

1. แบคทีเรีย ก และ ข มีปริมาณเบสกวานีนร้อยละ 30 และ 20 ของปริมาณเบสทั้งหมดในโมเลกุล DNA ตามลำดับ

จากข้อมูล ข้อใดถูกต้อง

1. โมเลกุล DNA ของแบคทีเรีย ก มีปริมาณเบสไทมีนร้อยละ 20
2. โมเลกุล DNA ของแบคทีเรีย ข มีปริมาณเบสอะดีนีนร้อยละ 20
3. โมเลกุล DNA ของแบคทีเรีย ก มีปริมาณเบสอะดีนีนร้อยละ 30
4. โมเลกุล DNA ของแบคทีเรีย ก มีปริมาณเบสไซโทซีนร้อยละ 20
5. โมเลกุล DNA ของแบคทีเรีย ข มีปริมาณเบสไซโทซีนร้อยละ 30

### ตอบตัวเลือกที่ 1

อธิบาย

กฎของชาร์กาฟฟ์ (Chargaff's rules) ระบุว่าในโมเลกุล DNA สายคู่ ปริมาณของเบสอะดีนีน (A) จะเท่ากับเบสไทมีน (T) เสมอ ( $A = T$ ) และปริมาณของเบสกวานีน (G) จะเท่ากับเบสไซโทซีน (C) เสมอ ( $G = C$ ) โดยผลรวมของเบสทั้ง 4 ชนิดจะเท่ากับ 100%

- แบคทีเรีย ก : มีกวานีน (G) = 30% จะมีไซโทซีน (C) = 30% รวมเป็น 60% ส่วนที่เหลืออีก 40% คือ A + T ทำให้มี อะดีนีน (A) = 20% และ ไทมีน (T) = 20%
- แบคทีเรีย ข : มีกวานีน (G) = 20% จะมีไซโทซีน (C) = 20% รวมเป็น 40% ส่วนที่เหลืออีก 60% คือ A + T ทำให้มี อะดีนีน (A) = 30% และ ไทมีน (T) = 30%

ตัวเลือกที่ 1 ถูก เพราะแบคทีเรีย ก มีปริมาณเบสไทมีนร้อยละ 20

ตัวเลือกที่ 2 ผิด เพราะแบคทีเรีย ข มีปริมาณเบสอะดีนีนร้อยละ 30

ตัวเลือกที่ 3 ผิด เพราะแบคทีเรีย ก มีปริมาณเบสอะดีนีนร้อยละ 20

ตัวเลือกที่ 4 ผิด เพราะแบคทีเรีย ก มีปริมาณเบสไซโทซีนร้อยละ 30

ตัวเลือกที่ 5 ผิด เพราะแบคทีเรีย ข มีปริมาณเบสไซโทซีนร้อยละ 20

2. ข้อใดเรียงลำดับออร์แกเนลล์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโปรตีน ตั้งแต่จุดเริ่มต้นที่นิวเคลียสจนกระทั่งได้โปรตีนสำหรับส่งไปใช้ภายนอกเซลล์ได้ถูกต้อง

1. เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวเรียบ → กอลจิคอมเพล็กซ์ → ไลโซโซม
2. เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวขรุขระ → กอลจิคอมเพล็กซ์ → เวสิเคิล
3. เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวขรุขระ → กอลจิคอมเพล็กซ์ → ไลโซโซม
4. เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวขรุขระ → เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวเรียบ → เวสิเคิล
5. เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวเรียบ → เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวขรุขระ → เวสิเคิล

## ตอบตัวเลือกที่ 2

อธิบาย

การสังเคราะห์และส่งออกโปรตีนออกนอกเซลล์ (protein secretion pathway) มีลำดับขั้นตอนเริ่มจาก mRNA ที่สังเคราะห์ในนิวเคลียสถูกส่งออกมายังไรโบโซมที่เกาะอยู่บนเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวขรุขระ (RER) เพื่อสังเคราะห์โปรตีน จากนั้นโปรตีนจะถูกบรรจุลงในถุงลำเลียงส่งไปยังกอลจิคอมเพล็กซ์ (Golgi complex) เพื่อดัดแปลงโครงสร้างและคัดแยก ก่อนจะถูกบรรจุลงในเวสิเคิล (vesicle) เพื่อเคลื่อนที่ไปหลอมรวมกับเยื่อหุ้มเซลล์และส่งออกไปใช้งานภายนอกเซลล์

**ตัวเลือกที่ 2 ถูก** เพราะลำดับการส่งออกโปรตีนที่ถูกต้องคือ เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวขรุขระ → กอลจิคอมเพล็กซ์ → เวสิเคิล

**ตัวเลือกที่ 1 ผิด** เพราะเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวเรียบ (SER) ทำหน้าที่สังเคราะห์สารจำพวกลิพิด ไม่ได้สังเคราะห์โปรตีนส่งออก และไลโซโซมทำหน้าที่ย่อยสลายสารภายในเซลล์

**ตัวเลือกที่ 3 ผิด** เพราะไลโซโซมเป็นออร์แกเนลล์ที่มีเอนไซม์สำหรับย่อยสลาย ไม่ใช่ถุงลำเลียงโปรตีนเพื่อส่งออกไปใช้นอกเซลล์

**ตัวเลือกที่ 4 ผิด** เพราะโปรตีนสำหรับส่งออกจะถูกบรรจุใส่ transport vesicle จาก RER ส่งตรงไปยังกอลจิคอมเพล็กซ์ โดยไม่ได้ผ่าน SER

**ตัวเลือกที่ 5 ผิด** เพราะเริ่มต้นจาก SER ซึ่ง SER ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีนสำหรับส่งออก

3. ยานชนิดหนึ่งใช้รักษาการติดเชื้อจุลินทรีย์ด้วยกลไกขัดขวางกระบวนการทำงานของ tRNA ภายในเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์นี้ จากข้อมูล ยานชนิดนี้น่าจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของออร์แกเนลล์ใดของเชื้อจุลินทรีย์นี้มากที่สุด

1. ไลโซโซม
2. ไรโบโซม
3. ไมโทคอนเดรีย
4. กอลจิคอมเพล็กซ์
5. เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวเรียบ

## ตอบตัวเลือกที่ 2

อธิบาย

tRNA (transfer RNA) ทำหน้าที่นำกรดอะมิโนมายังไรโบโซม (ribosome) ในกระบวนการแปลรหัส (translation) เพื่อสังเคราะห์สายโพลีเปปไทด์หรือโปรตีน ดังนั้นหากยานชนิดนี้มีกลไกขัดขวางการทำงานของ tRNA ยานจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนโดยตรง ซึ่งเกิดขึ้นที่ออร์แกเนลล์ไรโบโซม

**ตัวเลือกที่ 2 ถูก** เพราะไรโบโซมทำหน้าที่สังเคราะห์โปรตีนโดยทำงานร่วมกับ tRNA ในกระบวนการแปลรหัส

**ตัวเลือกที่ 1 ผิด** เพราะไลโซโซมทำหน้าที่ย่อยสลายสารและออร์แกเนลล์ภายในเซลล์ ไม่ได้ใช้ tRNA ในการทำงาน

**ตัวเลือกที่ 3 ผิด** เพราะไมโทคอนเดรียทำหน้าที่สร้างพลังงาน (ATP) ให้แก่เซลล์ผ่านกระบวนการหายใจระดับเซลล์

**ตัวเลือกที่ 4 ผิด** เพราะกอลจิคอมเพล็กซ์ทำหน้าที่รวบรวม จัดแปลง และบรรจุโปรตีนใส่เวสิเคิลเพื่อส่งออก ไม่ได้เป็นสถานที่แปลรหัสด้วย tRNA

**ตัวเลือกที่ 5 ผิด** เพราะเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวเรียบ (SER) ทำหน้าที่สังเคราะห์สารจำพวกลิพิดและกำจัดสารพิษ ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการทำงานของ tRNA

4. นักวิทยาศาสตร์ค้นพบโปรตีนชนิดหนึ่งที่น่าจะเกี่ยวข้องกับการลำเลียง  $\text{Ca}^{2+}$  จึงนำโปรตีนนี้มาทำให้บริสุทธิ์และนำมาเป็นองค์ประกอบของเวสิเคิลจำลอง หลังจากนั้นทำการทดลองเพื่อศึกษาการลำเลียง  $\text{Ca}^{2+}$  เข้าและออกจากเวสิเคิลจำลองดังตาราง กำหนดให้  $\text{Ca}^{2+}$  ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านเข้าออกเวสิเคิลจำลองได้หากไม่มีโปรตีนชนิดนี้

| การทดลองที่ | ความเข้มข้นของ $\text{Ca}^{2+}$ |                  | ATP   | ผลการทดลอง                                       |
|-------------|---------------------------------|------------------|-------|--------------------------------------------------|
|             | ในเวสิเคิลจำลอง                 | นอกเวสิเคิลจำลอง |       |                                                  |
| 1           | ต่ำ                             | สูง              | มี    | $\text{Ca}^{2+}$ เคลื่อนที่เข้าไปในเวสิเคิลจำลอง |
| 2           | เท่ากับภายนอก                   | เท่ากับภายใน     | มี    | ไม่มีการเคลื่อนที่สุทธิของ $\text{Ca}^{2+}$      |
| 3           | สูง                             | ต่ำ              | มี    | $\text{Ca}^{2+}$ เคลื่อนที่ออกนอกเวสิเคิลจำลอง   |
| 4           | ต่ำ                             | สูง              | ไม่มี | $\text{Ca}^{2+}$ เคลื่อนที่เข้าไปในเวสิเคิลจำลอง |
| 5           | เท่ากับภายนอก                   | เท่ากับภายใน     | ไม่มี | ไม่มีการเคลื่อนที่สุทธิของ $\text{Ca}^{2+}$      |
| 6           | สูง                             | ต่ำ              | ไม่มี | $\text{Ca}^{2+}$ เคลื่อนที่ออกนอกเวสิเคิลจำลอง   |

จากผลการทดลอง การลำเลียง  $\text{Ca}^{2+}$  ผ่านเข้าและออกจากเวสิเคิลจำลองด้วยวิธีใด

1. ออสโมซิส
2. แอกลีฟทรานสปอร์ต
3. การแพร่แบบธรรมดา
4. การแพร่แบบฟาซิลิเทต
5. การนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ

## ตอบตัวเลือกที่ 4

อธิบาย

จากข้อมูลที่โจทย์ให้มาคือ การลำเลียงของ  $\text{Ca}^{2+}$  โดยกำหนดให้  $\text{Ca}^{2+}$  ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านเข้าออกเวสิเคิลจำลองได้หากไม่มีโปรตีนตัวพา ดังนั้นสามารถตัดการลำเลียงสารไปได้ 3 รูปแบบ คือ การแพร่แบบธรรมดา(ไม่ใช่โปรตีนตัวพา) ออสโมซิส(น้ำเคลื่อนที่ไม่ใช่สาร) และการนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ(เป็นการลำเลียงสารขนาดใหญ่)

จากนั้นมาวิเคราะห์ผลการทดลองในตาราง

การทดลองหลอดที่ 1 ให้ความเข้มข้นของ  $\text{Ca}^{2+}$  ในเวสิเคิลจำลองต่ำกว่านอกเวสิเคิลจำลอง + ATP ผลการทดลองคือ  $\text{Ca}^{2+}$  เคลื่อนที่เข้าเวสิเคิลจำลอง แสดงว่าการลำเลียงนี้เป็นรูปแบบของการแพร่ฟาซิลิเทต เพราะเป็นการเคลื่อนที่ของสารผ่านโปรตีนตัวพา โดยลำเลียงสารจากบริเวณที่มีสารสูงไปบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำ

การทดลองหลอดที่ 2 ไม่เกิดการลำเลียงสาร เนื่องจากไม่มีการเคลื่อนที่ของ  $\text{Ca}^{2+}$

การทดลองหลอดที่ 3 ให้ความเข้มข้นของ  $\text{Ca}^{2+}$  ในเวสิเคิลจำลองสูงกว่านอกเวสิเคิลจำลอง + ATP ผลการทดลองคือ  $\text{Ca}^{2+}$  เคลื่อนที่ออกนอกเวสิเคิลจำลอง แสดงว่าการลำเลียงนี้เป็นรูปแบบของการแพร่ฟาซิลิเทต เพราะเป็นการเคลื่อนที่ของสารผ่านโปรตีนตัวพา โดยลำเลียงสารจากบริเวณที่มีสารสูงไปบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำ

การทดลองหลอดที่ 4 ให้ความเข้มข้นของ  $\text{Ca}^{2+}$  ในเวสิเคิลจำลองต่ำกว่านอกเวสิเคิลจำลอง + ไม่มี ATP ผลการทดลองคือ  $\text{Ca}^{2+}$  เคลื่อนที่เข้าเวสิเคิลจำลอง แสดงว่าการลำเลียงนี้เป็นรูปแบบของการแพร่ฟาซิลิเทต เพราะเป็นการเคลื่อนที่ของสารผ่านโปรตีนตัวพา โดยลำเลียงสารจากบริเวณที่มีสารสูงไปบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำ

การทดลองหลอดที่ 5 ไม่เกิดการลำเลียงสาร เนื่องจากไม่มีการเคลื่อนที่ของ  $\text{Ca}^{2+}$

การทดลองหลอดที่ 6 ให้ความเข้มข้นของ  $\text{Ca}^{2+}$  ในเวสิเคิลจำลองสูงกว่านอกเวสิเคิลจำลอง + ไม่มี ATP ผลการทดลองคือ  $\text{Ca}^{2+}$  เคลื่อนที่ออกนอกเวสิเคิลจำลอง แสดงว่าการลำเลียงนี้เป็นรูปแบบของการแพร่ฟาซิลิเทต เพราะเป็นการเคลื่อนที่ของสารผ่านโปรตีนตัวพา โดยลำเลียงสารจากบริเวณที่มีสารสูงไปบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำ

ดังนั้นการลำเลียง  $\text{Ca}^{2+}$  เป็นการลำเลียงชนิดการแพร่ฟาซิลิเทต

**ตัวเลือกที่ 4 ถูก** เพราะการลำเลียง  $\text{Ca}^{2+}$  เป็นการลำเลียงชนิดการแพร่ฟาซิลิเทต

**ตัวเลือกที่ 1, 2, 3 และ 5 ผิด** เพราะตามคำอธิบายข้างต้น

5. จากการทดลองเพื่อศึกษาการทำงานของเอนไซม์ที่ได้จากเซลล์ของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง โดยบ่มสารชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ได้ผลดังตาราง

| หลอด | ปริมาณสารที่ใช้ (ml) |       |       |       | ผลการทดลอง     |                       |
|------|----------------------|-------|-------|-------|----------------|-----------------------|
|      | สาร A                | สาร B | สาร C | สาร D | สารที่พบในหลอด | อัตราการเกิดปฏิกิริยา |
| ก    | 0                    | 0     | 10    | 10    | D และ E        | 100                   |
| ข    | 0                    | 10    | 10    | 0     | B และ C        | 0                     |
| ค    | 0                    | 10    | 10    | 10    | B C และ D      | 0                     |
| ง    | 10                   | 0     | 10    | 0     | A และ F        | 100                   |

ข้อใดเป็นข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลข้างต้น

1. A คือ เอนไซม์
2. B คือ สารตั้งต้น
3. C คือ ตัวยับยั้งเอนไซม์
4. D คือ สารผลิตภัณฑ์
5. E คือ ตัวยับยั้งเอนไซม์

## ตอบตัวเลือกที่ 1

อธิบาย

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองในแต่ละหลอดทดลอง

- ทุกหลอดมี สาร C และพบว่า สาร C คือ สารตั้งต้น (substrate) เนื่องจากสาร C อยู่ในทุกหลอดทดลองที่มีการทำปฏิกิริยา
- หลอด ก : ใส่ C + D ได้ผลิตภัณฑ์คือ E แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาขึ้น ดังนั้น สาร D คือ เอนไซม์ชนิดที่ 1 ที่ย่อย C ได้ สาร E (ผลิตภัณฑ์)
- หลอด ง : ใส่ C + A ได้ผลิตภัณฑ์คือ F แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาขึ้นเช่นกัน ดังนั้น สาร A คือ เอนไซม์ชนิดที่ 2 ที่ย่อย C ได้ สาร F (ผลิตภัณฑ์)
- หลอด ข และ ค : เมื่อใส่ สาร B ร่วมด้วย ปฏิกิริยาจะไม่เกิดขึ้นเลย (อัตราการเกิดปฏิกิริยา = 0) แสดงว่า สาร B คือ ตัวยับยั้งเอนไซม์ (enzyme inhibitor)

ตัวเลือกที่ 1 ถูก เพราะสาร A ทำหน้าที่เปลี่ยนสาร C ให้กลายเป็นสาร F ซึ่งเป็นสมบัติของเอนไซม์

ตัวเลือกที่ 2 ผิด เพราะสาร B คือตัวยับยั้งเอนไซม์ ไม่ใช่สารตั้งต้น

ตัวเลือกที่ 3 ผิด เพราะสาร C คือสารตั้งต้น ไม่ใช่ตัวยับยั้งเอนไซม์

ตัวเลือกที่ 4 ผิด เพราะสาร D คือเอนไซม์ ไม่ใช่สารผลิตภัณฑ์ (สารผลิตภัณฑ์ของหลอด ก คือ E)

ตัวเลือกที่ 5 ผิด เพราะสาร E คือสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสาร C กับเอนไซม์ D ไม่ใช่ตัวยับยั้งเอนไซม์

6. กำหนดให้ A-F เป็นระยะต่างๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการแบ่งเซลล์

A มีการเกิดครอสซิงโอเวอร์

B มีการแยกซิสเตอร์โครมาทิดออกจากกัน

C มีการจำลองตัวของ DNA เพิ่มขึ้นอีก 1 ชุด

D มีการสร้างแผ่นกั้นเซลล์ขึ้นมาแบ่งจนได้ 4 เซลล์

E มีการแยกฮอมอโลกัสโครโมโซมออกจากกัน

F มีการคอดเข้าหากันของเยื่อหุ้มเซลล์จนได้ 4 เซลล์

จากข้อมูล ข้อใดเรียงลำดับระยะในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในกระบวนการสร้างเซลล์สุจิของลิงได้ถูกต้อง

1.  $A \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow D$

2.  $A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow B \rightarrow F$

3.  $C \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow F$

4.  $C \rightarrow A \rightarrow E \rightarrow B \rightarrow D$

5.  $C \rightarrow A \rightarrow E \rightarrow B \rightarrow F$

### ตอบตัวเลือกที่ 5

อธิบาย

A มีการเกิดครอสซิงโอเวอร์ = ระยะ prophase I

B มีการแยกซิสเตอร์โครมาทิดออกจากกัน = ระยะ anaphase II

C มีการจำลองตัวเองของ DNA เพิ่มขึ้นอีก 1 ชุด = ระยะ interphase I

D มีการสร้างแผ่นกั้นเซลล์ขึ้นมาแบ่งจนได้ 4 เซลล์ = ระยะ cytokinesis II ในพืช

E มีการแยกฮอมอโลกัสโครโมโซมออกจากกัน = ระยะ anaphase I

F มีการคอดเข้าหากันของเยื่อหุ้มเซลล์จนได้ 4 เซลล์ = ระยะ cytokinesis II ในสัตว์

ตัวเลือกที่ 5 ถูก เพราะเซลล์สุจิของลิงเป็นเซลล์สัตว์เมื่อเรียงลำดับจะได้เป็น  $C \rightarrow A \rightarrow E \rightarrow B \rightarrow F$

ตัวเลือกที่ 1, 2, 3 และ 4 ผิด เพราะคำอธิบายในตัวเลือกที่ 5

7. ข้อใดกล่าวถึงการถอดรหัส (transcription) และการแปลรหัส (translation) เพื่อสังเคราะห์โปรตีนได้ถูกต้อง

1. การถอดรหัสทั้งในเซลล์โพรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอตเกิดขึ้นในไซโทพลาซึม
2. AUG เป็นรหัสเริ่ม (start codon) ที่เป็นสามเบสแรกที่ปลาย 5' ของสาย mRNA เท่านั้น
3. สาย mRNA 1 สายถูกใช้ในการสังเคราะห์สายพอลิเพปไทด์ชนิดเดียวกันได้หลายโมเลกุล
4. กระบวนการสังเคราะห์ mRNA ใช้เอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส โดยใช้สายดีเอ็นเอเป็นแม่แบบ
5. การสร้างสายพอลิเพปไทด์จะเกิดขึ้นในทิศทางจากปลายคาร์บอกซิลไปยังปลายเอมีนของสายพอลิเพปไทด์

**ตอบตัวเลือกที่ 3**

**ตัวเลือกที่ 3 ถูกต้อง** เพราะมาจากการเกิด polyribosome โดย mRNA 1 สายจะมีไรโบโซมหลายโมเลกุลมาจับทำให้สังเคราะห์สายพอลิเพปไทด์ชนิดเดียวกันได้หลายโมเลกุล

**ตัวเลือกที่ 1 ไม่ถูกต้อง** เพราะการถอดรหัสในเซลล์ยูแคริโอตเกิดขึ้นในนิวเคลียส

**ตัวเลือกที่ 2 ไม่ถูกต้อง** เพราะ AUG ที่เป็นรหัสเริ่มไม่จำเป็นจะต้องเป็นเบสสามเบสแรกที่ปลาย 5' เท่านั้น โดย AUG จะอยู่ที่ตำแหน่งใดบนสาย mRNA ก็ได้ ซึ่งเมื่อไรโบโซมพบรหัสเริ่มจะเข้าไปจับแล้วจึงเกิดการแปลรหัสได้เป็นสายพอลิเพปไทด์ออกมา

**ตัวเลือกที่ 4 ไม่ถูกต้อง** เพราะกระบวนการสังเคราะห์ mRNA จะใช้เอนไซม์อาร์เอ็นเอพอลิเมอเรส

**ตัวเลือกที่ 5 ไม่ถูกต้อง** เพราะการสร้างสายพอลิเพปไทด์จะเกิดขึ้นในทิศทางจากปลายเอมีนไปยังปลายคาร์บอกซิลของสายพอลิเพปไทด์

8. ในการศึกษาความสัมพันธ์ทางสายเลือดของพ่อ แม่ และลูก สามารถใช้เทคนิคพีซีอาร์ในการวิเคราะห์โครโมโซมได้ การศึกษาหนึ่งได้วิเคราะห์โครโมโซมจำนวน 4 ตำแหน่ง และตรวจหมู่เลือดระบบ ABO ของบุคคล 7 คน โดยในกลุ่มบุคคลนี้มีครอบครัวหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วย พ่อ แม่ และลูกรวมอยู่ด้วยผลการศึกษาเป็นดังตาราง

| บุคคล      | ขนาดผลิตภัณฑ์ของพีซีอาร์ (bp) |              |              |              | หมู่เลือด |
|------------|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
|            | ตำแหน่งที่ 1                  | ตำแหน่งที่ 2 | ตำแหน่งที่ 3 | ตำแหน่งที่ 4 |           |
| เด็ก (ลูก) | 100, 200                      | 150, 250     | 80, 160      | 300, 400     | O         |
| แม่        | 100, 600                      | 100, 250     | 80, 160      | 100, 400     | A         |
| นาย ก.     | 200, 600                      | 150, 300     | 80, 160      | 100, 300     | AB        |
| นาย ข.     | 200, 600                      | 150, 400     | 160, 200     | 100, 300     | B         |
| นาย ค.     | 100, 600                      | 150, 250     | 160, 200     | 300, 400     | O         |
| นาย ง.     | 100, 200                      | 100, 250     | 160, 200     | 100, 400     | O         |
| นาย จ.     | 100, 200                      | 150, 250     | 80, 160      | 300, 400     | AB        |

จากข้อมูล บุคคลใดมีโอกาสเป็นพ่อมากที่สุด

1. นาย ก.
2. นาย ข.
3. นาย ค.
4. นาย ง.
5. นาย จ.

## ตอบตัวเลือกที่ 2

อธิบาย

การตรวจสอบด้วยขนาดผลิตภัณฑ์ของพีซีอาร์ของเด็กจะมี 2 ขนาดโดยขนาดหนึ่งได้รับจากพ่อ และอีกขนาดได้รับจากแม่ ซึ่งในการตรวจสอบความเป็นพ่อแม่ลูกทุกๆ ตำแหน่งที่ตรวจสอบ ขนาดผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ของลูกจะต้องมีขนาดหนึ่งได้รับจากพ่อและแม่ เมื่อวิเคราะห์จะได้ ดังตาราง

| บุคคล      | ขนาดผลิตภัณฑ์ของพีซีอาร์ (bp) |              |              |              | หมู่เลือด |
|------------|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
|            | ตำแหน่งที่ 1                  | ตำแหน่งที่ 2 | ตำแหน่งที่ 3 | ตำแหน่งที่ 4 |           |
| เด็ก (ลูก) | 100, 200                      | 150, 250     | 80, 160      | 300, 400     | O         |
| แม่        | 100, 600                      | 100, 250     | 80, 160      | 100, 400     | A         |
| นาย ก.     | 200, 600                      | 150, 300     | 80, 160      | 100, 300     | AB        |
| นาย ข.     | 200, 600                      | 150, 400     | 160, 200     | 100, 300     | B         |
| นาย ค.     | 100, 600                      | 150, 250     | 160, 200     | 300, 400     | O         |
| นาย ง.     | 100, 200                      | 100, 250     | 160, 200     | 100, 400     | O         |
| นาย จ.     | 100, 200                      | 150, 250     | 80, 160      | 300, 400     | AB        |

จากการตรวจสอบขนาดผลิตภัณฑ์พีซีอาร์พบว่านาย ค. และนาย ง. ไม่ใช่พ่อของเด็ก เนื่องจากมีตำแหน่งที่ไม่ตรง 1 และ 2 ตำแหน่งตามลำดับ

จะได้ว่าบุคคลที่มีโอกาสเป็นพ่อมากที่สุด ได้แก่ นาย ก. นาย ข. และนาย จ.

จากนั้น จึงพิจารณาด้วยหมู่เลือดระบบ ABO โดยแต่ละหมู่เลือดมีจีโนไทป์ ดังนี้

หมู่เลือด A มีจีโนไทป์ 2 แบบคือ  $I^A I^A$  หรือ  $I^A i$

หมู่เลือด B มีจีโนไทป์ 2 แบบคือ  $I^B I^B$  หรือ  $I^B i$

หมู่เลือด O มีจีโนไทป์ 1 แบบคือ  $ii$

หมู่เลือด AB มีจีโนไทป์ 1 แบบคือ  $I^A I^B$

เด็กหมู่เลือด O จีโนไทป์  $ii$  จะได้รับแอลลีล  $i$  จากพ่อและแม่ จะได้ว่าแม่หมู่เลือด A จะมีจีโนไทป์  $I^A i$  และพ่อควรจะมีจีโนไทป์ที่มีแอลลีล  $i$  ประกอบ ซึ่งจีโนไทป์ของพ่อที่เป็นไปได้มีทั้งหมด 3 แบบคือ  $I^A i$ ,  $I^B i$  และ  $ii$  เป็นหมู่เลือด A, B และ O ตามลำดับ

**ตัวเลือกที่ 2 ถูกต้อง** เพราะขนาดผลิตภัณฑ์พีซีอาร์หนึ่งขนาดของเด็กตรงกับนาย ข. ทุกตำแหน่ง และนาย ข. มีหมู่เลือด B ซึ่งมีโอกาสให้กำเนิดลูกหมู่เลือด O ได้

**ตัวเลือกที่ 1, 3, 4 และ 5 ไม่ถูกต้อง** เพราะดังคำอธิบายในตัวเลือกที่ 2

9. โรคทางพันธุกรรมชนิดหนึ่งถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซม จะแสดงอาการของโรคเมื่อมีจีโนไทป์เป็น ฮอมอไซกัสรีเซสซิฟ สามิภรรยาคนหนึ่งต้องการมีลูก 4 คน โดยที่พวกเขาทั้งคู่มียีนไทป์ของยีนที่ควบคุม โรคนี้เป็น Aa

จากข้อมูล ความน่าจะเป็นที่สามิภรรยาคู่นี้จะมีลูกปกติทุกคนเป็นเท่าใด

1.  $1/4$
2.  $3/4$
3.  $1/256$
4.  $16/256$
5.  $81/256$

#### ตอบตัวเลือกที่ 5

**ตัวเลือกที่ 5 ถูก** เพราะคนปกติจะมีจีโนไทป์ที่เป็นไปได้ 2 แบบ คือ AA หรือ Aa โดยสามิภรรยาคู่นี้มีจีโนไทป์ Aa เช่นเดียวกัน จะได้ว่า

รุ่นพ่อแม่            Aa x Aa

รุ่น F<sub>1</sub>                3/4A\_ : 1/4aa

ความน่าจะเป็นที่จะมีลูกทั้ง 4 คน ปกติเท่ากับ  $3/4 \times 3/4 \times 3/4 \times 3/4 = 81/256$

**ตัวเลือกที่ 1, 2, 3 และ 4 ผิด** เพราะคำอธิบายในตัวเลือกที่ 5

10. เมื่อ 200 ปีที่แล้ว หุบเขาแห่งหนึ่งเคยมีต้นถั่วดอกสีม่วงและฝักสีเขียวเป็นส่วนใหญ่ ส่วนที่เหลือเป็นดอกสีขาวและฝักสีเหลือง แต่ปัจจุบันพบว่าต้นถั่วเกือบทั้งหมดมีดอกสีขาวและฝักสีเหลือง

จากข้อมูล ข้อใดกล่าวถึงสาเหตุที่มีโอกาสทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของประชากรต้นถั่วไม่ถูกต้อง

1. เกิดมิวเทชัน (mutation) ของยีนในต้นถั่ว ส่งผลให้เฉพาะต้นดอกสีขาวมีความต้านทานต่อโรค
2. เกิดน้ำท่วมใหญ่ เมื่อราว 100 ปีก่อน ทำให้ต้นถั่วส่วนใหญ่ตายลง ทำให้เกิดเจเนติกดริฟต์แบบสุ่ม (random genetic drift)
3. เกิดการนำเข้าที่กินฝักถั่วที่มีสีเขียวเป็นหลักเข้ามาเลี้ยงในหุบเขาแห่งนี้ ทำให้เมล็ดถั่วถูกทำลาย และเกิดการคัดเลือกโดยธรรมชาติ (natural selection)
4. เกิดการแพร่กระจายของผีเสื้อชนิดใหม่ที่บินไปกินน้ำหวานและผสมเกสรเฉพาะดอกที่มีสีขาว ทำให้เกิดการผสมพันธุ์แบบไม่สุ่ม (nonrandom mating)
5. เกิดการอพยพของคนเข้ามาอยู่ในหุบเขาและมีการคัดเลือกพันธุ์ถั่วที่มีอยู่เดิมในหุบเขานี้ เพื่อการเพาะปลูก โดยนิยมปลูกพันธุ์ฝักสีเหลือง ทำให้เกิดการถ่ายยีน (gene flow)

## ตอบตัวเลือกที่ 2

**ตัวเลือกที่ 5 ไม่ถูกต้อง** เพราะการที่คนคัดเลือกลักษณะของต้นถั่วมาปลูกจัดเป็น artificial selection หรือการผสมพันธุ์แบบไม่สุ่ม

**ตัวเลือกที่ 1 ถูกต้อง** เพราะยีนต้านทานต่อโรคในต้นถั่วเป็นยีนใหม่ที่จะเกิดจากมิวเทชัน

**ตัวเลือกที่ 2 ถูกต้อง** เพราะเหตุการณ์บางอย่างที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลันแล้วทำให้ประชากรเกิดการสูญเสียสิ่งมีชีวิตบางส่วนไปจนทำให้ความถี่ของแอลลีลภายในประชากรเกิดการเปลี่ยนแปลงจัดเป็นเจเนติกดริฟต์แบบสุ่ม

**ตัวเลือกที่ 3 ถูกต้อง** เพราะการที่แกะกินเฉพาะฝักถั่วสีเขียวจัดเป็นการคัดเลือกทางธรรมชาติ

**ตัวเลือกที่ 4 ถูกต้อง** เพราะการที่ผีเสื้อเลือกกินน้ำหวานและเกิดการผสมเกสรเฉพาะดอกที่มีสีขาวเป็นการผสมพันธุ์แบบไม่สุ่ม

11. ไดโนเสาร์ชนิดหนึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ratchasimasaurus suranareae* Shibata, Jintasakul & Azuma, 2011

จากข้อมูล ข้อใดถูกต้อง

1. จินัสของไดโนเสาร์นี้ คือ *suranareae*
2. จินัสของไดโนเสาร์นี้ คือ *Ratchasimasaurus*
3. สปีชีส์ของไดโนเสาร์นี้ คือ *suranareae*
4. สปีชีส์ของไดโนเสาร์นี้ คือ *Ratchasimasaurus*
5. สปีชีส์ของไดโนเสาร์นี้ คือ *Ratchasimasaurus suranareae* Shibata, Jintasakul & Azuma, 2011

## ตอบตัวเลือกที่ 2

**ตัวเลือกที่ 2 ถูก** เพราะการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับชั้นสปีชีส์ซึ่งต้องใช้ระบบทวินาม (binomial nomenclature) นั้นประกอบด้วยชื่อ 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นชื่อจินัส (generic name) และส่วนที่สองเป็นคำระบุชนิด (specific epithet) ชื่อทั้ง 2 ส่วนนี้ จะใช้คำภาษาละตินเสมอ และเขียนด้วยตัวเอนหรือขีดเส้นใต้ โดยมีเพียงอักษรตัวแรกของชื่อจินัสเท่านั้นที่ใช้ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ ดังนั้น จินัสของไดโนเสาร์นี้คือ

*Ratchasimasaurus*

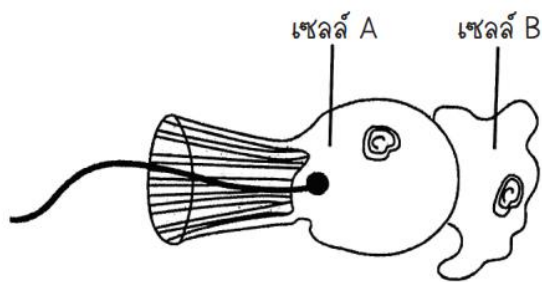
**ตัวเลือกที่ 1 ผิด** เพราะจินัสของไดโนเสาร์นี้ คือ *Ratchasimasaurus* ส่วน *suranareae* เป็นคำระบุชนิด

**ตัวเลือกที่ 3 ผิด** เพราะสปีชีส์ของไดโนเสาร์นี้ คือ *Ratchasimasaurus suranareae* ส่วน *suranareae* เป็นคำระบุชนิด

**ตัวเลือกที่ 4 ผิด** เพราะสปีชีส์ของไดโนเสาร์นี้ คือ *Ratchasimasaurus suranareae* ส่วน *Ratchasimasaurus* เป็นชื่อจินัส

**ตัวเลือกที่ 5 ผิด** เพราะสปีชีส์ของไดโนเสาร์นี้ คือ *Ratchasimasaurus suranareae* ส่วน Shibata, Jintasakul & Azuma, 2011 เป็นชื่อผู้ตั้งชื่อ (author name)

12. ภาพแสดงเซลล์ A และ B ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารของฟองน้ำ เป็นดังนี้



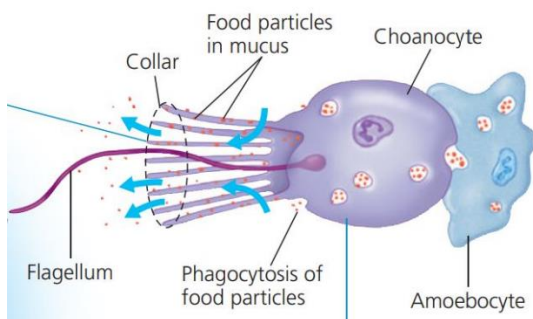
จากข้อมูล ข้อใดไม่ถูกต้อง

1. กลไกการย่อยอาหารภายในเซลล์ B คล้ายกับอะมีบา
2. กลไกการนำอาหารเข้าสู่เซลล์ A คล้ายกับพารามีเซียม
3. การย่อยอาหารโดยใช้เอนไซม์จากไลโซโซมพบได้ในเซลล์ A และ B
4. การลำเลียงสารที่ได้จากการย่อยของเซลล์ B เป็นการลำเลียงผ่านเซลล์โดยตรง
5. การปล่อยเอนไซม์มาย่อยอาหารภายนอกเซลล์โดยเซลล์ A คล้ายกับที่พบในไฮดรา

## ตอบตัวเลือกที่ 5

อธิบาย

ภาพที่โจทย์ให้มาคือ



ดังนั้น เซลล์ A คือโคเอโนไซต์ (choanocyte)

เซลล์ B คืออะมีโบไซต์ (amoebocyte)

**ตัวเลือกที่ 5 ไม่ถูกต้อง** เพราะโคเอโนไซต์โบกพัดเซลล์อยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดการไหลเวียนของอาหาร

ตัวเซลล์โคเอโนไซต์นำอาหารเข้าสู่เซลล์โดยฟาโกไซโทซิส (phagocytosis) เกิดเป็นฟูดแวคิวโอลและมีการย่อยอาหารภายในฟูดแวคิวโอล

**ตัวเลือกที่ 1 ถูกต้อง** เพราะอะมีโบไซต์สามารถนำสารอินทรีย์ขนาดเล็กเข้าสู่เซลล์และย่อยอาหารภายในเซลล์ แล้วส่งอาหารที่ย่อยแล้วไปยังเซลล์อื่นได้ คล้ายกับอะมีบา

**ตัวเลือกที่ 2 ถูกต้อง** เพราะโคเอโนไซต์นำอาหารเข้าสู่เซลล์โดยฟาโกไซโทซิส คล้ายกับพารามีเซียม

**ตัวเลือกที่ 3 ถูกต้อง** เพราะการย่อยอาหารโดยใช้เอนไซม์จากไลโซโซมพบได้ในเซลล์โคเอโนไซต์และอะมีโบไซต์

**ตัวเลือกที่ 4 ถูกต้อง** เพราะการลำเลียงสารที่ได้จากการย่อยของอะมีโบไซต์เป็นการลำเลียงสารผ่านเซลล์โดยตรง

13. ข้อใดเป็นลักษณะของไบโอมที่มีมวลชีวภาพของผู้ผลิตต่อพื้นที่สูงสุด

1. มักเกิดไฟป่าในช่วงฤดูแล้ง
2. มีชั้นดินเยือกแข็งคงตัว (permafrost)
3. มีฝนตกชุกตลอดปี โดยเฉลี่ยเกิน 100 เซนติเมตร
4. มีฤดูหนาว แห้งแล้ง มีอุณหภูมิติดลบ มีฝนตกน้อย
5. กลางคืนมีอากาศหนาวมาก และกลางวันมีอากาศร้อนมาก

### ตอบตัวเลือกที่ 3

อธิบาย

ไบโอมที่มีมวลชีวภาพของผู้ผลิตต่อพื้นที่สูงสุดคือ ปะการัง รองลงมาคือ ป่าดิบชื้น และป่าพรุตามลำดับ

**ตัวเลือกที่ 3 ถูก** เพราะป่าดิบชื้น (tropical rainforest) มีปริมาณหยาดน้ำฟ้าค่อนข้างสูงและคงที่ โดยมีค่าเฉลี่ยต่อปีอยู่ในช่วง 200-400 เซนติเมตร มีอุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างสูง ประมาณ 25-29 องศาเซลเซียส พืชเด่นเป็นไม้ต้นใบกว้างที่ไม่ผลัดใบขึ้นปกคลุมหนาแน่น เช่น ยางกล่อง ตะเคียน ทำให้สภาพป่าโดยทั่วไปเขียวครึ้มตลอดปี มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตสูงที่สุดในไบโอมบนบกทั้งหมด

**ตัวเลือกที่ 1 ผิด** เพราะเป็นลักษณะของไบโอมสะวันนา (savanna) เป็นทุ่งหญ้าเขตร้อน ฤดูแล้งอาจยาวนานถึง 8-9 เดือน และมักเกิดไฟป่าในช่วงฤดูแล้ง

**ตัวเลือกที่ 2 ผิด** เพราะเป็นลักษณะของไบโอมทุนดรา (tundra) ฤดูหนาวค่อนข้างยาวนาน ฤดูร้อนเป็นช่วงสั้นๆ ชั้นของดินที่อยู่ต่ำกว่าผิวดินชั้นบนลงไปจะจับตัวเป็นน้ำแข็งอย่างถาวรเรียกว่าชั้นดินเยือกแข็งคงตัว (permafrost)

**ตัวเลือกที่ 4 ผิด** เพราะเป็นลักษณะของไบโอมทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น (temperate grassland) ปริมาณหยาดน้ำฟ้าเฉลี่ยต่อปีอยู่ในช่วง 30-100 เซนติเมตร ฤดูหนาวมักจะแห้งแล้ง มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียส ส่วนช่วงฤดูร้อน อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 30 องศาเซลเซียส

**ตัวเลือกที่ 5 ผิด** เพราะเป็นลักษณะของไบโอมทะเลทราย (desert) อุณหภูมิแปรผันต่างกันมากในแต่ละฤดูกาลและระหว่างกลางวันกับกลางคืน โดยอาจสูงถึง 50 องศาเซลเซียส และต่ำกว่า -30 องศาเซลเซียสได้

14. นกเงือกไม่สามารถเจาะโพรงสร้างรังเองได้เหมือนนกทั่วไป แต่ต้องหาโพรงที่เกิดตามธรรมชาติหรือที่สัตว์อื่นสร้างขึ้น โดยในฤดูผสมพันธุ์ นกเงือกจะจับคู่และหาโพรงรังที่เหมาะสมสำหรับให้นกเงือกเพศเมียซังตัวอยู่ภายใน เพื่อออกไข่ กกไข่ และเลี้ยงลูกจนเติบโตพอที่จะออกมาสู่โลกภายนอกได้ ในช่วงเวลาหลายปีที่ผ่านมา ประชากรนกเงือกในป่าที่มีความสมบูรณ์มากแห่งหนึ่งของประเทศไทย มีจำนวนลดลง เนื่องจากการเผชิญภาวะ "การขาดแคลนโพรงรัง" เจ้าหน้าที่สถานีวิจัยสัตว์ป่าจึงได้ริเริ่มโครงการซ่อมแซมและปรับปรุงโพรงรังเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

จากข้อมูล ข้อใดถูกต้อง

1. การเพิ่มโพรงรังจะทำให้แครีอิงคาปาซิตีของประชากรนกเงือกคงที่
2. การมีโพรงรังจำกัดจัดเป็นปัจจัยที่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากร
3. หากโครงการนี้สำเร็จ ตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมจะเพิ่มขึ้น
4. หากโครงการนี้สำเร็จ อัตราการรอดในช่วงแรกเกิดของนกเงือกจะลดลง
5. หากโครงการนี้สำเร็จ การแก่งแย่งแข่งขันในการหาโพรงรังของนกเงือกจะสูงขึ้น

## ตอบตัวเลือกที่ 2

อธิบาย

จากข้อมูลที่โจทย์ให้มาเป็นการเติบโตของประชากรเป็นแบบลอจิสติก (logistic population growth) ซึ่งเป็นการเติบโตของประชากรที่มีปัจจัยในสภาพแวดล้อมมาจำกัดอัตราการเพิ่มของประชากรและขนาดของประชากร

**ตัวเลือกที่ 2 ถูก** เพราะปัจจัยที่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากรเป็นปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อประชากรมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชากร เช่น อาหารที่มีจำกัด ที่อยู่อาศัยที่มีจำกัด ดังนั้น การมีโพรงรังจำกัดจึงจัดเป็นปัจจัยที่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากร

**ตัวเลือกที่ 1 ผิด** เพราะแครีอิงคาปาซิตี (carrying capacity) หมายถึงขนาดของประชากรที่สูงที่สุดที่สภาพแวดล้อมสามารถรองรับได้ ดังนั้น การเพิ่มโพรงรังจะทำให้แครีอิงคาปาซิตีของประชากรนกเงือกเพิ่มขึ้น

**ตัวเลือกที่ 3 ผิด** เพราะตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมหมายถึงปัจจัยต่างๆ ในสิ่งแวดล้อมที่จำกัดการเติบโตของประชากร เช่น อาหารที่มีจำกัด ที่อยู่อาศัยที่มีจำกัด ดังนั้น การซ่อมแซมและปรับปรุงโพรงรังจึงทำให้ตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมลดลง

**ตัวเลือกที่ 4 ผิด** เพราะการซ่อมแซมและปรับปรุงโพรงรังจะทำให้อัตราการรอดในช่วงแรกของนกเงือกเพิ่มขึ้น

**ตัวเลือกที่ 5 ผิด** เพราะการซ่อมแซมและปรับปรุงโพรงรังจะทำให้การแก่งแย่งแข่งขันในการหาโพรงรังของนกเงือกลดลง

15. นักเรียน 3 คน ได้อธิบายเกี่ยวกับปัญหาทรัพยากรธรรมชาติ ดังนี้

นาย ก. การปลูกพืชเชิงเดี่ยวในบริเวณกว้าง เป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณธาตุอาหารของพืชในดินลดลงซึ่ง

แก้ปัญหาได้ด้วยการปลูกพืชหมุนเวียน เช่น การปลูกพืชหลักสลับกับพืชวงศ์ถั่ว

นาย ข. การปล่อยผักตบชวาซึ่งเป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นลงในแหล่งน้ำ จะทำให้ผักตบชวาทายพันธุ์อย่างรวดเร็ว

จนแผ่ขยายเต็มพื้นที่ผิวน้ำ เมื่อผักตบชวาทายลงเป็นจำนวนมาก จะส่งผลให้น้ำมีค่า BOD ลดลง ทำให้น้ำเน่าเสีย

นาย ค. การปล่อยน้ำทิ้งที่มีไนเตรทและฟอสเฟตปนเปื้อนจากโรงงานอุตสาหกรรมในปริมาณมากลงสู่แหล่งน้ำ

ธรรมชาติจะทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน ซึ่งเป็นการเจริญเติบโตของสาหร่ายและพืชน้ำอย่างรวดเร็ว

ปกคลุมผิวน้ำ

จากข้อมูล คำอธิบายของนักเรียนคนใดถูกต้อง

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

### ตอบตัวเลือกที่ 3

อธิบาย

นาย ก. อธิบายได้ถูกต้อง เพราะการปลูกพืชหมุนเวียนช่วยแก้ปัญหาดินขาดความอุดมสมบูรณ์

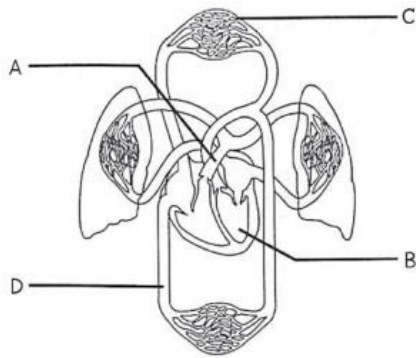
นาย ข. อธิบายไม่ถูกต้อง เพราะค่า BOD หมายถึง ปริมาณแก๊สออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ตามมาตรฐานสากลจะวัดค่า BOD ภายในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ถ้าแหล่งน้ำยังมีค่า BOD สูงแสดงว่าความสะอาดของน้ำยังลดลง ดังนั้น น้ำเน่าเสียจึงมีค่า BOD สูงขึ้น

นาย ค. อธิบายได้ถูกต้อง เพราะปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันเกิดจากไนเตรตและฟอสเฟตไหลลงสู่แหล่งน้ำมากเกินไป

**ตัวเลือกที่ 3 ถูก** เพราะนาย ก. และ นาย ค. อธิบายได้ถูกต้อง ตามคำอธิบายข้างต้น

**ตัวเลือกที่ 1, 2, 4 และ 5 ผิด** เพราะตามคำอธิบายข้างต้น

16. ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม แสดงดังแผนภาพ



จากแผนภาพ พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. หลอดเลือดที่ตำแหน่ง A คือ พัลโมนารีเวน ซึ่งลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนต่ำไปยังปอด
- ข. เมื่อหัวใจตำแหน่ง B มีการบีบตัว เลือดที่มีออกซิเจนสูงจะไหลผ่านลิ้นเอออร์ติกเซมิลูนาร์เข้าสู่เอออร์ตา
- ค. หลอดเลือดที่ตำแหน่ง C มีการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดแดงด้วยความเร็วต่ำที่สุด
- ง. หลอดเลือดตำแหน่ง D มีค่าความดันเลือดและปริมาณออกซิเจนต่ำที่สุด

ข้อความใดถูกต้อง

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

### ตอบตัวเลือกที่ 3

อธิบาย

A คือ หลอดเลือดพัลโมนารีอาร์เทอรี (pulmonary artery)

B คือ หัวใจห้องล่างซ้าย (left ventricle)

C คือ หลอดเลือดฝอย (capillary)

D คือ หลอดเลือดอินฟีเรียเวนาคาวา (inferior vena cava)

**ข้อ ก ผิด** เพราะตำแหน่ง A คือ หลอดเลือดพัลโมนารีอาร์เทอรี (pulmonary artery) ซึ่งลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนต่ำไปปอด

**ข้อ ข ถูก** เพราะเมื่อหัวใจห้องล่างซ้าย (B) มีการบีบตัว เลือดที่มีออกซิเจนสูงจะไหลผ่านลิ้นเอออร์ติกเซมิลูนาร์เข้าสู่เอออร์ตา

**ข้อ ค ถูก** เพราะหลอดเลือดฝอย (C) มีการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดแดงด้วยความเร็วต่ำที่สุด เนื่องจากต้องแลกเปลี่ยนแก๊สและสารอาหารกับเนื้อเยื่อ

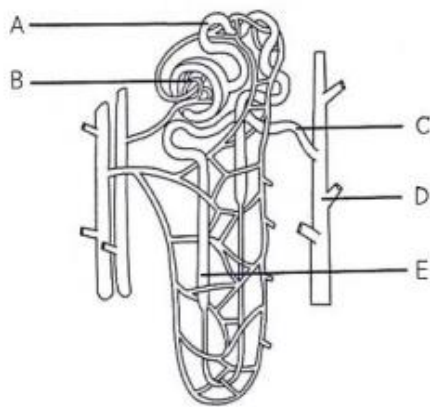
**ข้อ ง ผิด** เพราะหลอดเลือดอินฟีเรียเวนาคาวา (inferior vena cava) มีความดันเลือดต่ำที่สุด แต่ไม่ได้มีปริมาณออกซิเจนในหลอดเลือดต่ำที่สุด

**ดังนั้นตัวเลือกที่ 3 ถูกต้อง** เพราะตามคำอธิบายข้างต้น

17. การทดสอบตัวอย่างปัสสาวะด้วยสารละลายเบเนดิกต์ ได้ผลดังตาราง

| ตัวอย่างปัสสาวะ | ผลการทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์ |
|-----------------|---------------------------------|
| คนปกติ          | สารละลายใส ไม่มีตะกอน           |
| ผู้ป่วยเบาหวาน  | สารละลายขุ่น มีตะกอนสีส้มอิฐ    |

ภาพแสดงโครงสร้างหน่วยไต เป็นดังนี้



จากข้อมูล หน่วยไตของผู้ป่วยเบาหวานน่าจะมีคามผิดปกติที่บริเวณใด

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

## ตอบตัวเลือกที่ 2

อธิบาย

ในผู้ป่วยเบาหวาน ปัสสาวะมีน้ำตาลกลูโคสปนออกมาเพราะท่อขดส่วนต้นไม่สามารถดูดกลับกลูโคสได้หมด

A คือ โ Bowman's capsule และ โ Glomerulus (Bowman's capsule / Glomerulus)

B คือ ท่อขดส่วนต้น (Proximal convoluted tubule)

C คือ ห่วงเฮนเล (Loop of Henle)

D คือ ท่อขดส่วนปลาย (Distal convoluted tubule)

E คือ ท่อรวม (Collecting duct)

**ตัวเลือกที่ 2 ถูก** เพราะบริเวณ B ทำหน้าที่ดูดกลับสารอาหารที่มีประโยชน์ทั้งหมด ได้แก่ กลูโคส และ กรดอะมิโน หากกลูโคสหลุดรอดมาถึงปัสสาวะ จะเกี่ยวเนื่องกับความสามารถในการดูดกลับของบริเวณนี้

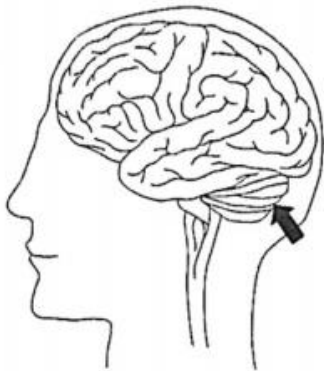
**ตัวเลือกที่ 1 ผิด** เพราะบริเวณ A ทำหน้าที่กรองสาร

**ตัวเลือกที่ 3 ผิด** เพราะบริเวณ C ทำหน้าที่หลักในการดูดกลับน้ำและเกลือแร่ ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ )

**ตัวเลือกที่ 4 ผิด** เพราะบริเวณ D ทำหน้าที่ดูดกลับน้ำและเกลือแร่และมีการหลั่งสารบางชนิด เช่น  $\text{H}^+$ ,  $\text{K}^+$

**ตัวเลือกที่ 5 ผิด** เพราะบริเวณ E ทำหน้าที่ดูดกลับน้ำโดยการกระตุ้นของ ADH เพื่อนำปัสสาวะส่งต่อไปยังกรวยไต

18. ภาพแสดงโครงสร้างสมองของมนุษย์เป็นดังนี้



จากภาพ หากพบความผิดปกติของสมอง (บริเวณที่ลูกศรชี้) โดยเกิดการเสื่อมสภาพและฝ่อลีบลง จะส่งผลกระทบต่อเรื่องใดมากที่สุด

1. การทรงตัว
2. การเต้นของหัวใจ
3. การเคลื่อนไหวของตา
4. การเคลื่อนไหวแขนขา
5. การควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย

### ตอบตัวเลือกที่ 1

อธิบาย

บริเวณที่ลูกศรชี้คือเซเรเบลลัม (Cerebellum) หรือสมองน้อย ทำหน้าที่ประสานงานการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ (Motor coordination) และควบคุมการทรงตัวของร่างกาย (Balance and posture) ร่วมกับระบบรับรู้ลึกในหูชั้นใน หากสมองส่วนเซเรเบลลัมเกิดความผิดปกติ ฝ่อลีบ หรือเสื่อมสภาพ จะส่งผลกระทบต่อโดยตรงและชัดเจนที่สุดต่อ ระบบการทรงตัว (สูญเสียการสมดุล ร่างกายโยนเงน เดินเซ ทรงตัวไม่ได้)

**ตัวเลือกที่ 1 ถูก** เพราะหน้าที่หลักที่โดดเด่นที่สุดของเซเรเบลลัม คือ การควบคุมการทรงตัวและการทำงานที่ประสานกันของกล้ามเนื้อ

**ตัวเลือกที่ 2 ผิด** เพราะการเต้นของหัวใจควบคุมโดยเมดัลลา ออบลองกาตา (Medulla oblongata)

**ตัวเลือกที่ 3 ผิด** เพราะการเคลื่อนไหวของลูกตาควบคุมโดยสมองส่วนกลาง (Midbrain) ร่วมกับเส้นประสาทสมองคู่ที่ 3, 4, 6

**ตัวเลือกที่ 4 ผิด** เพราะคำสั่งริเริ่มการเคลื่อนไหวของแขนขามาจากเซเรบรัม (Cerebrum)

**ตัวเลือกที่ 5 ผิด** เพราะการควบคุมอุณหภูมิร่างกายเป็นหน้าที่ของไฮโปทาลามัส (Hypothalamus)

19. สาร W เป็นฮอร์โมนสังเคราะห์ที่ทำหน้าที่ยับยั้งการหลั่งฮอร์โมน LH จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า หากผู้หญิงคนหนึ่งรับประทานยาที่มีส่วนประกอบของสาร W จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

1. คอร์ปัสลูเทียมเกิดการสลายตัว
2. ปริมาณฮอร์โมนเอสโตรเจนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว
3. เอนโดเมเทรียมบางไม่เหมาะสมต่อการตั้งครรภ์
4. มีการสร้างฮอร์โมน hCG เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการตั้งครรภ์
5. ฟอลลิเคิลที่ล้อมรอบโอโอไซต์ระยะที่หนึ่งพัฒนา แต่ไม่มีการตกไข่

### ตอบตัวเลือกที่ 5

อธิบาย

ฮอร์โมน W คือฮอร์โมน progesterone ทำหน้าที่ยับยั้งการหลั่งฮอร์โมน LH จากต่อมใต้สมองส่วนหน้าทำให้ไม่เกิดการตกไข่

**ตัวเลือกที่ 5 ถูก** เพราะฟอลลิเคิลยังคงมีการเติบโตตามปกติแต่ไม่มีการตกไข่

**ตัวเลือกที่ 1 ผิด** เพราะเมื่อไม่มีการตกไข่ทำให้ไม่เกิดการสร้างของคอร์ปัสลูเทียม

**ตัวเลือกที่ 2 ผิด** เพราะฮอร์โมน progesterone ไม่ได้ทำให้ปริมาณฮอร์โมนเอสโตรเจนเพิ่มขึ้น

**ตัวเลือกที่ 3 ผิด** เพราะในช่วงของการกินยาที่มีส่วนประกอบของ progesterone ในระยะสั้นๆ จะไม่ทำให้เอนโดเมเทรียมบาง

**ตัวเลือกที่ 4 ผิด** เพราะไข่ไม่ตกทำให้ไม่เกิดการตั้งครรภ์และไม่มีการสร้างฮอร์โมน hCG ได้

20. จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงในร่างกายของนักวิ่งมาราธอนอายุ 25 ปี ที่มีร่างกายสมบูรณ์แข็งแรงคนหนึ่งโดยติดตามตั้งแต่ช่วงก่อนปล่อยตัวจากจุดเริ่มต้นจนกระทั่งวิ่งเข้าเส้นชัย โดยใช้เวลาในการวิ่ง 6 ชั่วโมง พิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. ในช่วงก่อนปล่อยตัว การกระตุ้นระบบประสาทซิมพาเทติกจะทำให้มีการหลั่งของฮอโมนเอพิเนพรีนจากต่อมหมวกไตส่วนในเพิ่มขึ้น ทำให้หัวใจเต้นถี่ขึ้นและเพิ่มการสลายไกลโคเจน ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มมากขึ้น

ข. ในช่วงที่ 2 ของการวิ่ง ตับอ่อนจะหลั่งฮอโมนอินซูลินเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เซลล์ตับมีการสลายไกลโคเจนมากขึ้นเพื่อรักษาระดับน้ำตาลในเลือด

ค. เมื่อร่างกายใช้ไกลโคเจนหมดแล้ว จะมีการหลั่งฮอโมนคอร์ติซอลจากบริเวณต่อมหมวกไตส่วนนอกเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ที่เซลล์ตับมีการเปลี่ยนกรดไขมันและกรดอะมิโนเพื่อให้พลังงานเพิ่มขึ้น

ง. การสูญเสียน้ำทางเหงื่อระหว่างการวิ่ง จะยับยั้งการหลั่ง ADH จากต่อมใต้สมอง ส่งผลให้มีการดูดกลับน้ำที่ท่อไตเพิ่มมากขึ้น

ข้อความใดถูกต้อง

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

## ตอบตัวเลือกที่ 2

อธิบาย

ข้อ ก ถูก เพราะระบบประสาทซิมพาเทติกจะหลั่งฮอโมนเอพิเนพรีนจากต่อมหมวกไตส่วนในเพื่อเพิ่มการสลายไกลโคเจน ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มมากขึ้น

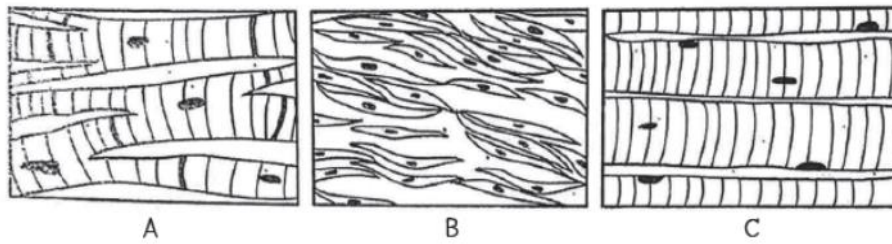
ข้อ ข ผิด เพราะในช่วงชั่วโมงที่ 2 ของการวิ่งน้ำตาลในเลือดจะลดต่ำลงอย่างมาก ตับอ่อนจะหลั่งฮอโมนอินซูลินเพื่อเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดโดยการสลายไกลโคเจนให้มากขึ้น

ข้อ ค ถูก เพราะฮอโมนคอร์ติซอลจากต่อมหมวกไตส่วนนอกจะเปลี่ยนกรดไขมันและกรดอะมิโนเพื่อเพิ่มพลังงานหลังจากที่ร่างกายใช้ไกลโคเจนหมดแล้ว\

ข้อ ง ผิด เพราะการสูญเสียน้ำในระหว่างการวิ่ง ร่างกายจะหลั่งฮอโมน ADH จากต่อมใต้สมองเพื่อส่งผลให้เกิดการดูดน้ำกลับที่ท่อไตมากขึ้น

ดังนั้นตัวเลือกที่ 2 ถูกต้อง เพราะตามคำอธิบายข้างต้น

21. เซลล์กล้ามเนื้อ 3 ชนิดของสัตว์มีกระดูกสันหลังมีลักษณะ ดังภาพ



จากข้อมูล ข้อใดเป็นเซลล์กล้ามเนื้อที่ทำงานนอกอำนาจจิตใจ

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

### ตอบตัวเลือกที่ 3

อธิบาย

A คือ กล้ามเนื้อหัวใจ ทำงานอยู่นอกอำนาจจิตใจ (involuntary) รูปร่างทรงกระบอกยาวและแตกแขนง มี 1 นิวเคลียสต่อเซลล์ นิวเคลียสอยู่กลางเซลล์ (central) โปรตีนแอกทินและไมโอซินจัดเรียงตัวเป็นระเบียบ เห็นเป็นลายชัดเจน (striation) พบที่หัวใจ

B คือ กล้ามเนื้อเรียบ ทำงานอยู่นอกอำนาจจิตใจ (involuntary) รูปร่างทรงกระสวย มี 1 นิวเคลียสต่อเซลล์ นิวเคลียสอยู่กลางเซลล์ (central) โปรตีนแอกทินและไมโอซินจัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ ไม่เห็นเป็นลายชัดเจน พบที่อวัยวะภายในและหลอดเลือด

C คือ กล้ามเนื้อลาย ทำงานอยู่ใต้อำนาจจิตใจ (voluntary) รูปร่างเป็นทรงกระบอก มีมากกว่า 1 นิวเคลียสต่อเซลล์ นิวเคลียสจะอยู่รอบๆ เซลล์ (peripheral) โปรตีนแอกทินและไมโอซินจัดเรียงตัวเป็นระเบียบ เห็นเป็นลายชัดเจน (striation) พบส่วนใหญ่ในร่างกายเป็นกล้ามเนื้อยึดกับกระดูก

ดังนั้นตัวเลือกที่ 3 ถูกต้อง เพราะตามคำอธิบายข้างต้น

22. นกกระเรียนชนิด A มีจำนวนน้อยลงและเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ ศูนย์อนุรักษ์จึงให้แม่นกกระเรียนชนิด B มาเลี้ยงดูลูกนกชนิด A แทน เมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์พบว่า นกชนิด A เหล่านี้จะไม่ผสมพันธุ์กับนกกระเรียนชนิดเดียวกัน แต่เลือกผสมพันธุ์กับนกกระเรียนชนิด B ที่เลี้ยงดูมันแทน ทำให้นกกระเรียนชนิด A ไม่สามารถขยายพันธุ์ได้

ศูนย์อนุรักษ์จึงแก้ปัญหาโดยให้มนุษย์ใส่หุ่นมือที่มีลักษณะคล้ายนกกระเรียนชนิด A เลี้ยงลูกนกที่เพิ่งฟักออกจากไข่และเปิดเสียงร้องของนกกระเรียนชนิดเดียวกันให้ฟัง ทำให้เมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์นกกระเรียนชนิด A ที่ถูกเลี้ยงด้วยวิธีการดังกล่าวเลือกผสมพันธุ์กับนกกระเรียนชนิดเดียวกันตามปกติ

จากข้อมูล พฤติกรรมดังกล่าวของนกกระเรียนชนิด A จัดเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้แบบใด

1. การฝังใจ
2. แอปิซูเอชัน
3. การใช้เหตุผล
4. การเชื่อมโยงแบบการมีเงื่อนไข
5. การเชื่อมโยงแบบการลองผิดลองถูก

## ตอบตัวเลือกที่ 1

อธิบาย

พฤติกรรมดังกล่าวเรียกว่า พฤติกรรมการฝังใจ (Imprinting) เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ซึ่งเกิดขึ้นได้ดีที่สุดในช่วงเวลาสั้นๆ ของชีวิตที่เรียกว่า ช่วงวิกฤต (Critical period) หลังจากการฟักออกจากไข่หรือเกิดใหม่ โดยลูกสัตว์จะจดจำและยึดเอาสิ่งแรกที่ได้เห็น ได้ยิน หรือสัมผัส เป็น "แม่" หรือเป็นสิ่งแวดล้อมทางสังคมของมัน และจะส่งผลไปถึงพฤติกรรมการเลือกคู่ผสมพันธุ์เมื่อเติบโตขึ้นเป็นตัวเต็มวัย

- ในตอนแรก ลูกนกกระเรียนชนิด A ฝังใจต่อแม่นกกระเรียนชนิด B ทำให้เมื่อโตขึ้นจึงเลือกผสมพันธุ์กับนกชนิด B
- เมื่อเปลี่ยนมาใช้หุ่นมีอนกกระเรียนชนิด A และเปิดเสียงร้องของชนิด A ในช่วงแรกเกิด ลูกนกจึงฝังใจต่อลักษณะของพวกเดียวกัน ทำให้เมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์สามารถเลือกคู่ผสมพันธุ์กับนกกระเรียนชนิด A ได้ตามปกติ

**ตัวเลือกที่ 1 ถูก** เพราะเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้แบบการฝังใจ (Imprinting) อย่างชัดเจน

**ตัวเลือกที่ 2 ผิด** เพราะแฮบิซูเอชัน (Habituation) คือการความเคยชินต่อสิ่งเร้าที่ไม่มีผลดีหรือผลเสียจนเลิกตอบสนอง

**ตัวเลือกที่ 3 ผิด** เพราะการใช้เหตุผล (Reasoning) เป็นการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่โดยใช้ประสบการณ์เดิมโดยไม่ต้องลองทำ

**ตัวเลือกที่ 4 ผิด** เพราะการเชื่อมโยงแบบการมีเงื่อนไข (Classical conditioning) เป็นการฝึกให้น่าสิ่งเร้าเงื่อนไขมาแทนที่สิ่งเร้าที่แท้จริง

**ตัวเลือกที่ 5 ผิด** เพราะการลองผิดลองถูก (Trial and error) เป็นการเรียนรู้จากการเชื่อมโยงระหว่างพฤติกรรมกับผลรางวัลหรือการลงโทษ

23. การหดตัวของกล้ามเนื้อโครงร่างประกอบด้วยกลไก ดังนี้

A ไมโอซินจับกับแอกติน

B ATP ที่เกาะอยู่ที่ส่วนหัวของไมโอซินถูกสลายให้เป็น ADP + Pi

C แคลเซียมไอออนถูกดึงกลับสู่ซาร์โคพลาสมิกรีติคูลัมโดยแคลเซียมปั๊ม

D แคลเซียมไอออนที่หลังจากซาร์โคพลาสมิกรีติคูลัมจับกับโปรตีนควบคุมบนเส้นใยกล้ามเนื้อเล็ก

E แอกชันโพเทนเชียลที่เซลล์ประสาทสั่งการกระตุ้นให้เกิดดีโพลาไรเซชันที่เซลล์กล้ามเนื้อโครงร่าง

ข้อใดเรียงลำดับกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อโครงร่างได้ถูกต้อง

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

### ตอบตัวเลือกที่ 5

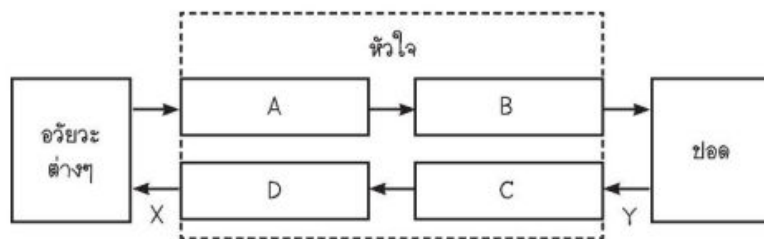
อธิบาย

กระบวนการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อโครงร่าง (Sliding Filament Theory) เรียงลำดับขั้นตอนได้ดังนี้

1. E เกิดกระแสประสาท (Action potential) จากเซลล์ประสาทสั่งการ กระตุ้นให้เกิดดีโพลาไรเซชัน (Depolarization) ที่เยื่อหุ้มเซลล์กล้ามเนื้อโครงร่าง
2. D ความต่างศักย์นี้ส่งผ่าน T-tubule กระตุ้นให้ แคลเซียมไอออน ( $\text{Ca}^{2+}$ ) ถูกปล่อยออกจากซาร์โคพลาสมิกรีติคูลัม (SR) เข้าไปจับกับโปรตีนควบคุม (Troponin) บนเส้นใยกล้ามเนื้อเล็ก (Actin filament) ทำให้ตำแหน่งจับเปิดออก
3. B ATP ที่เกาะอยู่ที่ส่วนหัวของไมโอซินถูกสลาย (Hydrolysis) ให้กลายเป็น ADP + Pi ส่งผลให้ส่วนหัวของไมโอซินอยู่ในสภาวะมีพลังงานสูงและพร้อมที่จะจับ
4. A ส่วนหัวของไมโอซินจับกับแอกติน (เกิดเป็น Cross-bridge) แล้วดึงสายแอกตินเข้าสู่ศูนย์กลาง ทำให้กล้ามเนื้อหดตัว
5. C เมื่อการกระตุ้นสิ้นสุดลง แคลเซียมไอออนจะถูกดึงกลับ เข้าสู่ซาร์โคพลาสมิกรีติคูลัมโดยแคลเซียมปั๊ม (ใช้พลังงานแบบ Active transport) ส่งผลให้กล้ามเนื้อคลายตัว

ดังนั้นตัวเลือกที่ 5 ถูกต้อง เพราะตามคำอธิบายข้างต้น

24. การหมุนเวียนเลือดของมนุษย์เป็นดังแผนภาพโดย A-D แทนโครงสร้างของหัวใจ ส่วน X และ Y แทนหลอดเลือดที่ออกจากหัวใจและหลอดเลือดที่เข้าสู่หัวใจ ตามลำดับ



กำหนดให้ แสดงทิศทางการไหลของเลือด

จากข้อมูล ข้อใดถูกต้อง

1. แรงดันเลือดใน Y สูงกว่า X
2. X และ Y เป็นหลอดเลือดอาร์เทอรี
3. ถ้า A ปิดตัว เลือดจะผ่านลิ้นไบคัสปิดเพื่อเข้าสู่ B
4. ถ้า D ปิดตัว เลือดจะผ่านลิ้นเออรัติกเซมิลูนาร์เพื่อเข้าสู่ X
5. เลือดที่เข้าสู่ B จะมีความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่าเลือดที่เข้าสู่ C

#### ตอบตัวเลือกที่ 4

อธิบาย

A คือ หัวใจห้องบนขวา (Right Atrium)

B คือ หัวใจห้องล่างขวา (Right Ventricle)

C คือ หัวใจห้องบนซ้าย (Left Atrium)

D คือ หัวใจห้องล่างซ้าย (Left Ventricle)

X คือ หลอดเลือดเอออร์ตา (Aorta)

Y คือ หลอดเลือดปัลโมนารี เวน (Pulmonary Vein)

**ตัวเลือกที่ 4 ถูก** เพราะถ้าหัวใจห้องล่างซ้ายบีบตัว เลือดจะผ่านลิ้นเอออร์ติกเซมิลูนาร์ (Aortic semilunar valve) เพื่อเข้าสู่หลอดเลือดเอออร์ตา

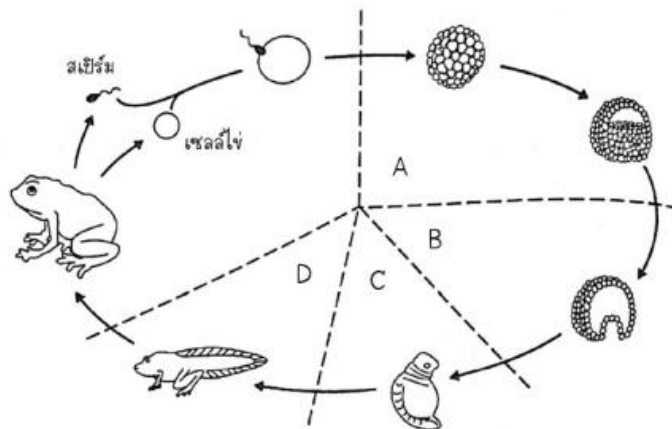
**ตัวเลือกที่ 1 ผิด** เพราะแรงดันเลือดในหลอดเลือดปัลโมนารี เวนต่ำกว่าความดันเลือดในหลอดเลือดแดงใหญ่เอออร์ตา

**ตัวเลือกที่ 2 ผิด** เพราะ X คือหลอดเลือดแดงใหญ่เอออร์ตาอยู่ในระบบอาร์เตอรี แต่ Y คือหลอดเลือดปัลโมนารี เวน อยู่ในระบบเลือดเวน

**ตัวเลือกที่ 3 ผิด** เพราะถ้าหัวใจห้องบนขวาบีบตัว เลือดจะผ่านลิ้นไตรคัสปิด (Tricuspid valve) เพื่อเข้าสู่หัวใจห้องล่างขวา

**ตัวเลือกที่ 5 ผิด** เพราะเลือดเข้าสู่หัวใจห้องล่างขวาจะมีความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าเลือดที่เข้าหัวใจห้องบนซ้ายที่ผ่านการแลกเปลี่ยนแก๊สที่ปอดแล้ว

25. แผนภาพแสดงการเจริญเติบโตของกบ เป็นดังนี้



จากแผนภาพ พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. ระยะ A เป็นระยะที่ไซโทตจะมีการแบ่งแบบไมโอซิสอย่างรวดเร็ว
- ข. ระยะ B เป็นระยะที่เซลล์ของบลาสทูลามีการเคลื่อนที่และจัดเรียงตัวของกลุ่มเซลล์ของเอ็มบริโอเป็นสามชั้น
- ค. ระยะ C กลุ่มเซลล์ทั้งสามชั้นของเอ็มบริโอมีการพัฒนาไปเป็นอวัยวะโดยชั้นเอ็นโดเดิร์มจะมีการเจริญไปเป็นสมองและไขสันหลัง
- ง. ระยะ D ลูกอ๊อดจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างจนมีลักษณะเหมือนตัวเต็มวัย เรียกกระบวนการนี้ว่า ออร์แกโนเจเนซิส

ข้อความใดถูกต้อง

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

#### ตอบตัวเลือกที่ 4

อธิบาย

ข้อ ก ผิด เพราะระยะ A เป็นระยะที่เอ็มบริโอแบ่งตัวแบบไมโทซิส

ข้อ ข ถูก เพราะระยะ B คือระยะที่เซลล์ของบลาสทูลาที่มีการจัดเรียงตัวของกลุ่มเซลล์แบ่งเป็นเนื้อเยื่อสามชั้นที่อยู่ในระยะแกสตรูลา

ข้อ ค ผิด เพราะชั้นเอ็กโทเดิร์มจะเจริญไปเป็นสมองและไขสันหลัง

ข้อ ง ผิด เพราะระยะที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเรียกกระบวนการนี้ว่า metamorphosis

ดังนั้นตัวเลือกที่ 4 ถูกต้อง เพราะตามคำอธิบายข้างต้น

26. ศึกษาโครงสร้างภายในของเนื้อเยื่อพืช 3 ชนิดที่ตัดตามขวางด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ พบว่ามีลักษณะ ดังตาราง

| ตัวอย่างเนื้อเยื่อ | ลักษณะโครงสร้างที่พบ                                                                                     |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| สไลด์ที่ 1         | ใจกลางมีพริบ เนื้อเยื่อส่วนใหญ่เป็นไซเล็มทิวทิมพบการเชื่อมของวาสคิวลาร์แคมเบียมและเรียงตัวเป็นวง         |
| สไลด์ที่ 2         | วาสคิวลาร์บันเดิลกระจายไปทั่ว ขอบเขตของพริบและคอร์เทกซ์ไม่ชัดเจน                                         |
| สไลด์ที่ 3         | พบชั้นคอร์เทกซ์กว้างมาก ในชั้นสตีลพบกลุ่มเซลล์ไซเล็ม เรียงตัวเป็นแนก และมีโฟลเอ็มอยู่ระหว่างแนกของไซเล็ม |

จากข้อมูล ตัวอย่างเนื้อเยื่อพืชในสไลด์ที่ 1 2 และ 3 น่าจะเป็นโครงสร้างของพืชชนิดใด ตามลำดับ

1. ลำต้นของข้าว ลำต้นของมะม่วง และรากของหญ้า
2. ลำต้นของมะม่วง ลำต้นของข้าวโพด และรากของถั่วเขียว
3. รากของถั่วเขียว รากของหญ้า และลำต้นของมะม่วง
4. รากของข้าวโพด รากของถั่วเขียว และลำต้นของมะม่วง
5. รากของหญ้า รากของมะม่วง และลำต้นของข้าวโพด

## ตอบตัวเลือกที่ 2

อธิบาย

สไลด์ที่ 1 คือลักษณะของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่

สไลด์ที่ 2 คือลักษณะของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

สไลด์ที่ 3 คือลักษณะของรากพืชใบเลี้ยงคู่

**ตัวเลือกที่ 2 ถูก** เพราะสไลด์ที่ 1 คือลำต้นของมะม่วง ซึ่งเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ สไลด์ที่ 2 คือลำต้นของข้าวโพด ซึ่งเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และสไลด์ที่ 3 คือรากของถั่วเขียว ซึ่งเป็นพืชใบเลี้ยงคู่

**ตัวเลือกที่ 1, 3, 4 และ 5 ผิด** เพราะตามคำอธิบายข้างต้น

27. นักเรียนคนหนึ่งสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการลำเลียงน้ำตาลที่พืชสังเคราะห์ พบดังนี้

- A เซลล์ที่ทำหน้าที่ช่วยลำเลียงซูโครสเข้าสู่ซีฟทิวบ์เมมเบอร์ คือ เซลล์คอมพาเนียม ซึ่งมีช่องพลาสโมเดสมาตาจำนวนมากเชื่อมต่อกับซีฟทิวบ์เมมเบอร์ที่อยู่ติดกัน
- B ซีฟทิวบ์เมมเบอร์ที่เจริญเต็มที่มีหน้าที่ลำเลียงน้ำตาล นิวเคลียส และออร์แกเนลล์ทั้งหมดจะสลายตัว ทำให้ภายในเซลล์เป็นท่อกลวง ซึ่งเป็นลักษณะที่เหมาะสมต่อการลำเลียงอาหาร
- C ความแตกต่างของความดันในซีฟทิวบ์เมมเบอร์ระหว่างบริเวณแหล่งสร้างและแหล่งรับ ทำให้เกิดการลำเลียงซูโครสจากบริเวณแหล่งสร้างไปแหล่งรับอย่างต่อเนื่อง

จากข้อมูล ข้อค้นพบใดบ้างถูกต้อง

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

#### ตอบตัวเลือกที่ 4

อธิบาย

A ถูก เพราะเซลล์คอมพาเนียมทำหน้าที่ช่วยลำเลียงน้ำตาลซูโครสเข้าสู่ซีฟทิวบ์เมมเบอร์ ผ่านทางช่องพลาสโมเดสมาตาจำนวนมากระหว่างเซลล์ทั้งสองที่ติดกัน

B ผิด เพราะซีฟทิวบ์เมมเบอร์ที่เจริญเติบโตเต็มที่ยังคงเป็นเซลล์ที่มีชีวิต แม้นิวเคลียส แวคิวโอล และออร์แกเนลล์ส่วนใหญ่จะสลายตัวไปเพื่อการลำเลียงอาหาร แต่ไม่ได้สลายตัวไปทั้งหมด ยังคงเหลือเยื่อหุ้มเซลล์ ไสโทพลาซึม และไม่โทคอนเดรียอยู่

C ถูก เพราะการลำเลียงน้ำตาลซูโครสเข้าสู่ซีฟทิวบ์เมมเบอร์บริเวณแหล่งสร้างทำให้ความเข้มข้นของสารละลายสูงขึ้น น้ำจากไซเล็มจึงแพร่เข้าสู่ซีฟทิวบ์เมมเบอร์โดยการออสโมซิส ทำให้เกิดความดันผลักน้ำตาลซูโครสไปยังแหล่งรับที่มีความดันต่ำกว่าอย่างต่อเนื่อง

ตัวเลือกที่ 4 ถูก เพราะ A และ C ถูกต้องตามคำอธิบายข้างต้น

ตัวเลือกที่ 1, 2, 3 และ 5 ผิด เพราะ B ไม่ถูกต้องตามคำอธิบายข้างต้น

28. สกัดคลอโรพลาสต์จากพืชชนิดหนึ่งแล้วทดลองตามที่ออกแบบไว้เพื่อสังเกตการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังตาราง

| ชุดการทดลอง | สารที่เติมลงในหลอดทดลอง     | การให้แสง |
|-------------|-----------------------------|-----------|
| A           | ADP และ $\text{NADP}^+$     | ให้แสง    |
| B           | ATP และ NADPH               | ให้แสง    |
| C           | $\text{CO}_2$ ATP และ NADPH | ให้แสง    |
| D           | $\text{CO}_2$ ATP และ NADPH | ไม่ให้แสง |

จากข้อมูล ชุดการทดลองใดจะเกิดแก๊สออกซิเจนขึ้น

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

### ตอบตัวเลือกที่ 3

อธิบาย

การเกิดแก๊ส  $O_2$  เกิดขึ้นในปฏิกิริยาแสง (light reaction) จากกระบวนการสลายน้ำด้วยแสง (photolysis) ซึ่งต้องอาศัยแสงและตัวรับอิเล็กตรอน ( $NADP^+$ )

ชุดการทดลอง A เกิดแก๊ส  $O_2$  เพราะมีแสงและได้รับ ADP กับ  $NADP^+$  ซึ่งเป็นสารตั้งต้นและตัวรับอิเล็กตรอน จึงเกิดปฏิกิริยาแสงและการสลายน้ำปล่อยแก๊ส  $O_2$  ได้โดยตรง

ชุดการทดลอง B ไม่เกิดแก๊ส  $O_2$  เพราะได้รับ ATP และ NADPH แต่ไม่มี  $CO_2$  ทำให้ไม่เกิดกระบวนการตรึงคาร์บอน (Calvin cycle) จึงไม่มีการเปลี่ยน NADPH กลับเป็น  $NADP^+$  เมื่อขาดตัวรับอิเล็กตรอน ปฏิกิริยาแสงจึงเกิดต่อไม่ได้

ชุดการทดลอง C เกิดแก๊ส  $O_2$  เพราะได้รับ  $CO_2$  จึงเกิดกระบวนการตรึงคาร์บอน (Calvin cycle) โดยเปลี่ยน ATP และ NADPH กลับเป็น ADP และ  $NADP^+$  ซึ่งหมุนเวียนไปรับอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาแสงได้ จึงเกิดการสลายน้ำและปล่อยแก๊ส  $O_2$

ชุดการทดลอง D ไม่เกิดแก๊ส  $O_2$  เพราะไม่ได้รับแสง จึงไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาแสงและการสลายน้ำได้

**ตัวเลือกที่ 3 ถูก** เพราะชุดการทดลอง A และ C เกิดแก๊ส  $O_2$

**ตัวเลือกที่ 1, 2, 4 และ 5 ผิด** เพราะชุดการทดลอง B และ D ไม่เกิดแก๊ส  $O_2$

29. ข้อใดกล่าวถึงวัฏจักรชีวิตและการสืบพันธุ์ของพืชได้ถูกต้อง

1. แกมีโทไฟต์เพศผู้จะมีสภาพเป็นดิพลอยด์
2. วัฏจักรชีวิตแบบสลับไม่พบในพืชไม่มีท่อลำเลียง
3. สปอร์ของพืชดอกจัดเป็นเซลล์สืบพันธุ์ที่พร้อมต่อการปฏิสนธิ
4. เมกะสปอร์ทุกเซลล์ในออวูลจะพัฒนาไปเป็นแกมีโทไฟต์เพศผู้
5. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสพบได้ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก

#### ตอบตัวเลือกที่ 5

**ตัวเลือกที่ 5 ถูก** เพราะพืชดอกสร้างเซลล์สืบพันธุ์โดยระยะสปอโรไฟต์ ( $2n$ ) จะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเพื่อสร้างสปอร์ ( $n$ ) จากนั้นสปอร์จะแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเพื่อพัฒนาเป็นแกมีโทไฟต์ ( $n$ ) และแกมีโทไฟต์จะแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสอีกครั้งเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ได้แก่ เซลล์ไข่และสเปิร์ม

**ตัวเลือกที่ 1 ผิด** เพราะแกมีโทไฟต์เป็นระยะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ จึงมีจำนวนชุดโครโมโซมเป็นแฮพลอยด์ ( $n$ )

**ตัวเลือกที่ 2 ผิด** เพราะพืชทุกกลุ่มมีวัฏจักรชีวิตแบบสลับ รวมถึงพืชไม่มีท่อลำเลียง เช่น มอส ลิเวอร์เวิร์ต ฮอว์นเวิร์ต

**ตัวเลือกที่ 3 ผิด** เพราะสปอร์ไม่ใช่เซลล์สืบพันธุ์ แต่เป็นเซลล์ที่จะเจริญไปเป็นแกมีโทไฟต์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ต่อไป

**ตัวเลือกที่ 4 ผิด** เพราะเมกะสปอร์จะพัฒนาไปเป็นแกมีโทไฟต์เพศเมียหรือถุงเอ็มบริโอ ส่วนแกมีโทไฟต์เพศผู้พัฒนามาจากไมโครสปอร์

30. นักเรียนพบข้อมูลของฮอร์โมน 3 ชนิด ที่มีสมบัติแตกต่างกัน ดังนี้
- ฮอร์โมน A ทำให้เกิดการพักตัวของเมล็ดข้าวสาลีในช่วงก่อนเก็บเกี่ยว
- ฮอร์โมน B ช่วยกระตุ้นการสุกของผลละมุด
- ฮอร์โมน C ช่วยยืดข้อและขยายขนาดของผลองุ่น

จากข้อมูล ข้อใดกล่าวถึงอิทธิพลของฮอร์โมน A B และ C ได้ถูกต้อง

1. ฮอร์โมน A ชะลอการเสื่อมตามอายุของพืช
2. ฮอร์โมน B ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีนที่สะสมในเมล็ดพืช
3. ในภาวะที่พืชขาดน้ำ พืชจะสร้างฮอร์โมน B ขึ้นมากระตุ้นการปิดปากใบ
4. ฮอร์โมน C กระตุ้นการสร้างเอนไซม์สำหรับย่อยแบ่งที่เก็บสะสมในเมล็ดให้กลายเป็นน้ำตาล
5. ฮอร์โมน A และฮอร์โมน C ทำงานต้านกัน โดยฮอร์โมน A สร้างที่ยอด ส่วนฮอร์โมน C สร้างที่ราก แล้วลำเลียงไปยังเนื้อเยื่อเป้าหมาย

#### ตอบตัวเลือกที่ 4

อธิบาย

ฮอร์โมน A คือกรดแอบไซซิก

ฮอร์โมน B คือเอทิลีน

ฮอร์โมน C คือจิบเบอเรลลิน

**ตัวเลือกที่ 4 ถูก** เพราะฮอร์โมน C (จิบเบอเรลลิน) กระตุ้นการสังเคราะห์เอนไซม์  $\alpha$ -อะไมเลส เพื่อย่อยแบ่งที่สะสมในเมล็ดให้เป็นน้ำตาล ส่งผลให้เมล็ดงอก

**ตัวเลือกที่ 1 ผิด** เพราะฮอร์โมนที่ชะลอการเสื่อมตามอายุคือไซโทไคนิน ส่วนฮอร์โมน A (กรดแอบไซซิก) กระตุ้นการเสื่อมตามอายุและการหลุดร่วงของใบ

**ตัวเลือกที่ 2 ผิด** เพราะฮอร์โมน B (เอทิลีน) กระตุ้นการเสื่อมตามอายุและการสุกของผล แต่ไม่ได้ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีนสะสมในเมล็ด

**ตัวเลือกที่ 3 ผิด** เพราะเมื่อพืชขาดน้ำพืชจะสังเคราะห์ฮอร์โมน A (กรดแอบไซซิก) เพิ่มขึ้นเพื่อกระตุ้นให้ปากใบปิด

**ตัวเลือกที่ 5 ผิด** เพราะฮอร์โมนที่สังเคราะห์บริเวณปลายยอดคือออกซิน ส่วนฮอร์โมน C (จิบเบอเรลลิน) สามารถสังเคราะห์ได้จากเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด ปลายราก และเอ็มบริโอ