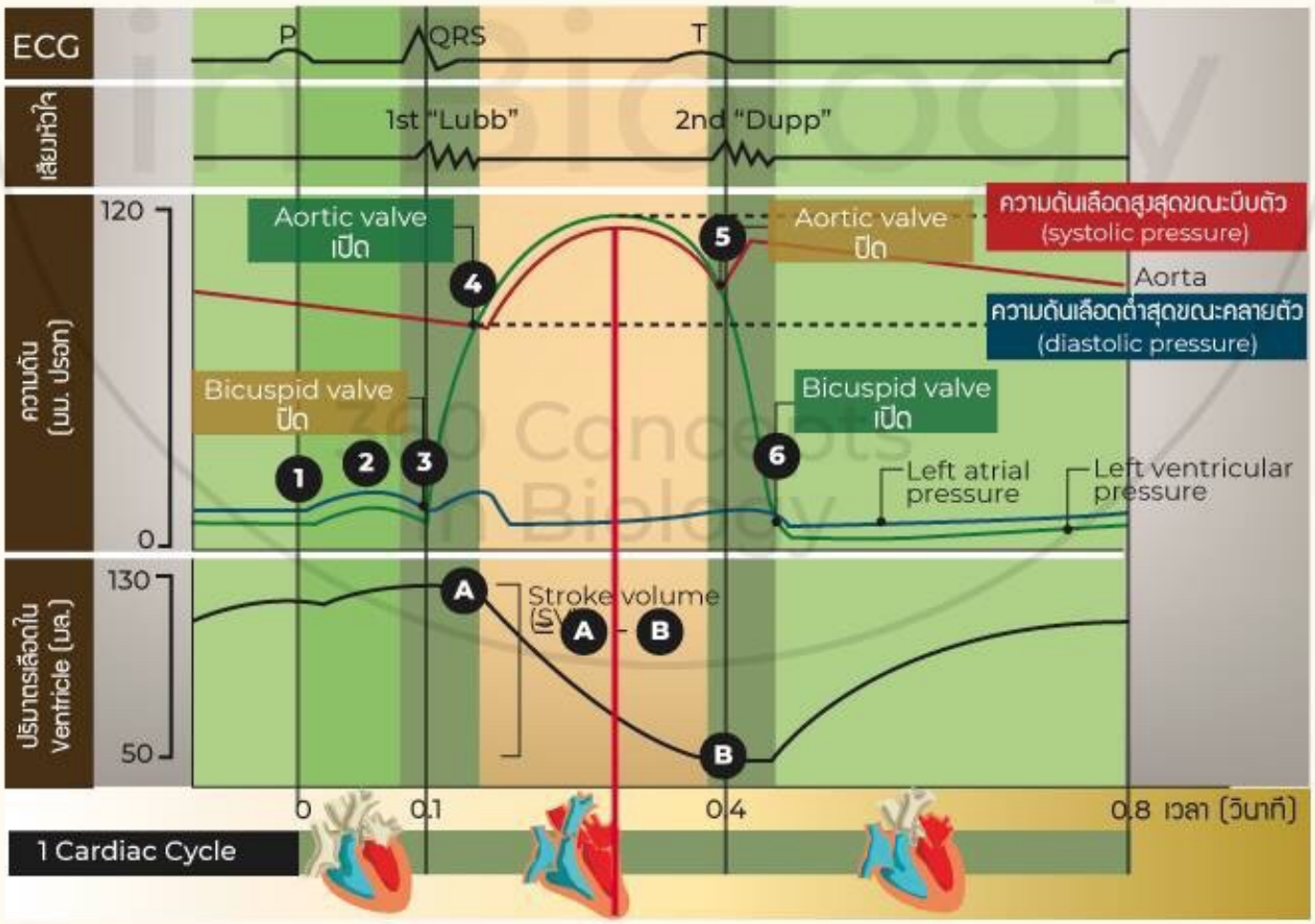
ศัพท์พื้นฐานที่ควรทราบ

Superior = บน
Inferior = ล่าง
Atrium = หัวใจห้องบน
Ventricle = หัวใจห้องล่าง
Artery = หลอดเลือดที่ออกจากหัวใจ
Vein = หลอดเลือดที่เข้าสู่หัวใจ

17. ในคนปกติ ช่วงที่วัดความดันได้ประมาณ 120 mmHg Keyword
คือช่วงจังหวะที่กล้ามเนื้อหัวใจ atrium และ ventricle อยู่ในภาวะใด

1. atrium และ ventricle หดตัวพร้อมกัน
2. atrium และ ventricle คลายตัวพร้อมกัน
3. atrium หดตัว ในขณะที่ ventricle คลายตัว
4. atrium คลายตัว ในขณะที่ ventricle หดตัว
5. atrium หดตัวก่อนการหดตัวของ ventricel เล็กน้อย

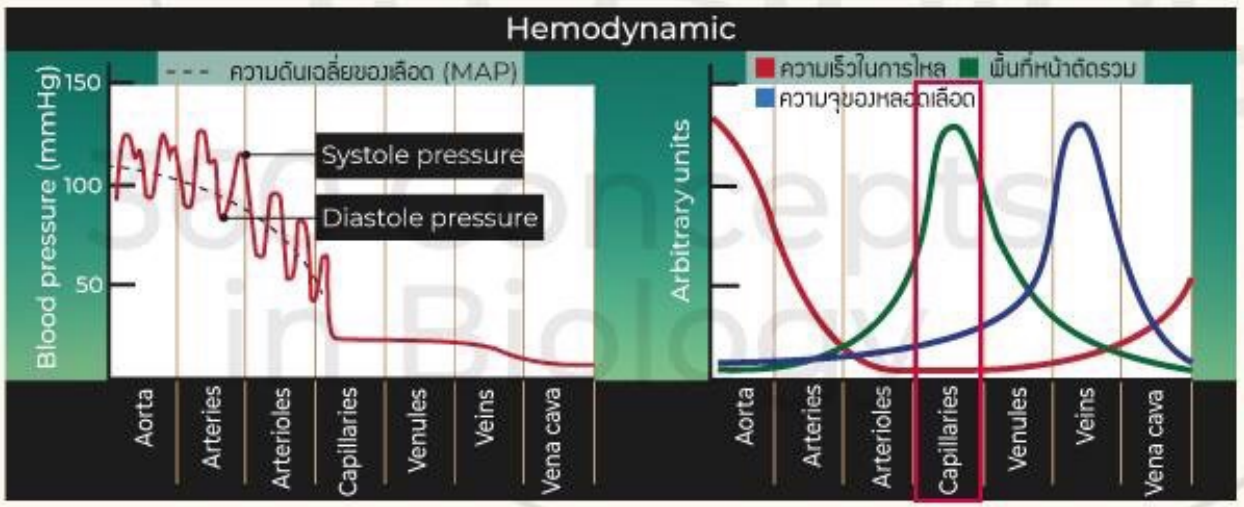
ความดันเลือดสูงสุดขณะหัวใจบีบตัวเรียกว่า systolic pressure โดยในคนปกติมีค่าประมาณ 120 mmHg เป็นช่วงจังหวะที่กล้ามเนื้อหัวใจ atrium คลายตัว และ ventricle หดตัว



18. ปัจจัยใดที่ทำให้เลือดในหลอดเลือดฝอยไหลช้าที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดเลือดอื่น

1. ความดันเลือดในหลอดเลือดฝอยมีค่าต่ำสุด x vein ต่ำสุด
2. พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของหลอดเลือดฝอยมีขนาดใหญ่ที่สุด
3. หลอดเลือดฝอยมีขนาดเล็กมาก เซลล์เม็ดเลือดแดงผ่านไม่สะดวก x ไม่ใช่ปัจจัย
4. มีการลำเลียงสารออกจากหลอดเลือดฝอยเข้าสู่หลอดน้ำเหลืองฝอย x ไม่ใช่ปัจจัย
5. มีการแลกเปลี่ยนสารระหว่างหลอดเลือดฝอยกับเนื้อเยื่อบริเวณรอบ ๆ x ผลลัพธ์

1. ผิด...ความดันในหลอดเลือด vein มีค่าต่ำสุด (artery > capillaries > vein)
2. ถูกต้อง...อัตราการไหล (Q) ของเลือดในหลอดเลือดโดยทั่วไปมีค่าคงที่ ทำให้ความเร็วการไหล (v) แปรผกผันกับพื้นที่หน้าตัด (A) ซึ่งหลอดเลือดฝอยเป็นโครงสร้างที่มีพื้นที่หน้าตัดรวมสูงสุดเมื่อเทียบกับหลอดเลือดอื่น ๆ ดังนั้นจึงไหลผ่านได้ช้าที่สุด



เชื่อมโยงกับสูตรในวิชาฟิสิกส์

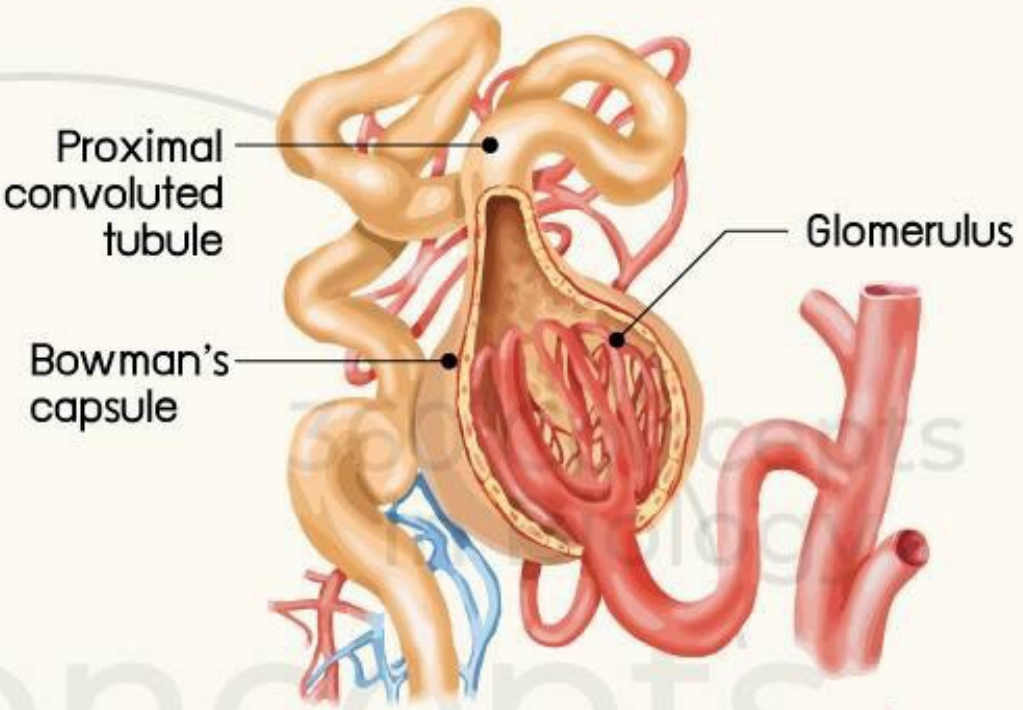
$Q = Av$

Q = อัตราการไหล
A = พื้นที่หน้าตัด
v = ความเร็วในการไหล

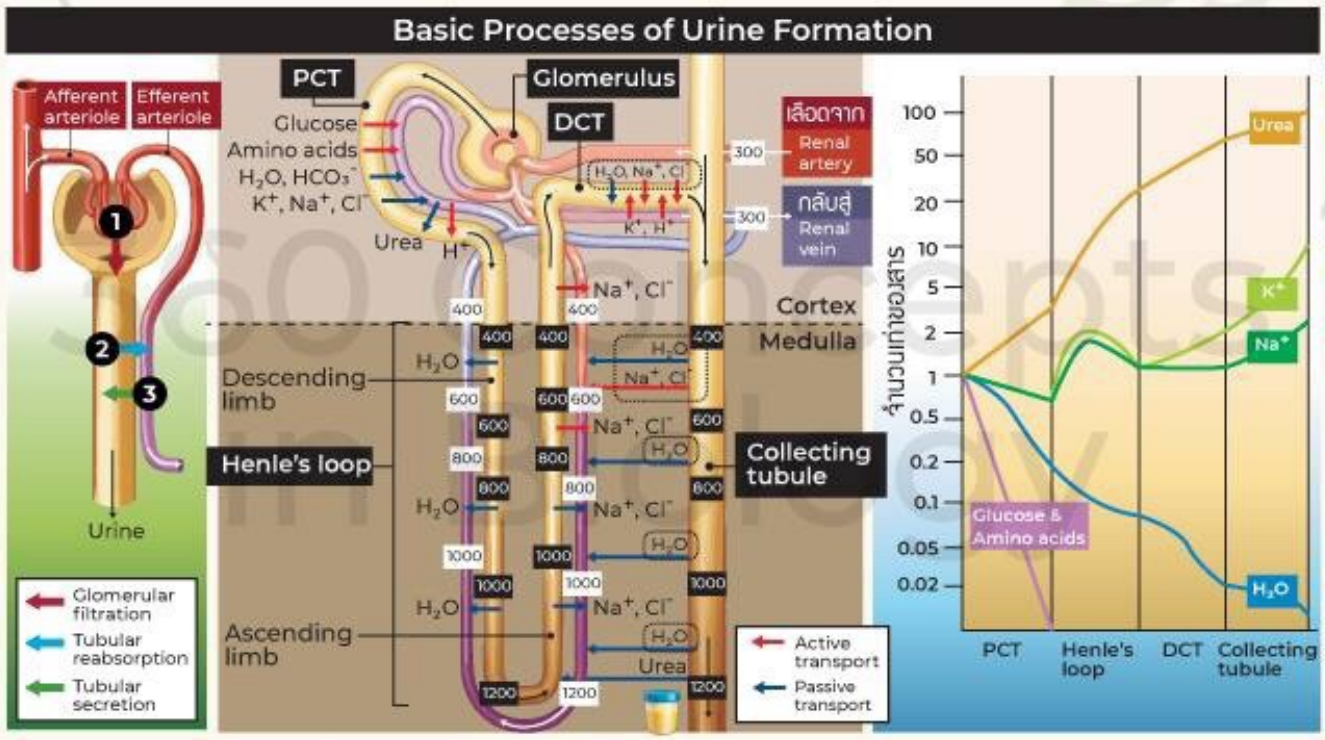
3. ผิด...ไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้หลอดเลือดฝอยไหลช้าสุด
4. ผิด...ไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้หลอดเลือดฝอยไหลช้าสุด
5. ผิด...ข้อนี้เป็นผลลัพธ์จากการที่หลอดเลือดฝอยไหลช้า ทำให้มีการแลกเปลี่ยนสารระหว่างหลอดเลือดฝอยกับเนื้อเยื่อบริเวณรอบ ๆ

19. ในคนปกติ โครงสร้างใดของท่อหน่วยไต มีความเข้มข้นของกลูโคสปนอยู่ในของเหลวที่ผ่านการกรองสูงที่สุด

1. Bowman's capsule
2. proximal convoluted tubule
3. loop of Henle
4. distal convoluted tubule
5. collecting duct

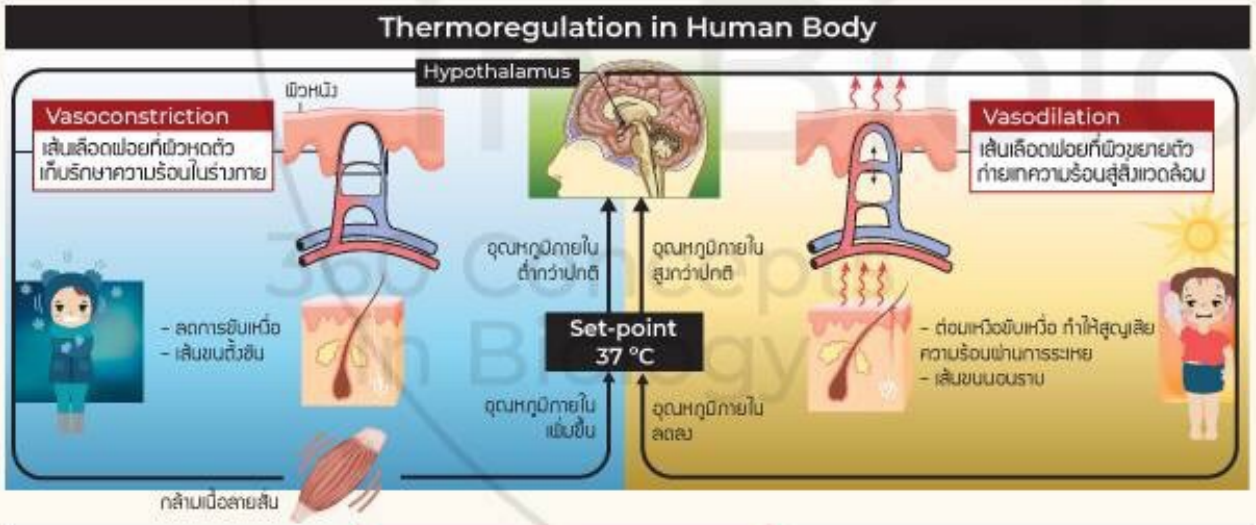


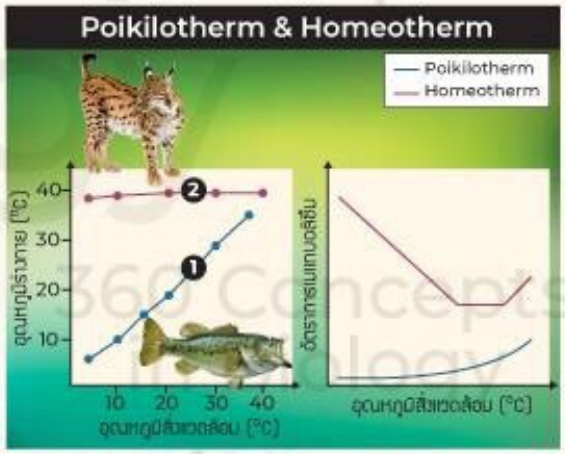
ของเหลวจาก glomerulus จะกรองผ่านเข้าสู่ Bowman's capsule ทำให้ของเหลวที่ผ่านการกรองบริเวณนี้มีกลูโคสสูงที่สุด จากนั้นจะถูกดูดกลับที่ proximal covoluted tubule ส่งผลให้ระดับกลูโคสเริ่มลดลง เพราะเป็นบริเวณที่มีการดูดกลับของกลูโคส รวมถึงสารที่สำคัญอื่น ๆ ที่ผ่านการกรองอีกหลายชนิด เช่น กรดอะมิโน, น้ำ, HCO_3^-, Na^+ และ Cl^- เป็นต้น



20. ข้อใดแสดงการเปลี่ยนแปลงของร่างกายเมื่อนักเรียนเดินจากบริเวณอากาศร้อน เข้าไปในห้องเย็น อุณหภูมิ 4 °C

	อุณหภูมิร่างกาย	อัตราการหดตัวของกล้ามเนื้อโครง	หลอดเลือดบริเวณผิวหนัง
1	ลดลง X	ลดลง X	หดตัว
2	ลดลง X	เพิ่มขึ้น	หดตัว
3	สูงขึ้น X	เพิ่มขึ้น	ขยายตัว X
4	สูงขึ้น X	ลดลง X	ขยายตัว X
(5)	ไม่เปลี่ยนแปลง	เพิ่มขึ้น	หดตัว





ข้อเปรียบเทียบ	อากาศหนาว	อากาศร้อน
เส้นขน	ตั้งชันขึ้น (ขนลุก)	เอนราบ
ต่อมเหงื่อ	ไม่สร้างเหงื่อ	สร้างเหงื่อ
หลอดเลือดฝอยที่ผิวหนัง	หดตัว เพื่อเก็บความร้อน	ขยายตัว เพื่อถ่ายเทความร้อน
กล้ามเนื้อลาย	หดตัวเร็วขึ้น ทำให้ร่างกายสั่น	-
อัตราเมแทบอลิซึมของร่างกาย	เพิ่มขึ้น	ลดลง

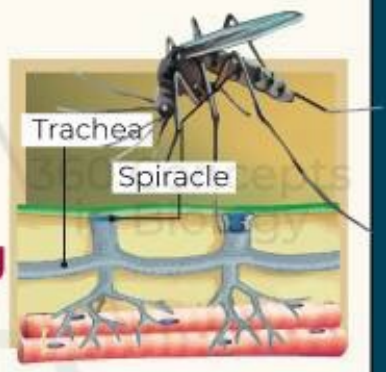
ร่างกายมีศูนย์ควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ไฮโปทาลามัส ซึ่งอุณหภูมิที่จุดกำหนด (set point) คือ 37 C โดยสมองส่วนนี้มีหน้าที่ควบคุมการผลิตและการระบายความร้อน เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้คงที่เท่ากับ set point

360 Concepts in Biology

21. ระบบแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์ชนิดใดมีความเชื่อมโยงกับระบบไหลเวียนน้อยที่สุด

1. ยุง
2. นกเขา
3. ค้างคาว
4. ปลาช่อน
5. ไส้เดือนดิน

x ระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด (close circulatory system) ช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊ส

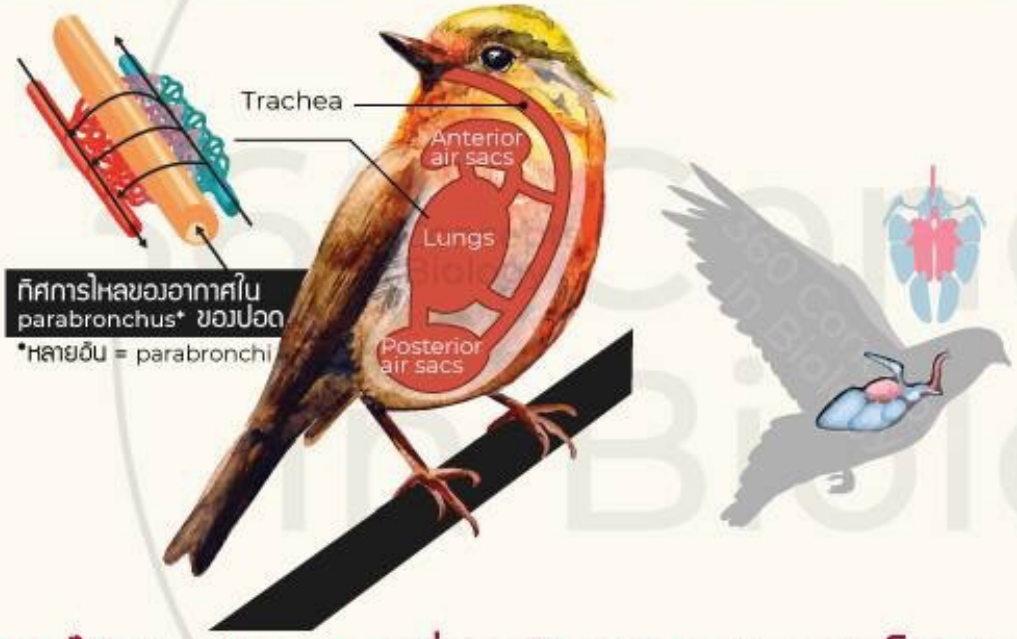


1. ถูก... ยุง แลกเปลี่ยนแก๊สโดยใช้ระบบท่อลม (tracheal system) ซึ่งท่อลมจะเชื่อมต่อกับเนื้อเยื่อได้โดยตรง ดังนั้นจึงไม่ต้องใช้ระบบหมุนเวียนเลือด
2, 3, 4 & 5 ผิด ... นก ค้างคาว ปลาช่อน ไส้เดือนดิน มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด ซึ่งช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊ส

360 Concepts in Biology

22. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์

1. ไส้เดือนดินแลกเปลี่ยนแก๊สบริเวณผิวหนัง
2. นกแลกเปลี่ยนแก๊สโดยใช้ air sac และ alveolus ที่ปอด
3. แมงมุงมีระบบไหลเวียนเลือดช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊ส
4. ทิศทางการไหลของเลือดและน้ำในเหงือกของปลาจะสวนทางกัน
5. แมลงบินได้มี air sac ภายในส่วนท้องจำนวนมากเพื่อสำรองอากาศ



1. ถูก...ไส้เดือนดิน แลกเปลี่ยนแก๊สบริเวณผิวหนัง โดยมีระบบหมุนเวียนเลือดช่วยลำเลียงแก๊ส
2. ผิด...ถุงลม (air sac) ของนก ช่วยเก็บอากาศและเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทอากาศให้ปอดเท่านั้น ไม่ได้เป็นบริเวณสำหรับแลกเปลี่ยนแก๊สเหมือน alveolus ในปอด
3. ถูก...แมงมุม มีแผงปอด (book lung) เชื่อมต่อกับระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งทำหน้าร่วมกันในการแลกเปลี่ยนแก๊ส
4. ถูก...ทิศทางการไหลของเลือดและน้ำจะส่วนทางกันเรียกว่า countercurrent exchange เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนแก๊ส
5. ถูก...แมลงบินได้มี air sac จำนวนมากช่วยในการสำรองอากาศ โดย air sac เหล่านี้ไม่ได้ทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส

23. Microfilament มีบทบาทต่อการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตในข้อใด

x microtubule
1. ยูกลีนา ดาวทะเล
การหดตัวคลายตัวของกล้ามเนื้อบริเวณ tube feet
2. ดาวทะเล อะมีบา – เท้าเทียม

x microtubule
3. อะมีบา แบคทีเรีย

x microtubule x microtubule
4. แบคทีเรีย พารามีเซียม

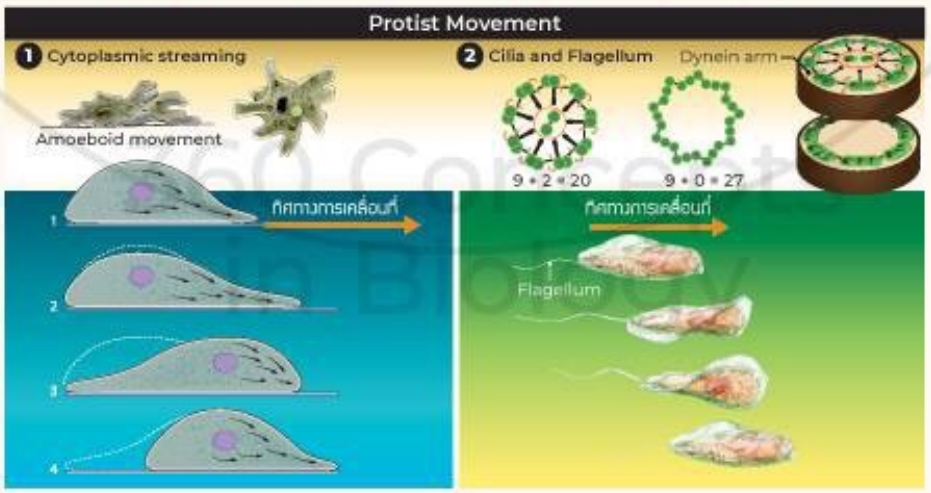
x microtubule x microtubule
5. พารามีเซียม ยูกลีนา

Microfilament

ไมโครฟิลาเมนท์ (microfilament) Ø = 7 nm	Actin ทำงานร่วมกับ myosin	- ค้ำจุนและคงรูปร่างของเซลล์ - เกี่ยวข้องกับการหดตัวของกล้ามเนื้อ - การแบ่งไซโทพลาสซึม (cytokinesis) ของเซลล์สัตว์ - การเคลื่อนที่แบบใช้เท้าเทียม (pseudopodia) ไม่เฉพาะอะมีบา แต่ยังรวมไปถึงเซลล์เม็ดเลือดขาว และโพรทิสต์อีกหลายชนิด - การ endocytosis และ exocytosis ของเซลล์ - การไหลเวียนของไซโทพลาสซึมภายในเซลล์พืช (cyclosis)

การเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว มี 2 วิธีหลัก ได้แก่
1. การไหลเวียนของไซโทพลาสซึม (cytoplasmic streaming หรือ cyclosis)
- การเคลื่อนไหวแบบอะมีบา (amoeboid movement) จะอาศัยการไหลของไซโทพลาสซึม ส่งผลให้เกิดการยื่นมาดันเยื่อหุ้มเซลล์ไปเป็นเท้าเทียม (pseudopodium)
- การสร้างเท้าเทียม เกิดจากการทำงานของ cytoskeleton ชนิด microfilament

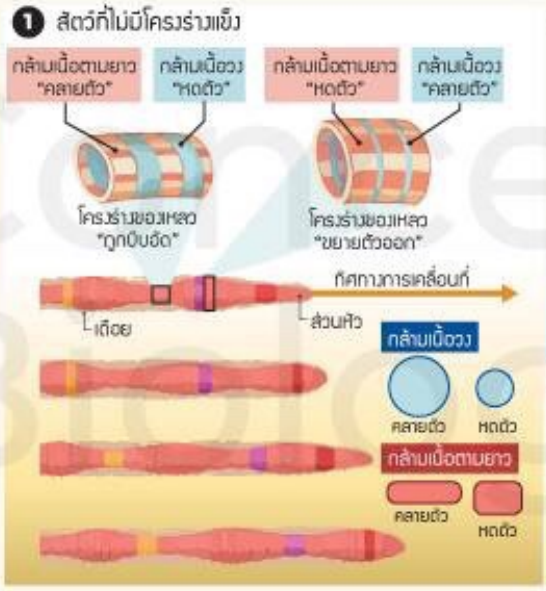
2. การเคลื่อนไหวโดยใช้ซิเลีย (cilia) หรือแฟลเจลลัม (flagellum)
- ทั้งซิเลียและแฟลเจลลัมมีการเรียงตัวของ microtubule แบบ 9 + 2 = 20
- ฐานของซิเลียและแฟลเจลลัมเรียกว่า เบซัลบอดี (basal body) หรือไคนีโทโซม (kinetosome) ซึ่งมีการเรียงตัวของ microtubule แบบ 9 + 0 = 27



360 Concepts in Biology

24. สัตว์ในข้อใดสามารถเคลื่อนที่โดย<u>ไม่ต้องใช้</u>กล้ามเนื้อ 2 มัดทำงานตรงข้ามกัน

1. นก x ใช้กล้ามเนื้อกดปีกและยกปีก ทำงานตรงข้ามกันแบบ antagonism เพื่อเคลื่อนที่
2. เสือ x ใช้กล้ามเนื้อทำงานตรงข้ามกันแบบ antagonism เพื่อเคลื่อนที่
3. หมึก พ่นน้ำโดยใช้ท่อไซฟอน (siphon) 1 อัน ซึ่งจะเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับที่พ่นน้ำออก
4. แมลง x ใช้กล้ามเนื้อทำงานตรงข้ามกันแบบ antagonism เพื่อเคลื่อนที่
5. ไส้เดือนดิน x ใช้กล้ามเนื้อวงและกล้ามเนื้อตามยาวทำงานตรงข้ามกันแบบ antagonism เพื่อเคลื่อนที่



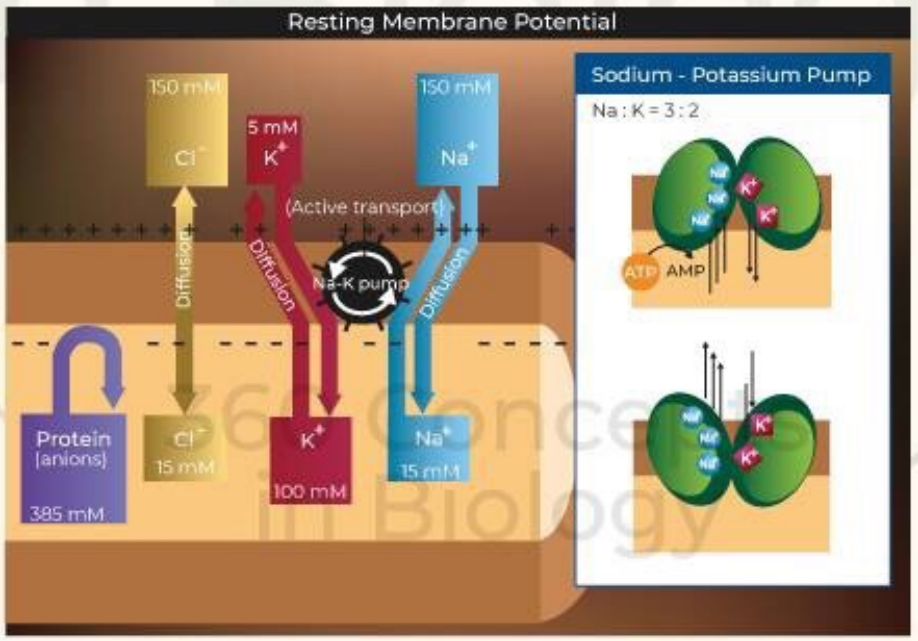
Keyword

25. ถ้าใส่สารที่มีผลทำให้ช่องโพแทสเซียมปิด แต่ไม่มีผลต่อการทำงานของโซเดียม-โพแทสเซียมปั๊ม ศักย์เยื่อหุ้มเซลล์ระยะพักของเซลล์ประสาทจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

1. เป็นลบมากขึ้น
2. เป็นลบน้อยลง
3. เป็นบวกมากขึ้น
4. เป็นบวกน้อยลง
5. ไม่เปลี่ยนแปลง

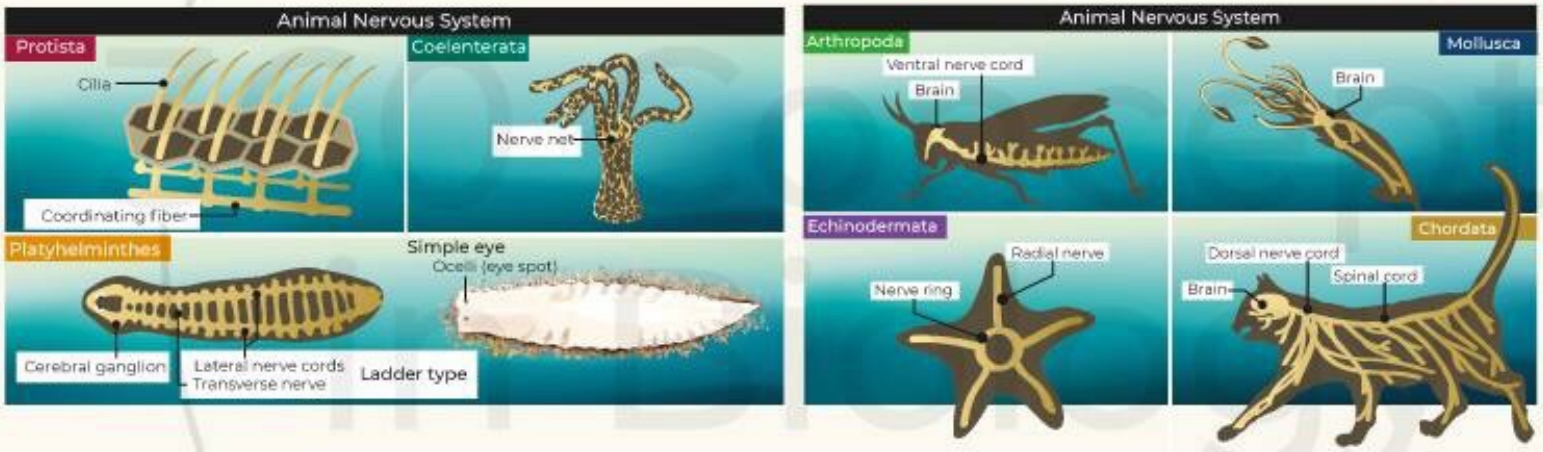
ศักย์เยื่อหุ้มเซลล์ (membrane potential) พบในเซลล์ทุกเซลล์ขณะมีชีวิต เกิดจากความแตกต่างของไอออนภายในเซลล์และภายนอกเซลล์คงที่ ซึ่งโดยทั่วไปภายในเซลล์จะมีประจุเป็นลบ ส่วนภายนอกเซลล์มีประจุเป็นบวก เรียกว่า ศักย์เยื่อหุ้มเซลล์ระยะพัก (resting membrane potential; RMP) โดยไอออนที่มีบทบาทหลักต่อการเกิด RMP คือ Na^+ และ K^+

แบ่งการเปลี่ยนแปลงเป็น 2 เหตุการณ์ คือ
1. Na-K pump เอา Na^+ ออก 3 และเอา K^+ เข้า 2 --> สูญเสีย (loss) 1 cation (ไอออน +)
2. สารไปบล็อก K^+ chanel ออก แต่ Na^+ channel ยังเข้าได้เรื่อย ๆ --> กระแสเข้ามากกว่าออก --> RMP เป็นลบน้อยลงเรื่อย ๆ จนไปหยุดที่ equilibrium ของ Na^+



26. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับระบบประสาทของไฮดรา

1. มีปมประสาทใหญ่คือสมอง x Brain - พบในสัตว์มีกระดูกสันหลัง สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ สัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
2. มีกลุ่มเซลล์ประสาทรวมตัวเป็นปมประสาท x 3 คู่ - หอย หมึก / ทุกข้อปล้อง - สัตว์ขาข้อ
3. มีเส้นประสาทรอบตัวเป็นวงแหวนประสาท x Nerve ring รอบปาก - ดาวทะเล
4. มีเซลล์ประสาทเชื่อมโยงกันเป็นร่างแหประสาท Nerve net- ไฮดรา
5. มีเส้นประสาทขนานไปตามด้านข้างของลำตัวแบบขั้นบันได x Ladder type - พลานาเรีย

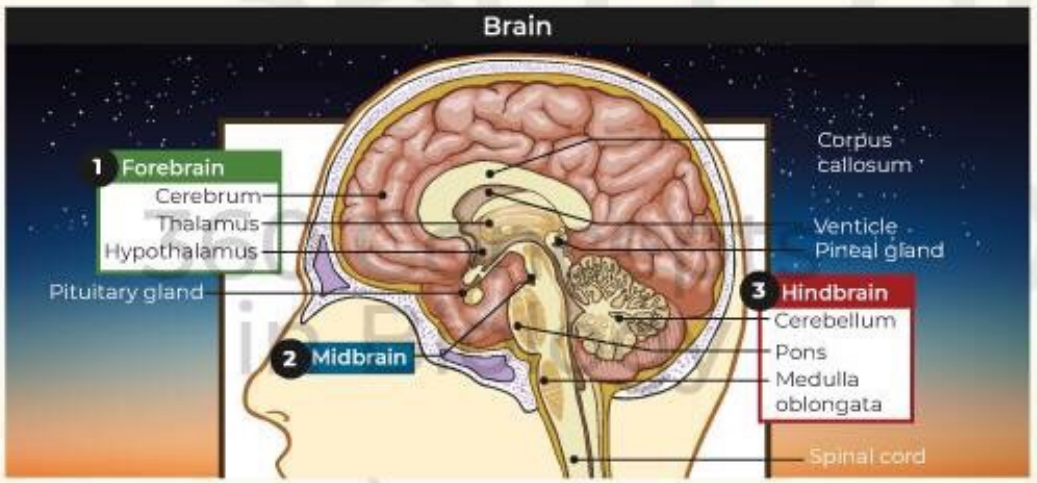


Phylum	ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต	โครงสร้างที่ใช้ในการตอบสนอง
Porifera	ฟองน้ำ	ไม่มีระบบประสาท
Coelenterata	ไฮดรา และแมงกะพรุน	ร่างแหประสาท (nerve net)
Platyhelminthes	หนอนตัวแบน: พลานาเรีย พยาธิใบไม้ และพยาธิตัวตืด	ระบบประสาทแบบขั้นบันได (ladder type)
Nematoda	หนอนตัวกลม: พยาธิเส้นด้าย	ระบบประสาทแบบวงแหวน (nerve ring) รอบคอหอย
Annelida	หนอนปล้อง: ไส้เดือนดิน	ระบบประสาทแบบวงแหวน (nerve ring) รอบคอหอย
Mollusca	หอย, หมึก	มีปมประสาท 3 คู่ คือ หัว อวัยวะภายใน และเท้า โดยทำงานประสานกัน
Arthropoda	สัตว์ขาข้อ: แมลง กุ้ง ปู และกิ้งกือ	มีปมประสาททุกปล้องลำตัว
Echinodermata	ดาวทะเล	ระบบประสาทแบบวงแหวนรอบปาก (nerve ring) เชื่อมต่อกับเส้นประสาทแนวรัศมี (radial nerve)
Chordata	สัตว์มีกระดูกสันหลัง : ปลา สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม	มีเส้นประสาทใหญ่เป็นท่อกลวงอยู่ด้านหลัง (DNC) เหนือทางเดินอาหาร

27. ตำรวจตั้งด่านตรวจแอลกอฮอล์ในบริเวณใกล้เคียงสถานบันเทิง และขอให้ผู้ขับรถยนต์ลงจากรถเพื่อทดสอบว่าเดินได้เป็นปกติหรือไม่ แอลกอฮอล์ในสุรามีผลต่อสมองส่วนใด จึงทำให้ผู้ดื่มไม่สามารถควบคุมการเดินให้เป็นปกติ Keyword

1. pons x
2. cerebrum x
3. cerebellum
4. hypothalamus x
5. thalamus x

ซีรีเบลลัม (cerebellum) เป็นสมองส่วนหลังที่ใหญ่ที่สุด ทำหน้าที่ควบคุม การประสานงานของกล้ามเนื้อ (muscle coordination) ทำให้เกิดความสอดคล้องของการเคลื่อนไหว ท่าทางของร่างกาย นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับการทรงตัว และการเคลื่อนไหวที่ละเอียด อย่างไรก็ตามในผู้ที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เมื่อเมาจะสูญเสียการทรงตัวขณะเดิน เพราะแอลกอฮอล์มีฤทธิ์ยับยั้งสมองส่วนนี้



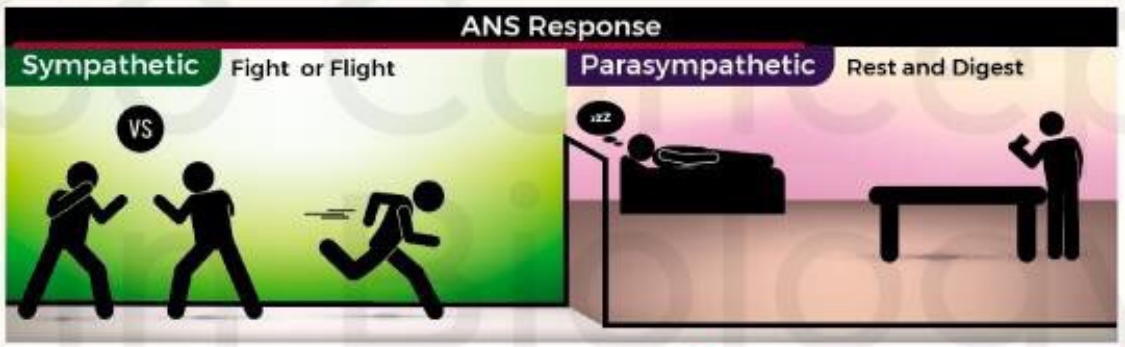
สมอง	ตำแหน่ง	หน้าที่สำคัญ
1. Forebrain	Cerebrum	หน้าที่แยกตาม lobe ซึ่งแบ่งเป็น 5 lobe
	Thalamus	เป็นศูนย์รวมกระแสประสาทที่ผ่านเข้าออก และแยกกระแสประสาทไปยังส่วนที่เกี่ยวข้อง
	Hypothalamus	สังเคราะห์และหลั่งฮอร์โมนประสาท (neurohormone), ควบคุมสมดุลและความต้องการพื้นฐานของร่างกาย รวมถึงระบบประสาทอัตโนมัติ
2. Midbrain	Midbrain*	ควบคุมการเคลื่อนไหวของลูกตา และการเปิดปิดของรูม่านตา
3. Hindbrain	Cerebellum	ประสานการทำงานของกล้ามเนื้อ และควบคุมการทรงตัว
	Pons*	ศูนย์ควบคุมการหายใจ และการควบคุมกล้ามเนื้อใบหน้า
	Medulla oblongata*	ศูนย์ควบคุมการหายใจ และการเต้นของหัวใจ

*ก้านสมอง (brain stem) ประกอบด้วย midbrain, pons และ medulla oblongata

28. ข้อใดเป็นผลจากการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก

1. รูม่านตาหรี่
2. ถุงน้ำดีคลายตัว x หดตัว
3. หัวใจเต้นเร็วและแรงขึ้น x ช้าลง
4. ต่อมน้ำลายลดการหลั่งน้ำลาย x เพิ่ม
5. หลอดลมฝอยในปอดขยายตัว x หดตัว

มีบทบาทเกี่ยวกับการพักและการย่อย (rest and digest) เพื่อให้ร่างกายและอวัยวะต่าง ๆ ฟื้นสภาพได้ เช่น การหดตัวของรูม่านตา การเต้นของหัวใจช้าลง กระตุ้นการหลั่งน้ำลายและการย่อยอาหาร การกำจัดของเสียจากลำไส้และกระเพาะปัสสาวะ เป็นต้น



อวัยวะ	Sympathetic	Parasympathetic
กล้ามเนื้อควบคุมม่านตา*	ม่านตาขยาย	ม่านตาหรี่
หัวใจ	เต้นเร็วขึ้น บีบตัวมากขึ้น	เต้นช้าลง บีบตัวน้อยลง
หลอดลม	คลายตัว หายใจคล่อง	หดตัว
ต่อมเหงื่อ	กระตุ้นการหลั่งเหงื่อ	-
ต่อมหมวกไตชั้นใน	กระตุ้นการหลั่ง adrenaline	-
ต่อมน้ำลาย	ยับยั้งการหลั่งน้ำลาย	กระตุ้นการหลั่งน้ำลาย
กระเพาะอาหารและลำไส้	ยับยั้งการบีบตัว	กระตุ้นการบีบตัว
ตับอ่อน	ยับยั้งการหลั่งเอนไซม์	กระตุ้นการหลั่งเอนไซม์
ตับและถุงน้ำดี	สลาย glycogen ที่ตับ และยับยั้งการหลั่งน้ำดี	กระตุ้นการหลั่งน้ำดี
กระเพาะปัสสาวะ	คลายตัว	หดตัว เพื่อขับปัสสาวะ
อวัยวะเพศ	กระตุ้นการหลั่งน้ำอสุจิ (ejaculation) กระตุ้นการบีบตัวของช่องคลอด	กระตุ้นการแข็งตัวอวัยวะเพศ (erection) ทั้งเพศชายและเพศหญิง

29. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการทำงานของตา

1. ภาพที่ตกบนเรตินาเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง x เป็นภาพจริงหัวกลับ ขนาดเล็กกว่าวัตถุ

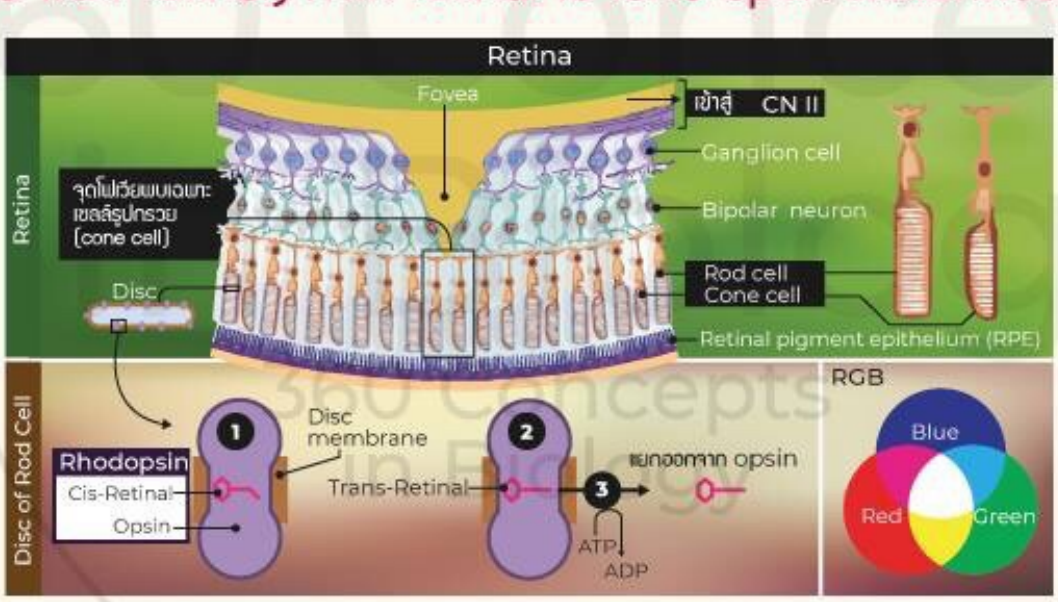
2. เลนส์ตาโค้งนูนน้อยลงทำให้มองวัตถุใกล้ได้ชัดเจน
   x เลนส์ตาโค้งนูนน้อยลง (แบน) ทำให้มองเห็นวัตถุไกลได้ชัดขึ้น

3. กระแสประสาทเกิดจากการแตกตัวของ rhodopsin เมื่อถูกแสง

เลนส์ตาหรือกระจกตา

4. เลนสตาที่โคงนูนในระนาบต่าง ๆ ไม่เท่ากัน ทำให้เกิดภาวะสายตาเอียง

5. แสงทำให้โมเลกุลของโปรตีน opsin เปลี่ยนแปลงไป จึงแยกจาก retinol
   x แสงทำให้โมเลกุลของโปรตีน retinol เปลี่ยนแปลงไป (จากโครงสร้างแบบ cis-retinol เป็น tran-retinol) ทำให้ retinal ไม่จับกับ opsin และแยกตัวออกไป

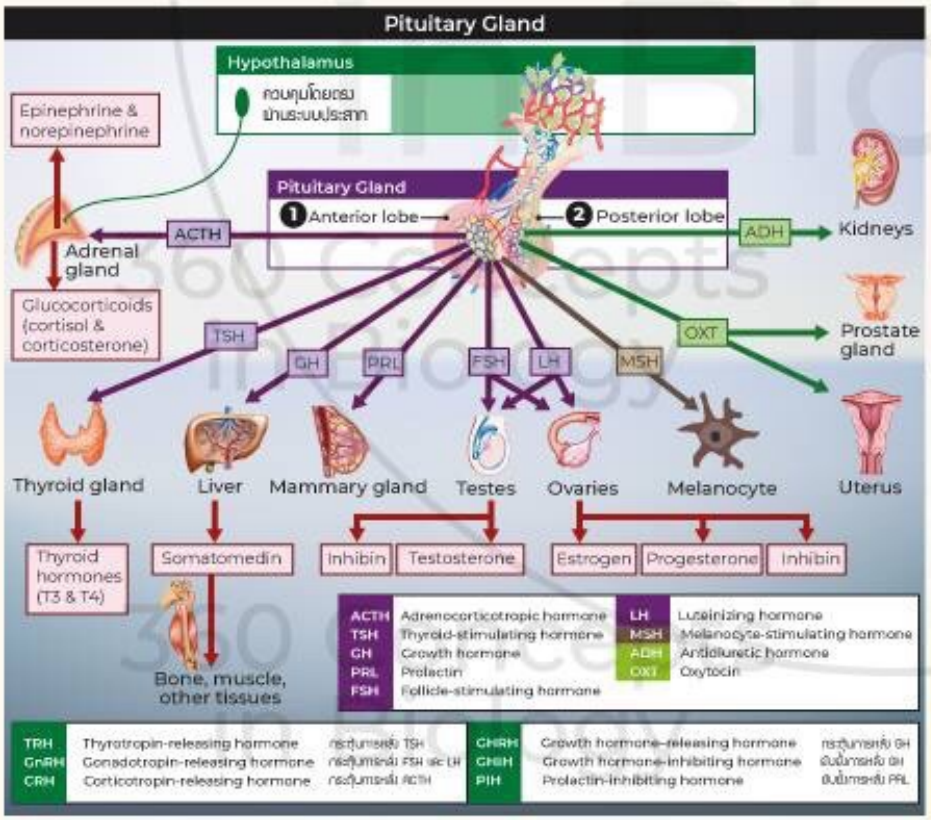


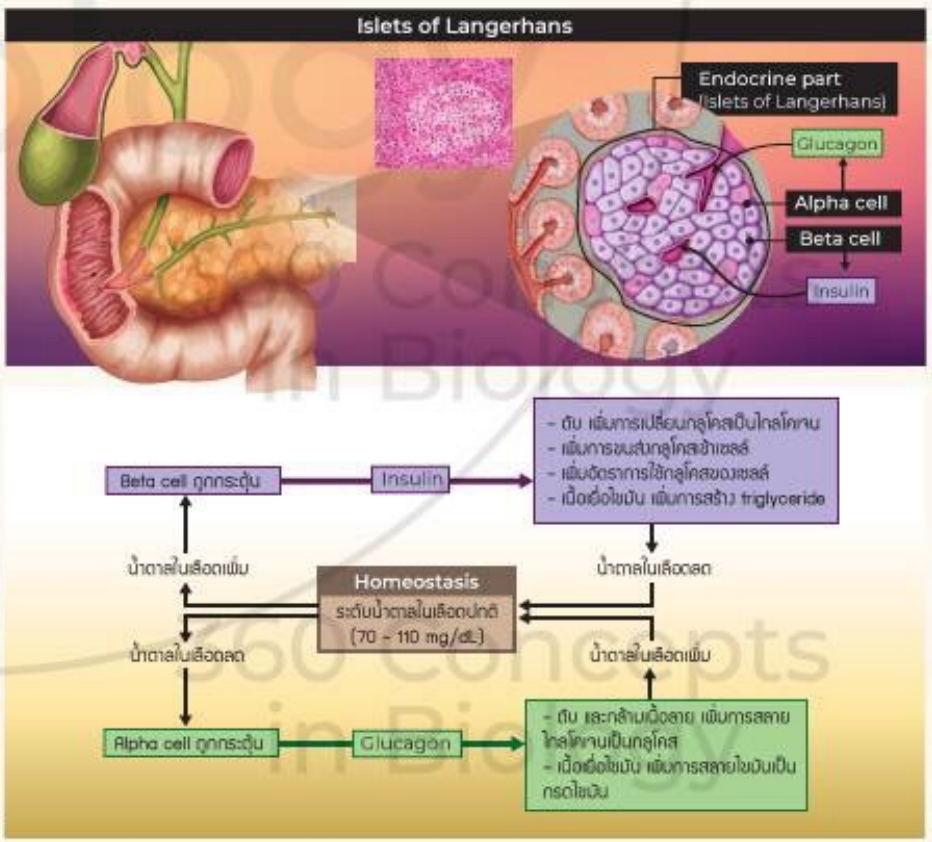
ข้อสอบข้อนี้มีตัวเลือกที่ถูกต้องมากกว่า 1 คำตอบ คือ 3. และ 4.

30. การควบคุมการหลั่งฮอร์โมนในข้อใดแตกต่างจากข้ออื่น

1. estrogen จากรังไข่ ควบคุมการหลั่งโดยฮอร์โมน FSH จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า
2. insulin จากตับอ่อน ควบคุมการหลั่งจากระดับน้ำตาลในเลือด
3. thyroxin จากต่อมไทรอยด์ ควบคุมการหลั่งโดยฮอร์โมน TSH จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า
4. LH จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ควบคุมการหลั่งโดยปริมาณ estogen จากรังไข่
5. glucocorticoids จากต่อมหมวกไตส่วนนอก
ควบคุมการหลั่งโดยฮอร์โมน ACTH จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า

ตัวเลือกข้อ 1, 3, 4 และ 5 ควบคุมการหลั่งจากฮอร์โมนของต่อมใต้สมองอื่น
ซึ่งตัวเลือกที่ 2 แตกต่างจากข้ออื่น เนื่องจากควบคุมจากระดับน้ำตาลในเลือด





fb.com/360ConceptsInBiology

31. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับฮอร์โมน progesterone

1. เมื่อใช้เป็นยาคุมกำเนิด จะต้องใช้ร่วมกับ estrogen เสมอ x ไม่จำเป็น

2. ทำงานร่วมกับ estrogen ทำให้เยื่อบุชั้นในของมดลูกหนาตัวขึ้น

3. เป็นฮอร์โมนประเภทสเตียรอยด์สร้างจากเซลล์ฟอลลิเคิลในรังไข x สร้างจาก corpus luteum

4. เมื่อปริมาณในเลือดสูงจะออกฤทธิ์เสริมกับ LH ทำให้เกิดการตกไข x เมื่อ progesterone ในเลือดสูง จะยับยั้ง LH ทำให้ไม่เกิดการตกไข่

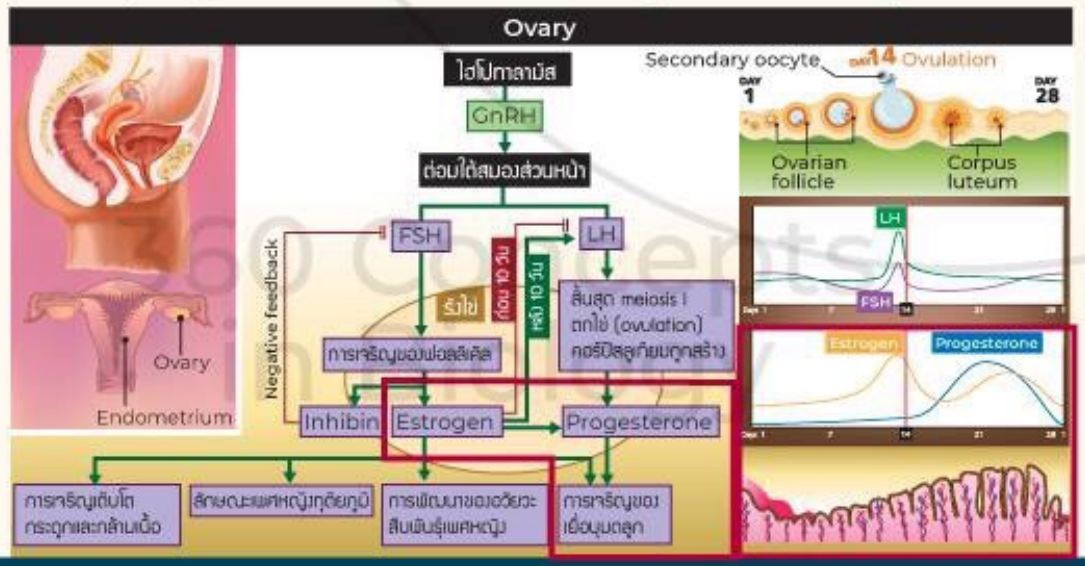
5. ในระหว่างการคลอดบุตร จะมีปริมาณในเลือดสูงขึ้นเพื่อออกฤทธิ์รวมกับ oxytocin x ปริมาณ progesterone ลดลง เพื่อให้ oxytocin ทำงานได้เต็มที่

■ ยาเม็ดคุมกำเนิด (oral contraceptive pill) มีหลายชนิด เช่น

- Estrogen และ progesterone: ยับยั้งการหลั่ง FSH และ LH ฟอลลิเคิลที่อยู่รอบเซลล์ไข่จึงไม่เจริญ และไม่มี LH surge ดังนั้นยากลุ่มนี้จึงป้องกันการตกไข่
- Estrogen อย่างเดียว: รบกวนการฝังตัวไซโกต เพราะเพิ่มการบีบตัวของมดลูกและปิกมดลูก
- Progesterone อย่างเดียว: หลั่งเมือกเหนียวข้นบริเวณปากมดลูก เพื่อขัดขวางอสุจิเข้ามดลูก

■ การเจริญเติบโตของฟอลลิเคิล ถูกควบคุมโดยฮอร์โมนที่สำคัญ ดังนี้

1. GnRH สร้างจากไฮโปทาลามัส กระตุ้นการหลั่ง FSH และ LH ของต่อมใต้สมองส่วนหน้า
2. FSH กระตุ้นการเจริญเติบโตของฟอลลิเคิล ทำให้มีการสร้างและหลั่ง estrogen
3. LH กระตุ้นการตกไข่ และการเจริญเติบโตของคอร์ปัสลูเทียม (corpus luteum) ให้สร้างและหลั่ง progesterone (ส่วน estrogen คอร์ปัสลูเทียมจะสร้างและหลั่งได้น้อยกว่า)

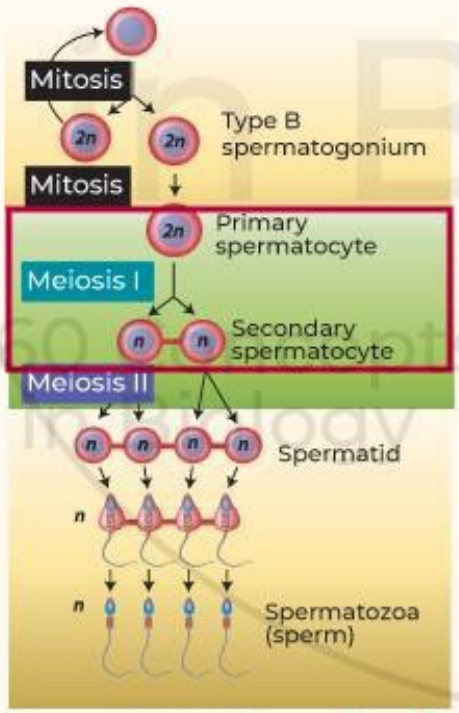


ผลของฮอร์โมน progesterone
- กระตุ้นเยื่อบุมดลูกให้หนา เพื่อเหมาะสำหรับการตั้งครรภ์
- ลดการบีบตัวของกล้ามเนื้อมดลูก เพื่อป้องกันไม่ให้แท้ง (การออกฤทธิ์นั้นมดลูกจะต้องได้รับการกระตุ้นจาก estrogen มาก่อน)

32. เมื่อ primary spermatocyte (2n) จำนวน 2 เซลล์ ผ่านขั้นตอน meiosis I แล้วจะได้ผลดังข้อใด

1. primary spermatocyte (2n) จำนวน 4 เซลล์
2. secondary spermatocyte (n) จำนวน 2 เซลล์
3. secondary spermatocyte (n) จำนวน 4 เซลล์
4. spermatid (n) จำนวน 4 เซลล์
5. spermatid (n) จำนวน 8 เซลล์

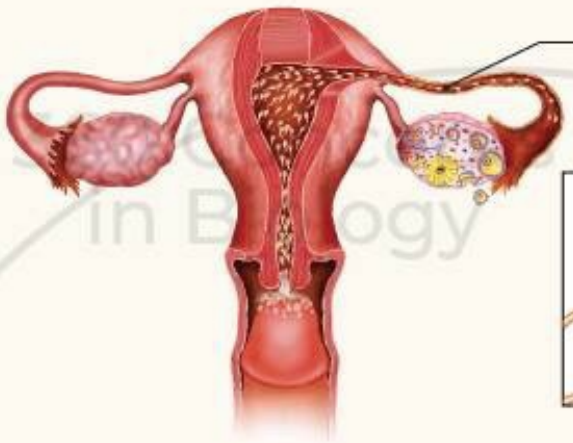
Primary spermatocyte (2n) จำนวน 1 เซลล์ เมื่อผ่าน meiosis I
จะได้ secondary spermatocyte (n) จำนวน 2 เซลล์

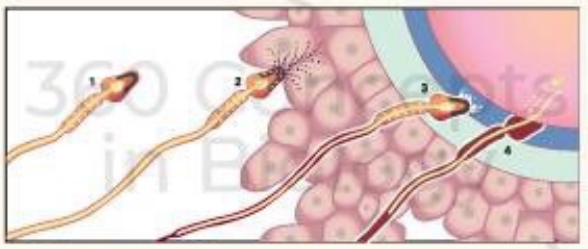


ดังนั้น Primary spermatocyte (2n) จำนวน 2 เซลล์ เมื่อผ่าน meiosis I
จะได้ secondary spermatocyte (n) จำนวน 4 เซลล์

33. การปฏิสนธิในคนเกิดขึ้นที่โครงสร้างใด

1. รังไข่
2. ท่อนำไข่
3. ช่องคลอด
4. ปากมดลูก
5. โพรงมดลูก





การปฏิสนธิมักเกิดที่ท่อนำไข่หรือปีกมดลูก

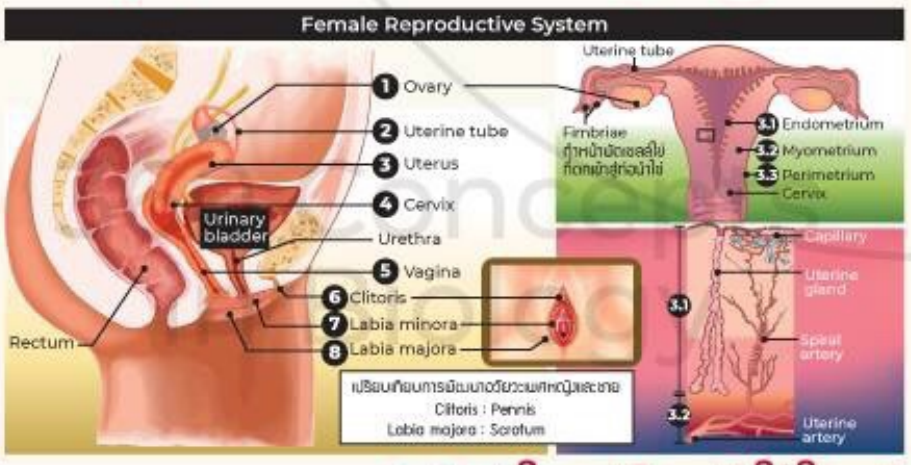
1. รังไข่ (ovary) มี 1 คู่ แบ่งออกเป็น 2 ข้างยึดอยู่ที่ช่องท้องช่วงกระดูกเชิงกราน แต่ละข้างทำหน้าที่สร้างเซลล์ไข่ซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศหญิง (สร้างจากเซลล์ไข่ต้นกำเนิดเรียกว่า oogonium ซึ่งมีจำนวนจำกัด) นอกจากนี้ยังทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนเพศหญิง (estrogen และ progesterone) เมื่อเข้าสู่วัยรุ่นจะมีการตกไข่ (ovulation) เพียง 1 ใบ โดยสลับข้างกันในแต่ละเดือน

2. ท่อนำไข่ (oviduct) หรือปีกมดลูก (uterine tube / fallopian tube) อยู่ระหว่างมดลูกและรังไข่ เป็นทางผ่านของไข่และอสุจิ ดังนั้นบริเวณนี้จึงเป็นบริเวณที่เซลล์ไข่เกิดการปฏิสนธิกับอสุจิ

3. ช่องคลอด (vagina) มีลักษณะเป็นท่อกลวงอยู่ต่อจากปากมดลูก เป็นทางผ่านของอสุจิเข้าสู่มดลูก และเป็นบริเวณสอดใส่องคชาตขณะมีเพศสัมพันธ์ ผนังภายในมีลักษณะย่น สามารถยืดขยายได้

4. ปากมดลูก (cervix) มีต่อมสำหรับสร้างเมือก เพื่อป้องกันแบคทีเรียจากช่องคลอดเข้าโพรงมดลูก

5. มดลูก (uterus) หรือโพรงมดลูก มีรูปร่างคล้ายลูกแพร์ ตั้งอยู่บริเวณอุ้งเชิงกราน มีผนังหนา 3 ชั้น



หมายเหตุ: หมายเลข label ในรูปสำหรับใช้ในหนังสือ

34. ในการเจริญของเอ็มบริโอกบ เมื่อสิ้นสุดการเจริญในระยะใด ทำให้ได้เอ็มบริโอที่มีจำนวนเซลล์เพิ่มขึ้น แต่ขนาดของแต่ละเซลล์ลดลง

1. cleavage
2. blastulation
3. gastrulation
4. neurulation
5. organogenesis

คลีเวจ (cleavage) เป็นระยะที่ไซโกตมีการแบ่งตัวแบบ mitosis อย่างรวดเร็ว จาก 1 เป็น 2, 4, 8 และ 16 เซลล์ ซึ่งแต่ละเซลล์ที่ได้จะมีขนาดเท่ากันและเล็กลงเรื่อย ๆ ได้เอ็มบริโอที่มีลักษณะคล้ายผลของน้อยหน่าเรียกว่า มอรูลา (morula) ข้อสังเกตคือ เอ็มบริโอที่เกิดในระยะ cleavage จะมีขนาดเท่ากับไซโกต เนื่องจากมีการเพิ่มจำนวนเซลล์ แต่ไม่มีการขยายขนาดของเซลล์

บลาสทูเลชัน (blastulation) เป็นระยะที่เซลล์ของเอ็มบริโอจัดเรียงตัวใหม่เป็นชั้นเดียวอยู่ที่ผิวภายนอก มีลักษณะคล้ายลูกบอลที่มีโพรงอยู่ภายในเรียกว่า บลาสโทซีล (blastocoel) และเรียกเอ็มบริโอที่อยู่ในระยะนี้ว่า บลาสทูลา (blastula)

แกสทรูเลชัน (gastrulation) เป็นระยะที่มีการจัดเรียงตัวของเซลล์ โดยเซลล์จะเว้าและม้วนตัวเข้าด้านในที่เป็นช่องว่าง ทำให้เกิดเป็นเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ของเอ็มบริโอ (embryonic germ layer) 3 ชั้น ได้แก่ ectoderm, mesoderm และ endoderm

ออร์แกโนเจเนซิส (organogenesis) เป็นกระบวนการที่เนื้อเยื่อทั้ง 3 ชั้นของเอ็มบริโอ พัฒนาไปเป็นอวัยวะต่าง ๆ

นิวรูเลชัน (neurulation) เป็นกระบวนการเกิดระบบประสาท

35. ของเสียที่มีไนโตรเจนที่เอ็มบริโอไก่สร้างขึ้นจะถูกเก็บสะสมไว้ในโครงสร้างใด

1. ไข่ขาว x ป้องกันการกระทบกระเทือนจากภายนอก
2. คอเรียน x แลกเปลี่ยนแก๊ส
3. ถุงน้ำคร่ำ x ป้องกันการกระทบกระเทือนจากภายนอก
4. ถุงไข่แดง x แหล่งอาหารของเอ็มบริโอขณะเจริญเติบโต
5. แอนแลนทอยส์ แลกเปลี่ยนแก๊ส และเก็บของเสียไนโตรเจน โดยเฉพาะ uric acid

สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เป็นกลุ่มของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง และมีโครงสร้างพิเศษสำหรับห่อหุ้มตัวอ่อนเรียกว่า extraembryonic membrane ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้

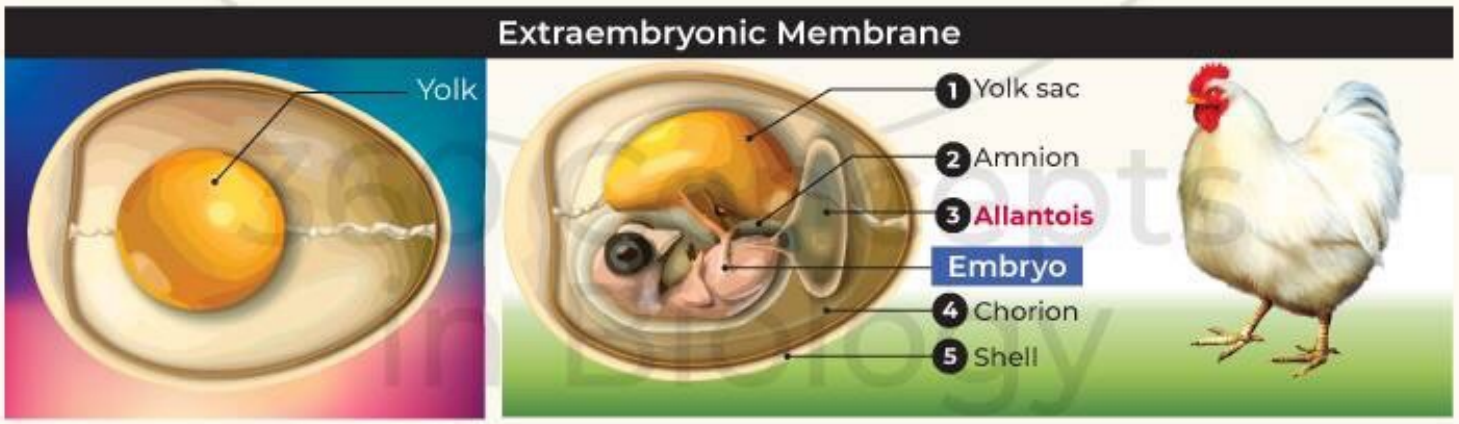
1. ถุงไข่แดง (yolk sac) ภายในบรรจุไข่แดง ซึ่งเป็นอาหารของเอ็มบริโอขณะเจริญเติบโตภายในไข่ โดยไข่แดงจะลำเลียงผ่านหลอดเลือด

2. ถุงน้ำคร่ำ (amnion) ทำหน้าที่ป้องกันการกระทบกระเทือนจากภายนอกให้แก่เอ็มบริโอ

3. แอลแลนทอยส์ (allantois) ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊ส และเก็บของเสียประเภทกรดยูริก (uric acid) ที่ขับออกมาจากเอ็มบริโอ

4. คอเรียน (chorion) เป็นเยื่อบาง ๆ ที่อยู่ใกล้เปลือกไข่ ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊ส

5. เปลือกไข่ (shell) พบในสัตว์ที่ออกลูกเป็นไข่ เพื่อป้องกันส่วนประกอบภายในไข่และการสูญเสียน้ำ



36. ข้อใดเป็นภูมิคุ้มกันแบบรับมา

1. การฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ x ภูมิคุ้มกันแบบก่อเอง

2. การฉีดเซรุ่มป้องกันพิษสุนัขบ้า

3. การฉีดทอกซอยด์เชื้อโรคบาดทะยัก x ภูมิคุ้มกันแบบก่อเอง

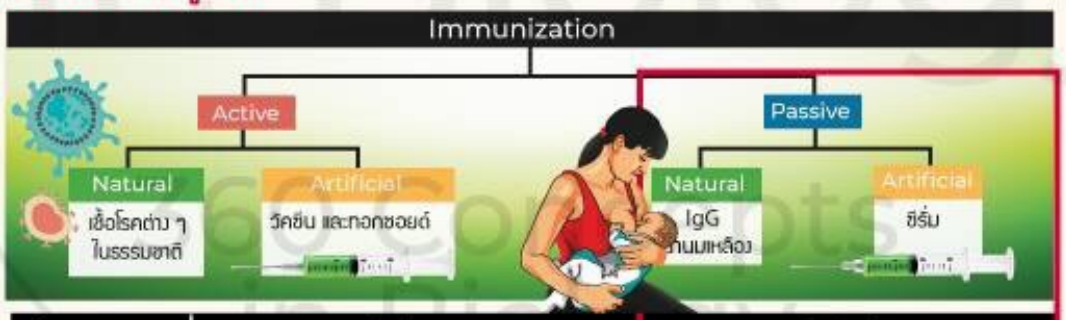
4. การเป็นภูมิแพ้ต่อละอองเกสรดอกไม้บางชนิด x ภูมิคุ้มกันแบบก่อเอง

5. การสร้างแอนติบอดีหลังจากการหายจากโรคหัด x ภูมิคุ้มกันแบบก่อเอง

ภูมิคุ้มกันรับมา (passive immunization) เกิดจากร่างกายได้รับแอนติบอดีโดยตรง แบ่งตามแหล่งที่มาได้ดังนี้

1. Passive naturally ได้รับภูมิคุ้มกันโดยตรงโดยที่ไม่ได้เป็นผู้สร้างเอง เช่น ได้รับแอนติบอดีชนิด IgG จากแม่สู่ทารกในครรภ์ หรือได้รับน้ำนมแม่แรกคลอด ซึ่งเป็นน้ำนมสีเหลืองเรียกว่า colostrum

2. Passive artificially เกิดขึ้นจากการได้รับแอนติบอดีหรือภูมิคุ้มกันสำเร็จรูป จากการฉีดซีรั่ม (serum) ซึ่งสกัดจากคนหรือสัตว์ที่มีภูมิคุ้มกันอยู่ก่อนแล้ว เช่น การฉีด ERIG ให้กับคนที่ถูกสุนัขบ้ากัด หรือการฉีด antivenom ให้กับคนที่ถูกงูพิษกัด ซึ่งภูมิคุ้มกันแบบนี้จะอยู่ได้ไม่นาน เพราะถูกทำลายได้โดยร่างกายผู้รับ

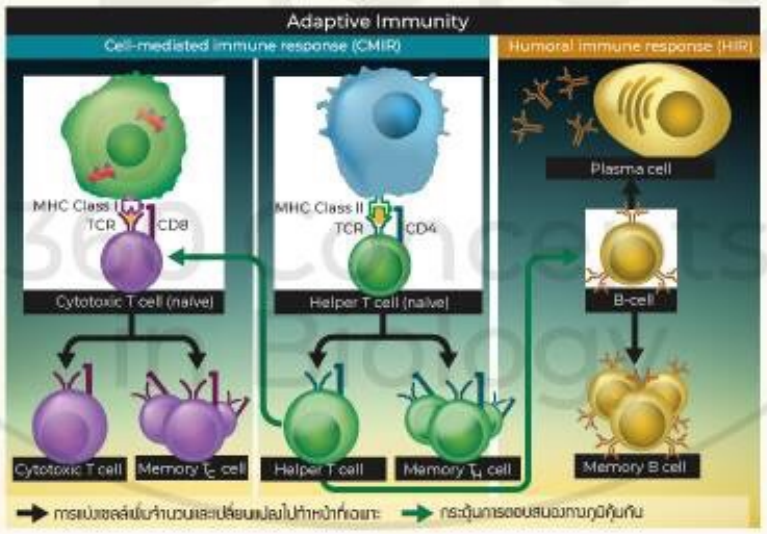


ข้อเปรียบเทียบ	ภูมิคุ้มกันก่อเอง	ภูมิคุ้มกันรับมา
Memory cell	มีการสร้าง	ไม่มีการสร้าง
ประเภทและตัวอย่างภูมิคุ้มกัน	**Active naturally** - รับแอนติเจนจากเชื้อโรคที่มีอยู่ในธรรมชาติ **Active artificially** - วัคซีนและทอกซอยด์	**Passsive naturally** - IgG และน้ำนมแม่แรกคลอด **Passive artificially** - ซีรั่ม
ข้อดี	เกิดภูมิคุ้มกันได้นาน เพราะมีการสร้าง memory cell	ใช้แอนติบอดีที่รับเข้ามาได้เลย ไม่ต้องเสียเวลาเพื่อสร้างแอนติบอดี
ข้อเสีย	- ใช้เวลานานกว่าร่างกายจะสร้างแอนติบอดีเพื่อตอบสนองได้ - อาจต้องกระตุ้นมากกว่า 1 ครั้ง เรียกว่า booster	- ภูมิคุ้มกันอยู่ได้ไม่นาน - ร่างกายอาจแพ้แอนติบอดีจากสัตว์ที่รับเข้ามา จึงสร้างแอนติบอดีมาต่อต้าน ส่งผลให้แพ้ซีรั่มได้

37. ในการปลูกถ่ายอวัยวะ หากเซลล์ผู้ให้ไม่เข้ากับเซลล์ผู้รับ เซลล์ของผู้ให้จะถูกทำลายโดยเซลล์ใดของผู้รับ

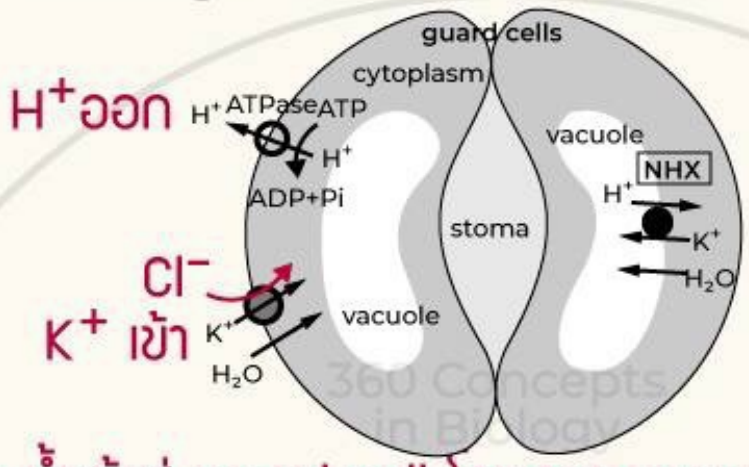
1. B cell — x มีแอนติบอดีบนผิว ทำหน้าที่จับกับแอนติเจน และพัฒนาเป็น plasma cell เพื่อปล่อยแอนติบอดีออกมานอกเซลล์ได้
2. plasma cell
3. macrophage — x เจริญจาก monocyte ทำหน้าที่ phagocytosis เชื้อโรค, เซลล์ติดเชื้อ และเซลล์มะเร็ง นอกจากนี้ยังนำเสนอแอนติเจนใน adaptive immunity
4. helper T-cell — x บทบาทของ helper T cell ใน CMIR คือการกระตุ้น cytotoxic T cell (naive) ให้เปลี่ยน เป็น cytotoxic T cell (effector) ส่วนบทบาทของ helper T cell ใน HIR คือการกระตุ้น B-cell เพื่อให้แบ่งตัวและเพิ่มจำนวนเป็น plasma cell และ memory B cell
5. cytotoxic T-cell

Cytotoxic T Cell เป็นเซลล์ที่สามารถกำจัดเชื้อโรคหรือเซลล์บางอย่างที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น เซลล์มะเร็ง เซลล์ที่มีการติดเชื้อไวรัส รวมถึงเซลล์ที่ได้จากการปลูกถ่ายอวัยวะ (organ transplantation) เพราะมีความสามารถในการแยกแยะสิ่งแปลกปลอมจากสิ่งที่เป็นของ ตัวเองได้



เพิ่มเติม: ควรทบทวน ภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ ซึ่งแบ่งการตอบสนองเป็น 2 ประเภทตามชนิดของลิมโฟไซต์
1. การตอบสนองทางภูมิคุ้มกันผ่านเซลล์ (cell-mediated immune response; CMIR)
2. การตอบสนองทางภูมิคุ้มกันผ่านแอนติบอดี (humoral immune response; HIR)

38. พืชได้รับแก๊สผ่านทางปากใบ เมื่อพืชได้รับแสงในตอนเช้าเกิดการเปลี่ยนแปลงที่เซลล์คุม (guard cell) ดังรูป



ข้อใดถูกต้อง

x น้ำเข้าสู่ guard cell โดยการ osmosis ซึ่งไม่ใช้พลังงาน

1. การนำน้ำเข้าสู guard cell เป็นกระบวนการที่ใช้พลังงาน

x K^+ เข้า (Cl^- เข้าด้วย) และ H^+ ออก ประจุบวกจึงไม่ได้มากขึ้น

2. ขณะที่ปากใบเปิด guard cell เป็นเซลล์ที่มีประจุบวกมากขึ้น

3. หากพืชมีโปรตีนลำเลียง K^+ ลดลงจะทำให้ปากใบเปิดช้า เพราะเป็นกลไกที่เกี่ยวข้อง

4. การยับยั้งการทำงาน ATPase ที่ guard cell ไม่มีผลต่อการปิดปากใบ x มีผล

5. เมื่อปากใบเปิด ความเข้มข้นของ K^+ ภายใน guard cell ไม่แตกต่างจากภายนอก

x แตกต่าง เพราะ K^+ เข้าสู่ guard cell มากขึ้น ส่งผลให้ K^+ สูงกว่าภายนอกเซลล์

ไอออนเคลื่อนเข้าสู่เซลล์ หรือเกิดการสังเคราะห์ด้วยแสง (ทำให้เกิดการสร้างน้ำตาล) ทำให้ความเข้มข้นในเซลล์เพิ่มขึ้น ดังนั้นน้ำจึง osmosis ตามเข้ามา

น้ำเข้า เซลล์คุมเต่ง ปากใบเปิด
น้ำออก เซลล์คุมเหี่ยว ปากใบปิด

39. ในการคัดเลือกลักษณะรากของข้าวทนแล้ง — ดูดน้ำได้มากขึ้นหรือเท่าเดิม (ไม่ควรลดลง)
ข้าวสายพันธุ์ใดควรได้รับการคัดเลือกไว้มากที่สุด

	สายพันธุ์	ภาวะปกติ			ภาวะแล้ง		
		ความยาวราก (cm)	จำนวนรากแขนง	จำนวนขนรากต่อราก 1 mm	ความยาวราก (cm)	จำนวนรากแขนง	จำนวนขนรากต่อราก 1 mm
1	A	16	5	2	13	5	1
2	B	15	5	4	15	8	3
3	C	14	6	4	18	5	3
4	D	13	7	3	18	8	3
5	E	12	10	3	10	15	2

ลดลง เท่าเดิม มากขึ้น

การดูดน้ำได้มากหรือน้อย สังเกตได้จากราก
เพราะรากเป็นโครงสร้างที่พืชใช้ในการดูดน้ำ

360 Concepts in Biology

40. เมื่อย้อมเมล็ดข้าวโพดที่กำลังงอกด้วย 2,3,5 triphenyltetrazolium chloride จะเห็นส่วนของ embryo เป็นสีแดง ซึ่งแสดงบริเวณที่มีการหายใจของเมล็ดสูง เมื่อใช้สารชนิดนี้ย้อมรากของพืชที่กำลังงอก ส่วนใดของรากในรูปจะติดสีแดงเข้มที่สุด

Keyword: เซลล์ที่กำลังแบ่งตัว

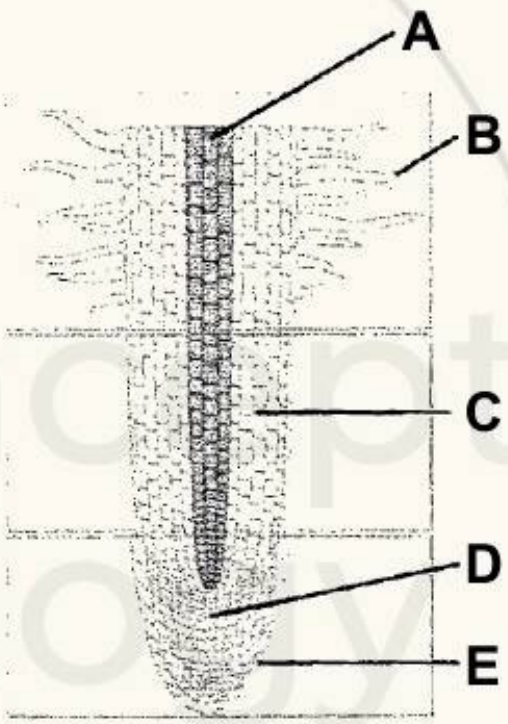
1. A x บริเวณที่เซลล์เจริญเติบโตเต็มที่ (zone of maturation)

2. B x ขนราก (root hair)

3. C x บริเวณที่เซลล์ยืดตามยาว (zone of elongation)

4. D บริเวณที่เซลล์กำลังแบ่งตัว (zone of cell division)

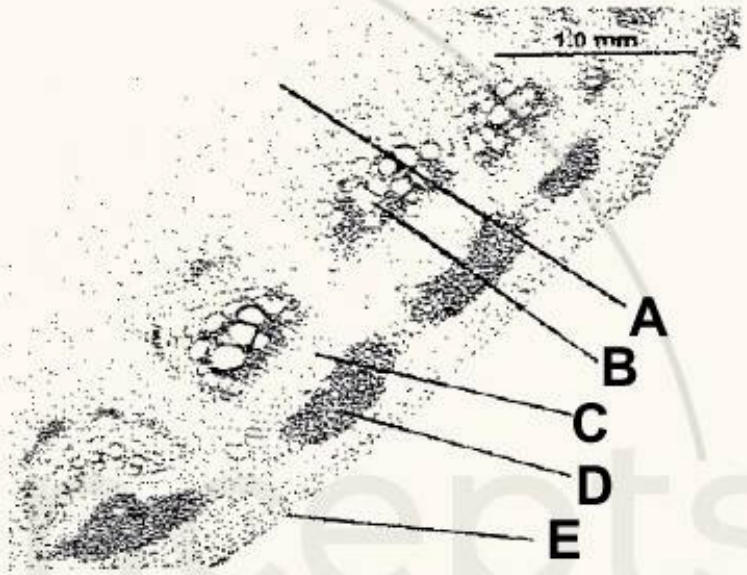
5. E x หมวกราก (root cap)



Root tip (ตามยาว)	ลักษณะสำคัญและหน้าที่
หมวกราก (root cap)	- ทำหน้าที่ป้องกันโครงสร้างของรากส่วนอื่น ๆ ในขณะที่รากชอนไชเข้าสู่ดิน
บริเวณที่เซลล์กำลังแบ่งตัว (zone of cell division)	- อยู่ถัดขึ้นมาจากหมวกราก ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเจริญปลายราก - มีการแบ่งเซลล์แบบ mitosis ตลอดเวลา ซึ่งส่วนหนึ่งจะเจริญไปเป็นหมวกราก ทางด้านล่าง ในขณะที่อีกส่วนหนึ่งเจริญเติบโตขึ้นไปทางด้านบน
บริเวณที่เซลล์ยืดตามยาว (zone of elongation)	- บริเวณนี้เซลล์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ทำให้ความยาวของรากเพิ่มขึ้น - มีการสะสมสารต่าง ๆ เพื่อทำให้เซลล์มีขนาดใหญ่และยาวขึ้น
บริเวณที่เซลล์เจริญเติบโตเต็มที่ (zone of maturation)	- เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะ จึงมีการเจริญเติบโตของขนรากชัดเจน - มีขนราก (root hair) ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุ - เป็นบริเวณของปลายรากพืชที่มีการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุมากที่สุด

Keyword: เซลล์ที่มีการแบ่งเซลล์มาก

41. โปรตีน ROP เป็นโปรตีนที่ทำงานในกระบวนการ DNA replication เมื่อบ่มเนื้อเยื่อพื้นด้านล่าง (ในรูป) กับ antibody ที่สามารถจับกับโปรตีน ROP ได้อย่างจำเพาะ ท่านคาดว่าจะพบสัญญาณของ antibody ที่จับกับโปรตีนนี้ที่บริเวณใด



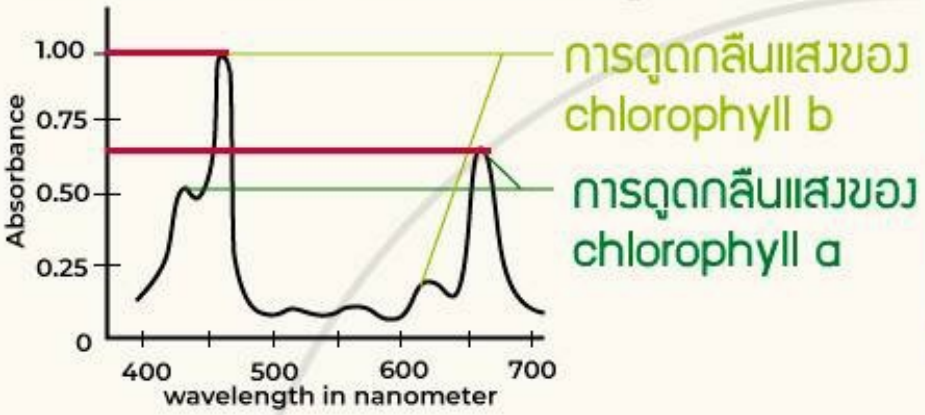
1. A x Cortex เป็นเนื้อเยื่อถาวร
2. B x Xylem เป็นเนื้อเยื่อถาวร
3. C
4. D x Phloem เป็นเนื้อเยื่อถาวร
5. E x Epidermis เป็นเนื้อเยื่อถาวร

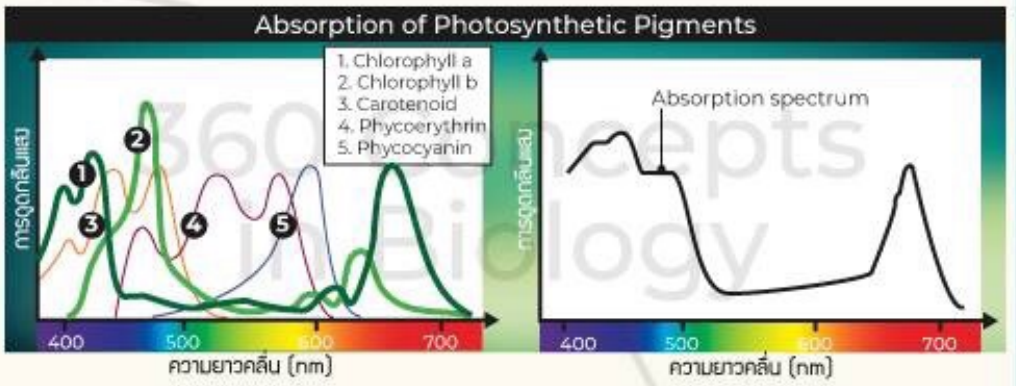
การจำลองดีเอ็นเอ (DNA replication) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อเซลล์กำลังจะแบ่งตัว เพื่อเพิ่มจำนวน ดังนั้นจึงพบสัญญาณ antibody ที่จับกับโปรตีน ROP ในเซลล์ที่มีการแบ่งตัวจำนวนมาก ซึ่งในข้อนี้คือ vascular cambium (ข้อ C)

A = Cortex
B = Xylem
C = Vascular cambrium
D = Phloem
E = Epidermis

360 Concepts in Biology

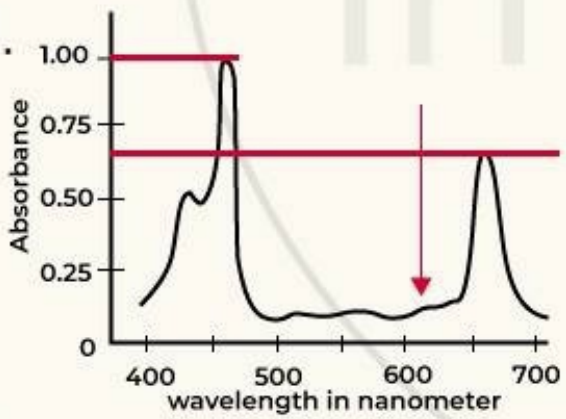
42. ในภาวะปกติ เมื่อสกัดคลอโรฟิลล์และศึกษาการดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์ของหญ้าชนิดหนึ่งได้ผลดังรูป



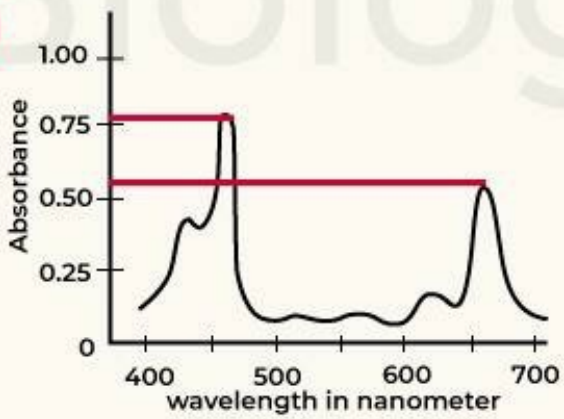


ยาปราบวัชพืชชนิดหนึ่งทำให้คลอโรฟิลล์สลาย พืชที่ได้รับยาปราบวัชพืชนี้จึงมีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง เมื่อทำการสกัดคลอโรฟิลล์จากหญ้าที่ได้รับยาปราบวัชพืชชนิดนี้ แล้วนำไปวัดค่าค่าการดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์โดยวิธีเดียวกัน รูปแบบของการดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์จะเป็นแบบใด

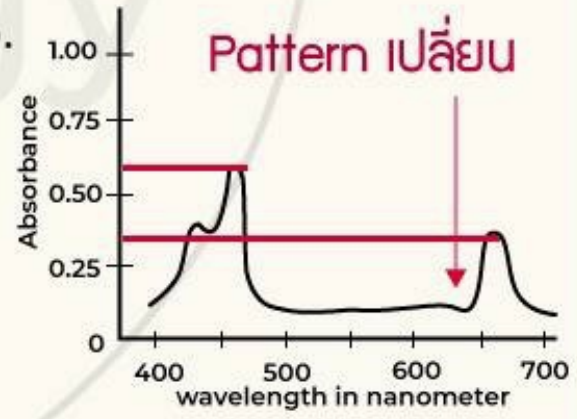
1.



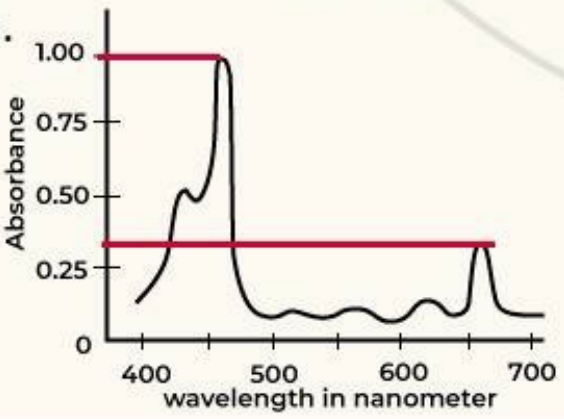
2.



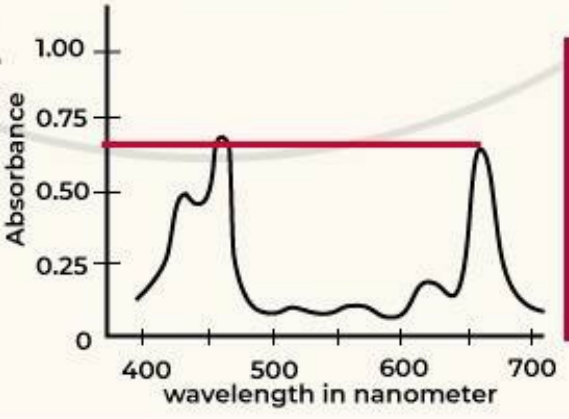
3.



4.



5.

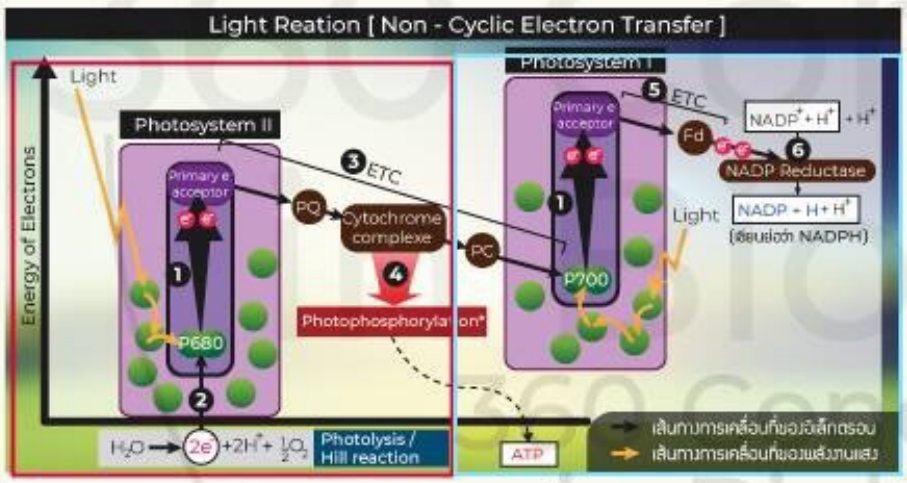


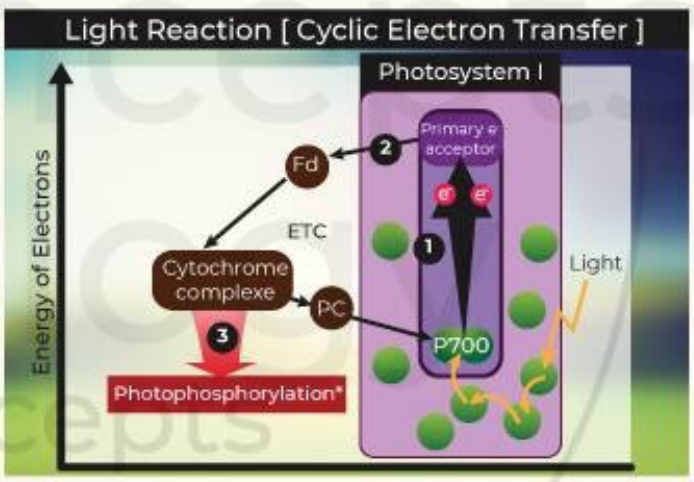
ปริมาณ chlorophyll ลดลง ดังนั้นการดูดกลืนแสงจึงลดลงด้วย แต่รูปแบบของกราฟ (pattern) ยังคงเหมือนเดิม

43. ข้อใดถูกต้อง

Calvin cycle อยู่ที่ stroma

	Photosystem I	Photosystem II
1	อยู่ที่ stroma x thylakoid membrane	อยู่ที่ thylakoid membrane
2	มีเอนไซม์ที่ทำงานในการแตกตัวของน้ำ x มีตัวรับอิเล็กตรอน	มีตัวรับอิเล็กตรอน x มีเอนไซม์ที่ทำงานในการแตกตัวของน้ำ
3	มีสมบัติ hydrophilic	มีสมบัติ hydrophobic x มีสมบัติ hydrophilic
4	มีหน้าที่ใน light reaction	มีหน้าที่ใน calvin cycle x มีหน้าที่ใน light reaction
⑤	ได้ NADPH เป็นผลิตภัณฑ์	ได้ O_2 เป็นผลิตภัณฑ์



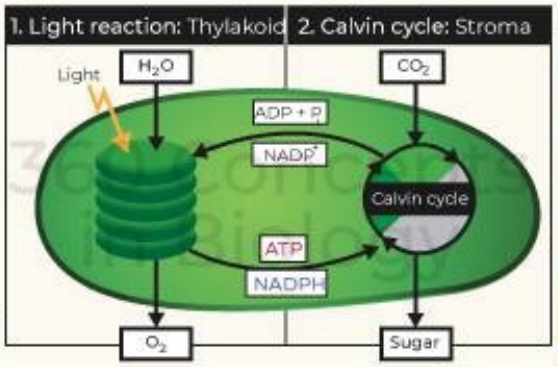


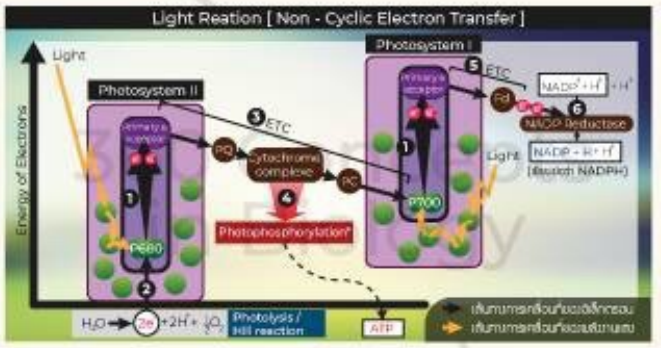
ข้อเปรียบเทียบ	Non-cyclic electron transfer	Cyclic electron transfer
ระบบแสงที่เกี่ยวข้อง	ระบบแสง 2 และ 1 (PS II & PS I)	ระบบแสง 1 (PS I)
ที่มาของอิเล็กตรอน	น้ำ (H_2O)	PS I
Photolysis	เกิด และได้ O_2	ไม่เกิด เพราะใช้ e จาก PS I
ตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย	$NADP^+$	ไม่มี เพราะถ่ายทอด e วนเป็นวัฏจักร
สารพลังงานสูงที่ได้	ATP และ NADPH	ATP เท่านั้น
ภาวะที่เกิด	ในภาวะปกติ	ภาวะปกติซึ่งพืชต้องการ ATP > NADPH

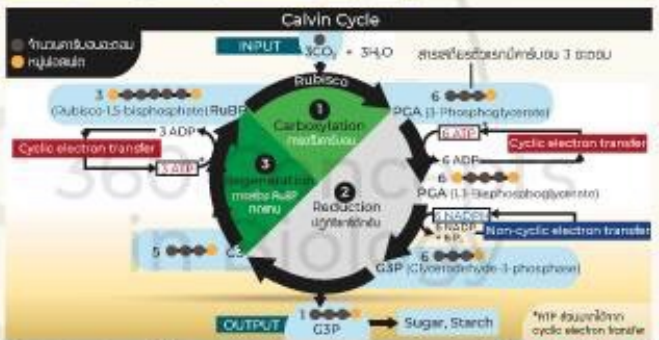
fb.com/360ConceptsInBiology

44. ในภาวะที่พืชขาดน้ำ ปากใบเปิดน้อยลงเพื่อรักษาน้ำ มีผลทำให้ได้รับ CO_2 น้อยลง เกิด Calvin cycle ในอัตราที่ลดลง เพื่อให้เกิดสมดุลระหว่างอัตราการทำงานใน light reaction และ Calvin cycle การเปลี่ยนแปลงของพืชข้อใดเหมาะสมที่สุดในภาวะขาดน้ำ

1. ลดการสร้าง NADPH
2. ลด photorespiration
3. เพิ่มอัตราการสร้างแป้ง
4. ลดกิจกรรมของ Rubisco
5. เพิ่มจำนวน antenna complex





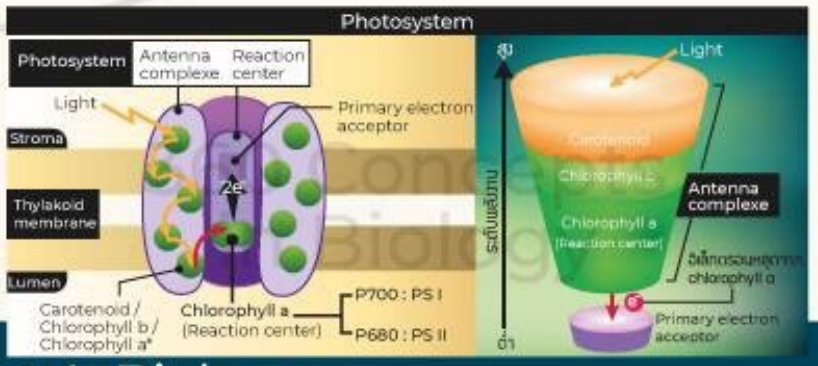


1. NADPH สร้างจากปฏิกิริยาใช้แสงแบบไม่เป็นวัฏจักร (light reaction - non cyclic) ซึ่งต้องใช้น้ำเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการ photolysis (หรือ Hill reaction) ดังนั้นในภาวะขาดน้ำ พืชจะลดการสร้าง NADPH ให้น้อยลง

2. และ 4. ปากใบปิด ได้รับ CO_2 น้อยลง ส่งผลให้กิจกรรมของเอนไซม์ rubisco มากขึ้น ซึ่งเอนไซม์สามารถตรึงได้ทั้ง CO_2 และ O_2 แต่ในภาวะที่มี CO_2 น้อย จะทำให้ตรึง O_2 มากขึ้น ส่งผลให้เกิดกระบวนการหายใจแสง (photorespiration) มากขึ้น

3. แป้งต้องใช้สารตั้งต้นจาก Calvin cycle และ light reaction ซึ่งแบบ non-cyclic ต้องใช้น้ำเป็นสารตั้งต้นใน photolysis ดังนั้นหากเพิ่มอัตราการสร้างแป้ง การใช้น้ำจะเพิ่มขึ้น ซึ่งไม่เหมาะกับการเปลี่ยนแปลงของพืชในภาวะขาดน้ำ

5. Antenna complex เป็นโครงสร้างที่ใช้ใน light reaction ซึ่งหากมีมากขึ้นจะทำให้ใช้น้ำในกระบวนการ photolysis มากขึ้น

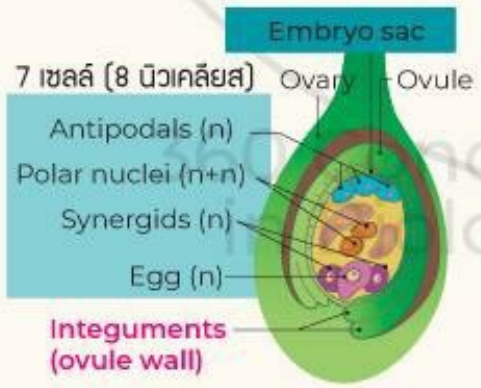


เซลล์โดยทั่วไปของพืช มีโครโมโซม 2n

45. โครงสร้างใดมีจีโนไทป์เหมือนใบของต้นแม่

1. zygote
2. embryo
3. seed coat
4. endosperm
5. embryo sac

1. ไซโกต (zygote) มีโครโมโซม 2n เกิดจากการปฏิสนธิ (fertilization) ระหว่าง sperm (n) และ egg (n) ดังนั้นจึงไม่เหมือนต้นแม่ 100% เพราะได้รับยีนมาจากทั้งต้นพ่อและแม่อย่างละครึ่ง
2. เอ็มบริโอ (embryo) มีโครโมโซม 2n เกิดจากการพัฒนาของ zygote ซึ่งได้รับยีนมาจากทั้งต้นพ่อและแม่อย่างละครึ่ง ดังนั้นจึงไม่เหมือนต้นแม่ 100%
3. เปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) มีโครโมโซม 2n เจริญมาจาก integument ซึ่งเหมือนกับเซลล์โดยทั่วไปของต้นแม่ ดังนั้นจึงมีจีโนไทป์เหมือนกับใบของต้นแม่
4. เอ็นโดสเปิร์ม (endosperm) มีโครโมโซม 3n เกิดจากการปฏิสนธิระหว่าง sperm (n) และ polar nuclei (n+n) ดังนั้นจึงได้ยีนจากต้นพ่อ 1/3 และต้นแม่ 2/3
5. ถุงเอ็มบริโอ (embryo sac) ผ่านการ meiosis ดังนั้นจีโนไทป์จึงไม่เหมือนใบของต้นแม่



ก่อนปฏิสนธิ	หลังปฏิสนธิ
ovary	fruit
ovule	seed
integument	seed coat
egg + sperm	zygote
polar nuclei + sperm	endosperm

antipodal และ synergid สลายตัว

46. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการเกิดผล

1. ผลรวมมาจากดอกเดี่ยวหลายดอก x มาจากดอกช่อ
2. ผลกลุ่มพัฒนาจากดอกจำนวนมาก x พัฒนาจากดอกเดี่ยว โดยดอกเดี่ยวมีจำนวนรังไข่ >1
3. ผลเดี่ยวไม่สามารถพัฒนาจากดอกช่อ x พัฒนาจากดอกช่อหรือดอกเดี่ยวก็ได้
4. ทั้งผลกลุ่มและผลรวมจำเป็นต้องพัฒนาจากดอกช่อ x ผลกลุ่ม พัฒนามาจากดอกเดี่ยว
5. ทั้งผลเดี่ยวและผลกลุ่มพัฒนาจากดอกเพียงดอกเดียวได้ (จำนวนรังไข่ต้องเป็นไปตามเงื่อนไข)

จำแนกผลได้ 3 ประเภทตามกำเนิดของผลจากเกสรเพศเมีย ดังนี้

1. ผลเดี่ยว (simple fruit) เป็นผลที่เจริญมาจาก 1 รังไข่ของดอก 1 ดอกที่มีเกสรเพศเมีย 1 อัน ซึ่งอาจมีจำนวนเมล็ดตั้งแต่ 1 ถึงหลายเมล็ด เช่น ถั่ว มะเขือเทศ พลัม มะม่วง และอุ่น เป็นต้น

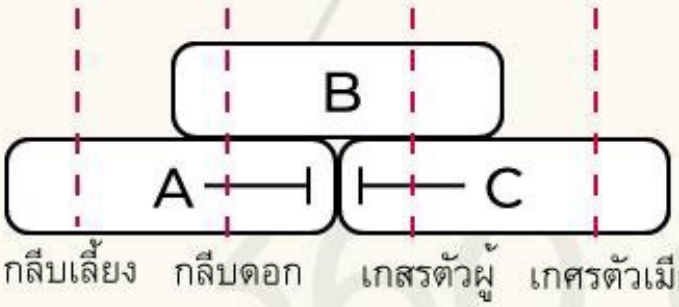
2. ผลกลุ่ม (aggregate fruit) เป็นผลที่เจริญมาจากรังไข่หลายอันของดอก 1 ดอก โดยรังไข่แต่ละอันจะเจริญไปเป็นผลย่อย 1 ผล ทำให้เห็นเป็นผลย่อย ๆ เกาะอยู่รวมกัน เช่น น้อยหน่า และสตรอว์เบอร์รี เป็นต้น

3. ผลรวม (multiple fruit) เป็นผลที่เจริญมาจากรังไข่ของดอกย่อยจำนวนมากในช่อดอก เมื่อรังไข่เจริญเป็นผล ผนังรังไข่อาจเชื่อมเป็นเนื้อเดียวกันหรืออยู่ชิดกันมาก ทำให้เห็นคล้ายเป็นผลหนึ่งผล เช่น หม่อน สับปะรด ยอ มะเดื่อ และขนุน เป็นต้น

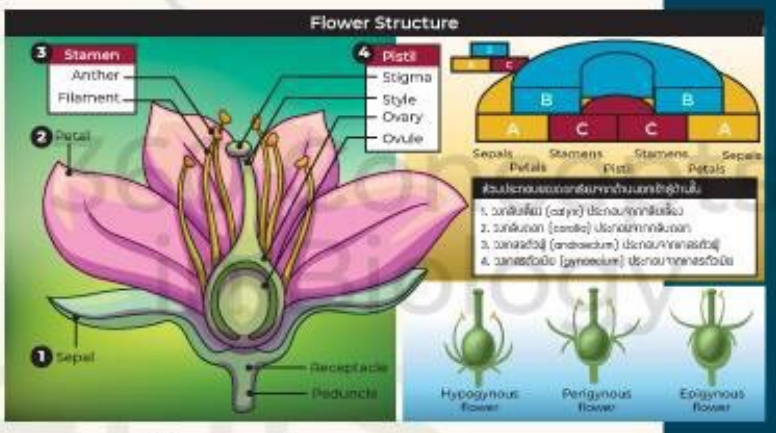
ข้อเปรียบเทียบ	ผลเดี่ยว	ผลกลุ่ม	ผลรวม
จำนวนรังไข่	1	> 1	> 1
ชนิดดอก	ดอกเดี่ยว หรือดอกช่อ	ดอกเดี่ยว	ดอกช่อ

47. การเกิดโครงสร้าง 4 ชั้นของดอกไม้ เกิดจากการทำงานของยีน 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม A, B และ C โดยกลีบเลี้ยงมีการแสดงออกของยีนกลุ่ม A, กลีบดอกมีการแสดงออกของยีนกลุ่ม A และ B, เกสรเพศผู้มีการแสดงออกของยีนกลุ่ม B และ C, ส่วนเกสรเพศเมียมีการแสดงออกของยีนกลุ่ม C ดังภาพ

ABC model flower development

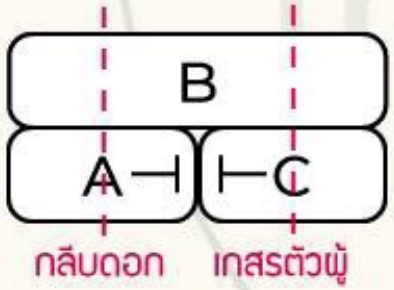


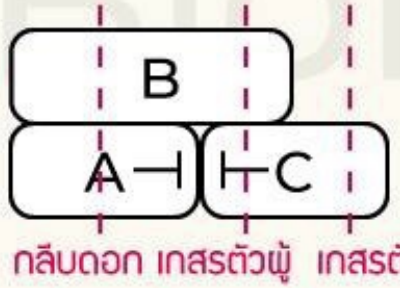
สรุปการแสดงออกของยีน
A = กลีบเลี้ยง (sepals)
A + B = กลีบดอก (petals)
B + C = เกสรตัวผู้ (stamen)
C = เกสรตัวเมีย (pistil)

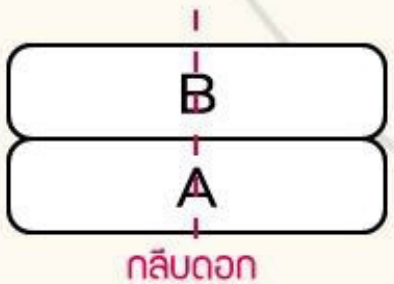


ดอกบัวเป็นดอกที่มีลักษณะที่มีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกคล้ายกัน ข้อใดน่าจะเป็น model สำหรับลักษณะของดอกบัว

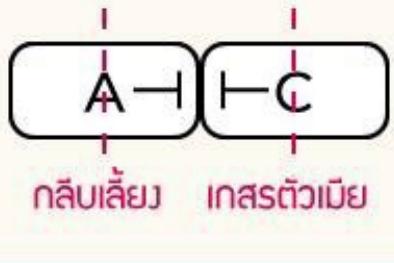
model ควรจะมีอย่างใดอย่างหนึ่ง

1.


2.


3.


4.

5.


ดอกบัวเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower)
ดังนั้น model ต้องมีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย

48. ท่านได้รับมอบหมายให้ขยายพันธุ์กล้วยไม้ป่าชนิดหนึ่งที่ใกล้สูญพันธุ์ให้รวดเร็วที่สุดท่านควรศึกษาเรื่องใด

1. ค้นหาวิธีการเพาะเมล็ดกล้วยไม้ป่าชนิดนี้โดยใช้วัสดุปลูกชนิดตาง ๆ x การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ
2. ค้นหา pollinator ที่เหมาะสมที่สุดที่อยู่ในธรรมชาติของกล้วยไม้ชนิดนี้ x การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ
3. ศึกษาปริมาณเอทิลีนที่เหมาะสมในการฉีดพ่นเพื่อเร่งการออกดอกและติดฝัก x การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ
4. ศึกษาสูตรอาหารสังเคราะห์ที่มีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสมในการปั่นตาของกล้วยไม้ชนิดนี้ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ
5. ศึกษาโครงสร้างดอกและฤดูกาลออกดอกของกล้วยไม้ชนิดนี้ในธรรมชาติและเผยแพร่ข้อมูลเพื่อการอนุรักษ์ x การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

วิเคราะห์ตัวเลือก

1. การเพาะเมล็ดใช้ระยะเวลานาน
2. Pollinator คือ พาหะที่ช่วยในการผสมเกสร อย่างไรก็ตามถึงแม้จะพบ pollinator ที่เหมาะสม แต่การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศก็ใช้เวลานาน
3. เอทิลีน (ethylene; C_2H_4) กระตุ้นการหลุดล่วงของใบและผล ถึงแม้จะพบปริมาณที่เหมาะสมในการเร่งการออกดอกและติดฝัก แต่การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศก็ใช้เวลานาน
4. การปั่นตา เป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ซึ่งทำให้สามารถขยายพันธุ์กล้วยไม้ได้อย่างรวดเร็ว
5. การอนุรักษ์ช่วยชะลอการสูญพันธุ์ แต่ไม่ได้ช่วยให้พืชเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว

การสัมพัส สัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้าที่มากระตุ้น

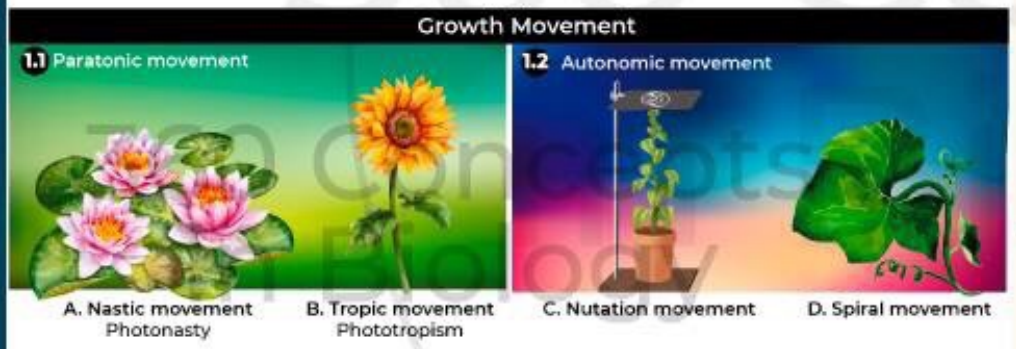
49. การตอบสนองต่อสิ่งเร้าในข้อใดจัดเป็น thigmotropism

1. การหุบของใบไมยราบเมื่อมีกระแสลมพัดผ่าน x Seismonasty
2. การเปิด-ปิดปากถุงของสาหร่ายข้าวเหนียวขณะจับแมลง x Thigmonasty
3. การที่แมลงลื่นลงในถุงที่มีสีสันสดใสของหม้อข้าวแกงลิง x ไม่ใช่การตอบสนองของพืช แต่โครงสร้างของพืชเอื้อประโยชน์
4. การม้วนใบที่มีเมือกเหนียวของหยาดน้ำค้างพันรอบแมลงที่มาสัมผัส Thigmotropism (สัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้าที่มากระตุ้น)
5. การหลั่งเอนไซม์ของกาบหอยแครงเมื่อเส้นขนที่ไวต่อสัมผัสได้รับการกระตุ้นซ้ำ ๆ x Thigmonasty

1. การเคลื่อนไหวเนื่องจากการเจริญเติบโต (growth movement) เป็นการเคลื่อนไหวอย่างช้า ๆ เนื่องจากฮอร์โมนพืช เช่น การเจริญเติบโตของปลายยอดและรากของพืช สามารถแบ่งการเคลื่อนไหวของพืชต่อสิ่งเร้าที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1.1 การเคลื่อนไหวเนื่องจากสิ่งเร้าภายนอก (paratonic movement) แบ่งเป็นการเคลื่อนไหวแบบแนสติก (nastic movement / natism) และการเคลื่อนไหวแบบทรอปิก (tropic movement / tropism)

1.2 การเคลื่อนไหวเนื่องจากสิ่งเร้าภายใน (autonomic movement) โดยเฉพาะจากฮอร์โมนออกซิน



Paratonic movement	สิ่งเร้า	ตัวอย่าง
A. Nastic movement เป็นการเคลื่อนไหวของพืชที่ทิศทางไม่สัมพันธ์กับสิ่งเร้าภายนอก		
Photonasty	แสง	- การบานของดอกบัวในตอนเช้าและหุบในตอนเย็น
Thermonasty	อุณหภูมิ	- การบานของดอกทิวลิปเมื่ออุณหภูมิสูง
B. Tropic movement เป็นการเคลื่อนไหวของพืชที่ทิศทางสัมพันธ์กับสิ่งเร้าภายนอก (อาจเข้าหรือออกจากสิ่งเร้า)		
Phototropism	แสง	- ปลายยอดเบนเข้าหาแสง และปลายรากเบนหนีแสง
Geotropism	แรงโน้มถ่วง	- ปลายรากงอเข้าหาแรงโน้มถ่วง และปลายยอดเบนหนีแรงโน้มถ่วง
Thigmotropism	การสัมผัส	- การเจริญของมือเกาะตำลึงหรือพืชตระกูลแตง
Chemotropism	สารเคมี	- ยอดเกสรตัวเมียขับน้ำตาลมาชักนำการงอกของหลอดละอองเรณูเข้ารังไข่
Hydrotropism	ความชื้น	- รากพืชงอเข้าหาส่วนที่มีน้ำหรือความชื้น

Autonomic movement	สิ่งเร้า	ตัวอย่าง
C. Nutation movement	ฮอร์โมนออกซิน	-ส่วนยอดแกว่งไปมาขณะเจริญเติบโตซึ่งเกิดจากการแบ่งเซลล์สองด้านไม่เท่ากัน เช่น ยอดของลำต้นถั่วแกว่งวนเป็นวงหรือโยกไปมา
D. Spiral movement	ฮอร์โมนออกซิน	- บิดปลายยอดเป็นเกลียว เช่น การพันหลักของตำลึง และมะลิวัลย์

Thigmotropism เป็นการตอบสนองต่อการสัมผัสของพืชบางชนิด ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งในการเคลื่อนไหวของพืชที่มีทิศทางสัมพันธ์กับสิ่งเร้าภายนอกเรียกว่า tropic movement

2. การเคลื่อนไหวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของแรงดันเต่ง (turgor movement) เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำภายในเซลล์พืช แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ สรุปได้ดังตาราง

Turgor movement	ลักษณะการเคลื่อนไหว	ตัวอย่าง
E. Sleeping movement	- การหุบใบของพืชตอนพลบค่ำ (เป็นการเปลี่ยนแปลงในรอบวันเรียกว่า circadian rhythm)	พืชตระกูลถั่ว มะขาม กระถิน จามจุรี
F. Contact movement	- การหุบใบจากการสั่นสะเทือน (seismonasty) - การหุบใบจากการสัมผัส (thigmonasty)	ไมยราบ ต้นกาบหอยแครง
G. Guard cell movement	- การเปิดและปิดปากใบ	บริเวณปากใบของพืช

fb.com/360ConceptsInBiology

X-linked recessive

50. นักเรียนชายคนหนึ่งเป็นโรคฮีโมฟีเลีย โดยที่มีพ่อ แม่ และพี่สาวปกติ จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

x มีโอกาส 50%

ก. ลูกสาวของครอบครัวนี้มีโอกาสเป็นพาหะของลักษณะฮีโมฟีเลีย 100%

ข. ลูกชายของครอบครัวนี้มีโอกาสเป็นโรคฮีโมฟีเลีย 100% x มีโอกาส 50%

ค. พ่อของครอบครัวนี้เป็นพาหะของลักษณะฮีโมฟีเลีย x พ่อ เป็นผู้ชาย ซึ่งเป็นพาหะไม่ได้

ง. แม่ของครอบครัวนี้เป็นพาหะของลักษณะฮีโมฟีเลีย ถูกต้อง

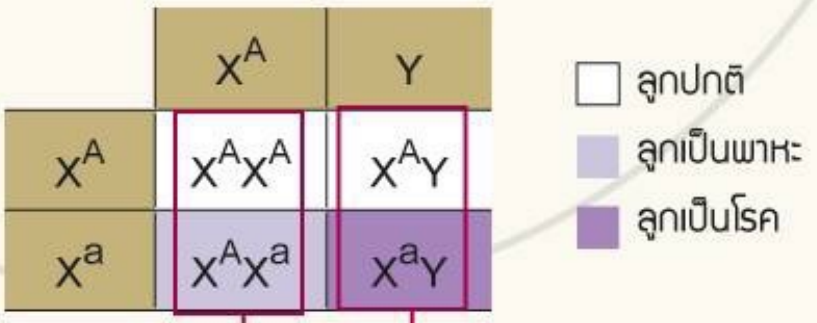
ข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. ก.x
2. ก.xและ ข.x
3. ข.xและ ค.x
4. ค.xและ ง.
5. ง.

โรคฮีโมฟีเลีย (Hemophilia) หรือโรคเลือดไหลไม่หยุด มียีนควบคุมอยู่บนโครโมโซม X โดยยีนด้อยอยู่บนโครโมโซม X (X-linked recessive)

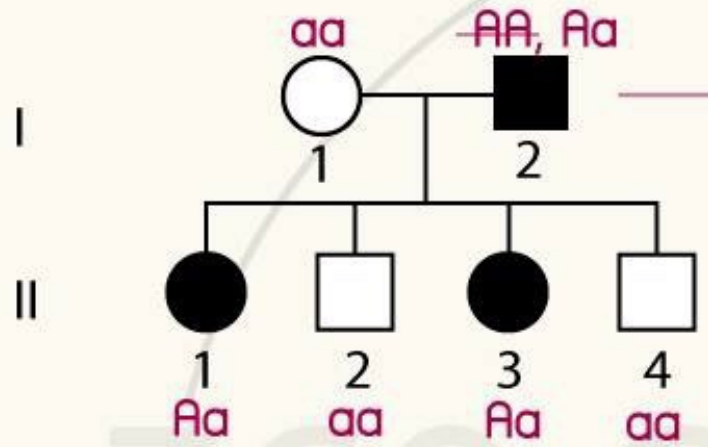
X^A แทนแอลลีลเด่น ควบคุมลักษณะปกติ
X^a แทนแอลลีลด้อย ควบคุมลักษณะการเป็นโรค

Phenotype พ่อแม่: ปกติ ปกติ
Genotype พ่อแม่: X^AY x X^AX^a



โอกาสที่ลูกสาวเป็นพาหะ = 1/2 x 100% = 50%
โอกาสที่ลูกชายเป็นโรค = 1/2 x 100% = 50%

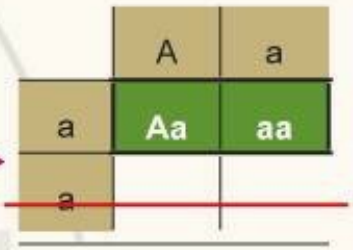
51. พันธุประวัติแสดงการถ่ายทอดของโรคพันธุกรรมที่ควบคุมด้วยแอลลีลเด่นบนออโตโซม ถ้ากำหนดให้ A แทนแอลลีลเด่น และ a แทนแอลลีลด้อย จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้



A แทนแอลลีลเด่น ควบคุมลักษณะการเป็นโรค
a แทนแอลลีลด้อย ควบคุมลักษณะปกติ

เป็นโรค: AA หรือ Aa
ปกติ: aa

Genotype พ่อแม่: Aa x aa
Gamete พ่อแม่: A,a a,a*



ก. I-2 มีจีโนไทป์ AA x เป็น Aa

ข. II-1 มีโอกาสจะมีจีโนไทป์ Aa 50% x เป็น Aa 100% กล่าวคือ จะเป็น heterozygous (Aa) เท่านั้น ไม่มีโอกาสเป็น homozygous (AA)

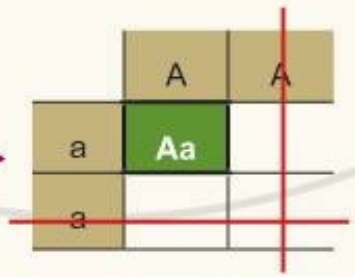
ค. II-2 และ II-4 มีจีโนไทป์ aa ถูกต้อง

ง. II-3 มีจีโนไทป์เดียวกับ I-2 ถูกต้อง

ข้อใดถูกต้อง

1. ถูกทุกข้อ 2. ก. และ ค. 3. ข. และ ง. (4.) ค. และ ง. 5. ผิดทุกข้อ

Genotype พ่อแม่: AA x aa
Gamete พ่อแม่: A,A* a,a*



I-2 เป็น AA ไม่ได้ เพราะลูกทุกคนจะเป็นโรค ซึ่งจะไม่สอดคล้องกับพันธุประวัติ

Trick: *หาก gamete ซ้ำกันสามารถเลือกขีดทิ้งแถวหรือหลักที่ซ้ำกันดังตาราง เพื่อคำนวณเป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ และความรวดเร็วในการทำโจทย์

360 Concepts in Biology

Complete dominant

52. ถ้าพ่อและแม่มีลักษณะปกติ แต่ทราบจีโนไทป์ว่าทั้งคู่เป็นพาหะของโรคธาลัส-ซีเมีย พ่อแม่คู่นี้มีลูก 4 คนที่เป็นปกติทุกคน จงหาโอกาสที่ลูกปกติทั้ง 4 คนจะมีจีโนไทป์เป็นพาหะของโรคธาลัสซีเมีย

Aa x Aa

AA หรือ Aa

1. 0
2. $(1/2)^4$
3. $(2/3)^4$
4. $(3/4)^4$
5. 1

A แทนแอลลีลเด่น ควบคุมลักษณะปกติ
a แทนแอลลีลด้อย ควบคุมลักษณะเป็นโรคธาลัสซีเมีย

ปกติ: AA , Aa —— พาหะ
เป็นโรค: aa

Phenotype พ่อแม่: พาหะ x พาหะ
Genotype พ่อแม่: Aa x Aa
Gamete พ่อแม่: A,a A,a

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

ตัดทิ้งเพราะโจทย์จะหาเฉพาะลูกปกติ

ลูกปกติ
AA = 1/3
Aa = 2/3

โอกาสที่ลูกปกติจะมีจีโนไทป์เป็นพาหะ = 2/3
โอกาสที่ลูกปกติทั้ง 4 คนจะมีจีโนไทป์เป็นพาหะ = 2/3 x 2/3 x 2/3 x 2/3 = $(2/3)^4$
(ใช้กฎการคูณ เพราะแต่ละเหตุการณ์เป็นอิสระต่อกัน และพิจารณาลำดับของเหตุการณ์)

ถ้าโจทย์ให้หา “โอกาสที่ลูกทั้ง 4 คนจะมีจีโนไทป์เป็นพาหะของโรคธาลัสซีเมีย”

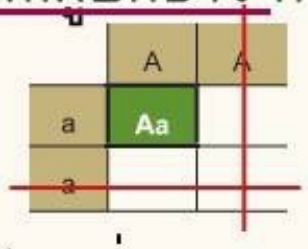
Phenotype พ่อแม่: พาหะ x พาหะ
Genotype พ่อแม่: Aa x Aa
Gamete พ่อแม่: A,a A,a

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

โอกาสที่ลูกจะมีจีโนไทป์เป็นพาหะ = 2/4 = 1/2
โอกาสที่ลูกทั้ง 4 คนจะมีจีโนไทป์เป็นพาหะ = 1/2 x 1/2 x 1/2 x 1/2 = $(1/2)^4$
(ใช้กฎการคูณ เพราะแต่ละเหตุการณ์เป็นอิสระต่อกัน และพิจารณาลำดับของเหตุการณ์)

Monoybrid cross - Complete dominant

53. นักพันธุศาสตร์ทำการผสมพันธุ์แมลงหวี่สายพันธุ์แท้ปีกกุด มีจีโนไทป์เป็นแบบ homozygous recessive (aa) และสายพันธุ์แท้ปีกยาว มีจีโนไทป์แบบ homozygous dominant (AA) ได้ลูกรุ่น F1 (Aa) มีลักษณะปีกยาวทั้งหมด และได้ลูกรุ่น F2 ที่มีลักษณะปีกยาว : ปีกกุด อัตราส่วน 3 : 1 ถ้าผสมพันธุ์แมลงหวี่รุ่น F2 เพศเมียปีกยาว กับแมลงหวี่รุ่น F2 เพศผู้ปีกยาว การคาดการณ์ลักษณะของรุ่นลูกของ F2 x F2 เป็นดังนี้



A แทนแอลลีลเด่น ควบคุมลักษณะปีกยาว
a แทนแอลลีลด้อย ควบคุมลักษณะปีกกุด

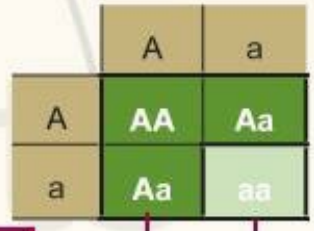
ก. ปีกยาวทั้งหมด

ข. ปีกยาว : ปีกกุด อัตราส่วน 3 : 1

ค. ปีกยาว : ปีกกุด อัตราส่วน 1 : 1

ง. ปีกยาว : ปีกกุด อัตราส่วน 1 : 3

Genotype พ่อแม่ F1: Aa x Aa
Gamete พ่อแม่ F1: A,a A,a

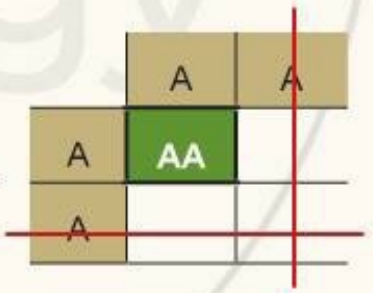


Phenotype ปีกยาวของ F2: AA , Aa
Phenotype ปีกกุดของ F2: aa

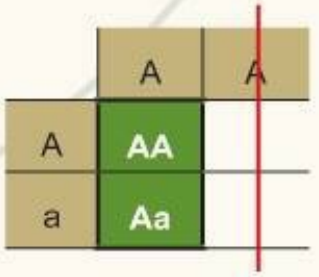
รุ่นลูกที่ได้อาจมีลักษณะแบบใด

1. ก. เท่านั้น
2. ก. หรือ ข.
3. ก. หรือ ค.
4. ค. หรือ ง.
5. เป็นไปได้ทุกแบบ

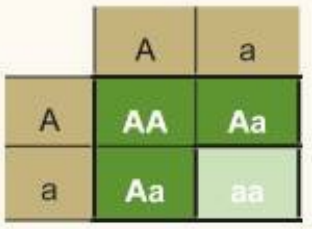
กรณีที่ 1:
Genotype พ่อแม่ F2: AA x AA
Gamete พ่อแม่ F2: A,A A,A →
ลูก F3 ปีกยาวทั้งหมด



กรณีที่ 2:
Genotype พ่อแม่ F2: AA x Aa
Gamete พ่อแม่ F2: A,A A,a →
ลูก F3 ปีกยาวทั้งหมด



กรณีที่ 3:
Genotype พ่อแม่ F2: Aa x Aa
Gamete พ่อแม่ F2: A,a A,a →
ลูก F3 ปีกยาว : ปีกกุด อัตราส่วน 3 : 1



fb.com/360ConceptsInBiology

54. ยีนที่ควบคุมสีตัวของแมลงหวี่ (ยีน B) อยู่บนโครโมโซมเดียวกันกับยีนที่ควบคุมสีตา (ยีน R) โดยอยู่ห่างกันประมาณ 6 m.u. แมลงหวี่ที่มีจีโนไทป์ BbRr โดยยีน B อยู่บนโครโมโซมเดียวกันกับยีน R และยีน b อยู่บนโครโมโซมเดียวกันกับยีน r จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่มีลักษณะอย่างไร

มีโอกาสเกิด 6%

1. มีเซลล์สืบพันธุ์ 4 แบบ คือ BR : Br : bR : br อัตราสวนเท่ากับ 9 : 3 : 3 : 1

มีโอกาสเกิด 94%

2. มีเซลล์สืบพันธุ์ 4 แบบ คือ BR : Br : bR : br อัตราสวนเท่ากับ 1 : 1 : 1 : 1

3. มีเซลล์สืบพันธุ์จีโนไทป์ Br และ bR จากการรวมกันใหม่ของยีนได้บางส่วน

4. มีเซลล์สืบพันธุ์ได้ 2 แบบ คือ BR : br อัตราส่วนเท่ากับ 1 : 1 x มีเซลล์สืบพันธุ์ 4 แบบ

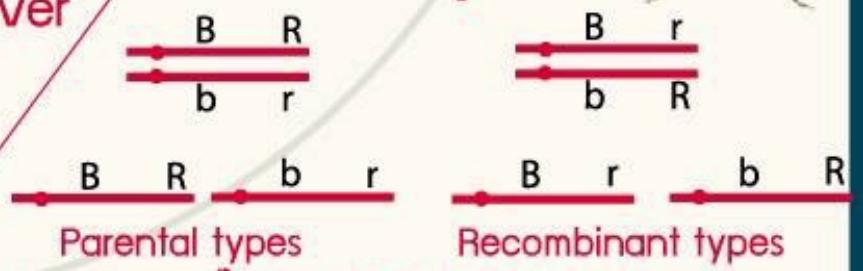
5. มีเซลล์สืบพันธุ์จีโนไทป์ Br มากกว่า br x Br น้อยกว่า br

หน่วยระยะทางระหว่างยีน (gene distance) จะเท่ากับเปอร์เซนต์ในการเกิด recombination ระหว่างยีนที่กำลังพิจารณา โดย 1 หน่วยแผนที่ (map unit; m.u.) หรืออาจเรียกว่า เซนติมอร์แกน (centimorgan; cM) มีค่าเท่ากับ 1% recombinant types (เซลล์สืบพันธุ์ที่มีการรวมกันใหม่ของยีน) จากโจทย์กำหนดให้ยีน B และ R อยู่ห่างกัน 6 m.u. กล่าวคือ มีโอกาสเกิด recombinant type 6%

กรณีที่ 1: ไม่ crossing over
Genotype: BR/br
Gamete: BR, br
Parental types

กรณีที่ 2: มี crossing over
Genotype: Br/bR
Gamete: Br, bR
Recombinant types

แบบวาดรูป



จากโจทย์กำหนดแบบกรณีที่ 1 มาให้ ซึ่งไม่ผ่านการ crossing over ได้เซลล์สืบพันธุ์เรียกว่า parental types

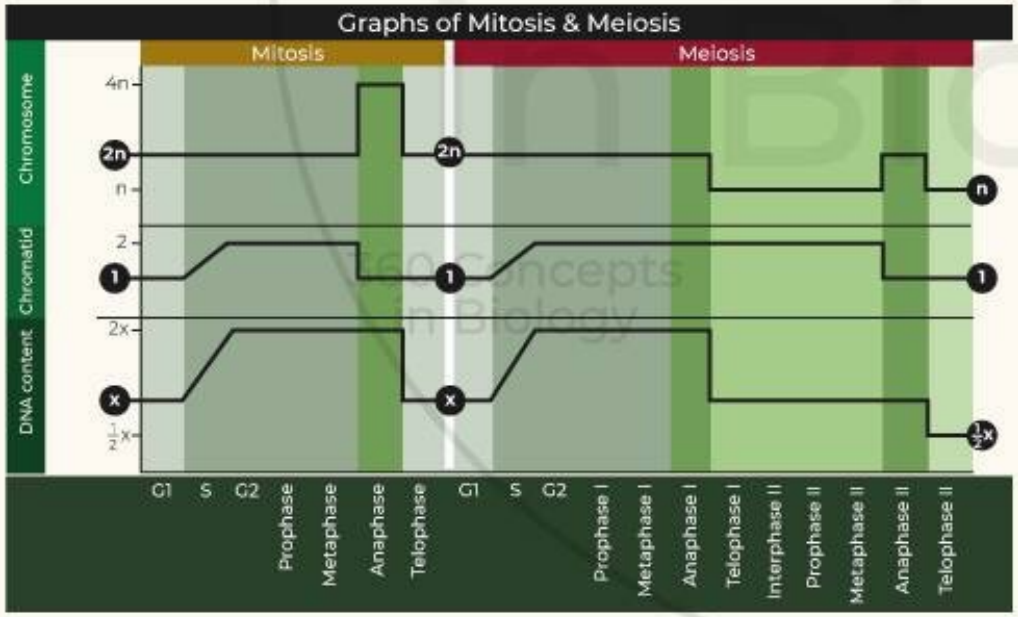
1. และ 2. มีเซลล์สืบพันธุ์ 4 แบบ คือ BR : Br : bR : br อัตราส่วนโดยประมาณ 47 : 3 : 3 : 47

3. มีโอกาสมีเซลล์สืบพันธุ์จีโนไทป์ Br และ bR เพราะห่างกัน 6 m.u. (มีโอกาส 6%)

55. สุนัขมีจำนวนโครโมโซม 2n = 78

ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมในแต่ละขั้นตอนของระยะการแบ่งนิวเคลียส

	ระยะ mitotic metaphase	สิ้นสุด mitotic telophase	ระยะ meiotic metaphase I	สิ้นสุด meiotic telophase I
1	156 X	78	156 X	78 X
2	156 X	78	156 X	39
3	78	78	78	78 X
(4)	78	78	78	39
5	78	78	156 X	78 X



MITOSIS	DNA content	Chromo-some	Chromatid
G1	x	2n = 78	1
S	2x	2n = 78	2
G2	2x	2n = 78	2
Prophase	2x	2n = 78	2
Metaphase	2x	2n = 78	2
Anaphase	2x	4n = 156	1
Telophase	x	2n = 78	1

MEIOSIS	DNA content	Chromo-some	Chromatid
G1	x	2n = 78	1
S	2x	2n = 78	2
G2	2x	2n = 78	2
Prophase I	2x	2n = 78	2
Metaphase I	2x	2n = 78	2
Anaphase I	2x	2n = 78	2
Telophase I	x	n = 39	2
Interphase II	x	n = 39	2
Prophase II	x	n = 39	2
Metaphase II	x	n = 39	2
Anaphase II	x	2n = 78	1
Telophase II	½ x	n = 39	1

fb.com/360ConceptsInBiology

56. ชิ้นส่วนของ DNA โมเลกุลหนึ่งมีลำดับเบส ดังรูป

5' - CCATGGCAGTGGTT - 3'

3' - GGTACCGTCACCAA - 5'

แบบที่ถูกต้องของข้อ 1

5' - CCATGGCAGTGGTT - 3'

3' - GGTACCGTCACCAA - 5'

ข้อใดถูกต้อง

1. พันธะไฮโดรเจนใช้เชื่อมต่อระหว่างไนโตรจีนัสเบส T กับ A ในกรอบสี่เหลี่ยมดังรูป
2. ชิ้นส่วน DNA เกลียวคู่นี้ประกอบด้วยพันธะฟอสโฟไดเอสเตอร์ทั้งหมด 13 พันธะ x 26 พันธะ
3. ชิ้นส่วน DNA เกลียวคู่นี้ประกอบด้วยพันธะฟอสโฟไดเอสเตอร์ทั้งหมด 14 พันธะ x 26 พันธะ
4. ชิ้นส่วน DNA เกลียวคู่นี้ประกอบด้วยพันธะไฮโดรเจนทั้งหมด 34 พันธะ x 36 พันธะ
5. ชิ้นส่วน DNA เกลียวคู่นี้ประกอบด้วยพันธะไฮโดรเจนทั้งหมด 36 พันธะ

วิธีนับพันธะฟอสโฟไดเอสเตอร์ (phosphodiester bond) ในข้อสอบไม่จำเป็นต้องขีดเส้นครับ แต่ในเฉลยจะขีดเป็นไอเดียให้

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

5' - C—C—A—T—G—G—C—A—G—T—G—G—T—T - 3'

3' - G—G—T—A—C—C—G—T—C—A—C—C—A—A - 5'

14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26

วิธีนับพันธะไฮโดรเจน (hydrogen bond; H-bond)

A และ T ยึดกันด้วย H-bond 2 พันธะ

C และ G ยึดกันด้วย H-bond 3 พันธะ

มี A และ T จำนวน 6 คู่ ดังนั้น H-bond = 6 x 2 = 12

มี C และ G จำนวน 8 คู่ ดังนั้น H-bond = 8 x 3 = 24

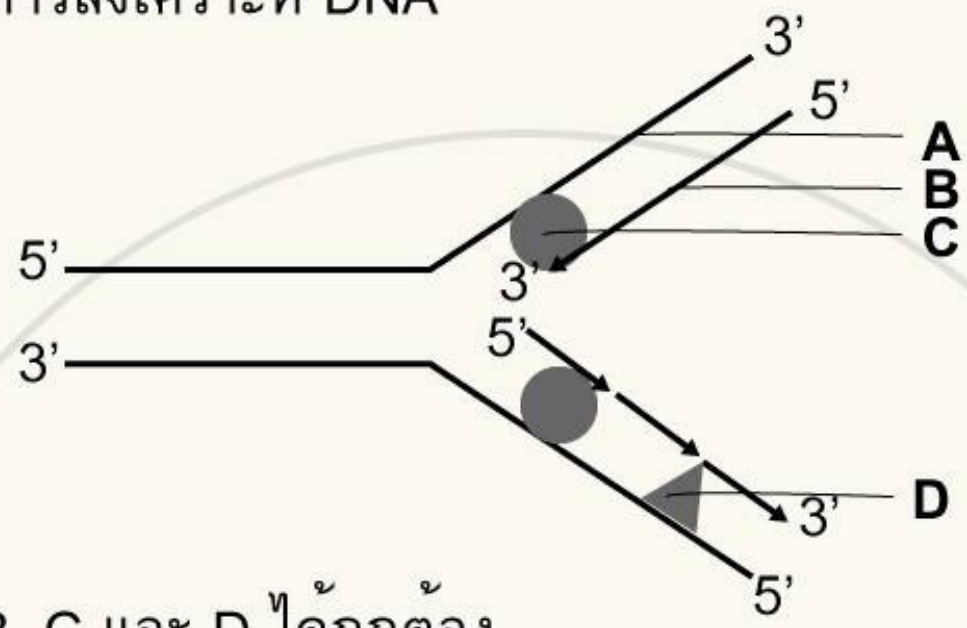
ประกอบด้วยพันธะ H-bond ทั้งหมด = 12 + 24 = 36

5' - CCATGGCAGTGGTT - 3'

3' - GGTACCGTCACCAA - 5'

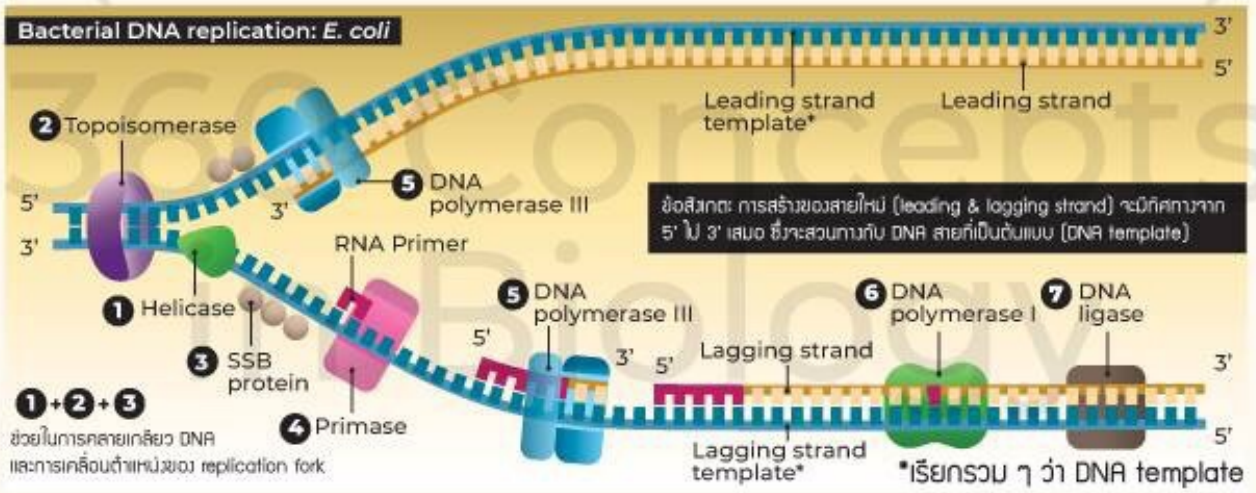
วิธีป้องกันการจำสลับ จำว่า CG (computer graphic) คือ 3 มิติ

57. จากรูปแสดงการสังเคราะห์ DNA



ข้อใดแสดง A, B, C และ D ได้ถูกต้อง

	A	B	C	D
1	Leading strand DNA	Lagging strand DNA	DNA polymerase	DNA ligase
2	Leading strand DNA	Lagging strand DNA	RNA polymerase	primase
(3)	DNA template	Leading strand DNA	DNA polymerase	DNA ligase
4	DNA template	Leading strand DNA	DNA polymerase	primase
5	DNA template	Lagging strand DNA	RNA polymerase	primase



fb.com/360ConceptsInBiology

58. กำหนดบางส่วนของ polypeptide ที่แสดงลำดับกรดอะมิโนของลักษณะ wild-type และ mutant 4 รูปแบบดังนี้ (ในข้อนี้โจทย์กำหนดตาราง codon มาให้)

Wild - type Arg - Gly - Gln - Ser - Val - Pro - Glu

เช่น UCG --> GCG

Mutant 1 Arg - Gly - Gln - [Ala] - Val - Pro - Gln — Base – pair substituition IIUU missense mutation

Mutant 2 Arg - Gly - Gln - Ser - [Ser - Lys - Lys] — Framshift mutation

Mutant 3 Arg - Gly - Gln เช่น Ser (UCG) --> Stop (UAG) — Base – pair substituition IIUU nonsense mutation

Mutant 4 Arg - Gly - Ala - [Val - Ser - Pro] — Framshift mutation

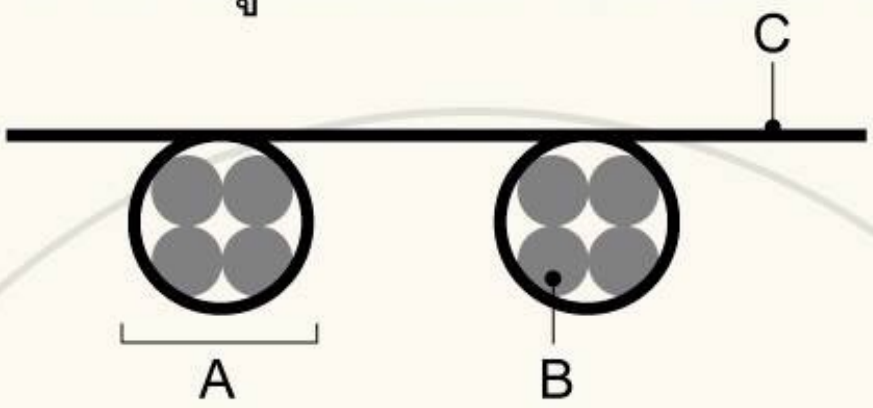
Mutant ใดที่อาจเกิดมิวเทชันแบบการแทนที่คู่เบส (base - pair substitution)

1. Mutant 1 เท่านั้น 2. Mutant 2 เท่านั้น 3. Mutant 3 เท่านั้น

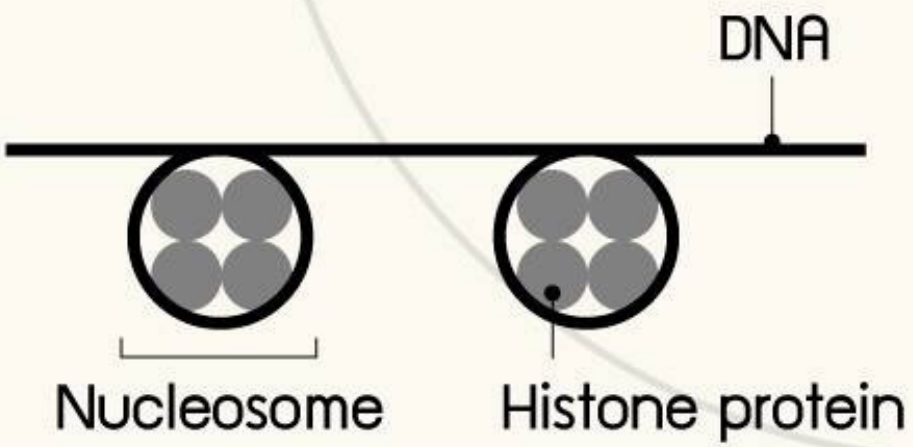
4. Mutant 1 และ 3 5. Mutant 2 และ 4

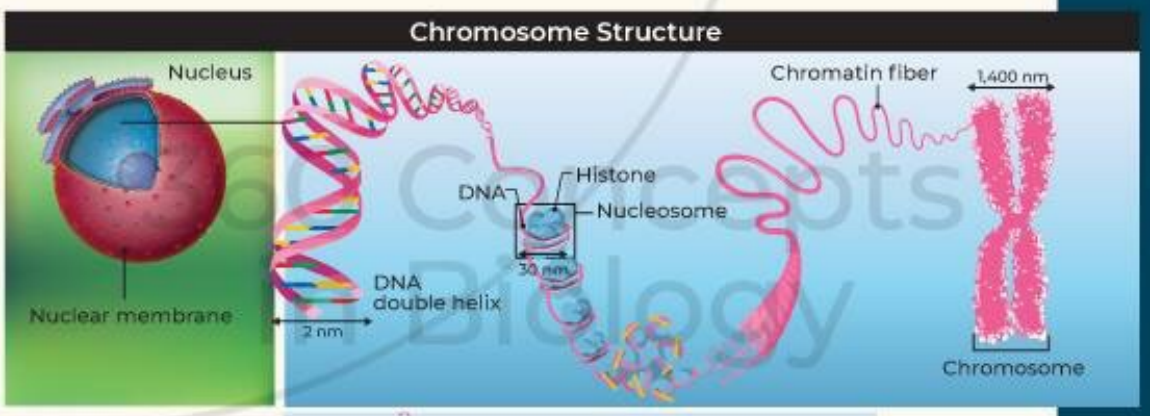
1. การแทนที่คู่เบส (base-pair substitution) คือการเปลี่ยนชนิดนิวคลีโอไทด์โดยการแทนที่เบสชนิดหนึ่งด้วยเบสอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งมีหลายลักษณะ สามารถสรุปได้ดังนี้
   1.1 Missense mutation: แทนที่เบสแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงชนิดของกรดอะมิโน
   1.2 Nonsense mutation: แทนที่เบสแล้วได้รหัสหยุด ส่งผลให้สายพอลิเพปไทด์สั้นลง
   1.3 Silent mutation: แทนที่เบส แต่กรดอะมิโนไม่เปลี่ยนแปลง (พอลิเพปไทด์จึงเหมือนเดิม)
2. เฟรมชิฟท์มิวเทชัน (framshift mutation) เป็นการเพิ่มเบส (insertion) หรือสูญเสียเบส (deletion) ทำให้ลำดับนิวคลีโอไทด์บนสายเปลี่ยนแปลงไป แบ่งเป็น 2 ลักษณะหลัก ๆ ดังนี้
   2.1 Extensive missense mutation: เพิ่มหรือลดเบสแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงกรดอะมิโนหลายตำแหน่ง ซึ่งอาจเปลี่ยนไปตลอดสาย
   2.2 Nonsense mutation: เพิ่มหรือลดเบสแล้วได้รหัสหยุด ส่งผลให้สายพอลิเพปไทด์สั้นลง

59. จากรูปแสดงโครงสร้างที่อยู่ในนิวเคลียส A, B และ C เรียกว่าอะไร



	A	B	C
(1)	nucleosome	histone protein	DNA
2	nucleosome	histone protein	chromatin x
3	histone protein x	non-histone protein x	DNA
4	histone protein x	non-histone protein x	chromatin x
5	histone protein x	nucleosome x	DNA





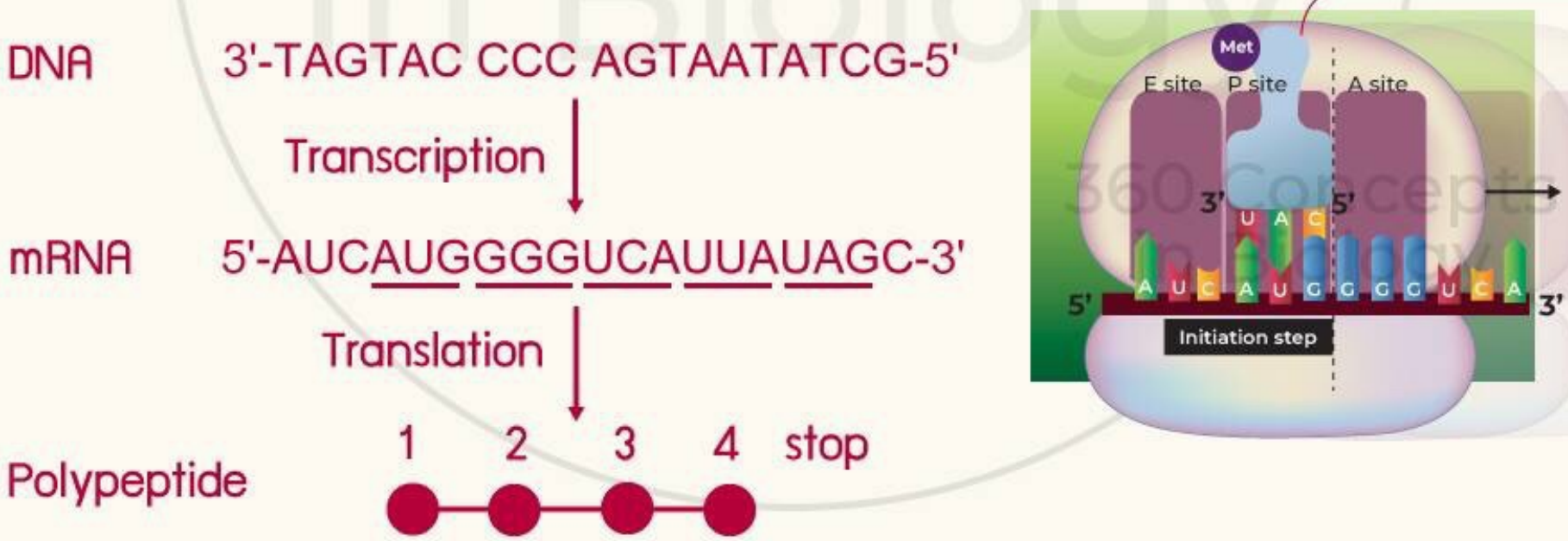
360 Concepts in Biology

60. ถ้ากำหนดให้ชิ้นส่วนของ mRNA สายหนึ่งซึ่งมี start codon ภายในและมีลำดับเบสดังนี้

5'-AUCAUGGGGUCAUUAUAGC-3'

ข้อใดถูกต้อง

1. ลำดับเบสของ DNA แม่แบบที่ใช้ถอดรหัส คือ 5'-TAGTACCCCAGTAATATCG-3' x
2. ในการแปลรหัสไรโบโซมจะเคลื่อนที่ไปบน mRNA จากปลาย 3' ไปยังปลาย 5' x จากปลาย 5' ไปยังปลาย 3'
3. ลำดับเบสของแอนติโคดอนแรกที่นำกรดอะมิโนมาคือ 5'-CAU-3'
4. ลำดับเบสบน mRNA นี้ไม่มีรหัสหยุด (stop codon) x มีรหัสหยุดในสาย คือ UAG
5. ชิ้นส่วน mRNA นี้แปลรหัสได้กรดอะมิโน 5 ตัว x แปลรหัสได้ 4 ตัว



■ Short note: AUG = Start codon (Met) / UAA UAG & UGA = Stop codom

โครโมโซมร่างกาย (autosome)

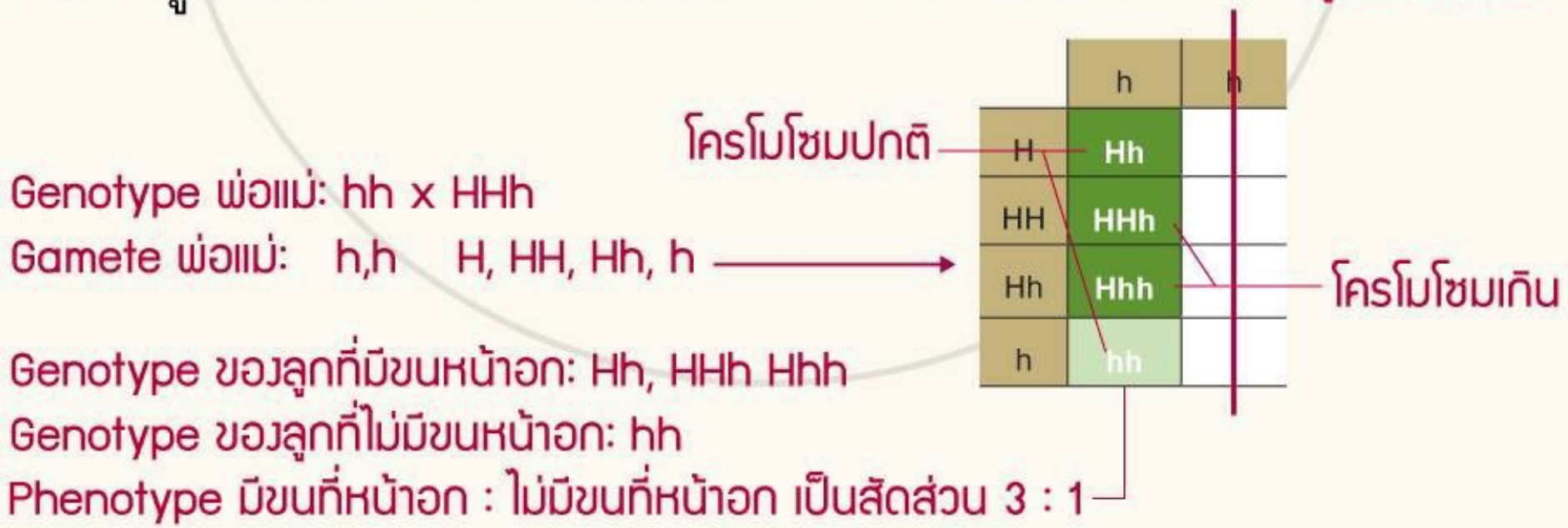
61. ถ้ากำหนดให้ยีนที่ควบคุมลักษณะการมีและไม่มีขนที่หน้าอกของแมลงหวี่อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 4 และมีแอลลีลดังนี้

H แทนแอลลีลปกติ แสดงลักษณะมีขนที่หน้าอก

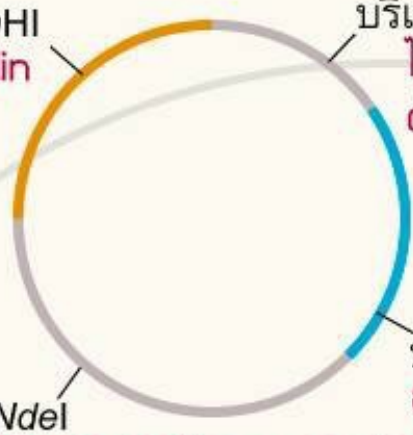
h แทนแอลลีลผิดปกติ แสดงลักษณะไม่มีขนที่หน้าอก

นักวิจัยทดลองผสมพันธุ์แมลงหวี่ระหว่างเพศเมียที่มีจำนวนโครโมโซมปกติ และเพศผู้ที่มีโครโมโซมคู่ที่ 4 เกินมา 1 โครโมโซม โดยทราบจีโนไทป์ดังนี้ hh x HHh ถ้าแมลงหวี่ทั้งสองไม่เป็นหมัน ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับรุ่นลูก

1. ลูกที่มีโครโมโซมเกินจะมีขนที่หน้าอก ถูกต้อง (HHh, Hhh)
2. ลักษณะมีขนที่หน้าอก : ไม่มีขนที่หน้าอก เป็นสัดส่วน 1 : 1 ผิด 3 : 1 (phenotype)
3. จำนวนโครโมโซมเกิน : จำนวนโครโมโซมปกติ เป็นสัดส่วน 1 : 1 ถูกต้อง 1 : 1
4. ไม่พบลูกที่มีโครโมโซมปกติ และมีขนที่หน้าอก ที่มีจีโนไทป์ HH ถูกต้อง ไม่พบ
5. ไม่พบลูกที่มีโครโมโซมเกิน และไม่มีขนที่หน้าอก ที่มีจีโนไทป์ hhh ถูกต้อง ไม่พบ



62. พลาสมิดชนิดหนึ่งมีองค์ประกอบแสดงดังภาพด้านล่าง



ถ้าโคลนยีนหนึ่งด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะแล้วนำไปใส่ในเซลล์ *E.coli* ข้อใดแสดงการทดลองและผลที่ได้อย่างถูกต้อง

	เอนไซม์ตัดจำเพาะและบริเวณตัดจำเพาะที่เลือกใช้	การเจริญของแบคทีเรียที่ได้รับพลาสมิดที่ได้รับการตัดต่อยีนในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มียา	
		ampicillin	tetracycline
1	*Eco*RI	- +	+
(2)	*Bam*HI	+	-
3	*Bam*HI	- +	+ –
4	*Pst*I	- –	- +
5	*Pst*I	+ –	+

หมายเหตุ: - หมายถึงไม่สามารถเจริญได้ + หมายถึงสามารถเจริญได้

*Bam*HI อยู่บนยีนต้านยา tetracycline การใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะที่บริเวณนี้จะทำให้ยีนต้านยา tetracycline ไม่แสดงออก เนื่องจากยีนถูกแยกออกจากกัน ส่งผลให้ไม่สามารถเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มียา tetracycline ได้ (ผลเป็น -) ส่วนยีนต้านยา ampicillin ไม่ถูกตัด ดังนั้นจึงแสดงออกได้ตามปกติ ส่งผลให้เจริญในอาหารที่มียา ampicillin ได้ (ผลเป็น +)

63. รูปด้านล่างแสดงเทคนิคของเทคโนโลยีดีเอ็นเอใดบ้าง

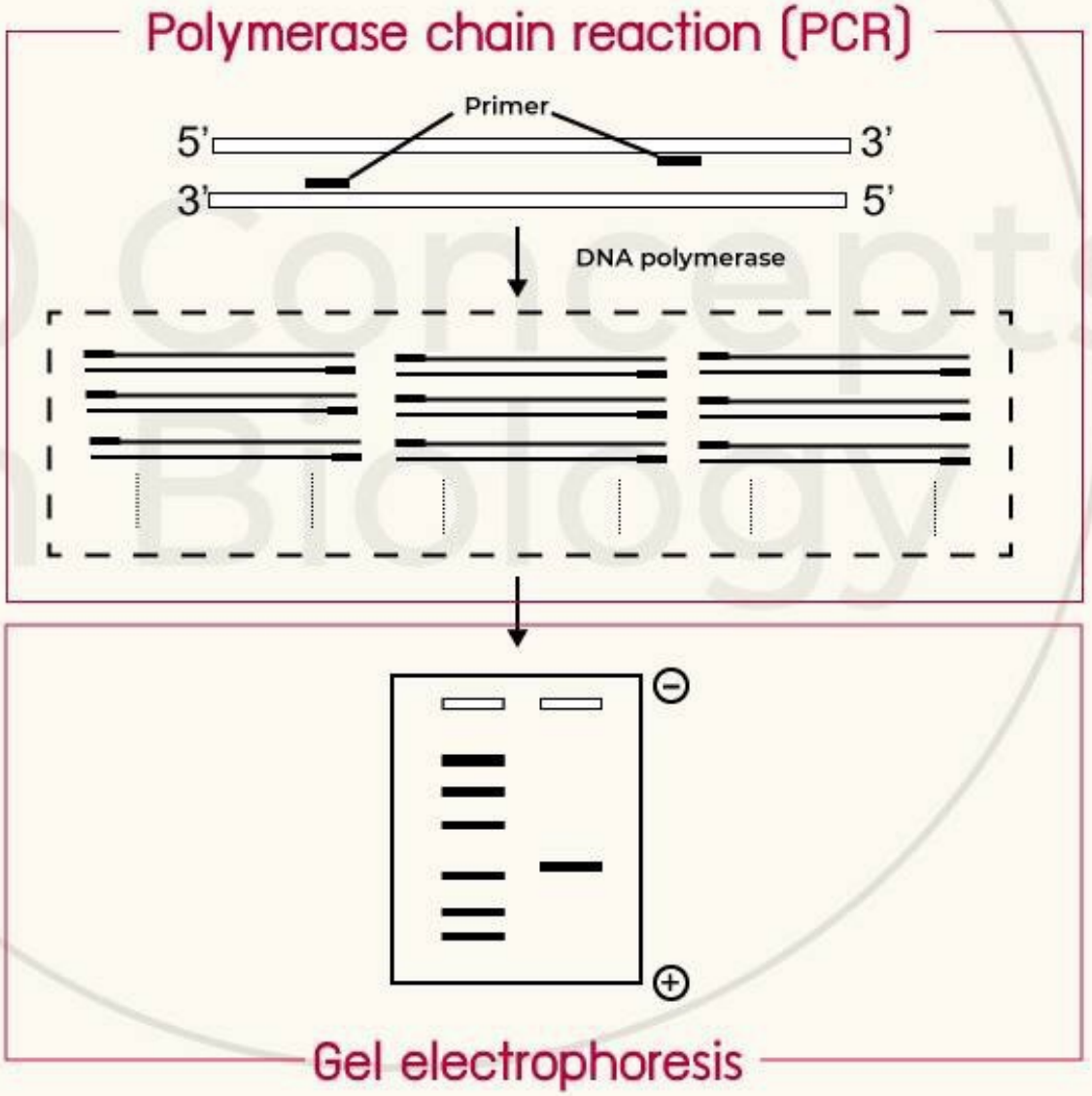
ก. การสร้าง DNA สายผสม x เนื่องจากไม่มีการใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme) และเอนไซม์ไลเกส (ligase) สำหรับเชื่อมต่อ

ข. เจลอิเล็กโทรโฟริซิส

ค. พอลีเมอเรสเชนรีแอกชัน

ง. การหาลำดับนิวคลีโอไทด์ x ไม่มี DNA sequencing

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



360 Concepts in Biology

64. ประชากรมนุษย์ประชากรหนึ่งมีขนาดใหญ่มาก และอยู่ในภาวะสมดุลของ Hady-Weinberg พบว่า มีประชากรเป็นโรค achondroplasia ซึ่งเป็นโรคพันธุกรรมควบคุมด้วย autosomal dominant อยู่ 1 ใน 25,000 คน และยังมีประชากรที่เป็นโรค cystinuria ซึ่งเป็นโรคทางพันธุกรรมควบคุมด้วย autosomal recessive อยู่ 1 ใน 7,000 คน เมื่อคำนวณความถี่ของโรคพันธุกรรมทั้งสองในประชากรนี้

f(A) หรือ p f(a) หรือ q

ก. ความถี่ของ dominant และ recessive allele ของโรค cystinuria = $1 - \sqrt{1/7,000}$ และ $\sqrt{1/7,000}$

f(AA)

ข. ความถี่ของจีโนไทป์ homozygous dominant ของโรค achondroplasia = 1/25,000

f(aa)

ค. ความถี่ของจีโนไทป์ homozygous recessive ของโรค achondroplasia = 1 - (1/25,000)

ข้อใดถูกต้อง

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

ก. $f(aa) = 1/7,000 = q^2$
$q = \sqrt{1/7,000}$
จาก $p + q = 1$
ดังนั้น $p = 1 - \sqrt{1/7,000}$

ข. $f(AA) + f(Aa) = p^2 + 2pq$
$f(AA) + f(Aa) = 1/25,000$

x $f(AA) + f(Aa) = 1/25,000$
ไม่ใช่ $f(AA) = 1/25,000$

ค. จาก $p^2 + 2pq + q^2 = 1$
$q2 = 1 - (1/25,000)$
เนื่องจาก $f(aa) = q^2$
ดังนั้น $f(aa) = 1-(1/25,000)$

360 Concepts in Biology

65. การศึกษาประชากรไก่ greater prairie chicken ในประเทศสหรัฐอเมริกา และการศึกษาจำนวนแอลลีลบนยีน 6 โลคัสของประชากรไก่นี้ระหว่างปี ค.ศ. 1930-1993 ได้ผลการศึกษาดังนี้

เริ่มต้นมีประชากรเยอะ

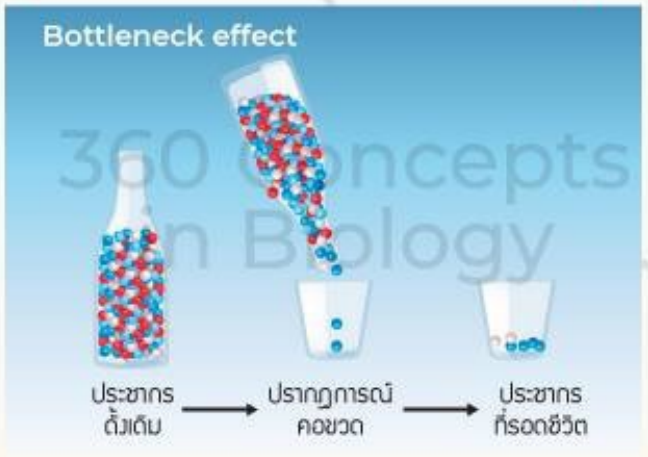
ปี ค.ศ.	ขนาดของประชากร (ตัว)	จำนวนแอลลีลต่อโลคัส
1930 - 1960s	1,000 - 25,000	5.2
1993	< 50	3.7

มีประชากรลดลงมาก

ผลการศึกษาแสดงว่าน่าจะเกิดกระบวนการใดกับประชากรไก่ชนิดนี้

1. mutation
2. gene flow
3. founder effect
4. natural selection
5. bottleneck effect

ปรากฏการณ์คอขวด (bottleneck effect)
- เกิดขึ้นในประชากรที่มีขนาดใหญ่ และมีความหลากหลายทางพันธุกรรม โดยเกิดเหตุการณ์ที่ทำให้ขนาดประชากรลดลงเป็นอย่างมาก ซึ่งภายหลังเหตุการณ์ ประชากรจะเพิ่มขึ้นมาใหม่ แต่ความหลากหลายทางพันธุกรรมลดลง



ทำให้เกิดแอลลีลใหม่

66. กระบวนการใดเป็นสาเหตุให้เกิดแอลลีลใหม่เพิ่มขึ้นในยีนพูลของประชากร

x อาจเกิด/ไม่เกิด crossing over ก็ได้

1. meiosis และ mutation
2. mutation และ gene flow
3. meiosis และ recombination
4. mutation และ recombination
5. crossing over และ gene flow

ไม่ทำให้เกิดแอลลีลใหม่

จากตัวเลือกที่กำหนดให้ มีกระบวนการต่าง ๆ ดังนี้

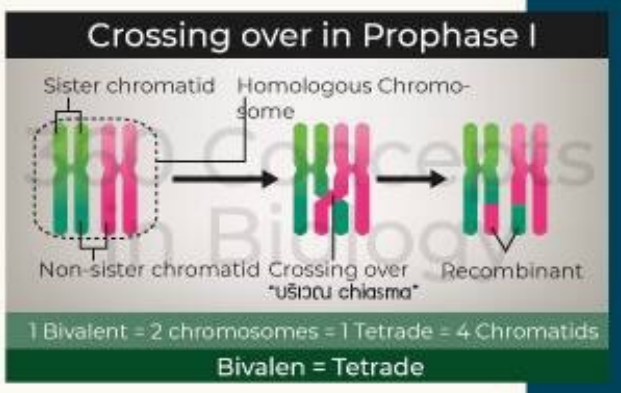
1. ไมโอซิส (meiosis) เป็นการแบ่งเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gamete) โดยในระยะ prophase I อาจมีการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนยีนเรียกว่า crossing over ทำให้เกิดการรวมตัวกันใหม่ของยีน เรียกว่า recombination

2. การกลาย (mutation) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลน้อย เพราะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงในระดับไนโตรจีนัสเบส (เบส A T C G) เช่น การใช้ยาปฏิชีวนะ ซึ่งชักนำให้เกิดยีนต้านทานยาปฏิชีวนะชนิดนั้น ๆ ในประชากร เป็นต้น

3. การถ่ายเทยีน (gene flow) ทำให้สูญเสียหรือได้รับยีนบางส่วน เช่น การกระจายเรณูของพืช และการอพยพของสัตว์

4. การรวมตัวกันใหม่ของยีน (recombination) เกิดจากการ crossing over ของการแบ่งแบบ meiosis โดยโครโมโซมที่ยาวจะมีการ crossing over มากกว่าโครโมโซมที่สั้น และยีน 2 ตำแหน่งที่ห่างกันจะมีโอกาสเกิด crossing over ได้มากกว่ายีนที่อยู่ชิดกัน

5. Crossing over เป็นการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนยีนใน non-sister chromatid ของ homologous chromosome ที่เข้าคู่กัน (synapsis) ในระยะ prophase I ทำให้เกิดการรวมตัวกันใหม่ของยีน ซึ่งถ่ายทอดผ่านเซลล์สืบพันธุ์ไปยังรุ่นลูก ดังนั้นโครโมโซมของลูกจึงมียีนไม่เหมือนกับพ่อหรือแม่



67. ข้อใดจัดเป็นการแยกกันทางการสืบพันธุ์ก่อนระยะไซโกตเนื่องจากพฤติกรรมการสืบพันธุ์

x โครงสร้างอวัยวะสืบพันธุ์ต่างกัน (mechanical isolation)

1. หอยทากสปีชีส์หนึ่งมีเปลือกเวียนซ้าย แต่อีกสปีชีส์หนึ่งมีเปลือกเวียนขวา

2. กระรอกสปีชีส์หนึ่งผสมพันธุ์ในตอนเริ่มต้นฤดูร้อน แต่อีกสปีชีส์หนึ่งผสมพันธุ์ในปลายฤดูร้อน

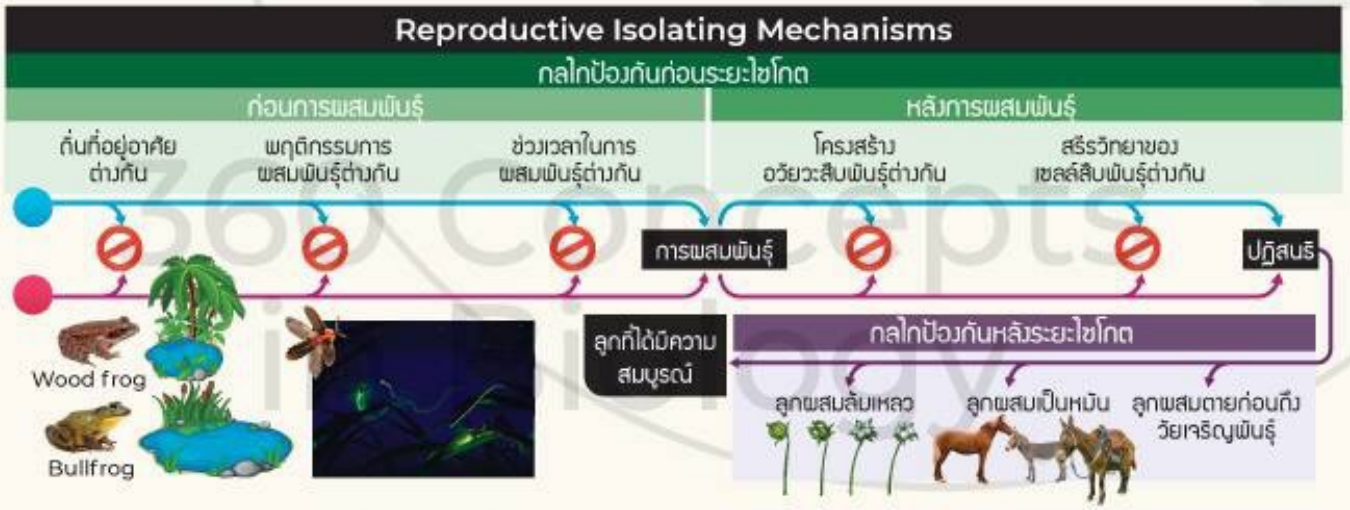
x ช่วงเวลาในการผสมพันธุ์ต่างกัน (temporal isolation)

3. แมลงหวี่สปีชีส์หนึ่งหากินและผสมพันธุ์บนต้นแอปเปิล แต่อีกสปีชีส์หนึ่งหากินและผสมพันธุ์บนต้นบลูเบอร์รี

x ถิ่นที่อยู่อาศัยต่างกัน (habitat isolation)

4. กบตัวผู้สปีชีส์หนึ่งใช้เสียงร้องที่มีความถี่สูงในการดึงดูดให้ตัวเมียมาผสมพันธุ์ แต่อีกสปีชีส์หนึ่งใช้เสียงร้องที่มีความถี่ต่ำกว่า

5. ลูกน้ำของยุงรำคาญบางสปีชีส์อาศัยในแหล่งน้ำไหล บางสปีชีส์อาศัยในแหล่งน้ำนิ่ง และบางสปีชีส์อาศัยในแหล่งน้ำกร่อย x ถิ่นที่อยู่อาศัยต่างกัน (habitat isolation)



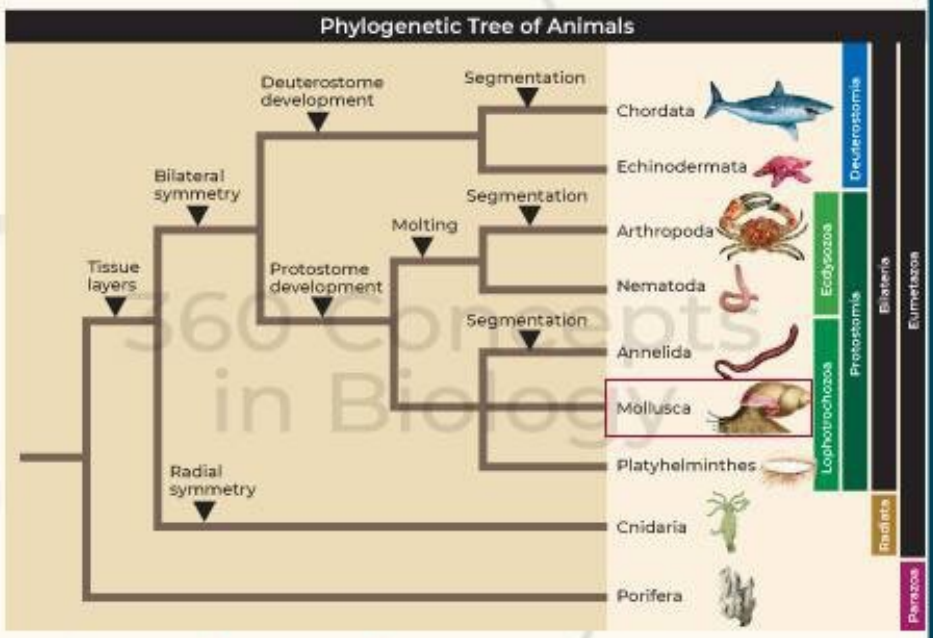
พฤติกรรมการผสมพันธุ์ต่างกัน (behavioral isolation) ตัวอย่างเช่น ความถี่ในการกระพริบแสงของหิ่งห้อย และการร้องเรียกคู่ของกบแต่ละสปีชีส์ที่ต่างกัน

68. สัตว์ในไฟลัมมอลลัสกามีลักษณะอย่างไร

1. มีสมมาตรตามรัสมี x มีสมมาตรแบบด้านข้าง (bilateral symetry)
2. มีตัวอ่อนแบบโทรโคฟอร์
3. เป็นสัตว์ที่มีกลุ่มดิวเทอโรสโทเมีย x โพรโทสโตเมีย (protostomia)
4. มีทางเดินอาหารแบบไม่สมบูรณ์ x ทางเดินอาหารสมบูรณ์
5. มีแมนเทิลทำหน้าที่สร้างเยื่อหุ้มลำตัว x สร้างเปลือกและหุ้มรอบอวัยวะภายใน

Phylum	Level of organization	Symmetry	Cephalization (อวัยวะส่วนหัว)	Coelom	Digestive tract	Segmentation (แบ่งเป็นปล้อง)
Porifera	เซลล์	ไม่สมมาตรหรือแบบรัศมี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
Cnidaria	เนื้อเยื่อ	แบบรัศมี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่สมบูรณ์	ไม่มี
Platyhelminthes	ระบบอวัยวะ	แบบด้านข้าง	มี	ไม่มี	ไม่สมบูรณ์	ไม่มี**
Nematoda	ระบบอวัยวะ	แบบด้านข้าง	มี	ช่องตัวเทียม	สมบูรณ์	ไม่มี
Mollusca	ระบบอวัยวะ	แบบด้านข้าง	มี	มี	สมบูรณ์	ไม่มี
Annelida	ระบบอวัยวะ	แบบด้านข้าง	มี	มี	สมบูรณ์	มี
Arthropoda	ระบบอวัยวะ	แบบด้านข้าง	มี	มี	สมบูรณ์	มี
Echinodermata	ระบบอวัยวะ	แบบด้านข้าง*	มี	มี	สมบูรณ์	ไม่มี
Chordata	ระบบอวัยวะ	แบบด้านข้าง	มี	มี	สมบูรณ์	มี

*ตัวอ่อนมีสมมาตรแบบด้านข้าง ตัวเต็มวัยมีสมมาตรแบบรัศมี

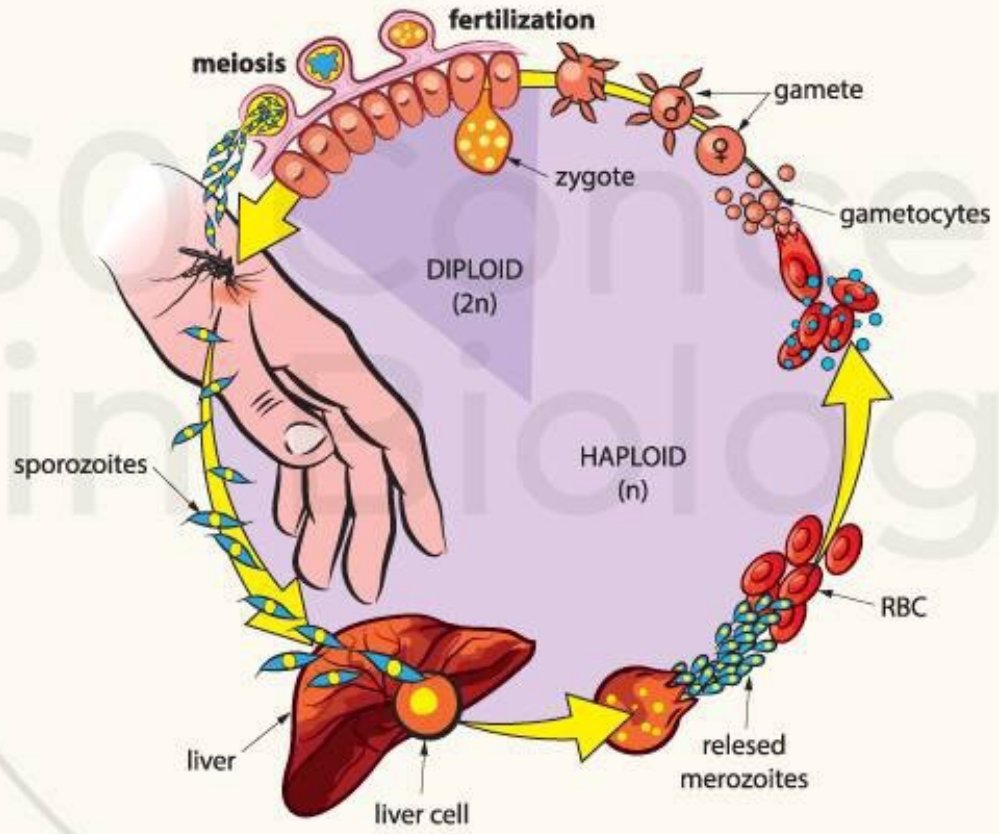


การเปลี่ยนแปลงบลาสโทพอร์ (blastopore) พบเฉพาะในสัตว์ที่มีช่องตัวที่แท้จริง มี 2 กลุ่มคือ

1. โพรโทสโตเมีย (protostomia) เป็นกลุ่มที่ blastopore เปลี่ยนเป็นช่องปาก ซึ่งสัตว์กลุ่มนี้ช่องปากจะเกิดก่อนช่องทวารหนัก แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ตามการเจริญเป็นตัวอ่อน ได้แก่
   - กลุ่มโลโฟโทรโคซัว (lophotrochozoa) เป็นพวกที่ไม่มีการลอกคราบ มีตัวอ่อนแบบโทรโคฟอร์ (trochophore) ประกอบด้วย 3 ไฟลัม ได้แก่ Platyhelminthes, Mollusca และ Annelida
   - กลุ่มเอคไดโซซัว (ecdysozoa) มีตัวอ่อนที่ลอกคราบ (molting) ขณะเจริญเติบโต ประกอบด้วย 2 ไฟลัม ได้แก่ Nematoda และ Arthropoda
2. ดิวเทอโรสโทเมีย (deuterostomia) เป็นกลุ่มที่ blastopore เปลี่ยนเป็นทวารหนัก (ตรงข้ามกับโพรโทสโตเมีย) ประกอบด้วย 2 ไฟลัม ได้แก่ Echinodermata และ Chordata

69. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตที่ทำให้เกิดโรคมาลาเรียในคน

1. ใช้ซีเลียในการเคลื่อนที่ x ไม่มีโครงสร้างที่ใช้ในการเคลื่อนที่
2. เป็นโพรทิสต์กลุ่มยูกลีโนซัว x โพรทิสต์ กลุ่ม Apicomplexa
3. มียุงก้นปล่องตัวผู้เป็นพาหะ x ยุงก้นปล่องตัวเมียเป็นพาหะ
4. มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศในตัวยุง
5. ไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้เมื่ออยู่ในตับ x เพิ่มจำนวนได้

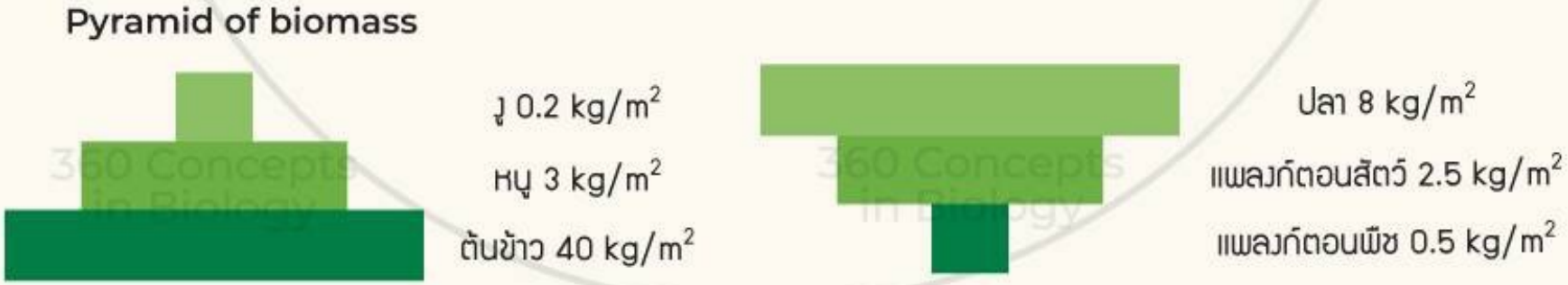


360 concepts in biology

70. พีระมิดมวลชีวภาพที่มีรูปหัวกลับเป็นพีระมิดของระบบนิเวศที่มีสิ่งมีชีวิตใดเป็นผู้ผลิตและผู้บริโภคลำดับที่ 1 ตามลำดับ

1. สาหร่าย และปลากินพืช x พีระมิดมวลชีวภาพหัวตั้ง
2. ต้นไม้ในป่าดิบชื้น และสัตว์กินพืช x พีระมิดมวลชีวภาพหัวตั้ง
3. แพลงก์ตอนสัตว์ และวาฬชนิดต่าง ๆ x พีระมิดมวลชีวภาพหัวตั้ง
4. แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์
5. ต้นไม้ในป่าโกงกาง และผู้ย่อยสลายอินทรีย์ x พีระมิดมวลชีวภาพหัวตั้ง

พีระมิดมวลชีวภาพ (pyramid of biomass)
- เป็นห่วงโซ่อาหารที่แสดงมวลรวมของสิ่งมีชีวิตในแต่ละลำดับขั้น โดยใช้มวลรวมของน้ำหนักแห้ง (dry weight) ของสิ่งมีชีวิตต่อพื้นที่
- ปกติเป็นพีระมิดหัวตั้ง
- สามารถเป็นพีระมิดหัวกลับได้ เช่น ในแหล่งน้ำเป็นระบบนิเวศที่มีแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) เป็นผู้ผลิต ถูกกินโดยแพลงก์ตอนสัตว์ (zooplankton)



พีระมิดมวลชีวภาพหัวตั้ง

พีระมิดมวลชีวภาพหัวกลับ

71. สิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทเป็นผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบนิเวศเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มใด

1. ฟังไจ เท่านั้น
2. โพรทิสต์ เท่านั้น
3. แบคทีเรีย เท่านั้น
4. แบคทีเรีย และฟังไจ เท่านั้น
5. แบคทีเรีย โพรทิสต์ และฟังไจ

องค์ประกอบที่มีชีวิต (biotic components) แบ่งออกเป็น 3 ระดับ (trophic levels) คือ

1. ผู้ผลิต (producer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้เองจากสารอนินทรีย์ ได้แก่ พืชสีเขียว สาหร่าย แพลงก์ตอนพืช และแบคทีเรียบางชนิด

2. ผู้บริโภค (consumer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง แต่ได้รับอาหารจากการกินสิ่งมีชีวิตอื่น จำแนกเป็น 3 ชนิดตามลำดับการบริโภค ดังตาราง

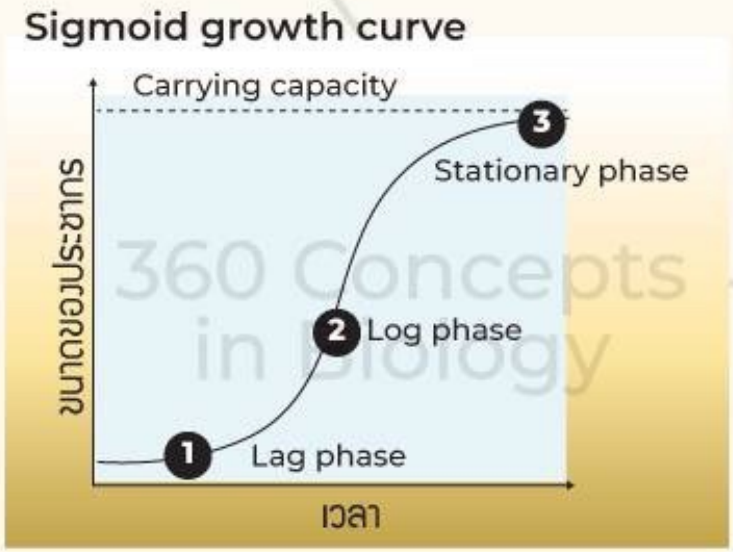
3. ผู้ย่อยสลาย (decomposer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ แต่จะได้อาหารโดยการสร้างเอนไซม์ออกมาย่อยสลายซากของสิ่งมีชีวิตอื่น โดยสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้วหรือกำลังผุพังจะเรียกว่า ดีไทรทัส (detritus) ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทสำคัญเป็นผู้ย่อยสลายในการหมุนเวียนสาร ได้แก่ แบคทีเรีย เห็ด และรา

72. ในการเพิ่มประชากรแบบลอจิสติก ระยะใดที่ประชากรมีอัตราการเกิดเท่ากับอัตรการตายโดยประมาณ

1. ในตอนเริ่มต้นของการเพิ่มประชากร
2. ระยะที่มีอัตราการเพิ่มของประชากรอย่างช้า ๆ
3. ระยะที่มีอัตราการเพิ่มประชากรอย่างรวดเร็ว
4. ระยะที่ประชากรมีขนาดเท่ากับคารีอิงคาพาซิตี
5. ระยะที่ตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมมีผลต่อประชากรน้อยที่สุด

การเติบโตเป็นรูปตัวเอส (Sigmoid growth curve) มีการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก (logistic growth) ซึ่งพบในสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่ในธรรมชาติ รวมถึงการทดลองในห้องปฏิบัติการ เช่น การเพิ่มจำนวนของยีสต์ เป็นต้น สามารถแบ่ง Sigmoid growth curve ได้ 3 ช่วงหลัก คือ

1. lag phase: ช่วงแรกที่ประชากรน้อย และมีการเพิ่มประชากรอย่างช้า ๆ
2. log phase: ช่วงหลังที่ประชากรเริ่มมีมากขึ้น จึงมีการเพิ่มประชากรอย่างรวดเร็ว ซึ่งในช่วงปลาย ตัวต้านทานจะมีบทบาทมากขึ้น ทำให้อัตราการเกิดเริ่มลด แต่จำนวนประชากรยังคงที่
3. stationary phase: ประชากรมีสูงสุดซึ่งอยู่ในระดับที่เรียกว่า carrying capacity ในช่วงนี้จะมีอัตราการเกิดใกล้เคียงกับอัตราการตาย จำนวนประชากรจึงเปลี่ยนแปลงน้อยมาก หรือคงที่



ความสามารถในการรองรับประชากร (carrying capacity)
- เป็นจำนวนของประชากรสิ่งมีชีวิตที่มากที่สุดที่สิ่งแวดล้อม ณ ขณะใดขณะหนึ่งรองรับไว้ได้ โดยสิ่งแวดล้อมยังสามารถคงอยู่ได้อย่างปกติและปราศจากผลกระทบ
- หากเกิน carrying capacity ที่รองรับ สิ่งแวดล้อมจะได้รับผลกระทบและอาจถูกทำลายจนกระทั่งไม่สามารถฟื้นฟูให้เป็นแบบเดิมได้
- Carrying capacity สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ และแหล่งที่อยู่อาศัย

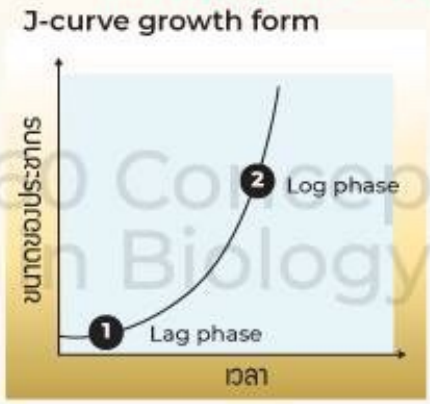
360 Concepts in Biology

73. ประชากรสิ่งมีชีวิตไม่สามารถเพิ่มจำนวนแบบเอ็กโพเนนเชียลได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด ดังนั้นเมื่อเพิ่มจำนวนแบบเอ็กโพเนนเชียลถึงระยะหนึ่งประชากรจะลดลงอย่างรวดเร็ว ปัจจัยใดต่อไปนี้ที่มีผลต่อการลดลงดังกล่าวน้อยที่สุด

1. อาหาร
2. ขนาดประชากร
3. พื้นที่ที่ใช้ในการดำรงชีวิต
4. การแก่งแย่งแข่งขันของสมาชิก
5. รูปแบบการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตนั้น

การเติบโตเป็นรูปตัวเจ (J-curve growth form) จะมีการเพิ่มของประชากรแบบเอกซ์โพเนนเชียล (exponential growth) ซึ่งพบในสิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์เร็ว อายุขัยสั้น มีลูกจำนวนมากต่อการผลิตหนึ่งครั้ง หรืออัตราการเกิดสูงกว่าอัตราการตายมาก ๆ เช่น การเจริญเติบโตของช้างแอฟริกาในอุทรยานแห่งชาติครูเกอร์ และหลังจากเกิดปรากฏการณ์คอขวด เป็นต้น สามารถแบ่ง J-curve growth form ได้เป็น 2 ช่วงหลัก คือ

1. lag phase: ช่วงแรกที่ประชากรน้อย และมีการเพิ่มประชากรอย่างช้า ๆ
2. log phase: ช่วงหลังที่ประชากรเริ่มมีมากขึ้น ดังนั้นจึงมีการเพิ่มประชากรอย่างรวดเร็วแบบทวีคูณ โดยในอุดมคติ (แบบไม่มีตัวต้านทาน) จะมีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นแบบไม่มีที่สิ้นสุด แต่ในธรรมชาติมีตัวต้านทานซึ่งเป็นปัจจัยจำกัดที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวน ดังนั้นจึงมีการเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกัน (irruptive growth)



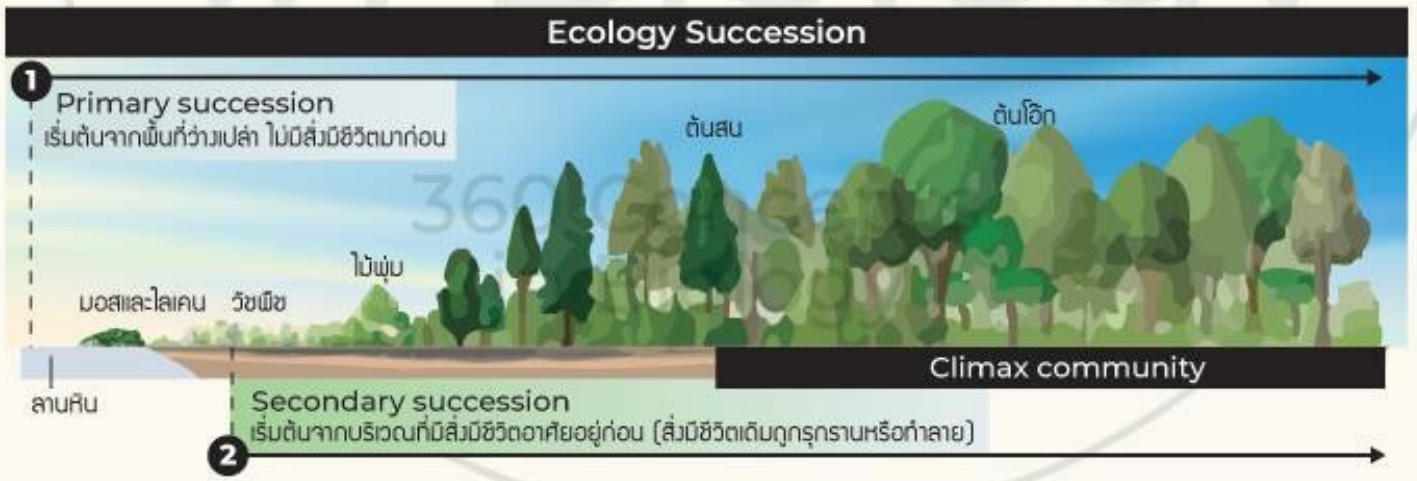
360 Concepts in Biology

74. สังคมพืชในระบบนิเวศใดที่เป็น climax community

1. ไบโอมป่าสน
2. ป่าที่ถูกไฟไหม้
3. พื้นที่เกษตรกรรม
4. หนองน้ำที่กำลังตื้นเขิน
5. ไร่นาที่ถูกปล่อยให้รกร้าง

x เป็นการเปลี่ยนแปลงแทนที่ทางนิเวศวิทยาในช่วงแรก

การเปลี่ยนแปลงแทนที่ทางนิเวศวิทยา (ecological succession) เป็นการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศเป็นลำดับขั้น โดยมีปัจจัยต่าง ๆ ทำให้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จนถึงสังคมขั้นสุดท้ายที่อยู่รวมกันกับระบบนิเวศได้อย่างสมดุล ซึ่งจะไม่ถูกแทนที่อย่างรวดเร็วโดยสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่น ๆ เรียกว่า สังคมสิ่งมีชีวิตขั้นสุด (climax community)



Primary succession

75. ระบบนิเวศในระยะแรกของการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมินั้นมีลักษณะอย่างไร

1. ใยอาหารซับซ้อนมาก
2. อุณหภูมิและความชื้นสูง
3. พืชส่วนใหญ่เป็นไม้ยืนต้น
4. มีสิ่งมีชีวิตหลายชนิด

เป็นลักษณะของสังคมสมบูรณ์ (climax community)

5. มวลชีวภาพโดยรวมมีค่าต่ำ

การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ (primary succession)
- เริ่มจากพื้นที่ว่าง ไม่เคยมีสิ่งมีชีวิตมาก่อน ดังนั้นจึงใช้เวลานานกว่าแบบทุติยภูมิ
- มีมอสและไลเคน (ราและสาหร่ายที่อยู่ร่วมกัน) เป็นสิ่งมีชีวิตผู้บุกเบิก (pioneer) ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่บนก้อนหินได้ (กัดเซาะและดูดแร่ธาตุ)
- ตัวอย่างแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลง เช่น ดินอุดมสมบูรณ์มากขึ้นความสูง และมวลชีวภาพของพืชมากขึ้น ผลผลิตปฐมภูมิสูงขึ้น และความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมากขึ้น เป็นต้น

76. ผลการศึกษาของนักวิทยากศาสตร์ข้อใดเป็นหลักฐานสนับสนุนสมมุติฐานว่าพฤติกรรมที่แตกต่างกันของมนุษย์แต่ละคนส่วนหนึ่งเป็นผลจากการที่มีพันธุกรรมที่แตกต่างกัน

พันรุกรรมเหมือนกัน > 99% , พันรุกรรมเหมือนกัน ~ 40-60%

1. แฝดร่วมไข่จะมีพฤติกรรมหลายอย่างเหมือนกันมากกว่าแฝดต่างไข่
2. พฤติกรรมของทารกแรกเกิดส่วนใหญ่เป็นพฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิด

x เป็นพฤติกรรมแต่กำเนิด ซึ่งส่วนใหญ่จะเหมือนกัน เช่น ร้องไห้เพราะหิวนม เป็นต้น

3. ในระหว่างมีประจำเดือนผู้หญิงสามารถปล่อยฟีโรโมนได้หลายชนิด แต่ละชนิดมีผลต่อผู้รับแตกต่างกัน x ไม่ขึ้นกับพันธุกรรม เพราะเป็นเรื่องความพึงพอใจของผู้รับ
4. การหลีกเลี่ยงไม่แต่งงานภายในหมู่ญาติเป็นพฤติกรรมที่พบได้ในมนุษย์และในไพรเมตอื่นอีกหลายชนิด x เป็นสัญชาตญาณที่ติดตัวมาแต่กำเนิด
5. ในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 เด็กในสถานเลี้ยงเด็กกำพร้าที่ไม่ได้รับการโอบอุ้มจากพี่เลี้ยงจะเสียชีวิตได้ง่าย x ระบุเฉพาะเรื่องการเสียชีวิต แต่ไม่ได้กล่าวถึงพฤติกรรม

77. การสื่อสารระหว่างสัตว์ด้วยสัญญาณแบบใดใช้สื่อสารในระยะไกลได้และยังปลอดภัยจากการตรวจหาของผู้ล่าได้ดีกว่า

1. เสียง x ระยะไกล แต่ผู้ล่าได้ยินเสียง ดังนั้นจึงไม่ปลอดภัยจากการตรวจของผู้ล่า
2. ไฟฟ้า x การสื่อสารระหว่างสัตว์ ไม่มีการสื่อสารโดยใช้ไฟฟ้า
3. ท่าทาง x ระยะปานกลาง แต่ผู้ล่าอาจมองเห็น ดังนั้นจึงไม่ปลอดภัยจากการตรวจของผู้ล่า
4. สารเคมี ระยะไกล มีผลต่อสัตว์ในสปีชีส์เดียวกัน ดั้งนั้นจึงปลอดภัยจากการตรวจของผู้ล่า
5. การสัมผัส x ระยะใกล้

การสื่อสาร	ระยะทาง	การเสี่ยงภัย	อัตราการส่ง	ความมีด	สิ่งกำบัง	การจับตำแหน่งผู้ส่ง
ท่าทาง	ปานกลาง	สูง	เร็ว	มีผลมาก	มีผลมาก	ง่าย
เสียง	ไกล	ปานกลาง	เร็ว	มีผลน้อย	มีผลน้อย	ง่าย
สัมผัส	ใกล้	ต่ำ	เร็ว	มีผลน้อย	มีผลมาก	ง่าย
สารเคมี	ไกล	ต่ำ	ช้า	มีผลน้อย	มีผลน้อย	ยาก

การสื่อสารด้วยสารเคมี (chemical communication) เป็นการสื่อสารแบบดั้งเดิมในสายวิวัฒนาการ ซึ่งมีความจำเพาะในระหว่างสปีชีส์ ตัวอย่างการสื่อสารของสิ่งมีชีวิต เช่น

- มดปล่อยสารเคมีประเภทกรดฟอร์มิกไว้ตามทาง เพื่อนำทางให้มดตัวหลัง
- ผีเสื้อกลางคืนตัวเมียปล่อยฟีโรโมน เพื่อดึงดูดตัวผู้ให้มาผสมพันธุ์
- สุนัขหรือเสือดาวเพศผู้ ใช้ปัสสาวะเพื่อแสดงอาณาเขต
- พืชที่อยู่บริเวณปากรังปล่อยฟีโรโมน เพื่อเตือนภัยขณะมีศัตรู

78. การที่พ่อแม่กล่าวชมหรือให้รางวัลเมื่อลูก ๆ ทำถูกต้อง และว่ากล่าวตักเตือนหรือทำโทษเมื่อทำผิด เป็นการสอนลูก ๆ ให้เรียนรู้แบบใด

1. resoning
2. imprinting
3. habituation
4. conditioning
5. trial and error

x การฝังใจ (imprinting) เป็นพฤติกรรมของสัตว์ต่อสิ่งเร้าที่เข้ามาผูกพัน จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อสิ่งเร้านั้นอยู่ในช่วงเวลาสำคัญหรือช่วงวิกฤต ซึ่งเป็นช่วงแรก ๆ ของชีวิตเรียกว่า critical period เพราะหากพ้นช่วงเวลานี้ไปจะไม่แสดงพฤติกรรมฝังใจ

x ความเคยชิน (habituation) เป็นการละเลยต่อการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เคยกระตุ้นหรือกระตุ้นซ้ำ ๆ ซึ่งไม่ได้มีความหมายต่อการดำรงชีวิตจนเกิดเป็นความเคยชิน

x การลองผิดลองถูก (trial and error) เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ไม่ทราบผลของการกระทำว่าถูกต้องหรือไม่ หากถูกต้องจะทำต่อ แต่หากผิดก็จะไม่ทำอีก ดังนั้นหากสิ่งเร้ายังคงเดิม ความถี่ในการทำผิดจะลดลง

เรียนรู้อย่างมีเงื่อนไข (conditioned response) เป็นการนำสิ่งเร้าไม่แท้หรือมีเงื่อนไข (conditioned stimulus; CS) เข้าไปร่วมกับสิ่งเร้าแท้หรือไม่มีเงื่อนไข (unconditioned stimulus; UCS) จนเข้าใจผิดว่าสิ่งเร้าไม่แท้เป็นสิ่งเร้าแท้ ตัวอย่างเช่น

- การทดลองของอีวาน ปัฟลอฟ (Ivan Pavlov): สุนัขจะน้ำลายไหลเมื่อได้ยินเสียงกระดิ่ง

A: อาหาร (สิ่งเร้าแท้)	สุนัขน้ำลายไหล
B: สั่นกระดิ่ง (สิ่งเร้าไม่แท้)	สุนัขน้ำลายไม่ไหล
C: อาหาร + สั่นกระดิ่ง (สิ่งเร้าแท้ + สิ่งเร้าไม่แท้)	สุนัขน้ำลายไหล
D: สั่นกระดิ่ง (สิ่งเร้าไม่แท้)	สุนัขน้ำลายไหล

การมีสิ่งเร้า 2 ชนิด คือ อาหาร (สิ่งเร้าแท้) และเสียงกระดิ่ง (สิ่งเร้าไม่แท้) มาเข้าคู่กัน ทำให้สุนัขเกิดการเรียนรู้และเชื่อมโยงเหตุการณ์ทั้งสองเข้าด้วยกัน ดังนั้นการทดลองต่อมาแม้จะสั่นเพียงกระดิ่ง สุนัขจะน้ำลายไหลทันที เพราะสุนัขเข้าใจว่าเมื่อได้ยินเสียงกระดิ่งจะได้กินอาหาร

จากโจทย์ มีสิ่งเร้า 2 ชนิด คือ การทำถูกหรือทำผิด (สิ่งเร้าแท้) เมื่อลูกเชื่อมโยงเหตุการณ์กับการกล่าวชม ให้รางวัล หรือว่ากล่าวตักเตือน (สิ่งเร้าไม่แท้) ที่พ่อแม่ใช้สอนลูก ดังนั้นลูกจะเรียนรู้และอยากทำในสิ่งที่ถูกต้อง เพราะพ่อแม่จะกล่าวชมและให้รางวัลลูก

79. อะไรเป็นสาเหตุสำคัญของการเพิ่มขึ้นของปริมาณ CO_2 ในบรรยากาศจนทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

1. การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลและไม้เพิ่มมากขึ้น

ทำให้ CO_2 เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญ เนื่องจากในปัจจุบันมีการเผาไหม้ในระดับอุตสาหกรรม

2. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชและสาหร่ายเพิ่มขึ้น CO_2 ลด ส่วน O_2 เพิ่ม

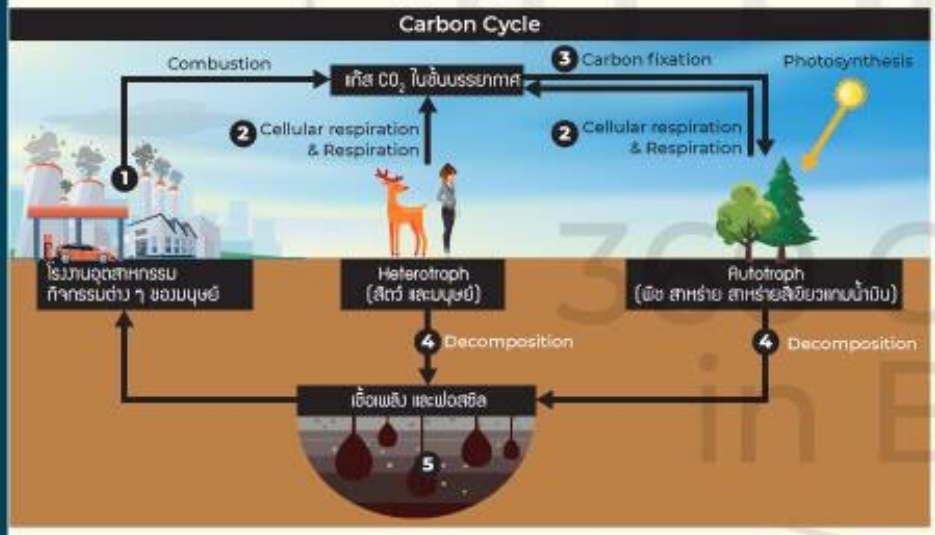
3. การเพิ่มจำนวนและแพร่กระจายของพืช C3 เพิ่มขึ้น พืชเพิ่ม ทำให้ CO_2 ลด และ O_2 เพิ่ม

4. การหายใจระดับเซลล์ของประชากรโลกที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

CO_2 เพิ่ม แต่ไม่ได้มีปริมาณมากพอที่จะทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

5. การดูดซับรังสีอินฟาเรดที่สะท้อนจากผิวโลกโดยชั้นบรรยากาศลดลง

การดูดซับน้อยลง รังสีอินฟาเรดจึงผ่านเข้าสู่ผิวโลกได้มากขึ้น ซึ่งส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน แต่ข้อนี้ไม่ได้เป็นสาเหตุที่ทำให้ CO_2 ในบรรยากาศเพิ่มขึ้น



80. เมื่อมีการปนเปื้อนของสารพิษ เช่น ดีดีที ลงในแหล่งน้ำ เราอาจพบดีดีทีสะสมอยู่ในผู้บริโภคลำดับสุดท้ายด้วยความเข้มข้นสูงกว่าที่พบในผู้บริโภคลำดับอื่น ๆ กระบวนการที่เป็นสาเหตุในเรื่องนี้คือกระบวนการใด

1. energy flow x การถ่ายทอดพลังงาน
2. material cycle x วัฏจักรสาร
3. eutrophication x พืชน้ำเติบโตเร็ว
4. decomposition x การเน่าเปื่อย
5. biomagnification

ยูโทรฟิเคชัน (eutrophication) หรือ algae bloom เป็นปรากฏการณ์ที่สาหร่าย แพลงก์ตอนพืช และพืชน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จึงเห็นเป็นสีเขียวบริเวณหน้าผิวน้ำ

เกิดจากการใช้สารเคมีที่ใช้ซักล้างหรือสารซักฟอก ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ

ระบบนิเวศในธรรมชาติ ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตทั้งกลุ่มผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย ทำให้เกิดกลไกความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในเชิงระบบ 3 ประการ ได้แก่

1. ห่วงโซ่อาหาร (food chain) คือ การกินกันอย่างเป็นลำดับขั้น ซึ่งมีลำดับการกินต่อกันเป็นทอด ๆ
2. การถ่ายทอดพลังงาน (energy flow) เกิดขึ้นเป็นลำดับขั้นจากผู้ผลิตสู่ผู้บริโภค ลำดับขั้นต่าง ๆ
3. วัฏจักรสาร (material cycle) เป็นการนำอาหารและแร่ธาตุหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ โดยเกิดขึ้นเป็นวัฏจักรและไม่สูญหาย

ห่วงโซ่อาหารยิ่งยาวการสะสมสารพิษยิ่งมากขึ้นเรียกว่า การขยายทางชีวภาพ (biomagnification) เนื่องจากสารพิษอย่างโลหะหนัก (เช่น ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม) และยาฆ่าแมลง (เช่น DDT) ไม่ถูกย่อยสลาย ดังนั้นจึงมีการสะสมในห่วงโซ่อาหาร ทำให้สิ่งมีชีวิตในลำดับท้ายสะสม สารพิษเป็นทวีคูณ