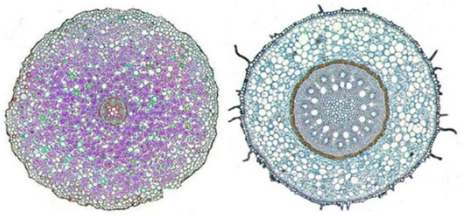
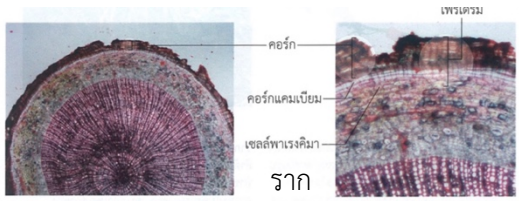
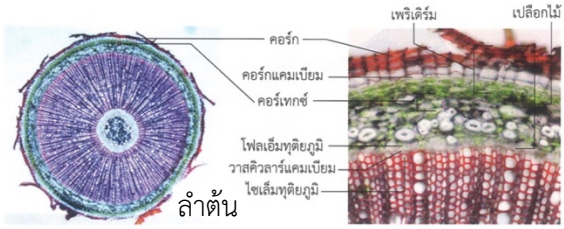
1. ข้อใดถูกต้องในพืชที่มีการเติบโตแบบทุติยภูมิ (วิชาสามัญ 2565)
   1. พืชใบเลี้ยงเดี่ยวขนาดใหญ่สามารถพบวงปีได้
   2. การขยายขนาดของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเกิดจากการแบ่งเซลล์ของวาสคิวลาร์แคมเบียม
   3. ในปลายรากบริเวณที่พบขนรากจะพบโฟลเอ็มปฐมภูมิอยู่ระหว่างแฉกของไซเล็มปฐมภูมิ
   4. ด้านนอกสุดของรากและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ พบพาเรงคิมาที่ได้จากการแบ่งตัวของคอร์กแคมเบียม
   5. ในรากพืชใบเลี้ยงคู่ที่มีอายุ 3 ปีจะพบวาสคิวลาร์แคมเบียมเรียงตัวเป็นวงรอบและอยู่คั่นอยู่ระหว่างเนื้อเยื่อไซเล็มปฐมภูมิและไซเล็มทุติยภูมิ

คำอธิบาย :

1. พืชใบเลี้ยงเดี่ยวขนาดใหญ่ สามารถพบวงปีได้	ผิด	วงปีเป็นเนื้อเยื่อ secondary xylem เกิดจาก vascular cambium ซึ่งพบเฉพาะในพืชใบเลี้ยงคู่ไม่พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
2. การขยายขนาดของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเกิดจากการแบ่งเซลล์ของวาสคิวลาร์แคมเบียม	ผิด	พืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น หมากผู้หมากเมีย ปาล์ม มีเนื้อเยื่อ cortex ด้านนอกเปลี่ยนไป cork cambium ขยายขนาดของลำต้นได้
3. ในปลายรากบริเวณที่พบขนรากจะพบโฟลเอ็มปฐมภูมิอยู่ระหว่างแฉกของไซเล็มปฐมภูมิ จากโจทย์ “พืชที่มีการเติบโตแบบทุติยภูมิ” เน้นที่ พืช แต่ถ้าโจทย์เป็น “การเติบโตแบบทุติยภูมิของพืช” ตัวเลือกนี้จะผิด	ถูก	พืชที่มีการเติบโตแบบทุติยภูมิก็ยังคงมีการเติบโตปฐมภูมิจากเนื้อเยื่อ apical meristem บริเวณปลายยอดและปลายราก primary phloem แทรกระหว่างแฉก Primary xylem  dicot monocot
4. ด้านนอกสุดของรากและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่พบพาเรงคิมาที่ได้จากการแบ่งตัวของคอร์กแคมเบียม  ราก	ถูก	ลำต้น – cork cambium พัฒนาจาก cortex (epidermis หลุดไป) ราก - cork cambium พัฒนาจาก periderm (epidermis, cortex, endodermis หลุดไป)  ลำต้น
5. ในรากพืชใบเลี้ยงคู่ที่มีอายุ 3 ปีจะพบวาสคิวลาร์แคมเบียมเรียงตัวเป็นวงรอบและอยู่คั่นอยู่ระหว่างเนื้อเยื่อไซเล็มปฐมภูมิและไซเล็มทุติยภูมิ	ผิด	vascular cambium เรียงตัวเป็นวงรอบ มีการแบ่งเซลล์ให้เนื้อเยื่อด้านนอก เป็น secondary phloem และ ด้านในได้ secondary xylem

2. ชลศักย์ (water potential) คือ พลังงานอิสระของน้ำต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ซึ่งชลศักย์เกี่ยวข้องกับทิศทางการเคลื่อนที่ของน้ำ โดยจะมีการเคลื่อนที่สุทธิจากบริเวณที่มีชลศักย์สูงไปยังบริเวณที่มีชลศักย์ต่ำกว่า ขณะที่พืชมีการลำเลียงน้ำเกิดขึ้น บริเวณใดจะมีค่าชลศักย์ต่ำที่สุด

1. ใบ 2. ดิน
3. ราก 4. ลำต้น 5. อากาศภายนอก

คำตอบ ข้อ 5

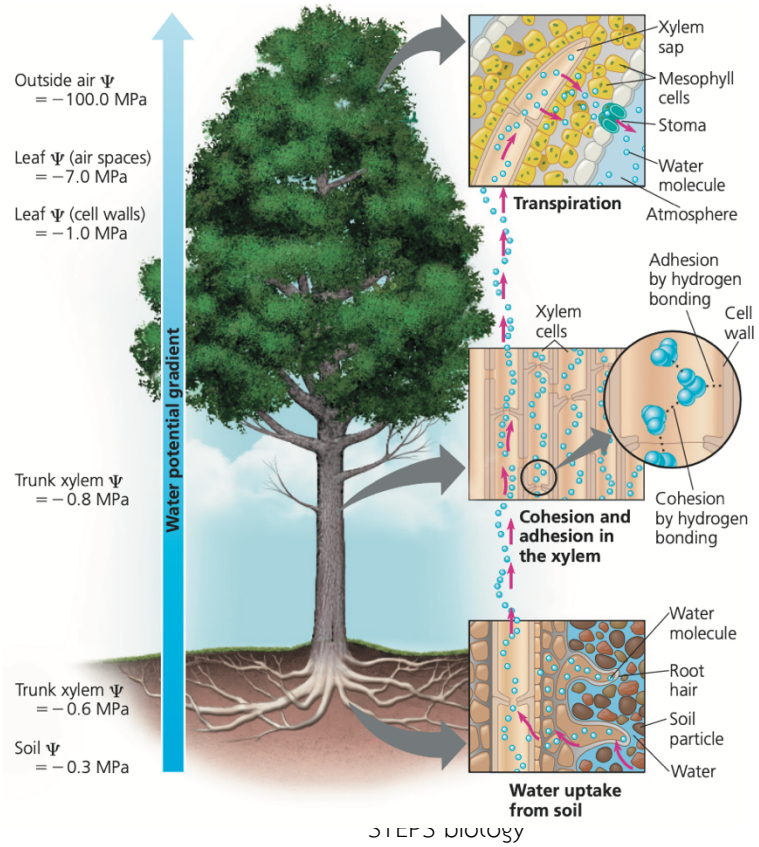
คำอธิบาย น้ำมีการเคลื่อนที่จากบริเวณที่มี water potential สูงไปต่ำ และลำดับการลำเลียงน้ำในพืช เป็นดังนี้

น้ำในดิน ---> เข้าสู่รากไปยัง vessel --> น้ำใน vessel ลำเลียงจากรากไปสู่ใบ --> พืชคายน้ำออกทางปากใบไปสู่อากาศ

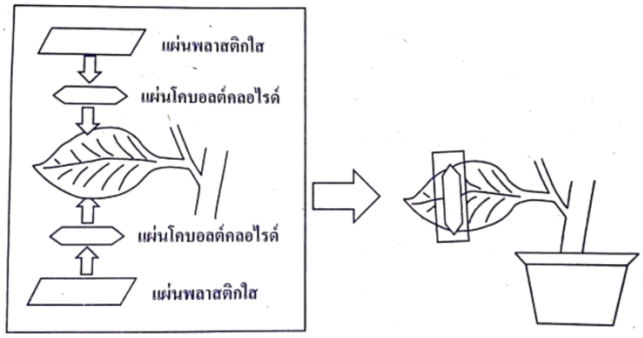
ดังนั้น เรียงลำดับค่า water potential สูงไปต่ำ ดิน > ราก > ลำต้น > ใบ > อากาศภายนอก

- ปัจจัยที่ส่งผลต่อ water potential

Step 1 น้ำลำเลียงจากดินเข้าสู่รากไปยัง vessel	water potential ในดินมากกว่าในราก หากเพิ่มความเข้มข้นสารละลายในดินจะทำให้น้ำเข้าสู่รากลดลง ดังนั้น การเพิ่มความเข้มข้น ทำให้ water potential ลดลง
Step 2 การลำเลียงในแนวดิ่งภายในท่อ vessel	water potential ด้านโคนต้นสูงกว่าด้านยอด หากน้ำในดินมีมากและออสโมซิสเข้าสู่รากมากจะทำให้เกิดแรงดันราก (root pressure) ช่วยดันน้ำขึ้นในแนวดิ่ง ดังนั้น การเพิ่มแรงดัน ทำให้ water potential ใน vessel ด้านล่างเพิ่มขึ้น
Step 3 การคายน้ำจากปากใบสู่อากาศ	water potential ในใบสูงกว่าอากาศภายนอก ผลจากการคายน้ำ ทำให้เกิดแรงดึงช่วยในการลำเลียงใน vessel ดังนั้น การเพิ่มแรงดึง ทำให้ water potential ใน vessel ด้านบนลดลง



3. นักเรียนศึกษาการคายน้ำของพืชชนิดหนึ่ง โดยใช้กระดาษโคบอลต์คลอไรด์ ซึ่งจะเปลี่ยนสีจากสีฟ้าเป็นสีชมพูเมื่อได้รับความชื้น โดยจัดชุดการทดลอง ดังภาพ จำนวน 3 ชุด (ชุดการทดลองที่ 1 – 3) แล้วนำแต่ละชุดการทดลองวางไว้ในสภาพแวดล้อมต่างกันตามปัจจัยที่ต้องการศึกษา โดยในแต่ละชุดการทดลองจะแบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



หมายเหตุ
- ใบพืชที่ทำการทดลองมีขนาดและอายุเท่ากัน
- แผ่นพลาสติกใสถูกปิดจนสนิทเพื่อป้องกันไม่ให้ความชื้นจากภายนอกเข้ามารบกวนการทดลอง
- ปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากปัจจัยศึกษาถูกควบคุมให้เหมือนกันในแต่ละชุดการทดลอง

สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีกระดาษโคบอลต์คลอไรด์ โดยจับเวลาที่กระดาษเปลี่ยนสีได้ผลดังตาราง

ชุดการทดลองที่	ปัจจัยที่ศึกษา	ระยะเวลาที่กระดาษโคบอลต์คลอไรด์เปลี่ยนสี (นาที)	
		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1	ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ	11.5	5.0
2	อุณหภูมิ	4.0	6.0
3	ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดแสง	1.5	5.0

จากผลการทดลอง พิจารณาข้อความเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมที่ใช้ในแต่ละชุดการทดลองต่อไปนี้

ก. ชุดการทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

ข. ชุดการทดลองที่ 2 กลุ่มทดลองมีอุณหภูมิต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

ค. ชุดการทดลองที่ 3 กลุ่มทดลองมีระยะห่างจากแหล่งกำเนิดแสงน้อยกว่ากลุ่มควบคุม

ข้อความใดถูกต้อง

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

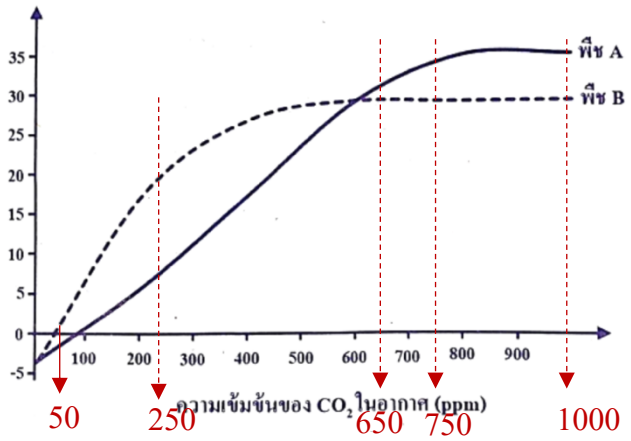
คำตอบ ข้อ 5

คำอธิบาย กระดาษโคบอลต์คลอไรด์เปลี่ยนสี ใช้เวลาน้อย = การคายน้ำได้เร็ว

ชุดการทดลองที่	ปัจจัยที่ศึกษา	ระยะเวลาที่กระดาษโคบอลต์คลอไรด์เปลี่ยนสี (นาที)	
		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1	ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ	11.5 คายน้ำช้ากว่า = ความชื้นสูงกว่า	5.0
2	อุณหภูมิ	4.0 คายน้ำเร็วกว่า = อุณหภูมิสูงกว่า	6.0
3	ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดแสง	1.5 คายน้ำเร็วกว่า = ความเข้มแสงสูงกว่า (ห่างจากแหล่งกำเนิดแสงน้อยกว่า)	5.0

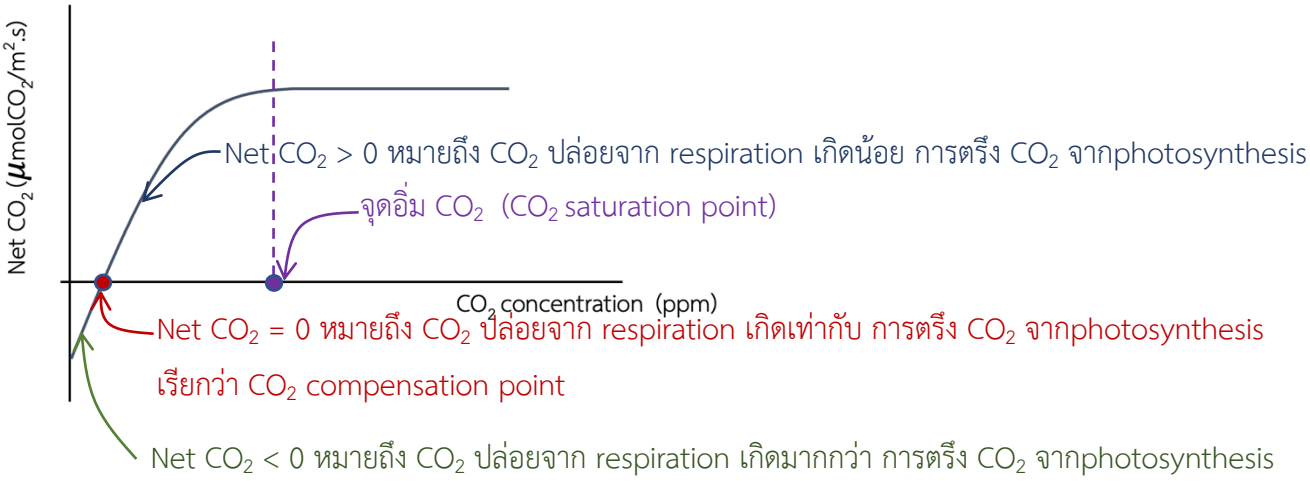
ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ	ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำ --> พืชคายน้ำเพิ่มขึ้น
ลม	ลมจะพัดพาความชื้นออกจากบริเวณใบ --> พืชคายน้ำเพิ่มขึ้น
อุณหภูมิ	อุณหภูมิสูงขึ้น --> คายน้ำเพิ่มขึ้น (แต่ถ้าสูงเกิดไป ปากใบจะปิดเพื่อเก็บรักษาน้ำ)
ความเข้มแสง	ความเข้มแสงสูง --> ปากใบเปิดกว้าง --> คายน้ำเพิ่ม
ปริมาณCO_2	CO_2 เข้มข้นสูง --> รูปากใบแคบ --> คายน้ำน้อยลง
ปริมาณน้ำในดิน	น้ำในดินน้อย --> หลั่ง ABA --> ปิดปากใบ --> คายน้ำน้อยลง

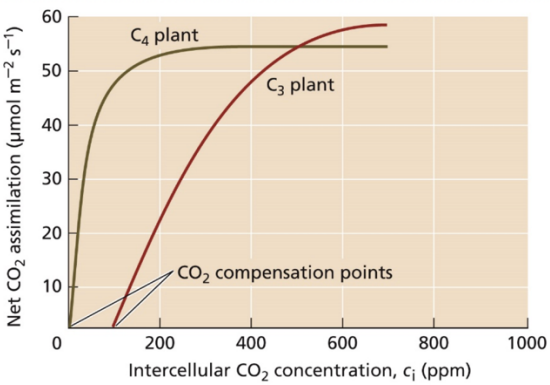
4. ผลการทดลองเปรียบเทียบอัตราการตรึง CO_2 สุทธิของพืช A และ B ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของ CO_2 ในอากาศ เป็นดังกราฟ



จากข้อมูลข้อใดระบุชนิดของพืชและอธิบายปรากฏการณ์ที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการตรึง CO_2 สุทธิ ได้ถูกต้อง

	พืช A	พืช B	ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในพืช	
1.	ข้าว	อ้อย	ที่ความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศ 50 ppm พืช A ปล่อย CO_2 จากการหายใจระดับเซลล์ในปริมาณที่ต่ำกว่า CO_2 ที่ถูกตรึงในการสังเคราะห์ด้วยแสง	ผิด สูงกว่า
2.	ข้าว	อ้อย	ความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศ 250 ppm พืช A เกิดโฟโตเรสไพเรชันมากกว่าพืช B	ถูก A = พืช C_3
3.	ข้าว	อ้อย	ความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศ 650 ppm พืช A มีการตรึงคาร์บอน 2 ครั้ง จึงมีอัตราการตรึง CO_2 สุทธิสูงกว่าพืช B	ผิด ขึ้นกับ enzyme
4.	อ้อย ✗	ข้าว ✗	ความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศ 750 ppm พืช B มีอัตราการตรึง CO_2 ต่ำกว่าพืช A ✓	ผิด
5.	อ้อย ✗	ข้าว ✗	ความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศ 1000 ppm พืช B ปล่อย CO_2 จากการ ✗ หายใจระดับเซลล์ในปริมาณที่เท่ากับ CO_2 ที่ถูกตรึงในการสังเคราะห์ด้วยแสง	ผิด

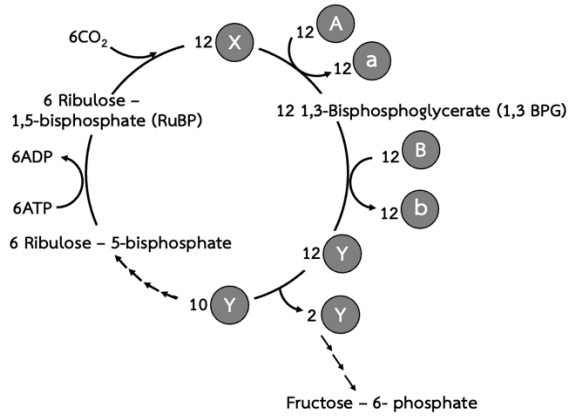




A คือ ข้าว เป็นพืช C_3 , B คือ อ้อย เป็นพืช C_4

- พืช C_3 จะมี CO_2 compensation point และ saturation point สูงกว่าพืช C_4 เนื่องจาก พืช C_3 ใช้เอนไซม์ Rubisco ในการตรึง CO_2 ทำให้เกิดการแข่งขันกับ O_2 ในการแย่งจับกับ RuBP เกิดกระบวนการเกิดโฟโตเรสไพเรชัน และตรึง CO_2 ได้น้อย
- ในขณะที่พืช C_4 ใช้เอนไซม์ PEP carboxylase ในการตรึง CO_2 จึงไม่เกิดโฟโตเรสไพเรชัน

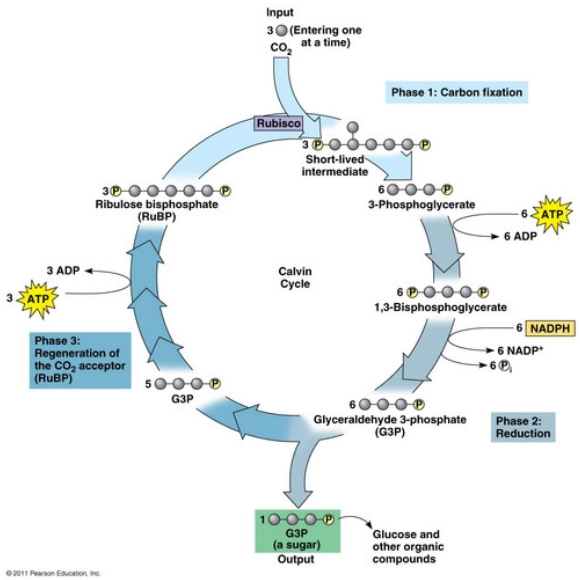
5. การเปลี่ยนแปลงสารในปฏิกิริยาของวัฏจักรคัลวิน เป็นดังภาพ



จากภาพ ข้อใดถูกต้อง

1. สาร X สร้างขึ้นในขั้นตอนคาร์บอกซิเลชัน
2. สาร Y จะเข้าสู่ขั้นตอนรีดักชันในลำดับถัดไป
3. สาร X และ สาร Y เป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน 5 อะตอม
4. สาร A และ B เข้าทำปฏิกิริยาในขั้นตอนรีเจเนอเรชัน
5. สาร A และ B เป็นสารชนิดเดียวกันและได้จากปฏิกิริยาแสง

Carboxylation	Rubisco 6RuBP (C_5) + 6CO_2 (C_1) ----------> 12PGA (C_3)	X = phosphoglyceric acid, PGA (C_3)
Reduction	12ATP 12ADP 12NADPH 12$NADP^+$ 12Pi 12PGA (C_3) ----------> 12bisPGA (C_3) ----------> 12$G_3P(C_3)$	A = ATP, a = ADP B = NADPH, b =$NADP^+$ Y = glyceraldehye 3–phosphate, G3P (C_3)
Regeneration	4Pi 6ATP 6ADP 10$G_3P(C_3)$ ----------> 6RuP (C_5) ----------> 6RuBP (C_5) 2$G_3P(C_3)$ ----------> fructose-6-phosphate (C_6)	



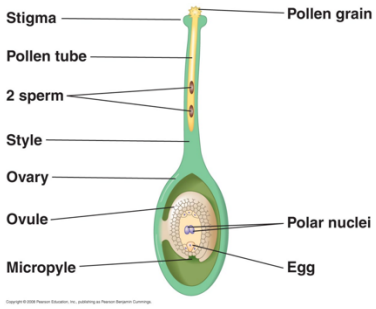
STEPS biology

6. พิจารณาจำนวนออวุลต่อหนึ่งรังไข่ของพืชดอก 3 ชนิด และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ดังตาราง

ชนิดพืช	จำนวนออวุลต่อหนึ่งรังไข่ของพืช	ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น	คำตอบ
พืช ก	30	ใช้สเปิร์มเซลล์ 30 เซลล์ สำหรับปฏิสนธิภายในออวุล	**ผิด:** ต้องใช้ 60 sperm nuclei เนื่องจากพืชดอกมี double fertilization
พืช ข	1	แกมีโทไฟต์ในออวุลพัฒนามาจากเมกะสปอร์ 4 เซลล์	**ผิด:** 1 megaspore พัฒนาเป็น 1 embryo sac (gametophyte)
พืช ค	36	ใช้เจเนอเรทิฟเซลล์ 36 เซลล์ สำหรับสร้างสเปิร์มไปปฏิสนธิภายในออวุล	**ถูก:** 1 generative nucleus แบ่งmitosis ได้ 2 sperm nuclei จึงได้ 72 sperm สำหรับ 36 ovules

ข้อใด ระบุปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้สอดคล้องกับจำนวนออวุลต่อหนึ่งรังไข่ของพืช

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



1 microsporocyte ↓ meiosis 4microspore (เหลือครบ 4 microspore)	1 megasporocyte ต่อ 1 ovule ↓ meiosis 4megaspore (สลาย 3 เหลือ 1 megaspore)
แต่ละ microspore ↓ mitosis นิวเคลียส 1 ครั้ง pollen grain (2 นิวเคลียส) - tube nucleus - generative nucleus ↓ mitosis generative nucleus 1ครั้ง pollen tube (3 นิวเคลียส) (male gametophyte) - 1 tube nucleus - 2 sperm nuclei	microspore ที่เหลือ ↓ mitosis นิวเคลียส 3 ครั้ง embryo sac (7 เซลล์ 8 นิวเคลียส) (female gametophyte) - 3 antipodals - 2 polar nuclei - 2 synergids - 1 egg
Double fertilization - sperm nuclei (n) + egg (n) ------> zygote (2n) - sperm nuclei (n) + polar nuclei (n, n) ------> endosperm (3n)	

7. นักเรียนพบข้อมูลของฮอร์โมน 3 ชนิด ที่มีสมบัติแตกต่างกัน ดังนี้

ฮอร์โมน A ทำให้เกิดการพักตัวของเมล็ดข้าวสาลีในช่วงก่อนเก็บเกี่ยว

ฮอร์โมน B ช่วยกระตุ้นการสุกของผลละมุด

ฮอร์โมน C ช่วยยืดช่อและขยายขนาดของผลองุ่น

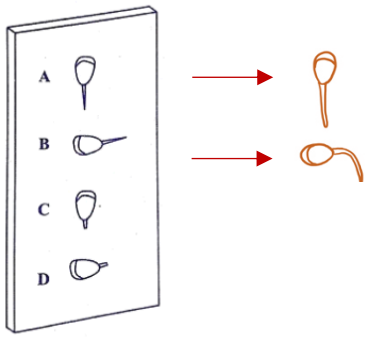
ตามข้อมูลข้อใดกล่าวถึงอิทธิพลของฮอร์โมน A B และ C ได้ถูกต้อง

1. ฮอร์โมน A ชะลอการเสื่อมตามอายุของพืช ✗ A = ABA กระตุ้นการเสื่อมตามอายุ
2. ฮอร์โมน B ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีนที่สะสมในเมล็ดพืช ✗ B = ethylene ไม่เกี่ยวกับการสังเคราะห์โปรตีน
3. ในภาวะที่พืชขาดน้ำ พืชจะสร้างฮอร์โมน B ขึ้นมากระตุ้นการปิดปากใบ ✗ การปิดปากใบเป็นผลจาก ABA
4. ฮอร์โมน C กระตุ้นการสร้างเอนไซม์สำหรับย่อยแป้งที่เก็บสะสมในเมล็ดให้กลายเป็นน้ำตาล ✓ C = gibberellin
5. ฮอร์โมน A และฮอร์โมน C ทำงานต้านกัน โดยฮอร์โมน A สร้างที่ยอด ส่วนฮอร์โมน C สร้างที่ราก แล้วลำเลียงไปยังเนื้อเยื่อเป้าหมาย ✗ A = ABA สร้างจากเซลล์ที่มี chloroplast

A = ABA กับ C = gibberellin ทำงานต้านกันเกี่ยวกับการพักและงอกของเมล็ด

ฮอร์โมน A = Abscisic Acid (ABA) ทำให้เกิดการพักตัวของเมล็ดข้าวสาลี ในช่วงก่อนเก็บเกี่ยว	ฮอร์โมน B = Ethylene (C_2H_4) ช่วยกระตุ้นการสุกของผลละมุด	ฮอร์โมน C = Gibberellin ช่วยยืดช่อและขยายขนาด ของผลองุ่น
- ทำให้เกิดการเสื่อมตามอายุ - ปิดปากใบสภาวะขาดน้ำ - กระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีน ที่สะสมในเมล็ด - ควบคุมตาและเมล็ดให้อยู่ในระยะพัก - ยับยั้งการทำงานของ gibberellin (ยับยั้งการสร้างเอนไซม์ย่อยแป้ง) - ยับยั้งการเจริญและการยืดตัวของเซลล์	- กระตุ้นการร่วงของใบ ดอก ผล - กระตุ้นการสุกของผลไม้ (ถ่านบ่มผลไม้- CaC_2 ทำปฏิกิริยา กับน้ำได้ acetylene – C_2H_2กระตุ้นการสุกของผลไม้ได้) - เร่งการไหลของน้ำยางพารา - ethylene เข้มข้นสูง กระตุ้นการขยาย ขนาดเซลล์ด้านข้าง - กระตุ้นการงอกของเมล็ด กระตุ้นการออก ดอกของพืชบางชนิด - กระตุ้นการเกิดขนราก และยับยั้งการเกิดรากแขนง	- กระตุ้นการงอกของเมล็ด โดยกระตุ้นการสร้างเอนไซม์ ย่อยแป้งในเมล็ดให้กลายเป็น น้ำตาล - กระตุ้นการยืดยาวของ เซลล์ลำต้นช่วยยืดยอด และก้านดอก
สร้างจากเซลล์ที่มี chloroplast หรือ Amyloplast (สะสมแป้ง)	สร้างได้จากเกือบทุกส่วนของพืช พบได้มากใน - เนื้อเยื่อที่กำลังเสื่อมตามอายุ - ผลบางชนิดขณะสุก - เนื้อเยื่อที่ตอบสนองต่อภาวะเครียด เช่น น้ำท่วม ความแห้งแล้ง	สร้างจาก - เมล็ดที่กำลังพัฒนา - เมล็ดที่กำลังงอก - เนื้อเยื่อเจริญบริเวณ ปลายยอด ปลายราก - อับเรณู และผล

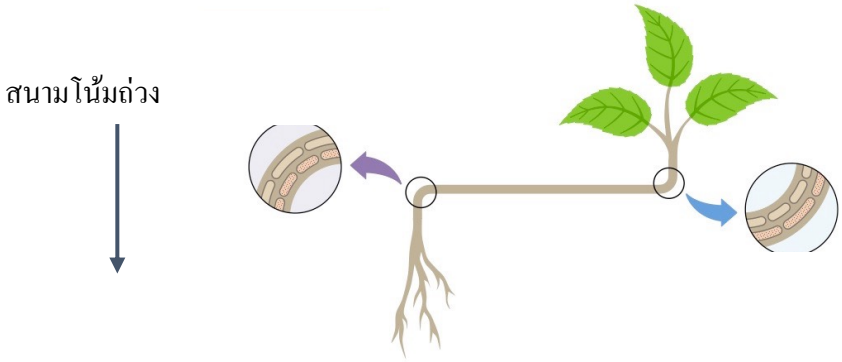
8. ทำการทดลองโดยนำภาชนะที่มีวุ้น 0.89% มาวางตั้งในแนวดิ่ง จากนั้นวางเมล็ดข้าวโพดที่พึ่งงอกลงบนวุ้น ซึ่งมีการวางเมล็ดในทิศทางเริ่มต้นแตกต่างกันดังภาพ

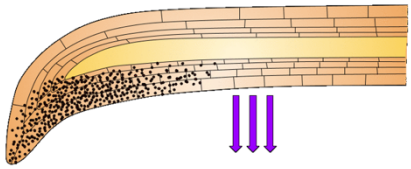
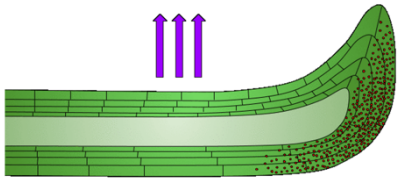


กำหนดให้ A และ B ไม่ตัดปลายราก
C และ D ตัดปลายราก

เมื่อสังเกตเมล็ดข้าวโพดบนวุ้นหลังจากผ่านไปหนึ่งสัปดาห์ข้อใดถูกต้อง

1. ชุดการทดลอง A และ B รากข้าวโพดยาวขึ้นและเจริญไปในทิศทางเดียวกัน ✓ เกิด positive gravitropism
2. ชุดการทดลอง C และ D รากเข้าโพดจะตอบสนองแบบ negative gravitropism ✗ ตัดปลายราก ทำให้ไม่ตอบสนอง
3. ในสภาพไร้แรงโน้มถ่วง ชุดการทดลอง A และ B รากข้าวโพดไม่มีการเจริญเติบโต ✗ เติบโตในทิศทางเดิม
4. แรงโน้มถ่วงมีผลต่อทิศทางการเจริญเติบโตของรากข้าวโพดแตกต่างกันในชุดการทดลอง C และ D ✗ ไม่มีผลทั้ง C D
5. ชุดการทดลอง C และ D รากข้าวโพดจะเจริญได้เท่ากับชุดการทดลอง A และ B แต่ไม่มี gravitropism ✗ A B เจริญได้ดีกว่า



การตอบสนอง	ปลายราก – โค้งลงตามทิศของแรงโน้มถ่วง	ปลายยอด – โค้งสวนทางทิศของแรงโน้มถ่วง
ชื่อการตอบสนอง	Positive gravitropism	Negative gravitropism
คำอธิบาย	 auxin ด้านล่างมีความเข้มข้นสูงกว่าด้านบน ส่งผลยับยั้งการยืดของเซลล์ราก ทำให้ด้านบนมีการยืดยาวมากกว่า ทำให้โค้งลง	 auxin ด้านล่างมีความเข้มข้นสูงกว่าด้านบน ส่งผลกระตุ้นการยืดของเซลล์ยอด ทำให้ด้านล่างมีการยืดยาวมากกว่า ทำให้โค้งขึ้น

9. นักวิทยาศาสตร์ทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตาที่มีลักษณะเมล็ดกลมสีเหลือง (ไม่ทราบจีโนไทป์) กับถั่วลันเตาที่มีเมล็ดขรุขระสีเขียว (มีจีโนไทป์ rryy) จากผลการทดลองสรุปได้ว่า “ถั่วลันเตาที่มีเมล็ดกลมสีเหลืองนั้น ทั้งสองลักษณะมีจีโนไทป์เป็นเฮทเทอโรไซกัส”

หากยีนควบคุมลักษณะผิวและสีของเมล็ดอยู่ต่างโครโมโซมกัน ข้อใดกล่าวถึงลักษณะของรุ่นลูกได้ถูกต้อง

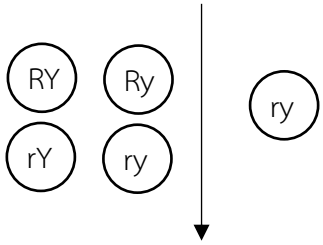
1. ไม่พบรุ่นลูกที่มีเมล็ดกลมสีเหลือง
2. รุ่นลูกมีเมล็ดกลมสีเขียวร้อยละ 25
3. รุ่นลูกมีเมล็ดกลมสีเขียวร้อยละ 75
4. รุ่นลูกมีเมล็ดขรุขระสีเหลืองร้อยละ 50
5. รุ่นลูกมีเมล็ดขรุขระสีเขียวร้อยละ 100

กำหนดให้ R ควบคุมลักษณะเมล็ดกลม, r ควบคุมลักษณะเมล็ดขรุขระ
Y ควบคุมลักษณะเมล็ดสีเหลือง, y ควบคุมลักษณะเมล็ดสีเขียว

เมล็ดกลมสีเหลืองเฮทเทอโรไซกัส x เมล็ดขรุขระสีเขียว

P: RrYy x rryy

Gamete



F_1

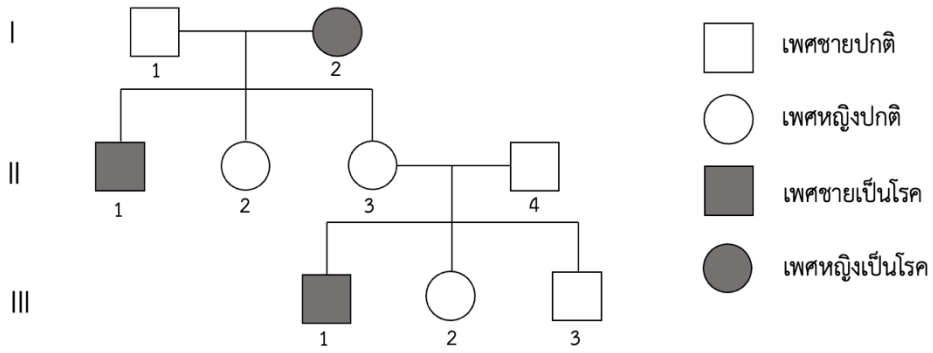
$\frac{1}{4}$ RrYy – เมล็ดกลมสีเหลือง = 25%

$\frac{1}{4}$ Rryy – เมล็ดกลมสีเขียว = 25%

$\frac{1}{4}$ rrYy – เมล็ดขรุขระสีเหลือง = 25%

$\frac{1}{4}$ rryy – เมล็ดขรุขระสีเขียว = 25%

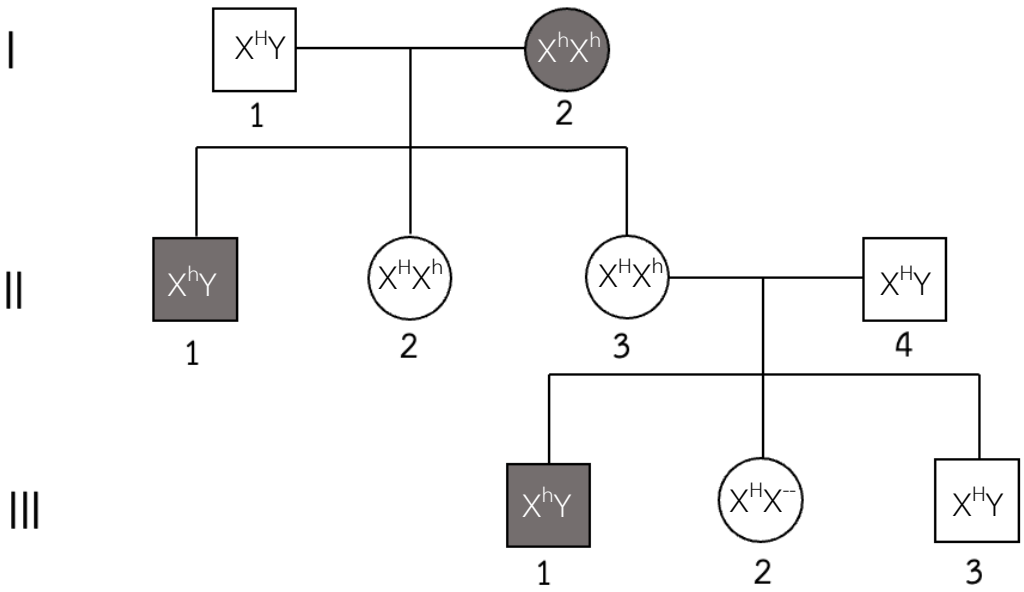
10. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของโรคทางพันธุกรรมโรคหนึ่ง เป็นดังแผนภาพ



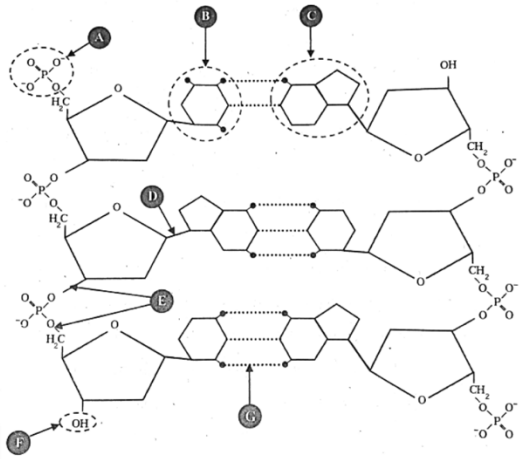
หากบุคคลรุ่นที่ II คนที่ 4 ไม่เป็นพาหะของโรค ข้อใดเป็นรูปแบบการถ่ายทอดทางพันธุกรรมเป็นไปได้มากที่สุด

1. ลักษณะที่ควบคุมโดยยีนบนโครโมโซม Y (Y-linked)
2. ลักษณะเด่นที่ควบคุมโดยยีนบนโครโมโซม X (X-linked dominant)
3. ลักษณะด้อยที่ควบคุมโดยยีนบนโครโมโซม X (X-linked recessive)
4. ลักษณะเด่นที่ควบคุมโดยยีนบนโครโมโซมร่างกาย (autosomal dominant)
5. ลักษณะด้อยที่ควบคุมโดยยีนบนโครโมโซมร่างกาย (autosomal recessive)

คำอธิบาย จาก pedigree รุ่นที่ II และ III พบว่าโอกาสเกิดโรคเกิดในเพศชายมากกว่าเพศหญิง
และการที่รุ่นที่ II คนที่ 4 ไม่เป็นพาหะของโรค
โรคนี้จึงน่าจะ ควบคุมด้วยลักษณะด้อยที่ควบคุมโดยยีนบนโครโมโซม X (X-linked recessive)
ตรวจสอบด้วยการเขียนจีโนไทป์



11. โครงสร้างของพอลินิวคลีโอไทด์ แสดงดังภาพ



จากภาพ ข้อใดถูกต้อง

1. พันธะไกลโคซิดิก (ตำแหน่ง G) เชื่อมระหว่างเบสกับน้ำตาลดีออกซีไรโบส

   ✗ พันธะไฮโดรเจนระหว่างเบสกับเบส

2. เอนไซม์เฮลิเคส ทำให้ดีเอ็นเอเกลียวคู่แยกออกจากกันโดยการทำลายพันธะไฮโดรเจน (ตำแหน่ง D)

   ✗ พันธะไฮโดรเจนอยู่ที่ตำแหน่ง G

3. เอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส สังเคราะห์ดีเอ็นเอสายใหม่จากปลาย 5' (ตำแหน่ง F) ไป 3' (ตำแหน่ง A)

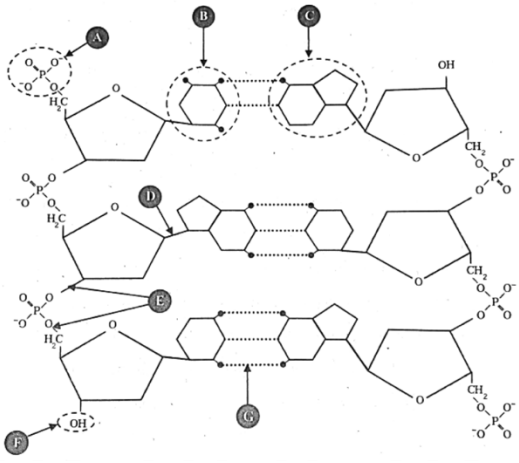
   ✗ ตำแหน่ง A คือ ปลาย 5' และตำแหน่ง F คือปลาย 3'

4. เอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส เชื่อมนิวคลีโอไทด์ โดยสร้างพันธะระหว่างเบสคู่สม (ตำแหน่ง B และ ตำแหน่ง C)

   ✗ เอนไซม์เอ็นเอไลเกส สร้างพันธะฟอสโฟไดเอสเตอร์ระหว่างนิวคลีโอไทด์

5. พันธะฟอสโฟไดเอสเตอร์ (ตำแหน่ง E) เชื่อมระหว่างอะตอมคาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ของน้ำตาลดีออกซีไรโบส กับอะตอมคาร์บอนตำแหน่งที่ 5 ของน้ำตาลดีออกซีไรโบส

A	ปลาย 5' end (phosphate group)
B	เบส thymine (T) สังเกตจากเกิดพันธะไฮโดรเจน 2 พันธะ และมีโครงสร้างเป็นวง pyrimidine
C	เบส adenine (A) สังเกตจากเกิดพันธะไฮโดรเจน 2 พันธะ และมีโครงสร้างเป็นวง purine
D	พันธะโคแวเลนซ์ระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ของน้ำตาลดีออกซีไรโบสกับเบส guanine (G)
E	พันธะฟอสโฟไดเอสเตอร์ (phosphodiester bonf) เชื่อมระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่ 3 และ 5 ของน้ำตาลดีออกซีไรโบสระหว่างนิวคลีโอไทด์
F	ปลาย 3' end (hydroxyl group)
G	พันธะไฮโดรเจน (H-bond) ระหว่างสายพอลินิวคลีโอไทด์ ระหว่าง A กับ T จำนวน 2 พันธะ ระหว่าง C กับ G จำนวน 3 พันธะ



12. ข้อใดกล่าวถึงการถอดรหัส (transcription) และการแปลรหัส (translation) เพื่อสังเคราะห์โปรตีนได้ถูกต้อง

1. การถอดรหัสทั้งในเซลล์โพรแคริโอตและเซลล์ยูแคริโอตเกิดขึ้นในไซโทพลาสซึม

✗ การถอดรหัสเซลล์ยูแคริโอตเกิดขึ้นในนิวเคลียส

2. AUG เป็นรหัสเริ่ม (start codon) ที่เป็นสามเบสแรกที่ปลาย 5' ของสาย mRNA เท่านั้น

✗ AUG สามารถพบภายในสาย mRNA ตำแหน่งอื่นนอกจากสามเบสแรกได้

3. สาย mRNA 1 สาย ถูกใช้ในการสังเคราะห์สายพอลิเพปไทด์ชนิดเดียวกันได้หลายโมเลกุล

✓ เป็นการทำงานของ polysome ที่เกิดจากหลายๆ ribosome ที่ทำงานบน mRNA เดียวกัน

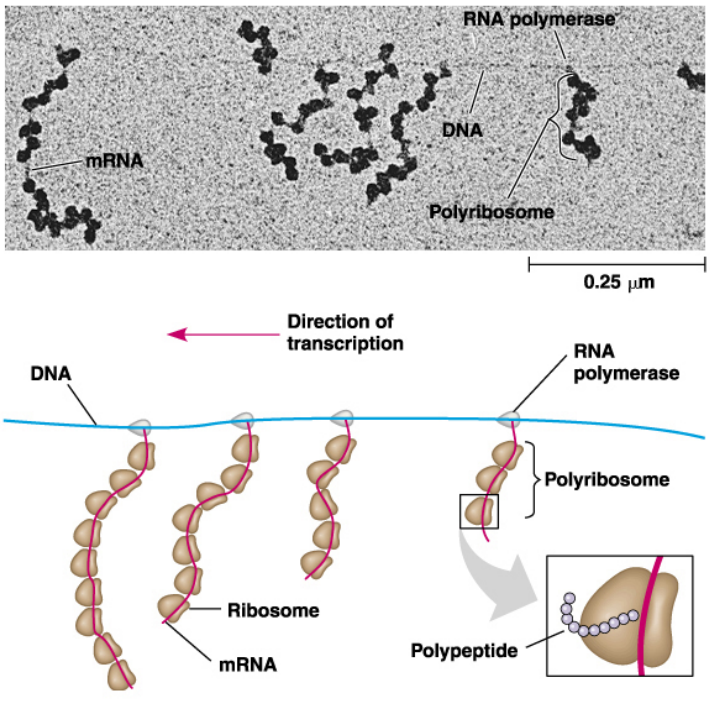
4. กระบวนการสังเคราะห์ mRNA ใช้เอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส โดยใช้สายดีเอ็นเอเป็นแม่แบบ

✗ ใช้เอนไซม์ RNA polymerase

5. การสร้างสายพอลิเพปไทด์จะเกิดขึ้นในทิศทางจากปลายคาร์บอกซิลไปยังปลายเอมีนของสายพอลิเพปไทด์

✗ การสร้างสายพอลิเพปไทด์เกิดในทิศปลายคาร์บอกซิลไปยังปลายแอมิโน

	Transcription	Translation
ในเซลล์โพรแคริโอต	Cytoplasm	Cytoplasm
ในเซลล์ยูแคริโอต	Nucleus	Cytoplasm
สิ่งที่จำเป็น	DNA template RNA polymerase Ribonucleotide	mRNA ribosome และ tRNA amino acids

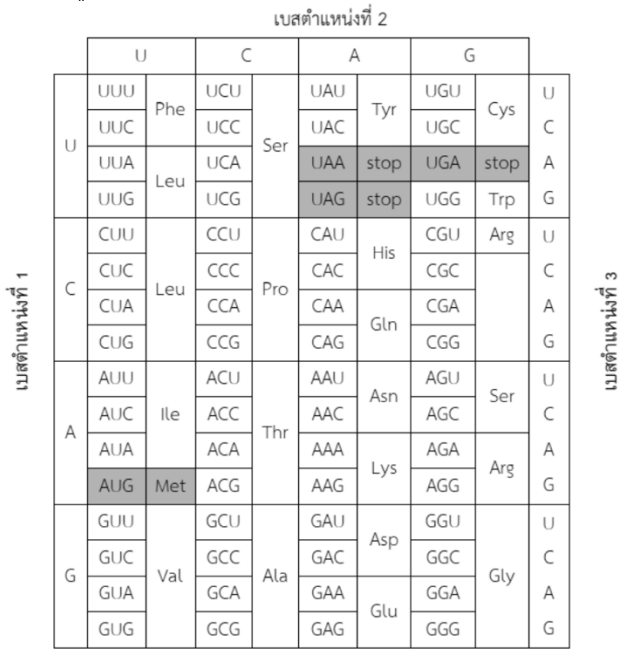


Reprinted with permission from O. L. Miller , Jr., B. A. Hamkalo, and C. A. Thomas, Jr., Science 169 (1970):392. Copyright © 1970 American Association for the Advancement of Science. ©1999 Addison Wesley Longman, Inc.

การแปลรหัสเป็นการทำงานที่เกิดจากหลายๆ ไรโบไซมที่ทำงานบน mRNA เดียวกัน เรียกว่า พอลิโซม (polysome)

โดยเมื่อไรโบโซมหนึ่งเข้าไปจับที่รหัสเริ่มต้นและเริ่มทำการแปลรหัส จากนั้นไรโบโซมจะเคลื่อนที่ไปบนสาย mRNAแล้วจะมีไรโบโซมใหม่เข้าไปจับที่รหัสเริ่มต้นและเริ่มการแปลรหัส ทำให้ mRNA 1 สาย สามารถสังเคราะห์โปรตีนชนิดเดียวกันได้จำนวนมาก

13. กำหนดให้ตารางรหัสพันธุกรรม เป็นดังนี้



เบสตำแหน่งที่ 1	U		C		A		G		เบสตำแหน่งที่ 3
U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	Leu	UCA		UAA	stop	UGA	stop	A
	UUG		UCG		UAG	stop	UGG	Trp	G
C	CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA	Gln	CGA		A
	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA		ACA		AAA	Lys	AGA	Arg	A
	AUG	Met	ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA		GCA		GAA	Glu	GGA		A
	GUG		GCG		GAG		GGG		G

กำหนดให้สายดีเอ็นเอซึ่งทำหน้าที่เป็นแม่แบบในการถอดรหัส มีลำดับเบสดังนี้

3' CATACATAGCGAGTCTGGAAACTTAAGATTGA 5'

หากมีกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนจากดีเอ็นเอสายดังกล่าว สายพอลีเพปไทด์ที่ได้ จะประกอบด้วย กรดแอมิโนกี่โมเลกุล และมีพันธะเพปไทด์กี่พันธะ

1. 6 โมเลกุล และ 5 พันธะ
2. 6 โมเลกุล และ 6 พันธะ
3. 7 โมเลกุล และ 6 พันธะ
4. 7 โมเลกุล และ 7 พันธะ
5. 10 โมเลกุล และ 9 พันธะ

ข้อนี้ หากไม่ให้ตารางแปลรหัสมาก็สามารถทำได้ โดยต้องทราบรหัสพันธุกรรม (codon) ที่เป็นจุดเริ่มและจุดสิ้นสุด

รหัสเริ่ม (start codon) คือ 5' AUG 3' นำกรดแอมิโน f-met

รหัสสิ้นสุด (stop codon) คือ 5' UAA 3' , 5' UAG 3', และ 5' UGA 3' ไม่นำกรดแอมิโนใด ๆ

DNA template 3' CATACATAGCGAGTCTGGAAACTTAAGATTGA 5'

mRNA 5' GUAUGUAUCGCUCAGACCUUUGAAUUCUAACU 3'

aâ1- aâ2- aâ3- aâ4-aâ5- aâ6 X

สายพอลีเพปไทด์ที่ได้ จะประกอบด้วยกรดแอมิโน 6 โมเลกุล และมีพันธะเพปไทด์ 5 พันธะ

14. กำหนดให้ ตารางรหัสพันธุกรรม เป็นดังนี้

นักวิจัยทำการทดลองโดยนำเซลล์หนูตะเภา ไปฉายรังสีเอ็กซ์ แล้วนำเซลล์หนูตะเภา 5 เซลล์ (A - E) มาศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ของ mRNA ของยีน X และจะนวนโครโมโซมของเซลล์ ได้ข้อมูลดังตาราง

กำหนดให้ กรอบสี่เหลี่ยมบนลำดับนิวคลีโอไทด์ของ mRNA แสดงนิวคลีโอไทด์ที่แตกต่างจากสายพันธุ์ปกติ และ นิวคลีโอไทด์ที่หายไปหนึ่งตำแหน่งจะแสดงด้วยเครื่องหมาย -

เบสตำแหน่งที่ 2

เบสตำแหน่งที่ 1	U		C		A		G		เบสตำแหน่งที่ 3
U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	Leu	UCA		UAA	stop	UGA	stop	A
	UUG		UCG		UAG	stop	UGG	Trp	G
C	CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA	Gln	CGA		A
	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA		ACA		AAA	Lys	AGA	Arg	A
	AUG	Met	ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA		GCA		GAA	Glu	GGA		A
	GUG		GCG		GAG		GGG		G

เซลล์	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ mRNA ของยีน X	จำนวนโครโมโซม
สายพันธุ์ปกติ	5' GGAUGCCCAUGAAAUGAUAG 3' aâ1- aâ2- aâ3-aâ4 stop	2n = 30
A	5' GGAUG AGA AUGAAAUGAUAG 3' aâ1 - aâ2 - aâ3-aâ4 stop	2n = 30 + 1
B	5' GGAUG CCC A CC AAAUGAUAG 3' aâ1 - aâ2- aâ3- aâ4 stop	2n = 30
C	5' GGAUGCCCAUG - - - UGAUAG 3' aâ1-aâ2-aâ3 stop	2n = 30
D	5' GGAUGCCCA A G AAAUGAUAG 3' aâ1 - aâ2- aâ3- aâ4 stop	2n = 30
E	5' GGAUGCCCAUGAAAU A AUAG 3' aâ1-aâ2-aâ3-aâ4 stop	3n = 45

จากข้อมูล ข้อสรุปเกี่ยวกับมิวเทชันในข้อใดถูกต้อง

	เซลล์	ระดับมิวเทชันที่เกิดขึ้น	ขนาดของสายพอลิเพปไทด์ เทียบกับสายพันธุ์ปกติ	การเกิด เฟรมชิฟท์มิวเทชัน
1.	A	ยีนและโครโมโซม ✓	สั้นลง ✗ เท่าเดิม	เกิด ✗
2.	B	ยีน ✓	เท่าเดิม ✓	เกิด ✗
3.	C	ยีน ✓	สั้นลง ✓	* ไม่เกิด ✓
4.	D	ยีน ✓	สั้นลง ✗ เท่าเดิม	ไม่เกิด ✓
5.	E	ยีนและโครโมโซม ✓	เท่าเดิม ✓	เกิด ✗

* เฟรมชิฟท์มิวเทชัน (frameshift mutation) เกิดจากการเพิ่มขึ้นหรือขาดหายของ 1 – 2 นิวคลีโอไทด์ ทำให้ลำดับของแปลรหัสหลังจากนั้นเปลี่ยนแปลงไป หากเป็นการขาดหายไปทีละ 3 นิวคลีโอไทด์ ส่งผลให้กรดแอมิโนหายไป 1 โมเลกุล แต่ไม่ส่งผลต่อลำดับการแปลรหัสตำแหน่งอื่น ๆ จึงไม่นับเป็นเฟรมชิฟท์มิวเทชัน

15. การโคลนชิ้นดีเอ็นเอของยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียเพื่อสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ นักวิจัยใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะต่างชนิดกันมาตัดชิ้นดีเอ็นเอในหลอดทดลองแต่ละหลอด รายละเอียดดังตาราง

หลอดที่	เอนไซม์ตัดจำเพาะที่ใช้ตัดชิ้นดีเอ็นเอ	ลำดับเบสที่บริเวณจดจำและตำแหน่งตัดจำเพาะ	ขนาดของชิ้นดีเอ็นเอที่ตัดได้ (bp)
1	ไม่ใส่เอนไซม์	-	-
2	*Bam*HI	5' ... G↓G A T C C ... 3' 3' ... C C T A G↑G ... 5'	200
3	*Eco*RI	5' ... G↓A A T T C ... 3' 3' ... C T T A A↑G ... 5'	300
4	*Bst*I	5' ... G↓G A T C C ... 3' 3' ... C C T A G↑G ... 5'	400
5	*Sma*I	5' ... C C C↓G G G ... 3' 3' ... G G G↑C C C ... 5'	500

นำชิ้นดีเอ็นเอที่ตัดได้ในแต่ละหลอดไปเชื่อมกับพลาสมิดที่ถูกตัดด้วย *Bam*HI โดยใช้เอนไซม์ไลเกส จากนั้นถ่ายพลาสมิดแต่ละหลอดที่ได้เข้าสู่เซลล์แบคทีเรียเพื่อเพิ่มจำนวน แล้วจึงสกัดพลาสมิดและใช้เทคนิคพีซีอาร์ในการตรวจสอบพลาสมิดดีเอ็นเอที่ได้ โดยไพรเมอร์ที่ใช้จะจับบริเวณก่อนและหลังตำแหน่งตัดจำเพาะของ *Bam*HI บนพลาสมิดดังภาพ (ลูกศรสีขาวแสดงบริเวณที่ไพรเมอร์จับ)

กำหนดให้ พลาสมิดที่ไม่มีชิ้นดีเอ็นเอแทรก
จะได้ผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ขนาด 50 bp

จากข้อมูล ข้อใดระบุผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ถูกต้อง

	หลอดที่	ขนาดของผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ (bp)	เฉลย
1.	1	ไม่เกิดผลิตภัณฑ์	50
2.	2	50 และ 200	50 และ (50 + 200 = 250)
3.	3	50 และ 350	50
(4.)	4	50 และ 450 ✓	50 และ (50 + 400 = 450)
5.	5	50 และ 500	50

* หลอดที่ 2 และ 4 *Bam*HI และ *Bst*I มีตำแหน่งตัดจำเพาะเหมือนกัน จึงสามารถเชื่อมต่อยีนเข้ากับพลาสมิดที่ตัดด้วย *Bam*HI ได้ ทำให้ได้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ที่มีขนาดรวมระหว่างยีนและพลาสมิด และพลาสมิดปกติที่มีโอกาสกลับมาเชื่อมต่อกันเองโดยไม่มียีน

ในขณะที่หลอด 1, 3 และ 5 ไม่สามารถเชื่อมยีนเข้ากับพลาสมิดได้ เมื่อพีซีอาร์จึงได้เฉพาะพลาสมิดขนาด 50bp

16. นักวิทยาศาสตร์ติดตามความถี่แอลลีลของยีนสีขนในประชากรสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งเป็นระยะเวลานาน 6 ปี โดยประชากรนี้เป็นประชากรขนาดเล็กที่อาศัยบนเกาะขนาดเล็กซึ่งห่างไกลจากแผ่นดินใหญ่และเกาะอื่น ๆ พบว่า สิ่งมีชีวิตชนิดนี้มีพฤติกรรมในการผสมพันธุ์ปีละครั้ง ได้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล ดังตาราง

แอลลีล	ความถี่ของแอลลีลในปีที่					
	1	2	3	4	5	6
A	0.5	0.2	0.4	0.9	1	1
a	0.5	0.8	0.6	0.1	0	0

การเปลี่ยนแปลงความถี่แอลลีลของยีนที่พบจากการศึกษานี้ น่าจะเป็นผลมาจากปัจจัยใดมากที่สุด

1. มิวเทชัน (mutation)
2. การถ่ายเทยีน (gene flow)
3. การคัดเลือกโดยธรรมชาติ (natural selection)
4. การผสมพันธุ์แบบไม่สุ่ม (nonrandom mating)
5. เจเนติกดริฟต์แบบสุ่ม (random genetic drift)

ปัจจัยที่ทำให้ความถี่ของแอลลีลในประชากรเปลี่ยนแปลง

1. เจเนติกดริฟต์แบบสุ่ม (random genetic drift) เกิดขึ้นในประชากรที่มีขนาดเล็กและเมื่อเกิดเหตุการณ์แบบเฉพาะเจาะจงจนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของอัลลีล และอาจทำให้ความถี่บางอัลลีลหายไปจากยีนพูลของประชากร
   - ปรากฏการณ์คอขวด (bottleneck effect) ประชากรขนาดใหญ่ประสบเหตุการณ์ที่ทำให้ประชากรมีขนาดเล็กลงอย่างรวดเร็วเช่นไฟป่า ความแห้งแล้ง โรคระบาด การล่า ประชากรที่อยู่รอดในจำนวนเล็กน้อย จึงเป็นตัวกำหนดความถี่อัลลีลในรุ่นต่อ ๆ ไป
   - ปรากฏการณ์ผู้ก่อตั้ง (founder effect) ประชากรจำนวนเล็กน้อยที่มีการอพยพไปยังในแหล่งที่อยู่ใหม่จะเป็นตัวกำหนดความถี่อัลลีลในประชากรใหม่ ที่แตกต่างจากประชากรในแหล่งที่อยู่เดิม
2. การถ่ายเทยีน (gene flow) เกิดจากประชากรสองบริเวณที่ถูกแยกกันด้วยสิ่งกีดขวาง เช่น แม่น้ำ ภูเขา แผ่นดิน ต่อมาเมื่อประชากรสองบริเวณสามารถ ถ่ายโอนถึงกันได้ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายยีนระหว่างประชากร ส่งผลให้ความถี่ของแอลลีลในแต่ละประชากรเปลี่ยนแปลง
3. การผสมพันธุ์แบบไม่สุ่ม (nonrandom mating)
   - การผสมพันธุ์แบบเลือกลักษณะ (assortative mating) บางลักษณะถูกคัดเลือกไว้มากกว่าลักษณะอื่น ๆ
   - การผสมพันธุ์ในเครือญาติ (inbreeding) ไม่ทำให้ความถี่ของแอลลีลในยีนพูลเปลี่ยนแปลง แต่ส่งผลทำให้จีโนไทป์ที่เป็นโฮโมไซกัสเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลเสียต่อการอยู่รอด
4. มิวเทชัน (mutation)
5. การคัดเลือกโดยธรรมชาติ (natural selection)

17. ในการศึกษาความสัมพันธ์ทางสายเลือดของพ่อ แม่ และลูก สามารถใช้เทคนิคพีซีอาร์ในการวิเคราะห์โครโมโซมได้ การศึกษาหนึ่งได้วิเคราะห์โครโมโซมจำนวน 4 ตำแหน่งและตรวจหมู่เลือดระบบ ABO ของบุคคล 7 คน โดยในกลุ่มบุคคลที่มีครอบครัวหนึ่งประกอบด้วยพ่อ แม่ และลูก รวมอยู่ด้วย ผลการศึกษาเป็นดังตาราง

บุคคล	ขนาดผลิตภัณฑ์ของพีซีอาร์ (bp)				หมู่เลือด
	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 3	ตำแหน่งที่ 4	
เล็ก (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.

(1) การระบุความสัมพันธ์ของพ่อ แม่ และลูก โดยการใช้เทคนิคพีซีอาร์ เมื่อพิจารณาขนาดผลิตภัณฑ์ของพีซีอาร์จากของลูก ขนาดของผลิตภัณฑ์ชิ้นหนึ่งจะได้รับมากจากแม่ และอีกชิ้นหนึ่งจะได้รับมาจากพ่อ

บุคคล	ขนาดผลิตภัณฑ์ของพีซีอาร์ (bp)				หมู่เลือด
	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 3	ตำแหน่งที่ 4	
เล็ก (ลูก)	100, 200 จากแม่ จากพ่อ	150, 250 จากพ่อ จากแม่	80, 160 จากแม่ จากพ่อ	300, 400 จากพ่อ จากแม่	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

(2) เมื่อพิจารณาหมู่เลือดลูกที่เป็นหมู่ O จะมีจีโนไทป์ ii และแม่มีหมู่เลือดหมู่ A ซึ่งมีจีโนไทป์เป็น I^Ai บุคคลที่สามารถเป็นพ่อของลูกได้จะต้องมีหมู่ O (ii),หมู่ A (I^Ai) หรือ หมู่ B (I^Bi)

เมื่อพิจารณาทั้งขนาดผลิตภัณฑ์ของพีซีอาร์และหมู่เลือดบุคคลที่สามารถเป็นพ่อของลูกได้คือ นาย ข.

18. การศึกษาประชากรของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง พบว่า สมาชิกในประชากรนี้จะจับคู่ผสมพันธุ์กับสมาชิกที่มีจีโนไทป์เหมือนกันเท่านั้น เช่น ตัวที่มีจีโนไทป์ Aa จะจับคู่ผสมพันธุ์กับตัวที่มีจีโนไทป์ Aa เท่านั้น

หากไม่มีปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นมาเกี่ยวข้อง เมื่อเวลาผ่านไปหลายชั่วรุ่น ความถี่ของจีโนไทป์ต่าง ๆ จะมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

	ความถี่ของจีโนไทป์ AA	ความถี่ของจีโนไทป์ Aa	ความถี่ของจีโนไทป์ Aa
1.	เพิ่มขึ้น	ลดลง	เพิ่มขึ้น
2.	ลดลง	เพิ่มขึ้น	ลดลง
3.	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	ลดลง
4.	เพิ่มขึ้น	คงที่	ลดลง
5.	คงที่	คงที่	คงที่

ตัวอย่างที่ 1 สมมติประชากรเริ่มต้นมี 6 หน่วย คือ AA AA Aa Aa aa aa

ความถี่จีโนไทป์	ความถี่ AA = $\frac{2}{6}$	ความถี่ Aa = $\frac{2}{6}$	ความถี่ aa = $\frac{2}{6}$
ปล่อยให้ผสมและพิจารณาลูกทั้งหมด 4 ส่วน	AA x AA ↓ $\frac{4}{4}$ AA AA AA AA AA	Aa x Aa ↓ $\frac{1}{4}$ AA: $\frac{2}{4}$ Aa: $\frac{1}{4}$ aa AA Aa Aa aa	aa x aa ↓ $\frac{4}{4}$ aa aa aa aa aa
ความถี่จีโนไทป์	ความถี่ AA = $\frac{5}{12}$	ความถี่ Aa = $\frac{2}{12}$	ความถี่ aa = $\frac{5}{12}$
การเปลี่ยนแปลงความถี่จีโนไทป์	เพิ่มขึ้น	ลดลง	เพิ่มขึ้น

ตัวอย่างที่ 2 สมมติประชากรเริ่มต้นมี 2 หน่วย คือ Aa Aa และเกิดการผสมพันธุ์กันในเครือญาติ

ความถี่จีโนไทป์ รุ่น P	ความถี่ AA = 0	ความถี่ Aa = 1 Aa x Aa	ความถี่ aa =0
ความถี่จีโนไทป์ รุ่น F1	$\frac{1}{4}$ AA (เพิ่มขึ้น)	$\frac{2}{4}$ Aa (ลดลง)	$\frac{1}{4}$ aa (เพิ่มขึ้น)

ขยายอัตราส่วนให้ F1 มีประชากร 8 หน่วย จะได้ AA AA Aa Aa Aa Aa aa aa และเกิดการผสมพันธุ์

AA x AA ↓ $\frac{4}{4}$ AA AA AA AA AA	Aa x Aa ↓ $\frac{1}{4}$ AA: $\frac{2}{4}$ Aa: $\frac{1}{4}$ aa AA Aa Aa aa	Aa x Aa ↓ $\frac{1}{4}$ AA: $\frac{2}{4}$ Aa: $\frac{1}{4}$ aa AA Aa Aa aa	aa x aa ↓ $\frac{4}{4}$ aa aa aa aa aa

ความถี่จีโนไทป์ รุ่น F2	$\frac{6}{16}$ AA (เพิ่มขึ้น)	$\frac{4}{16}$ Aa (ลดลง)	$\frac{6}{16}$ aa (เพิ่มขึ้น)

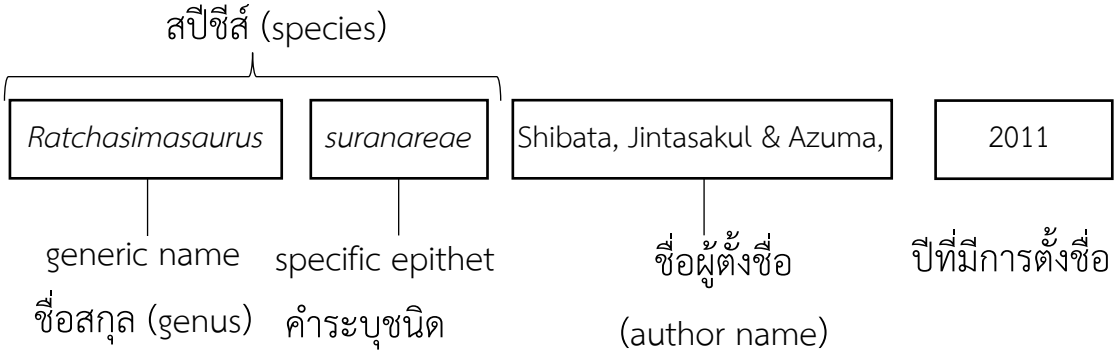
19. ไดโนเสาร์ชนิดหนึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า

Ratchasimasaurus suranareae Shibata, Jintasakul & Azuma, 2011

จากข้อมูลข้อใดถูกต้อง

1. จีนัสของไดโนเสาร์นี้คือ *suranareae*
2. จีนัสของไดโนเสาร์นี้คือ *Ratchasimasaurus*
3. สปีชีส์ของไดโนเสาร์นี้คือ *suranareae*
4. สปีชีส์ของไดโนเสาร์นี้คือ *Ratchasimasaurus*
5. สปีชีส์ของไดโนเสาร์นี้คือ *Ratchasimasaurus suranareae* Shibata, Jintasakul & Azuma, 2011

- การตั้งชื่อตามรับบทวินาม (binomial nomenclature)



Genus : *Ratchasimasaurus*

Species: *Ratchasimasaurus suranareae*

20. นักวิทยาศาสตร์สำรวจเกาะแห่งหนึ่ง พบชายหาด 3 แห่ง ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยบันทึกการพบสิ่งมีชีวิตในแต่ละหาดทราย ดังตาราง

สิ่งมีชีวิต / หาดทราย	หญ้าลอยลม (*Spinifex littoreus*)	ผักบุ้งทะเล (*Ipomoea pes-caprae*)	หอยเสียบ (*Pharella javanica*)	ปูเสฉวน (*Coenobita rugosus*)	หอยทับทิม (ลายแบบที่ 1) (*calliostoma Virescens*)	หอยทับทิม (ลายแบบที่ 2) (*calliostoma Virescens*)	หอยทับทิม (ลายแบบที่ 3) (*calliostoma Virescens*)
A	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓
B	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓
C	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗

กำหนดให้ เครื่องหมาย ✓ หมายถึง พบสิ่งมีชีวิต
เครื่องหมาย ✗ หมายถึง ไม่พบสิ่งมีชีวิต

ข้อมูลพิจารณาข้อความต่อไปนี้

✗ ก. หาดทราย A มีความหลากหลายของสปีชีส์เท่ากับหาดทราย C
หาดทราย A มี 3 สปีชีส์ หาดทราย C มี 4 สปีชีส์

✓ ข. หาดทราย A มีความหลากหลายทางพันธุกรรมของหอยทับทิมมากกว่าหาดทราย B
หาดทราย A หอยทับทิมมีลาย 3 แบบ หาดทราย B หอยทับทิมมีลาย 2 แบบ

✗ ค. ผู้ผลิตที่พบบนหาดทราย B มีความหลากหลายของสปีชีส์มากกว่าที่พบบนหาดทราย C
หาดทราย B มีผู้ผลิต 2 สปีชีส์ หาดทราย C มีผู้ผลิต 2 สปีชีส์เท่ากัน

ข้อความใดกล่าวถึงความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้อง

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

การจัดระดับความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) 3 ระดับ

Genetic Diversity	Species Diversity	Ecological Diversity
ความแตกต่างที่เกิดขึ้นภายในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน	จำนวนชนิดที่แตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่หนึ่ง	ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิที่แตกต่างกันที่ทำให้แต่ละพื้นที่มีสิ่งมีชีวิตเฉพาะ

21. จากการสำรวจพืชในท้องถิ่น 4 ชนิด พบว่า พืชแต่ละชนิดมีลักษณะ ดังนี้

ชนิดของพืช	ลักษณะที่พบ	เฉลยคำอธิบาย
A	- ระยะแกมีโทไฟต์พบส่วนคล้ายใบเรียงวนรอบแกนกลาง - ระยะสปอโรไฟต์เจริญบนแกมีโทไฟต์และมีอายุสั้น - พบไรซอยด์ทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหาร - สปอร์เพศผู้และเพศเมียเจริญแยกต้น	A = มอส
B	- ระยะสปอโรไฟต์เด่นชัด - ใบมีลักษณะเป็นแผ่นกว้าง พบเส้นใบเป็นร่างแห - ภายในรากและลำต้น พบโครงสร้างของไซเล็มและโฟลเอ็ม - ออวุลมีรังไข่ห่อหุ้ม	B = พืชดอก
C	- ระยะแกมีโทไฟต์สั้นกว่าระยะสปอโรไฟต์ - พบโครงสร้างของราก ลำต้น และใบ รวมถึงเนื้อเยื่อท่อลำเลียง - ใบอ่อนม้วนงอจากปลายเข้าหาโคนใบ - มีอับสปอร์กระจุกอยู่ใต้ใบ	C = เฟิร์น
D	- ไม่พบไซเล็มและโฟลเอ็ม - ระยะแกมีโทไฟต์มีลักษณะเป็นแผ่นมีรอยหยักบริเวณขอบ ส่วนระยะสปอโรไฟต์มีลักษณะเป็นท่อเรียวแหลม - ภายในเซลล์พบคลอโรพลาส 1 อัน - อับสปอร์แก่ปลายจะแตกเป็น 2 ซีก	D = ฮอร์นเวิร์ต

หากมีการศึกษาลักษณะต่าง ๆ เพิ่มเติมในพืชทั้ง 4 ชนิด ข้อใดถูกต้อง

✓ 1. พืชชนิด A ไม่พบไซเล็มและโฟลเอ็มเช่นเดียวกับพืชชนิด D

A และ D เป็นพืชกลุ่ม bryophyte (non vascular plant)

✗ 2. พืชชนิด B พบกระจุกอับสปอร์ใต้ใบเช่นเดียวกับพืชชนิด C

B เป็นพืชกลุ่ม Angiosperm อวัยวะสร้างสปอร์อยู่ในโครงสร้างของดอก

✗ 3. พืชชนิด C มีแกมีโทไฟต์ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับพืชชนิด A

แกมีโทไฟต์ของพืช C คือ prothallus ที่มีทั้ง antheridium และ archegonium

✗ 4. พืชชนิด D มีสปอร์แยกเพศเช่นเดียวกับพืชชนิด B

D เป็น hornworts มีสปอร์ไม่แยกเพศ เมื่อพัฒนาเป็น gametophyte จึงมีทั้ง antheridium และ archegonium อยู่บนต้นเดียวกัน

✗ 5. พืชชนิด B และ พืชชนิด C ไม่มีการสร้างเมล็ด

B เป็นพืชกลุ่ม Angiosperm มีการสร้างเมล็ด แต่ C ไม่มีการสร้างเมล็ด

22. พิจารณาไดโคโทมัสคีย์ต่อไปนี้ โดย A – E คือ สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด

1 ก. มีเนื้อเยื่อ.....ดูข้อ 2

1 ข. ไม่มีเนื้อเยื่อที่แท้จริง.....(A) Poriferans

2 ก. มีสมมาตรแบบรัศมี.....(B) Cnidarians

2 ข. มีสมมาตรแบบครึ่งซีก.....ดูข้อ 3

3 ก. โพรโทสโทเมีย.....ดูข้อ 4

3 ข. ดิวเทอโรสโทเมีย.....ดูข้อ 5

4 ก. ไม่มีโพรงลำตัว.....(C) Platyhelminths

4 ข. มีโพรงลำตัว.....หอยทาก

5 ก. มีโนโทคอร์ด.....(D) Chordates

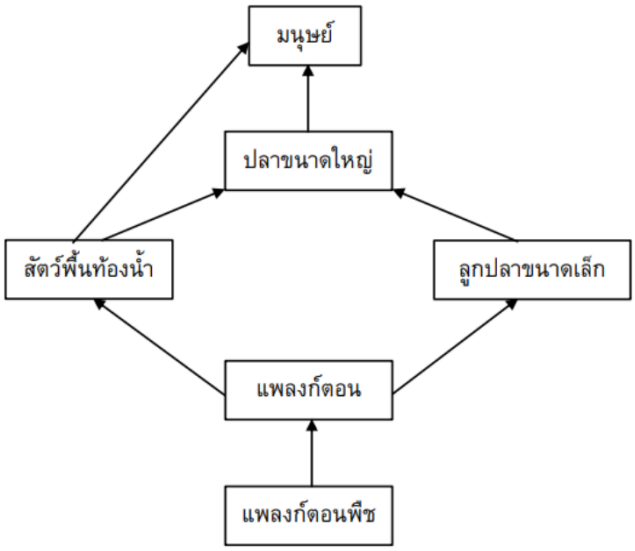
5 ข. ไม่มีโนโทคอร์ด.....(E) Echinoderms

ข้อใดระบุสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง

	A	B	C	D	E
1.	ปะการัง	ฟองน้ำ	พยาธิใบไม้	ดาวทะเล	เพรียงหัวหอม
2.	ฟองน้ำ	ดาวทะเล	ดอกไม้ทะเล	เม่นทะเล	แอมฟิออกซัส
3.	ปะการัง	ดาวทะเล	ปลิงทะเล	ปลากะพง	ดอกไม้ทะเล
4.	ดอกไม้ทะเล	ฟองน้ำ	ปลิงทะเล	พยาธิตัวตืด	เพรียงหัวหอม
(5.)	ฟองน้ำ	ปะการัง	พยาธิตัวตืด	เพรียงหัวหอม	ปลิงทะเล

A	Poriferans	ฟองน้ำแก้ว (มี SiO_2), ฟองน้ำหินปูน (มี $CaCO_3$), ฟองน้ำโปรตีน
B	Cnidarians	แมงกะพรุน, ปะการัง, กัลปังหา, Hydra, Obelia, Sea anemone, sea fan, sea pen, Portuguese man of war
C	Platyhelminths	หนอนหัวขวาน Planaria, ปลิงใส, หนอนทะเล (polyclad flatworm), พยาธิใบไม้, พยาธิตัวตืด
D	Chordates	แหลนทะเล เพรียงหัวหอม เพรียงลอย Lampreys , Hagfish, ปลา, Amphibians, Reptiles, Mammals
E	Echinoderms	ดาวทะเล ดาวเปราะ ดาวขนนก เม่นทะเล ปลิงทะเล อีแปะทะเล/เหรียญทะเล (sand dollar)

23. แหล่งน้ำแห่งหนึ่งมีสายใยอาหาร ดังแผนภาพ



หากมีการปนเปื้อนของสาร X ในแหล่งน้ำแห่งนี้ และเกิดไบโอแมกนิฟิเคชัน ซึ่งสารนี้เป็นสารที่ใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช แต่สารนี้มีความคงทนในธรรมชาติสูง จึงทำให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนในดินซึ่งอาจถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำต่อไป

จากข้อมูล ข้อใดถูกต้อง

✗ 1. แพลงก์ตอนพืชจะไม่มีการสะสมสาร X
แพลงก์ตอนพืชมีการสะสมสาร X จากแหล่งน้ำได้

✗ 2. มนุษย์จะไม่สะสมสาร X เนื่องจากไม่ได้อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ
มนุษย์มีการสะสมสาร X จากปลาขนาดใหญ่บริโภค และระดับความเข้มข้นของสาร X สูงสุด

✗ 3. ลูกปลาขนาดเล็กจะมีระดับความเข้มข้นของสาร X น้อยที่สุด
แพลงก์ตอนพืชมีระดับความเข้มข้นของสาร X น้อยที่สุด

✓ 4. ปลาขนาดใหญ่จะสะสมสาร X จากสัตว์พื้นท้องน้ำและลูกปลาขนาดเล็ก
ปลาขนาดใหญ่จะสะสมสาร X จากอาหารที่กิน ได้แก่สัตว์พื้นท้องน้ำและลูกปลาขนาดเล็ก

✗ 5. แพลงก์ตอนสัตว์จะมีระดับความเข้มข้นของสาร X มากกว่าปลาขนาดใหญ่
แพลงก์ตอนพืชมีระดับความเข้มข้นของสาร X ต่ำกว่าปลาขนาดใหญ่

ไบโอแมกนิฟิเคชัน (biomagnification)
คือ กระบวนการสะสมสารเคมีหรือสารพิษ
โดยสิ่งมีชีวิตจากแหล่งน้ำที่อาศัยและอาหาร
โดยความเข้มข้นของสารเคมีจะมากขึ้น
ตามลำดับขั้นของ trophic level
ของโซ่อาหารหรือใยอาหาร

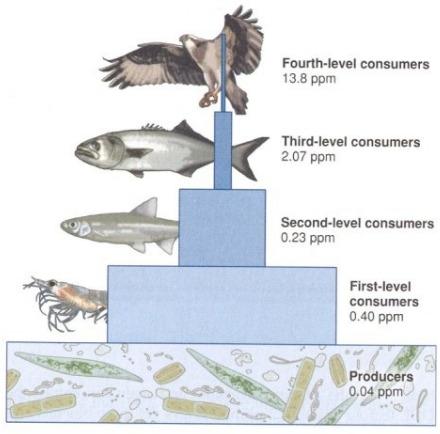
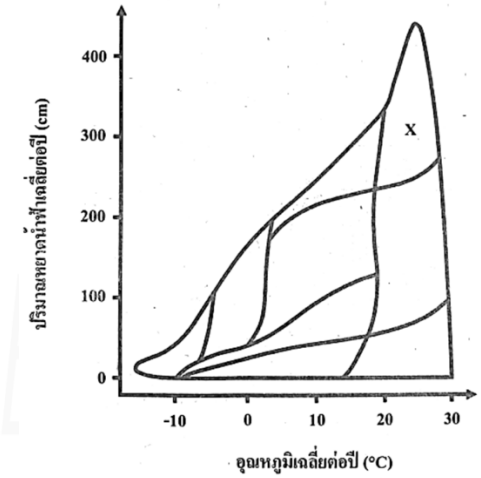


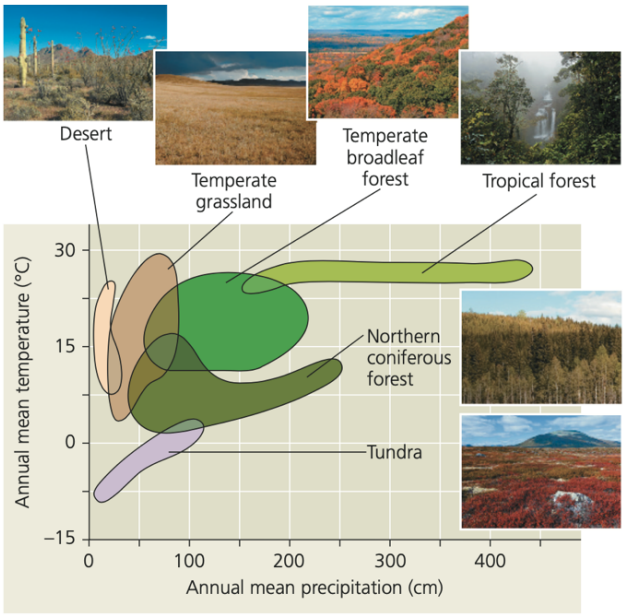
FIGURE 5.16 **Biomagnification** The concentration of DDE increases from 0.04 ppm in primary producers to 13.8 ppm as it moves up the food chain. These large increases are possible because the concentration increases by about a factor of 10 at each step. For example, the concentration increases about ninefold (2.07 ppm/0.23 ppm) from silversides (second-level consumers) to bluefish (third-level consumers).

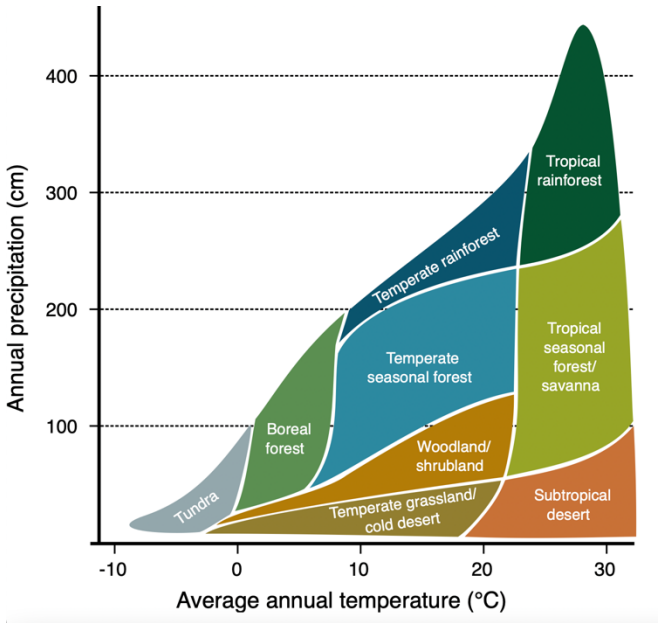
24. ข้อมูลปริมาณหยาดน้ำฟ้า และอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีของไบโอมบนบกชนิดต่าง ๆ เป็นดังกราฟ



จากกราฟข้อใดคือลักษณะทั่วไปของไบโอม X

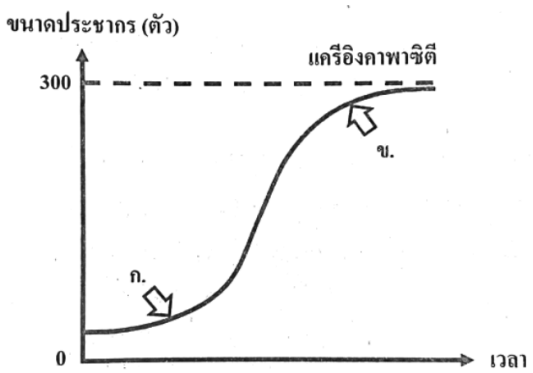
1. มีผู้ผลิตส่วนใหญ่เป็นมอสและไลเคน ✗ (พืชมีการแบ่งชั้นตามระดับความสูงของพืชได้หลายชั้น)
2. ตั้งอยู่เหนือเส้นศูนย์สูตรมากกว่า 30 องศา ✗ (tropical zone – ต่ำกว่า 30 องศา)
3. มีฝนตกน้อยแต่มีหิมะตกมากในช่วงฤดูหนาว ✗(ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีสูง ไม่มีหิมะ)
4. อุณหภูมิแตกต่างกันมากระหว่างกลางวันและกลางคืน ✗(อุณหภูมิกลางวันกลางคืนแตกต่างกันไม่มาก)
5. มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงสุดเมื่อเทียบกับไบโอมอื่น





ข้อมูลสถานที่ tropical forest	อุณหภูมิ	น้ำฝน (cm/ปี)	ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต
กระจายใกล้เส้นศูนย์สูตร เช่น ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ	อุณหภูมิและความชื้นไม่เปลี่ยนแปลงมากตลอดปี (25 - 29°C)	ป่าดิบชื้นมีค่าสูง 200 – 400	มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตสูงที่สุด พืชมีการแบ่งชั้นตามระดับความสูงของพืชได้หลายชั้น

25. การเปลี่ยนแปลงตามเวลาของประชากรไก่ป่าบนเกาะแห่งหนึ่ง แสดงดังกราฟ



จากกราฟ หากไม่มีการอพยพเข้าและออกของประชากรไก่ป่า ข้อใดถูกต้อง

✗ 1. การเติบโตของประชากรเป็นแบบเอ็กโพเนนเชียล

Logistic population growth (Sigmoidal curve, S shape)

✗ 2. ตำแหน่ง ก. คือช่วงเวลาที่มีอัตราการเกิดน้อยกว่าอัตราการตาย

ช่วงแรกอัตราการเกิดมากกว่าอัตราการตายเล็กน้อย ทำให้ประชากรเติบโตช้า ๆ

✗ 3. ตำแหน่ง ข. คือช่วงเวลาที่มีอัตราการตายมากกว่าอัตราการเกิด

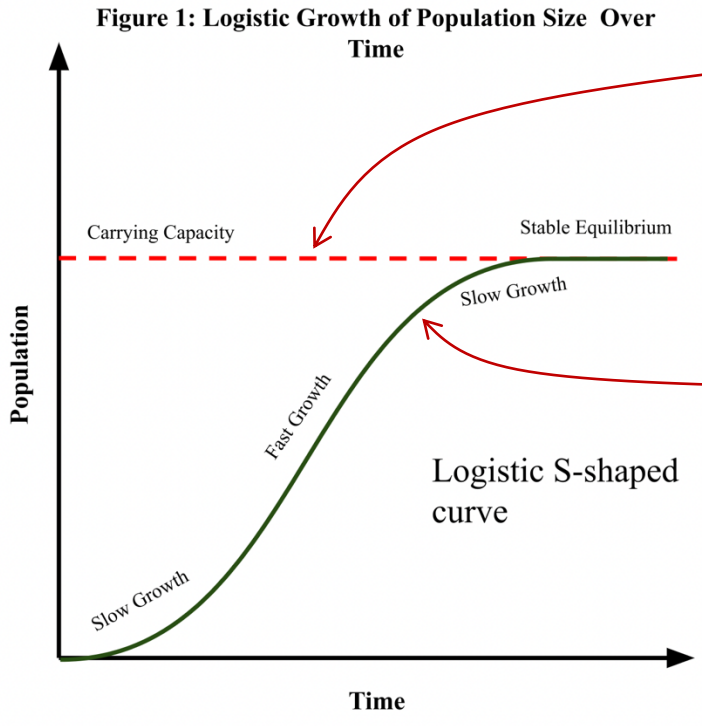
อัตราการเกิดมากกว่าอัตราการตายเล็กน้อย ประชากรเติบโตช้าลงเนื่องจากมีตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อม

✗ 4. หากนำไก่ฟ้ามาปล่อยเพิ่มอีก 100 ตัวจะทำให้ค่าแครีอิงคาพาซิตีสูงขึ้น

ภาวการแข่งขันจะสูงขึ้นแต่อาหารยังมีจำกัด จะทำให้แครีอิงคาพาซิตีต่ำลง

✓ 5. หากขนาดประชากรของไก่ป่าเกิน 300 ตัวจะมีอัตราการตายมากกว่าอัตราการเกิด

ประชากรที่เกินกว่าแครีอิงคาพาซิตีที่สภาพแวดล้อมสามารถรองรับได้จะมีอัตราการตายมากกว่าอัตราการเกิด



carrying capacity ขนาดประชากรสูงสุดที่สภาพแวดล้อมสามารถรองรับได้
- ขนาดประชากรสูงสุด
- ขนาดประชากรคงที่
- อัตราการเกิด = อัตราการตาย
- อัตราการเติบโตของประชากรเป็นศูนย์

Environmental resistance ตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อม เป็นปัจจัยในสภาพแวดล้อมที่จำกัดการเติบโตของประชากร เช่น อาหาร ผู้ล่า ซึ่งจะส่งผลในช่วงหลังจากที่อัตราการเติบโตของประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้การเติบโตลดลงและเข้าสู่ภาวะที่ไม่มีการเพิ่มขนาดประชากร

26. นกเงือกไม่สามารถเจาะโครงสร้างรังเองได้เหมือนนกทั่วไป แต่ต้องหาโพรงที่เกิดตามธรรมชาติหรือที่สัตว์อื่นสร้างขึ้น โดยในฤดูผสมพันธุ์ นกเงือกจะจับคู่และหาโพรงรังที่เหมาะสม สำหรับให้นกเงือกเพศเมียขังตัวอยู่ภายในเพื่อออกไข่ กกไข่ และเลี้ยงลูกจนเติบโตพอที่จะออกมาสู่โลกภายนอกได้

ในช่วงเวลาหลายปีที่ผ่านมา ประชากรนกเงือกในป่าที่มีความสมบูรณ์มากแห่งหนึ่งของประเทศไทยมีจำนวนลดลง เนื่องจากการเผชิญภาวะ “การขาดแคลนโพรงรัง” เจ้าหน้าที่สถานีวิจัยสัตว์ป่าจึงได้ริเริ่มโครงการซ่อมแซมและปรับปรุงโพรงรังเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

ข้อมูลข้อใดถูกต้อง

✗ 1. การเพิ่มโพรงรังจะทำให้แครีอิงคาพาซิตีของประชากรนกเงือกคงที่
การเพิ่มโพรงรัง ทำให้นกเงือกจับคู่และเพิ่มประชากรได้ ทำให้แครีอิงคาพาซิตีเพิ่มขึ้น

✓ 2. การมีโพรงรังจำกัดเป็นปัจจัยที่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากร
ความต้องการโพรงรังสำหรับการจับคู่และเลี้ยงดูลูกขึ้นกับความหนาแน่นของประชากร

✗ 3. หากโครงการนี้สำเร็จ ตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมจะเพิ่มขึ้น
ตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมจะลดลง เนื่องจากมีโพรงรังสำหรับการจับคู่และเลี้ยงดูลูกมากขึ้น

✗ 4. หากโครงการนี้สำเร็จ อัตราการรอดในช่วงแรกเกิดของนกเงือกจะลดลง
หากมีโพรงรังสำหรังเลี้ยงดูลูกมากขึ้น ทำให้อัตราการรอดในช่วงแรกเกิดของนกเงือกจะเพิ่มขึ้น

✗ 5. หากโครงการนี้สำเร็จ การแก่งแย่งแข่งขันในการหาโพรงรังของนกเงือกจะสูงขึ้น
หากมีโพรงรังมากขึ้นการแก่งแย่งแข่งขันจะลดลง

- carrying capacity ขนาดประชากรสูงสุดที่สภาพแวดล้อมสามารถรองรับได้ ถ้าปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตมีมากขึ้น จะทำให้ carrying capacity สูงขึ้น
- ปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตของประชากร
  (1) ปัจจัยที่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากร (density-dependent limiting factors)
  หมายถึงปัจจัยที่ความรุนแรงของการส่งผลกระทบกับขนาดประชากร ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชากร เช่น อาหาร แหล่งที่อยู่อาศัย พื้นที่ผสมพันธุ์ การแข่งขัน โรคละบาด สิ่งมีชีวิตรุกราน
  (2) ปัจจัยที่ไม่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากร (density-independent limiting factors)
  หมายถึงปัจจัยที่ความรุนแรงของการส่งผลกระทบกับขนาดประชากร ไม่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชากร เช่น อุณหภูมิ ภาวะแห้งแล้ง ไฟป่า น้ำท่วม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก

27. นักเรียน 3 คนได้อธิบายเกี่ยวกับปัญหาทรัพยากรธรรมชาติ ดังนี้

✓ นาย ก. การปลูกพืชเชิงเดี่ยวในบริเวณกว้าง เป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณธาตุอาหารของพืชในดินลดลง ซึ่งแก้ปัญหาได้ด้วยการปลูกพืชหมุนเวียน เช่น การปลูกพืชหลักสลับกับพืชวงศ์ถั่ว

✗ นาย ข. การปล่อยผักตบชวาซึ่งเป็นพืชชนิดพันธุ์ต่างถิ่นลงในแหล่งน้ำ จะทำให้ผักตบชวาขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว จนแผ่ขยายเต็มพื้นที่ผิวน้ำ เมื่อผักตบชวาตายลงเป็นจำนวนมาก จะส่งผลให้น้ำมีค่า BOD ลดลง ทำให้น้ำเน่าเสีย (ค่า BOD เพิ่มขึ้น)

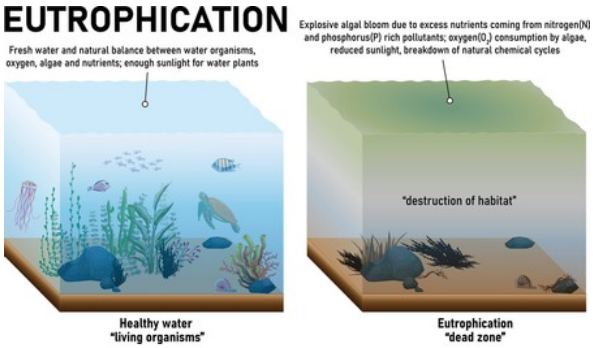
✓ นาย ค. การปล่อยน้ำทิ้งที่มีไนเตรตและฟอสเฟตปนเปื้อนจากโรงงานอุตสาหกรรมในปริมาณมากลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูทูฟิเคชัน ซึ่งเป็นการเจริญเติบโตของสาหร่ายและพืชน้ำอย่างรวดเร็วปกคลุมผิวน้ำ

จากข้อมูล คำอธิบายของนักเรียนคนใดถูกต้อง

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

- **ปรากฏการณ์ยูทูฟิเคชั่น (Eutrophication)**

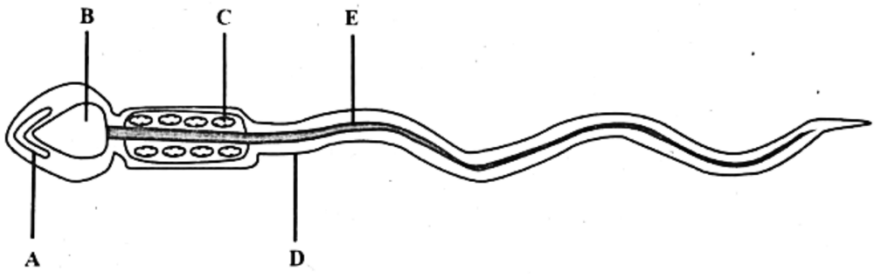
(1) แหล่งน้ำมีปริมาณไนโตรเจนฟอสฟอรัสสูง จากการซักล้าง การเกษตร และโรงงานอุตสาหกรรม
(2) ไนเตรตและฟอสเฟตเป็นสารอาหารของพืชน้ำ ทำให้พืชน้ำมีการเติบโตอย่างรวดเร็วปกคลุมผิวน้ำ
(3) ส่งผลให้แสงส่องลงในแหล่งน้ำได้น้อย ผู้ผลิตในแหล่งน้ำเกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงได้น้อย
(4) ปริมาณแก๊สออกซิเจนละลายในน้ำน้อยลง สัตว์น้ำตาย



- **ดัชนีตรวจสอบคุณภาพน้ำ**

Dissolved Oxygen, DO	Biochemical oxygen demand, BOD
ปริมาณแก๊สออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่เป็นผลมาจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชน้ำและละลายมาจากบรรยากาศ	ปริมาณแก๊สออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยเปรียบเทียบค่าบีโอดีภายใน 5วัน ที่ 20 องศาเซลเซียส (BOD_5)
น้ำคุณภาพดี DO ที่ 5 – 7 mg/L น้ำเน่าเสีย DO ต่ำกว่า 3 mg/L	น้ำสะอาด BOD_5 = 2 mg/L น้ำสกปรก BOD_5 ตั้งแต่ 10 mg/L ขึ้นไป

28. โครงสร้างของเซลล์สเปิร์มแสดงดังภาพ



จากภาพ ข้อใดถูกต้อง

1. โครงสร้าง A พัฒนามาจากไมโทคอนเดรีย (Golgi complex)
2. โครงสร้าง B มีไขมันเป็นองค์ประกอบหลัก (DNA)
3. โครงสร้าง C สามารถพบการเปลี่ยนกรดออกซาโลแอซิติกเป็นกรดซิตริกได้
4. โครงสร้าง D ประกอบด้วยพอลิเมอร์ของน้ำตาลเป็นโครงสร้างหลัก (phospholipid และ protein)
5. โครงสร้าง E หากนำมาตัดตามขวางจะพบการเรียงตัวของไมโครทิวบูลแบบ 9 + 0 (9+2)

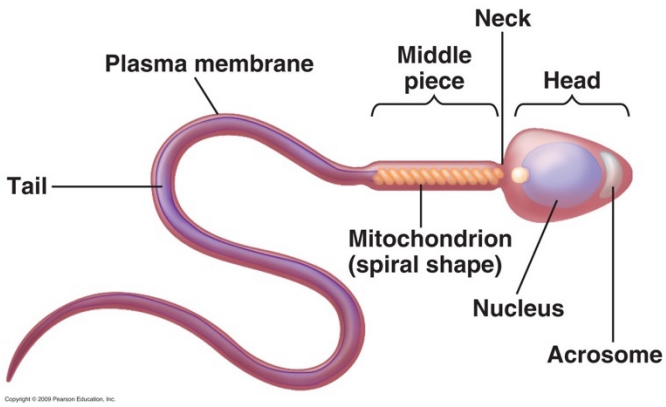
A = acrosome

B = nucleus

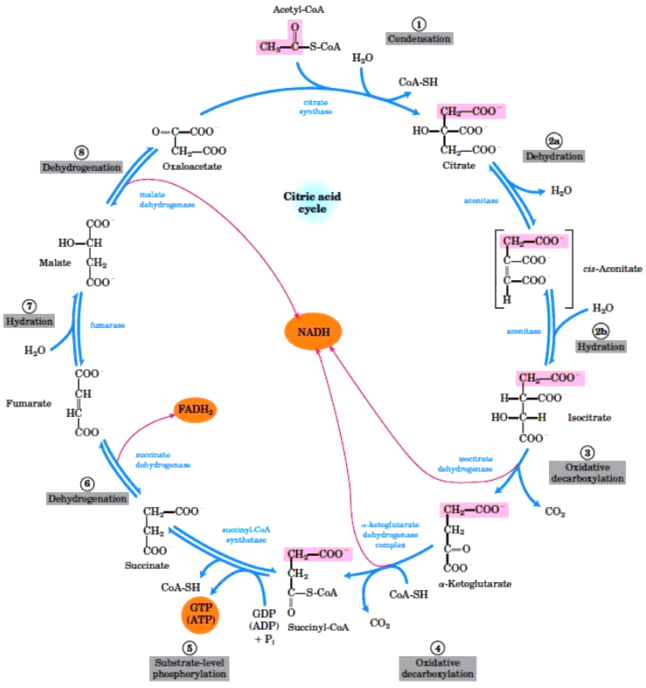
C = mitochondria

D = cell membrane

E =flagellum



- การเปลี่ยนกรดออกซาโลแอซิติกเป็นกรดซิตริก เกิดขึ้นในขั้นตอนวัฏจักรเครปส์ ซึ่งเกิดใน matrix ของ mitochondria



29. การศึกษาขนาดของเซลล์ 3 ชนิด (A - C) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง ได้ผลการทดลองดังตาราง

เซลล์	กำลังขยายเลนส์ใกล้วัตถุ	กำลังขยายเลนส์ใกล้ตา	เส้นผ่านศูนย์กลางของจอภาพ (mm)	ขนาดของเซลล์เมื่อเทียบกับจอภาพ (เท่า)
A	4x	10x	4	0.1
B	10x	10x	4	0.5
C	20x	5x	9	0.2

ผลการศึกษา ข้อสรุปใดถูกต้อง

1. เซลล์ A มีขนาดจริงใหญ่กว่าเซลล์ B
2. ภาพของเซลล์ B และ C มีค่ากำลังขยายของภาพที่ต่างกัน
3. เมื่อเปรียบเทียบขนาดจริง พบว่าเซลล์ A มีขนาดเล็กที่สุด
4. เมื่อเปรียบเทียบขนาดจริง พบว่าเซลล์ C มีขนาดใหญ่ที่สุด
5. หากเปลี่ยนกำลังขยายเลนส์ใกล้วัตถุเป็น 10x ขนาดของภาพเซลล์ C ภายใต้กล้องจะใหญ่ขึ้น

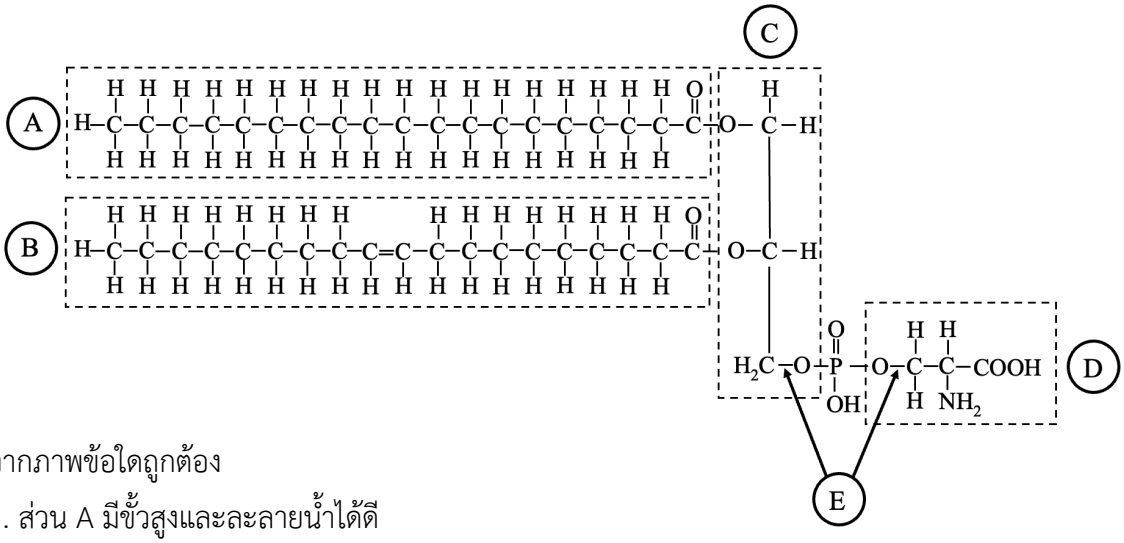
อธิบาย

เซลล์	กำลังขยายเลนส์ใกล้วัตถุ	กำลังขยายเลนส์ใกล้ตา	กำลังขยายของกล้อง	เส้นผ่านศูนย์กลางของจอภาพ (mm)	ขนาดของเซลล์เมื่อเทียบกับจอภาพ (เท่า)	ขนาดเซลล์ (mm)
A	4x	10x	40x	4	0.1	4x0.1 = 0.4
B	10x	10x	100x	4	0.5	4x0.5 = 2.0
C	20x	5x	100x	9	0.2	9x0.2 = 1.8

เปรียบเทียบขนาดเซลล์จากใหญ่ไปเล็ก ได้ดังนี้ B > C > A

1. เซลล์ A มีขนาดจริงใหญ่กว่าเซลล์ B (A เล็กกว่า B)
2. ภาพของเซลล์ B และ C มีค่ากำลังขยายของภาพที่ต่างกัน (เท่ากัน)
3. เมื่อเปรียบเทียบขนาดจริง พบว่าเซลล์ A มีขนาดเล็กที่สุด
4. เมื่อเปรียบเทียบขนาดจริง พบว่าเซลล์ C มีขนาดใหญ่ที่สุด (เล็กกว่า B)
5. หากเปลี่ยนกำลังขยายเลนส์ใกล้วัตถุเป็น 10x ขนาดของภาพเซลล์ C ภายใต้กล้องจะใหญ่ขึ้น (เล็กลง)
   เนื่องจากทำให้กำลังขยายของกล้องลดลง เป็น 50x ทำให้ภาพของเซลล์ภายใต้กล้องเล็กลง

30. โครงสร้างทางเคมีของสารหนึ่งเป็นดังภาพ โดยเส้นประแสดงส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้าง ซึ่งแทนแต่ละส่วนด้วยอักษร A – D ที่วางกำกับไว้ ส่วนอักษร E แทนพันธะเคมีบริเวณปลายลูกศรชี้



จากภาพข้อใดถูกต้อง

1. ส่วน A มีขั้วสูงและละลายน้ำได้ดี
2. ส่วน B มาจากกรดไขมันอิ่มตัว
3. ส่วน C พบได้ในไตรกลีเซอไรด์
4. ส่วน D เป็นหน่วยย่อยของดีเอ็นเอ
5. พันธะ E คือพันธะฟอสโฟไดเอสเตอร์ที่พบได้ในเซลลูโลส

อธิบาย โครงสร้างในภาพเป็นฟอสโฟลิพิด (phospholipid)

A	กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid)	เป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว (nonpolar) จึงละลายน้ำไม่ดี เนื่องจากน้ำเป็นโมเลกุลมีขั้ว
B	กรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid)	
C	กลีเซอรอล (glycerol)	พบเป็นส่วนหนึ่งของไตรกลีเซอไรด์ (1glycerol + 3 fatty acid)
D	กรดแอมิโนเซอรีน (serine) เกาะอยู่กับหมู่ฟอสเฟต	สังเกตจากหมู่แอมิโน (-NH2) และหมู่คาร์บอกซิล (-COOH)
E	พันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ (phosphodiester bond)	พบในการต่อระหว่าง nucleotide ภายในสาย Polynucleotide ของ DNA และ RNA

31. การศึกษาการทำงานของเอนไซม์ชนิดหนึ่งในหลอดที่ 1 – 7 ซึ่งทุกหลอดมีปริมาณสารตั้งต้นเท่ากันและไม่ได้เป็นปัจจัยจำกัดของการเกิดปฏิกิริยา โดยหลังทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ได้วัดค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงสุดและอุณหภูมิของหลอดทดลองดังแสดงในตาราง

หลอดที่	สภาวะที่ใช้ในการทดลอง					ผลการทดลอง	
	เอนไซม์ (ml)	pH	อุณหภูมิ (°C)	ตัวยับยั้ง A (ml)	ตัวยับยั้ง B (ml)	ระดับของอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงสุด	อุณหภูมิของหลอดหลังสิ้นสุดปฏิกิริยา
1	1	2	37	0	0	-	เท่าเดิม
2	1	7	37	0	0	++	เพิ่มขึ้น
3	1	7	50	0	0	-	เท่าเดิม
4	1	8	25	0	0	+++++	เพิ่มขึ้น
5	1	8	37	0	0	++++	เพิ่มขึ้น
6	1	8	37	1	0	++++	เพิ่มขึ้น
7	1	8	37	0	1	++	เพิ่มขึ้น

กำหนดให้ เครื่องหมาย – แสดงการไม่เกิดปฏิกิริยา
เครื่องหมาย + แสดงการเกิดปฏิกิริยา โดยจำนวนเครื่องหมาย + แสดงระดับของการเกิดปฏิกิริยา

จากผลการทดลองข้อสรุปใดถูกต้อง

1. เอนไซม์นี้ทำงานได้ในช่วง 25 – 50 °C
2. ตัวยับยั้ง B คือ ตัวยับยั้งแบบไม่แข่งขัน
3. ค่า pH ที่เหมาะสมที่สุดของปฏิกิริยาคือ 7
4. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน
5. อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดของปฏิกิริยา คือ 37 °C

อธิบาย

เอนไซม์นี้ทำงานได้ในช่วง 25 – 50 °C	ผิด	หลอดที่ 2 และ 3 อุณหภูมิ 50°C ไม่เกิดปฏิกิริยาเมื่อเทียบกับ 37°C
ตัวยับยั้ง B คือ ตัวยับยั้งแบบไม่แข่งขัน	ถูก	หลอดที่ 5 และ 7 เมื่อเติม B ระดับของการเกิดปฏิกิริยาสูงสุดลดลง (ตัวยับยั้งแบบแข่งขัน A ให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงสุดเท่ากับสภาวะที่ไม่มีตัวยับยั้งได้ ด้วยปริมาณสารตั้งต้นที่มีไม่ได้เป็นปัจจัยจำกัด)
ค่า pH ที่เหมาะสมที่สุดของปฏิกิริยาคือ 7	ผิด	หลอดที่ 2 และ 5 ที่ pH 8 ระดับของการเกิดปฏิกิริยาสูงกว่า pH 7
ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน	ผิด	ในหลอดที่เกิดปฏิกิริยาได้ อุณหภูมิของหลอดเพิ่มขึ้นแสดงว่าเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน
อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดของปฏิกิริยา คือ 37 °C	ผิด	หลอด 4 หลอด 5 ที่อุณหภูมิ 25 °C ระดับของการเกิดปฏิกิริยาสูงกว่าที่ 37 °C

32. นักวิทยาศาสตร์ค้นพบโปรตีนชนิดหนึ่งน่าจะเกี่ยวข้องกับการลำเลียง Ca^{2+} จึงนำโปรตีนนี้มาทำให้บริสุทธิ์และนำมาเป็นองค์ประกอบของเวสิเคิลจำลอง หลังจากนั้นทำการทดลองเพื่อศึกษาการลำเลียง Ca^{2+} เข้าและออกจากเวสิเคิลจำลอง ดังตาราง

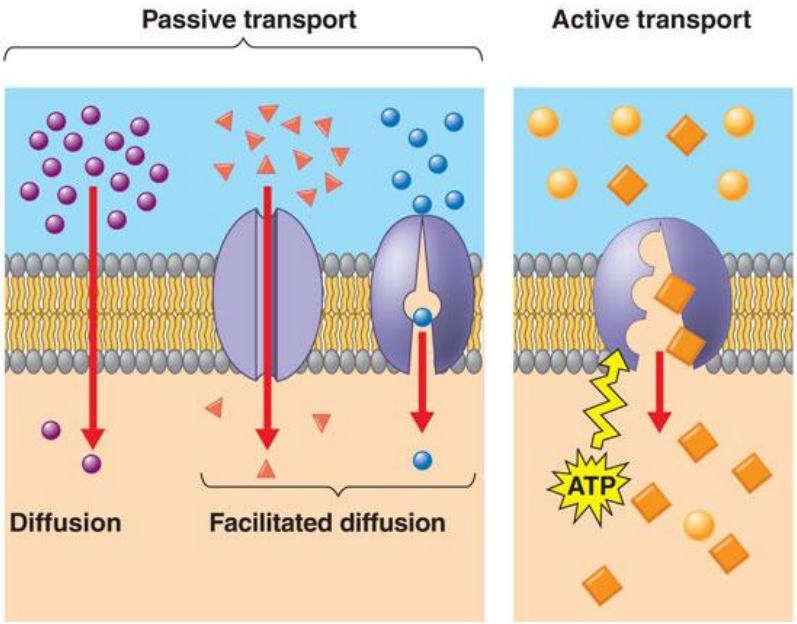
กำหนดให้ Ca^{2+} ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านเข้าออกเวสิเคิลจำลองได้หากไม่มีโปรตีนชนิดนี้

การทดลองที่	ความเข้มข้นของ Ca^{2+}		ATP	ผลการทดลอง
	ในเวสิเคิลจำลอง	นอกเวสิเคิลจำลอง		
1	ต่ำ	สูง	มี	Ca^{2+} เคลื่อนที่เข้าในเวสิเคิลจำลอง
2	เท่ากับภายนอก	เท่ากับภายใน	มี	ไม่มีการเคลื่อนที่สุทธิของ Ca^{2+}
3	สูง	ต่ำ	มี	Ca^{2+} เคลื่อนที่ออกนอกเวสิเคิลจำลอง
4	ต่ำ	สูง	ไม่มี	Ca^{2+} เคลื่อนที่เข้าในเวสิเคิลจำลอง
5	เท่ากับภายนอก	เท่ากับภายใน	ไม่มี	ไม่มีการเคลื่อนที่สุทธิของ Ca^{2+}
6	สูง	ต่ำ	ไม่มี	Ca^{2+} เคลื่อนที่ออกนอกเวสิเคิลจำลอง

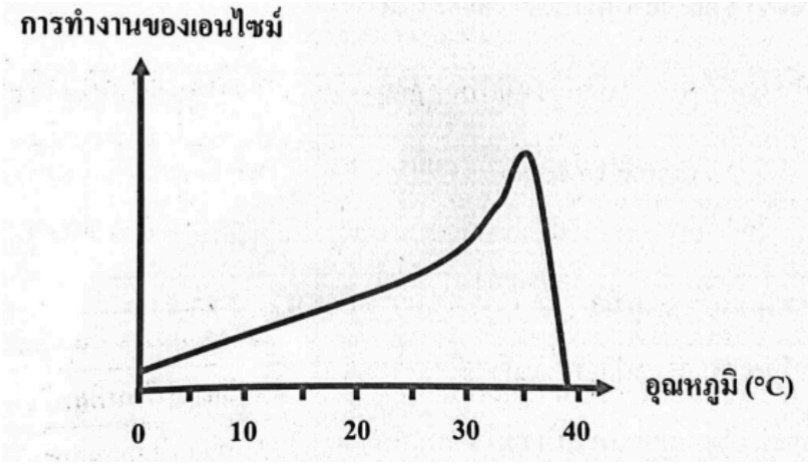
จากผลการทดลอง การลำเลียง Ca^{2+} ผ่านเข้าและออกจากเวสิเคิลจำลองด้วยวิธีใด

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

การทดลองที่ 1, 3, 4, และ 6 พบว่า Ca^{2+} เคลื่อนที่ผ่านเยื่อของเวสิเคิลจำลอง จากบริเวณความเข้มข้นสูงไปต่ำ โดยอาศัยโปรตีนจำเพาะ (โจทย์ระบุว่าหากไม่มีโปรตีนนี้ Ca^{2+} ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านเข้าออกเวสิเคิลจำลองได้) ในการลำเลียงเกิดได้แม้ไม่มีพลังงานจาก ATP จึงเป็นลักษณะของการลำเลียงด้วยการแพร่แบบฟาซิลิเทต (facilitated diffusion)



33. อัตราการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการหายใจระดับเซลล์ของยีสต์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ แสดงดังกราฟ



จากกราฟ ข้อใดคือสภาวะที่ยีสต์จะสร้างแก๊ส CO_2 ในปริมาณมากที่สุด จากการสลายน้ำตาลในปริมาณเท่ากัน

	อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณออกซิเจนในหลอดทดลอง
1.	10	ไม่เพียงพอ
2.	20	เพียงพอ
3.	35	เพียงพอ
4.	37	ไม่เพียงพอ
5.	40	เพียงพอ

- พิจารณากราฟอุณหภูมิและการทำงานของเอนไซม์ พบว่าเอนไซม์ทำงานได้ดีที่สุดที่ประมาณ 35 องศาเซลเซียส
- กระบวนการหายใจระดับเซลล์ของยีสต์ เกิดขึ้นได้ทั้งในสภาวะที่มีแก๊สออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน ดังนี้

Aerobic respiration	$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$ ----------> $6CO_2 + 12H_2O + 36ATP$
Anaerobic respiration	$C_6H_{12}O_6$ ----------> $2CO_2 + 2C_2H_5OH + 2ATP$

การหายใจระดับเซลล์ของยีสต์ในสภาวะที่มีแก๊สออกซิเจน พบว่าคาร์บอนทั้งหมดในน้ำตาลกลูโคสจะถูกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 6 โมเลกุล แต่ในสภาวะไม่มีออกซิเจนจะเกิดการสลายกลูโคสและแก๊ส CO_2 เพียง 2 โมเลกุล

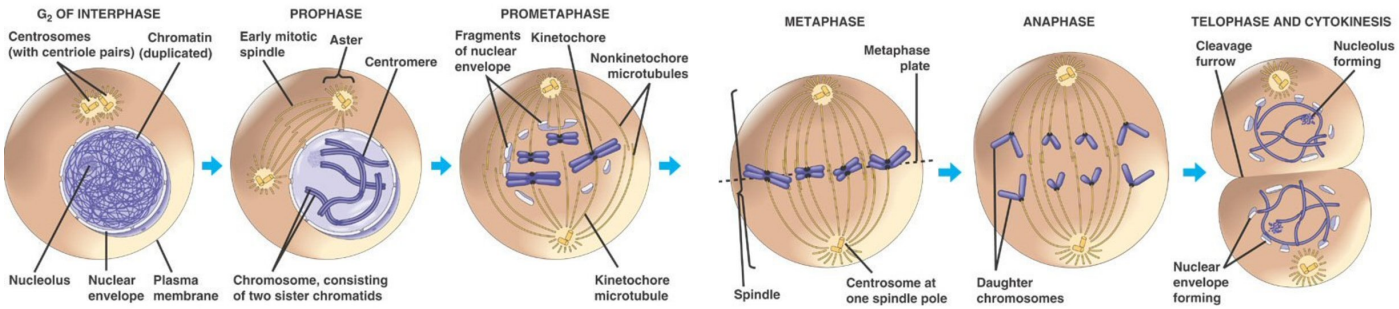
34. การศึกษากลไกการยับยั้งเซลล์มะเร็งของสาร Z นักวิทยาศาสตร์นำเซลล์มะเร็งชนิดหนึ่งมาเลี้ยงในอาหารที่มีและไม่มีส่วนผสมของสาร Z เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้น นับจำนวนของเซลล์ในลักษณะต่าง ๆ และแสดงผลเป็นค่าร้อยละ ดังตาราง

ลักษณะของเซลล์	จำนวนเซลล์ (ร้อยละ)	
	อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีสาร Z	อาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่มีสาร Z
มีนิวเคลียสในสภาพสมบูรณ์	23	70
พบโครโมโซมเป็นแท่ง แต่ละโครโมโซมมี 2 ซิสเตอร์โครมาทิด กระจายทั่วบริเวณไซโทพลาสซึม	76	9
พบโครโมโซมเป็นแท่ง เรียงที่บริเวณกึ่งกลางเซลล์อย่างเป็นระเบียบ	1	11
พบโครโมโซมแยกออกจากกันไปยังขั้วของเซลล์ แต่ละโครโมโซมพบ 1 ซิสเตอร์โครมาทิด	0	10

ข้อมูล สาร Z น่าจะมีกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการใดในการแบ่งเซลล์ของเซลล์มะเร็ง

1. การแบ่งไซโทพลาสซึม
2. การสร้างเส้นใยสปินเดิล
3. การสลายเยื่อหุ้มนิวเคลียส
4. กระบวนการจำลองดีเอ็นเอ
5. การแยกกันของฮอมอโลกัสโครโมโซม

จากการทดลอง พบว่าเซลล์ส่วนใหญ่อยู่ในสภาวะที่มีโครโมโซมเป็นแท่ง แต่ละโครโมโซมมี 2 ซิสเตอร์โครมาทิด กระจายทั่วบริเวณไซโทพลาสซึม แสดงว่าเซลล์อยู่ในระยะ prophase แต่กลับพบเซลล์เพียง 1 เซลล์ที่โครโมโซมเป็นแท่ง เรียงที่บริเวณกึ่งกลางเซลล์อย่างเป็นระเบียบ ซึ่งเป็นเซลล์ในระยะ metaphase แสดงว่าโครโมโซมไม่สามารถมาเรียงที่กึ่งกลางเซลล์ได้ เป็นผลจากการที่ไม่สามารถสร้างเส้นใยสปินเดิลได้ เป็นผลให้ไม่พบเซลล์ในระยะ anaphase

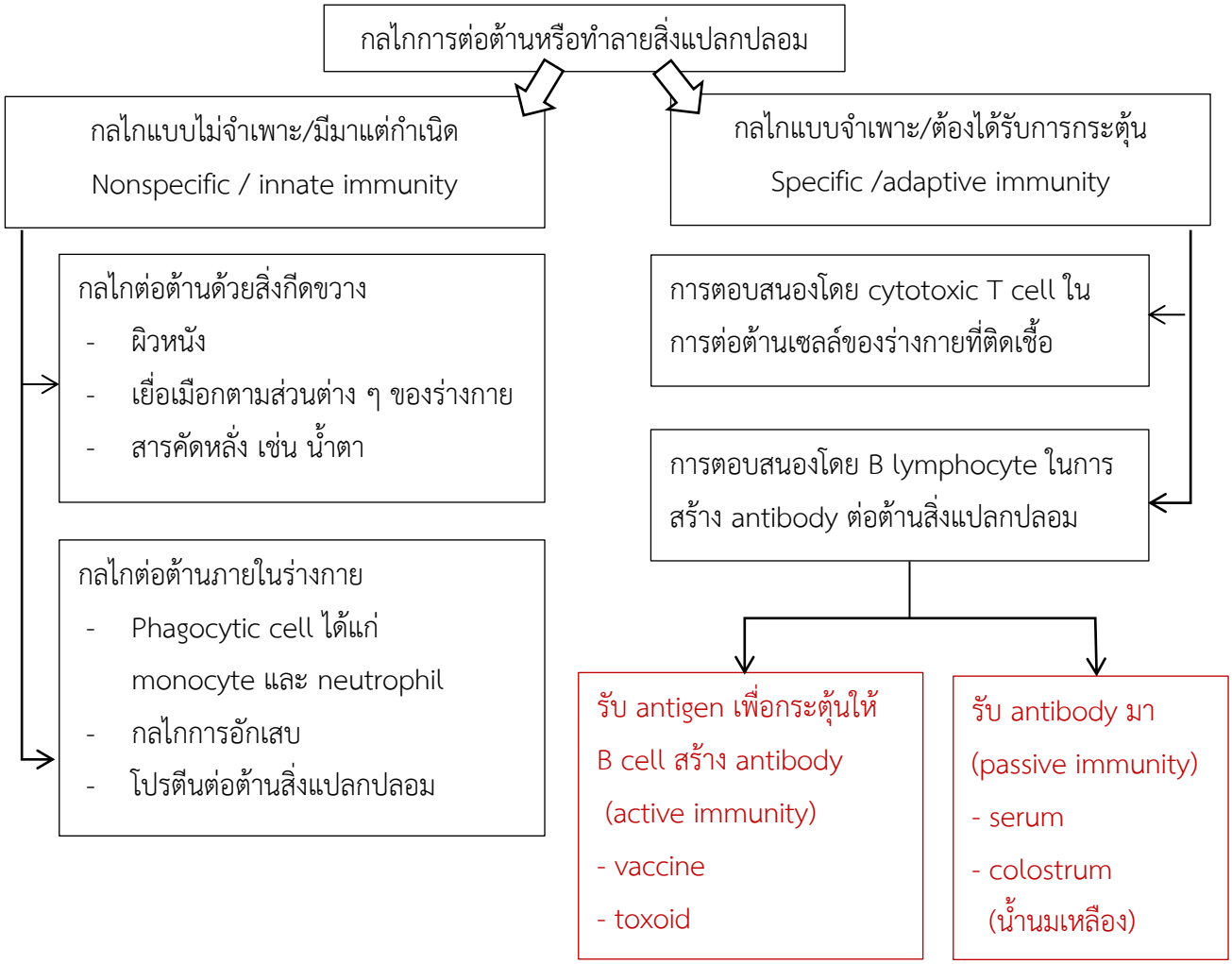


35. กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันของบุคคล 5 คน แสดงดังตาราง

กรณีศึกษาของ	รายละเอียด
นาย ก.	ฉีดวัคซีนชนิดเชื้อตาย
นาย ข.	ฉีดเซรุ่มแก้พิษงู
ทารก ค.	ดื่มน้ำนมแม่ในระยะ 1 เดือนแรก
นาย ง.	เป็นแผลมีดบาดและเกิดการอักเสบ
นาย จ.	ป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่และหายเอง

จากข้อมูล ข้อใดกล่าวถึงแต่ละกรณีศึกษาได้ถูกต้อง

	กรณีศึกษาของ	สิ่งที่ร่างกายได้รับ	รูปแบบของระบบภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นกับร่างกาย	กลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอม
1.	นาย ก.	แอนติเจน	ก่อเอง	แบบไม่จำเพาะ
2.	นาย ข.	แอนติบอดี	ก่อเอง	แบบจำเพาะ
3.	ทารก ค.	แอนติบอดี	รับมา	แบบจำเพาะ
4.	นาย ง.	แอนติเจน	รับมา	แบบไม่จำเพาะ
5.	นาย จ.	แอนติบอดี	รับมา	แบบจำเพาะ



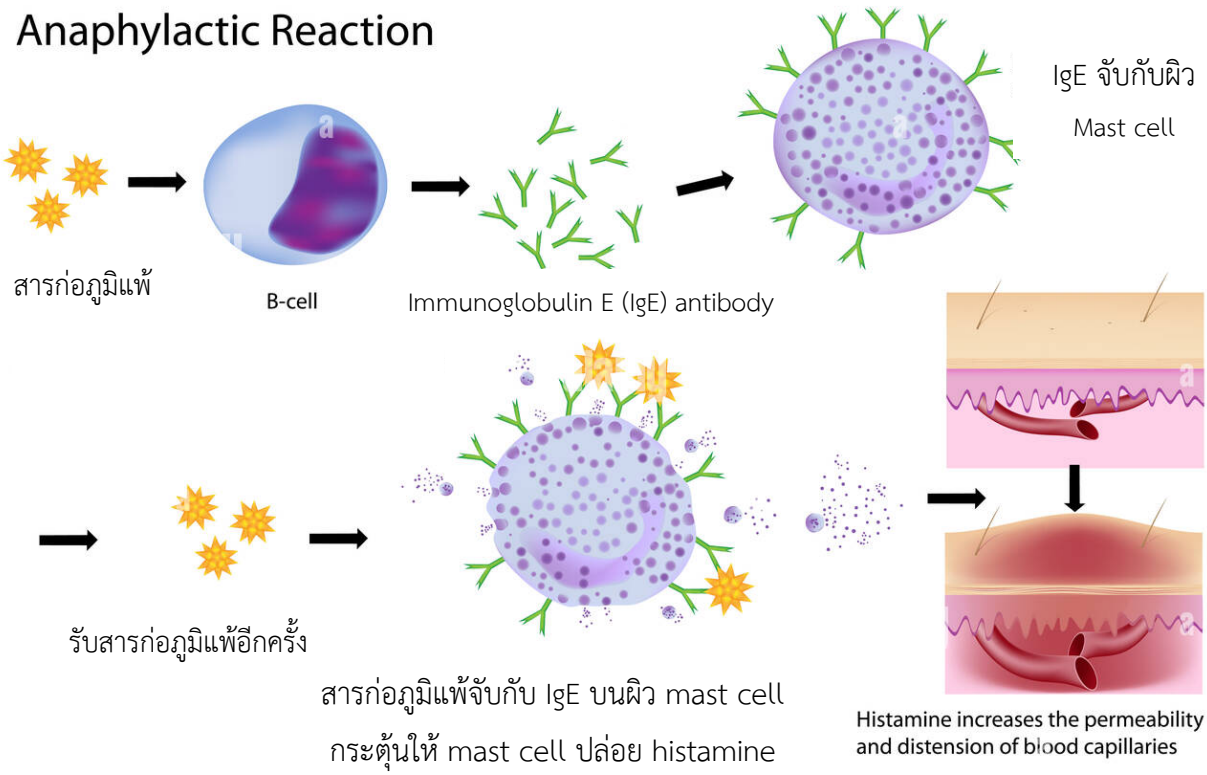
36. การทดสอบภูมิแพ้ทางผิวหนังโดยวิธีสะกิด (skin prick test) เป็นการตรวจหาปฏิกิริยาการตอบสนองของร่างกายต่อการทดสอบ โดยหยดสารทดสอบแต่ละชนิดลงบนผิวหนัง แล้วใช้เข็มสะกิดผิวหนังให้เป็นรอย เมื่อเวลาผ่านไป 15 - 20 นาที จึงวัดขนาดรอยนูนแดงที่เกิดขึ้น หากรอยนูนแดงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มากกว่า 2.1 มิลลิเมตร แสดงว่าการทดสอบนั้นทำให้เกิดโรคภูมิแพ้

ผลการทดสอบภูมิแพ้ทางผิวหนังของบุคคลหนึ่งเป็นดังตาราง

สารทดสอบ	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอยนูนแดง (mm)
ฮีสทามีนไดไฮโดรคลอไรด์ (ชุดควบคุม)	3.0
น้ำเกลือความเข้มข้น 0.9% (ชุดควบคุม)	0.5
เคซีน	4.2
กุ้ง	0.4
ถั่วเหลือง	0.3
แป้งสาลี	1.5

จากผลการทดสอบ ข้อใดอภิปรายเกี่ยวกับกลไกการเกิดโรคภูมิแพ้ได้ถูกต้อง

1. กุ้ง ถั่วเหลือง และเคซีนไม่ก่อให้เกิดโรคภูมิแพ้ (เคซีนทำให้เกิดรอยนูนแดงมากกว่า 2.1 mm)
2. ผิวของเซลล์แมสต์มีแอนติบอดีที่จำเพาะกับเคซีน
3. เคซีนกระตุ้นให้เซลล์บีหลั่งฮีสทามีนในระดับสูงสุด (ฮีสทามีนหลั่งจากเซลล์แมสต์)
4. เคซีนกระตุ้นให้เซลล์แมสต์หลังแอนติบอดีในระดับสูงสุด (แอนติบอดีหลั่งจากเซลล์บี)
5. น้ำเกลือความเข้มข้น 0.9% และแป้งสาลีก่อให้เกิดโรคภูมิแพ้
   (น้ำเกลือและแป้งสาลีทำให้เกิดรอยนูนแดงเล็กกว่า 2.1 mm)



37. นักวิทยาศาสตร์นำน้ำดีและสารสกัดจากตับอ่อนของมนุษย์มาทดสอบโดยผสมสารในแต่ละหลอดทดลอง ดังนี้

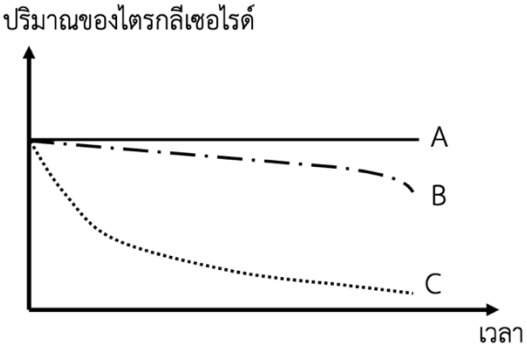
หลอดที่ 1 ผสมน้ำดีและไตรกลีเซอไรด์

หลอดที่ 2 ผสมบัฟเฟอร์และไตรกลีเซอไรด์

หลอดที่ 3 ผสมสารสกัดจากตับอ่อนและไตรกลีเซอไรด์

หลอดที่ 4 ผสมน้ำดี สารสกัดจากตับอ่อน และไตรกลีเซอไรด์

จากนั้นนำหลอดทดลองไปบ่มในอุณหภูมิที่เหมาะสม และติดตามปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในแต่ละหลอดทดลองที่เวลาต่าง ๆ พบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณไตรกลีเซอไรด์ 3 รูปแบบ ดังกราฟ



จากข้อมูล ข้อใดระบุรูปแบบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณไตรกลีเซอไรด์ของแต่ละหลอดทดลองได้ถูกต้อง

	หลอดที่ 1	หลอดที่ 2	หลอดที่ 3	หลอดที่ 4
1.	A	A	B	C
2.	A	B	A	C
3.	A	C	C	B
4.	B	A	B	C
5.	B	A	C	C

น้ำดี (bile salts) lipase

fat ----------> emulsion fat droplet ----------> fatty acid + monoglyceride

(triglyceride) (triglyceride)

หลอดที่ 1 ผสมน้ำดี และไตรกลีเซอไรด์	น้ำดีทำให้ไตรกลีเซอไรด์แตกตัวเป็นหยดไขมัน แต่ไม่เกิดการย่อยเชิงเคมี ทำให้ไตรกลีเซอไรด์ยังคงมีปริมาณคงเดิม	A
หลอดที่ 2 ผสมบัฟเฟอร์ และไตรกลีเซอไรด์	บัฟเฟอร์คือสารละลายเพื่อรักษาความเป็นกรดเบส ไม่ทำให้เกิดการย่อย ทำให้ไตรกลีเซอไรด์ยังคงมีปริมาณคงเดิม	A
หลอดที่ 3 ผสมสารสกัดจากตับอ่อน และไตรกลีเซอไรด์	ไม่มีน้ำดี ส่งผลให้ไตรกลีเซอไรด์ไม่แตกตัว เอนไซม์ lipase จากตับอ่อนจึงย่อยไตรกลีเซอไรด์ได้ไม่ดี ปริมาณไตรกลีเซอไรด์จึงลงลดเพียงเล็กน้อย	B
หลอดที่ 4 ผสมน้ำดี สารสกัดจากตับอ่อน และไตรกลีเซอไรด์	น้ำดีทำให้ไตรกลีเซอไรด์แตกตัวเป็นหยดไขมัน เอนไซม์ lipase จากตับอ่อนจึงย่อยไตรกลีเซอไรด์ได้ดี ปริมาณไตรกลีเซอไรด์จึงลงลดอย่างรวดเร็ว	C

38. ผลการตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (complete blood count หรือ CBC) ของบุคคล 5 คน เป็นดังตาราง

สิ่งที่ตรวจ	ค่าปกติ	บุคคล				
		ก.	ข.	ค.	ง.	จ.
เซลล์เม็ดเลือดแดง ($cell/mm^3$)	4.5 – 5.5	2.5	5.0	5.5	5.0	4.0
ฮีโมโกลบิน (g/dL)	12 - 17	6	14	10	17	9
โมโนไซต์ (%)	2 - 10	5	10	2	5	5
นิวโทฟิล (%)	40 - 80	50	60	40	64	47
อีโอซิโนฟิล (%)	1 - 6	5	5	2	5	6
เบโซฟิล (%)	0 - 2	2	2	1	0.5	2
ลิมโฟไซต์ (%)	20 - 40	38	23	55	25.5	40
เกล็ดเลือด ($cell/mm^3$)	150,000-450,000	200,000	700,000	400,000	400,000	300,000

จากผลการตรวจ ข้อสันนิษฐานใดเป็นไปได้มากที่สุด

1. บุคคล ก. อาจเป็นโรคธาลัสซีเมีย
2. บุคคล ข. อาจเป็นโรคฮีโมฟิเลีย
3. บุคคล ค. อาจเป็นโรคเอดส์
4. บุคคล ง. อาจติดเชื้อพยาธิในร่างกาย
5. บุคคล จ. อาจติดเชื้อแบคทีเรีย

บุคคล ก. ปริมาณเซลล์เม็ดเลือดแดง และฮีโมโกลบินต่ำกว่าค่าปกติ อาจเป็นโรคธาลีสซีเมีย

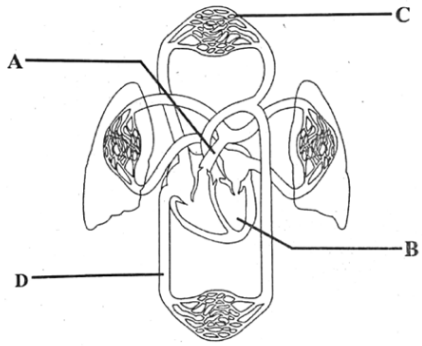
บุคคล ข. โรคฮีโมฟิเลีย เป็นโรคทางพันธุกรรมที่อยู่บนโครโมโซม X ทำให้ขาดโปรตีน factor 8 หรือ factor 9 ที่เกี่ยวข้องกับกลไกการหยุดไหลของเลือด ทำให้ผู้ป่วยเมื่อเกิดบาดแผลเลือดจะหยุดไหลยาก

บุคคล ค. โรคเอดส์ เป็นภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่เกิดจากเชื้อ HIV บุกรุก helper T cell

บุคคล ง. หากเกิดการติดเชื้อพยาธิในร่างกาย จะทำให้เม็ดเลือดขาวชนิดอีโอซิโนฟิลมีปริมาณสูงขึ้นกว่าค่าปกติ

บุคคล จ. การต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย เป็นผลจากการทำงานของเม็ดเลือดขาวหลายชนิด

39. ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม แสดงดังภาพ



ก. หลอดเลือดที่ตำแหน่ง A คือพัลโมนารีเวน ซึ่งลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนต่ำไปยังปอด

ข. เมื่อหัวใจตำแหน่ง B มีการบีบตัว เลือดที่มีออกซิเจนสูงจะไหลผ่านลิ้นเอออร์ติกเซมิลูนาร์เข้าสู่เอออร์ตา

ค. หลอดเลือดที่ตำแหน่ง C มีการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดแดงด้วยความเร็วต่ำที่สุด

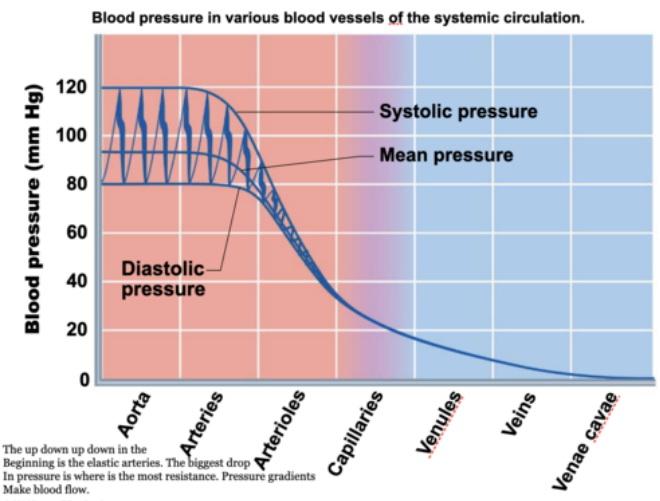
ง. หลอดเลือดที่ตำแหน่ง D มีค่าความดันเลือดและปริมาณออกซิเจนต่ำที่สุด

ข้อความใดถูกต้อง

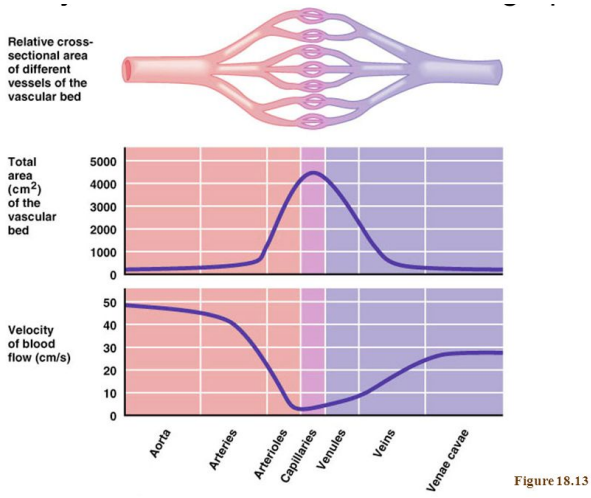
1. ก. และ ข. เท่านั้น
2. ก. และ ค. เท่านั้น
3. ข. และ ค. เท่านั้น
4. ข. ค. และ ง. เท่านั้น
5. ก. ข. ค. และ ง.

A = pulmonary artery	เลือดออกซิเจนต่ำ	ลำเลียงเลือดจาก right ventricle ไปยังปอด
B = left ventricle	เลือดออกซิเจนสูง	บีบตัวส่งเลือดผ่าน aortic semilunar valve ไปยัง aorta ไปยังร่างกาย
C = pulmonary capillary	ตำแหน่งแลกเปลี่ยนแก๊ส	เลือดมีความเร็วต่ำที่สุด เนื่องจากมีพื้นที่หน้าตัดรวมสูงที่สุด (ความเร็วของเหลวแปรผกผันกับพื้นที่หน้าตัด)
D = inferior vena cava	เลือดออกซิเจนต่ำ	ความดันเลือดต่ำ เนื่องจากไกลจาก left ventricle ที่เป็นส่วนบีบและคลายตัวทำให้เกิดค่าความดันเลือด

ความดันเลือด



ความเร็วเลือด



40. พิจารณาตารางแสดงการขับถ่ายของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต 5 ชนิด ต่อไปนี้

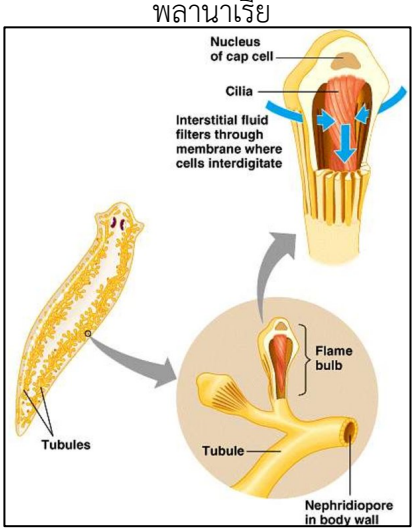
สิ่งมีชีวิต	โครงสร้าง ในการขับถ่าย	ชนิดของของเสีย ที่ถูกกำจัดออก	การดูดกลับสารเข้าสู่ ระบบหมุนเวียนเลือด
ไฮดรา	เฟลมเซลล์	แอมโมเนีย	ไม่มี
พลานาเรีย	โพรโทเนฟริเดียม	ยูเรีย	ไม่มี
ไส้เดือนดิน	เมทาเนฟริเดียม	ยูเรีย	ไม่มี
ผีเสื้อ	มัลพิเกียนทิวบูล	กรดยูริก	มี
สุนัข	ไต	กรดยูริก	มี

จากตาราง ข้อใดระบุข้อมูลของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้องทั้งหมด

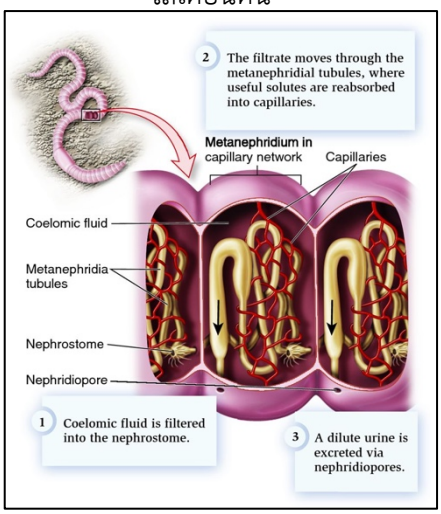
1. ไฮดรา
2. พลานาเรีย
3. ไส้เดือนดิน
4. ผีเสื้อ
5. สุนัข

สิ่งมีชีวิต	โครงสร้าง ในการขับถ่าย	ชนิดของของเสีย ที่ถูกกำจัดออก	การดูดกลับสารเข้าสู่ ระบบหมุนเวียนเลือด
ไฮดรา	แต่ละเซลล์กับ สิ่งแวดล้อมโดยตรง	แอมโมเนีย	ไม่มี
พลานาเรีย	โพรโทเนฟริเดียม	แอมโมเนีย	ไม่มี
ไส้เดือนดิน	เมทาเนฟริเดียม	ยูเรีย	มี
ผีเสื้อ	มัลพิเกียนทิวบูล	กรดยูริก	มี
สุนัข	ไต	ยูเรีย	มี

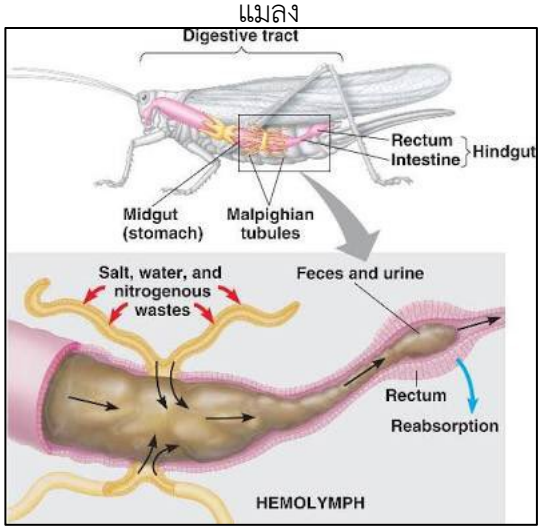
พลานาเรีย



ไส้เดือนดิน



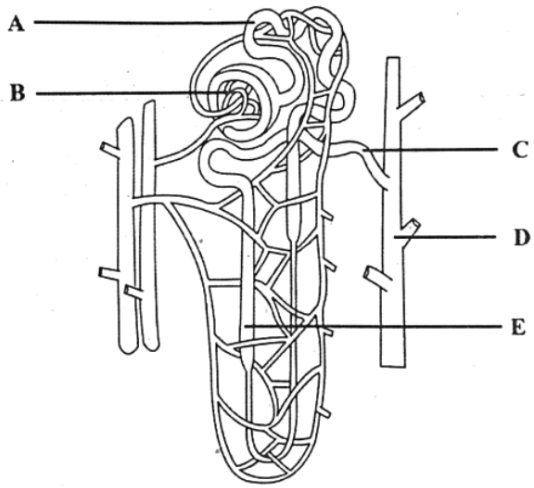
แมลง



41. การทดสอบตัวอย่างปัสสาวะด้วยสารละลายเบเนดิกต์ ได้ผลดังตาราง

ตัวอย่างปัสสาวะ	ผลการทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์
คนปกติ	สารละลายใส ไม่มีตะกอน
ผู้ป่วยเบาหวาน	สารละลายขุ่น มีตะกอนสีส้มอิฐ

ภาพแสดงโครงสร้างหน่วยไต เป็นดังนี้



จากข้อมูล หน่วยไตของผู้ป่วยเบาหวานน่าจะมีความผิดปกติที่บริเวณใด

1. บริเวณ A (เป็นตำแหน่งดูดกลับน้ำตาลกลูโคสจนหมด จากตารางพบ)
2. บริเวณ B
3. บริเวณ C
4. บริเวณ D
5. บริเวณ E

	การกรอง (filtration)	การดูดสารกลับ (reabsorption)	การหลั่งสาร (secretion)	การขับถ่าย (excretion)
(B) glomerulus และ Bowman capsule	✓กรองสารด้วยแรงดันเลือด			
(A) proximal convoluted tubule		✓ ดูดกลูโคสและกรดแอมิโนกลับหมด	✓หลั่ง H^+, NH_4^+	
(E) Henle's loop		✓ขาลงดูดน้ำ ขาขึ้นดูด Na^+, Cl^- ยิ่งยาวยิ่งเข้มข้น		
(C) distal convoluted tubule		✓ดูดน้ำและ Na^+ Cl^- โดยการควบคุมของฮอร์โมน	✓ หลั่ง H^+, K^+	
(D) collecting duct		✓ ดูดน้ำ ยูเรีย และ Na^+, Cl^-	✓ หลั่ง H^+, K^+	✓ของเหลวที่ได้เป็นปัสสาวะส่งไปยังกระเพาะปัสสาวะ

42. สิ่งมีชีวิต 5 ชนิด มีโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส ดังตาราง

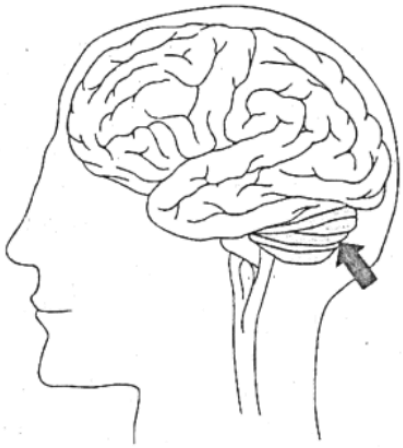
ชนิดของสิ่งมีชีวิต	โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส
A	เซลล์บริเวณผิวหนัง
B	ผิวหนังและปอด
C	แวคิวโอลภายในเซลล์
D	ถุงลมในปอด
E	ท่อลมฝอย (tracheole)

จากข้อมูล ข้อใดระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตได้สอดคล้องกับโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส

1. A คือ ไส้เดือนดิน
2. B คือ ลูกอ็อด
3. C คือ พารามีเซียม
4. D คือ นก
5. E คือ หอยทาก

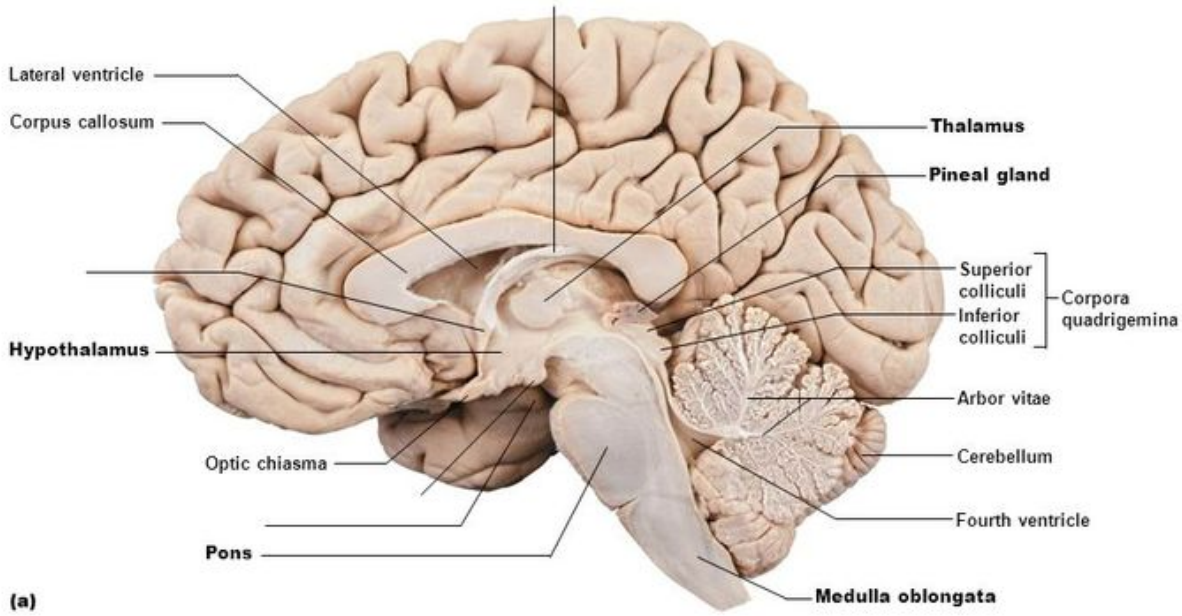
เยื่อหุ้มเซลล์ของแต่ละเซลล์กับน้ำที่เป็นสิ่งแวดล้อม	โปรโตซัว ฟองน้ำ ไฮดรา แมงกะพรุน
เซลล์ด้านนอก/ในกับสิ่งแวดล้อมและเซลล์กับเซลล์	พลานาเรีย
ผิวหนัง	ไส้เดือนดิน ปลิง สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก
ระบบท่อลม (tracheal system)	แมลง ตะขาบ กิ้งกือ
เหงือก (gills)	ลูกอ็อด ปลา กุ้ง ปู ดาวทะเล
เหงือกแผง (book gills)	แมงดาทะเล
ปอดแผง (book lung)	แมงมุม แมงป่อง
ปอด (lung)	หอยทาก สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม สัตว์ปีก (ถุงลมสัตว์ปีกทำหน้าที่สำรองอากาส ไม่สามารถแลกเปลี่ยนแก๊สได้)

43. ภาพแสดงโครงสร้างสมองของมนุษย์เป็นดังนี้



จากภาพ หากพบความผิดปกติของสมองบริเวณที่ลูกศรชี้
โดยเกิดการเสื่อมสภาพและฝ่อลีบลง
จะส่งผลกระทบต่อเรื่องใดมากที่สุด

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



cerebrum	- ศูนย์กลางควบคุมการทำงานของร่างกาย การเรียนรู้และการตอบสนองที่ซับซ้อน - ประมวลผลเกี่ยวกับกลิ่น เสียง รส
thalamus	รวบรวมกระแสประสาทที่ผ่านเข้าออกแล้วแยกกระแสประสาทไปยังสมองที่เกี่ยวข้อง
hypothalamus	- ควบคุมดุลยภาพของร่างกายเกี่ยวกับอุณหภูมิ pH และปริมาณน้ำ รวมถึงความต้องการพื้นฐาน - สร้างฮอร์โมนส่งไปเก็บและหลั่งที่ต่อมใต้สมองส่วนหลัง - ควบคุมการหลั่งฮอร์โมนของต่อมใต้สมองส่วนหน้า - ควบคุมการเต้นของหัวใจและความดันเลือด
midbrain	ควบคุมการเคลื่อนไหวของตา ศีรษะและลำตัว ในการตอบสนองต่อแสงและเสียง
pons	ควบคุมการหายใจและเป็นศูนย์กลางของรีเฟล็กซ์
medulla oblongata	- ควบคุมการหายใจ การเต้นของหัวใจ ความดันเลือด - การกลืน การย่อย การอาเจียน
cerebellum	ควบคุมการทรงตัวของร่างกายการและเคลื่อนไหวอย่างราบรื่น

44. สาร W เป็นฮอร์โมนสังเคราะห์ที่ทำหน้าที่ยับยั้งการหลั่งฮอร์โมน LH จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า หากผู้หญิงคนหนึ่งรับประทานยาที่มีส่วนประกอบของสาร X จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

1. คอร์ปัสลูเทียมเกิดการสลายตัว (ไม่เกิดการตกไข่จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงของ follicle ไปเป็น corpus luteum)
2. ปริมาณฮอร์โมนอีสโทรเจนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (ไม่ส่งผลให้ estrogen เพิ่มขึ้น)
3. เอนโดมีเทรียมบาง ไม่เหมาะสมต่อการตั้งครรภ์
4. มีการสร้างฮอร์โมน hCG เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการตั้งครรภ์ (ไม่เกิดการฝังตัวของตัวอ่อน จึงไม่มี hCG)
5. ฟอลลิเคิลที่ล้อมรอบโอโอไซต์ระยะที่หนึ่งพัฒนา แต่ไม่มีการตกไข่
   (ไม่เกิดการพัฒนาของ primary oocyte และ follicle และไม่ทำให้เกิดการตกไข่)

- ประเภทของยาเม็ดคุมกำเนิด

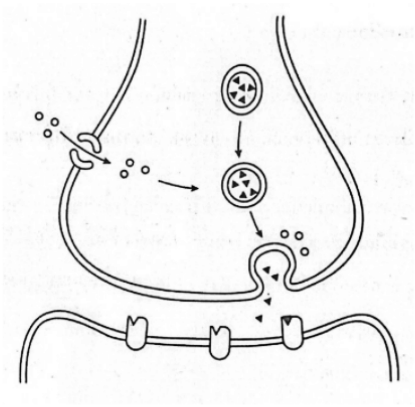
1. ยาเม็ดคุมกำเนิดชนิดฮอร์โมนรวม (combined oral contraceptive pills, COCs)
   เป็นฮอร์โมนในกลุ่มเอสโตรเจน (estrogens) ผสมกับฮอร์โมนในกลุ่มโพรเจสติน (progestins)
   ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์เลียนแบบฮอร์โมนโพรเจสเตอโรน (progesterone)
2. ยาเม็ดคุมกำเนิดชนิดฮอร์โมนเดี่ยว (progesterone-only pills, POPs)
   เป็นฮอร์โมนในกลุ่มโพรเจสติน (progestins)

สาร X = progestins

- progestins มีผลในการคุมกำเนิด ดังนี้

1) ยับยั้งการหลั่ง luteinizing hormone (LH) จึงออกฤทธิ์ยับยั้งการตกไข่
2) ทำให้เกิดการหนืดข้นของมูกปากมดลูก (cervical mucus) ขัดขวางการเคลื่อนที่ของสเปิร์มไปผสมกับไข่
3) ทำให้ผนังมดลูกบางลง ไม่เหมาะสมต่อการฝังตัวของไข่ที่ได้รับการผสมแล้ว
4) ท่อนำไข่บีบตัวได้น้อยลง ไข่ที่ได้รับการผสมอาจเกิดการฝังตัวนอกมดลูก

45. แผนภาพการส่งกระแสประสาทผ่านไซแนปส์ของเซลล์ประสาทสั่งการ ที่ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่าง เป็นดังนี้



หมายเหตุ

○ คือ สาร A ที่เป็นไอออน

▲ คือ สารสื่อประสาท

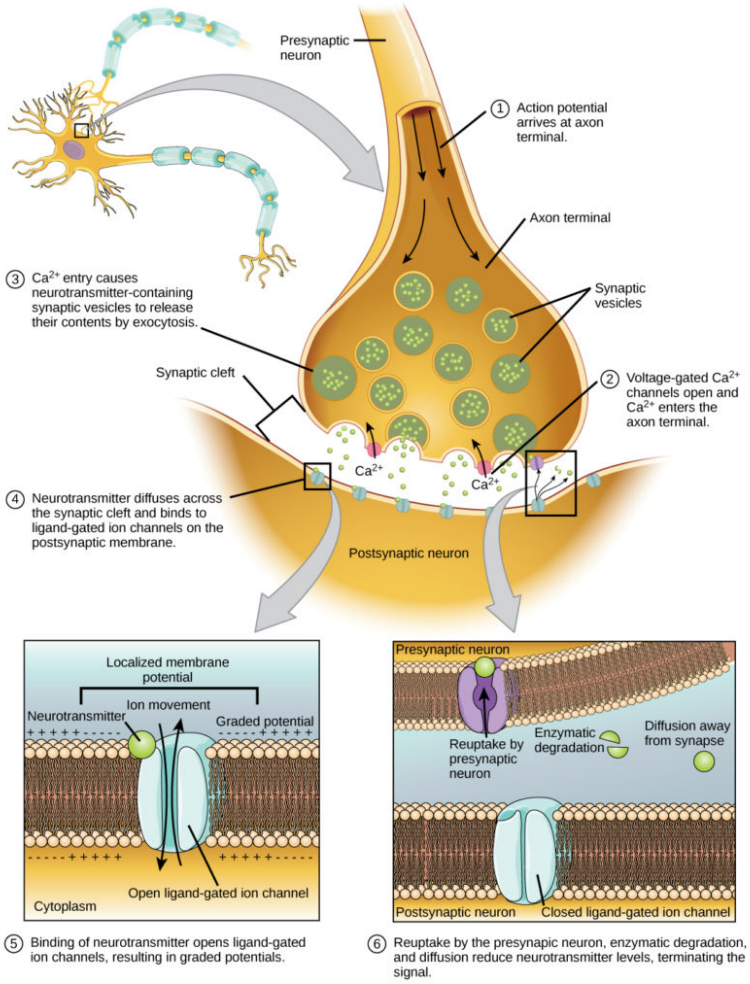
✗ ก. สาร A คือ Na^+ เมื่อเกิดแอกชันโพเทนเชียลบริเวณเซลล์ เซลล์ประสาทก่อนไซแนปส์จะกระตุ้น Na^+ เข้ามาภายในเซลล์ทำให้ถุงที่บรรจุสารสื่อประสาทไปรวมกับเยื่อหุ้มเซลล์แล้วปล่อยสารสื่อประสาทออกมา (A คือ Ca^{2+})

✗ ข. สารสื่อประสาทที่ปล่อยออกมา คือ อะเซทิลโคลีน ซึ่งจะจับกับโปรตีนตัวรับที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ประสาทหลังไซแนปส์ ทำให้ประจุ K^+ สามารถผ่านเข้าสู่เซลล์และกระตุ้นการหดตัวของกล้ามเนื้อโครงร่าง (Na^+)

✓ ค. หากใช้สารที่มีฤทธิ์ขัดขวางการเปิดของช่องโซเดียม ที่มีประตูที่อยู่บริเวณเซลล์ประสาทก่อนไซแนปส์ จะส่งผลให้กล้ามเนื้อโครงร่างไม่หดตัวและเกิดอัมพาตของกล้ามเนื้อได้

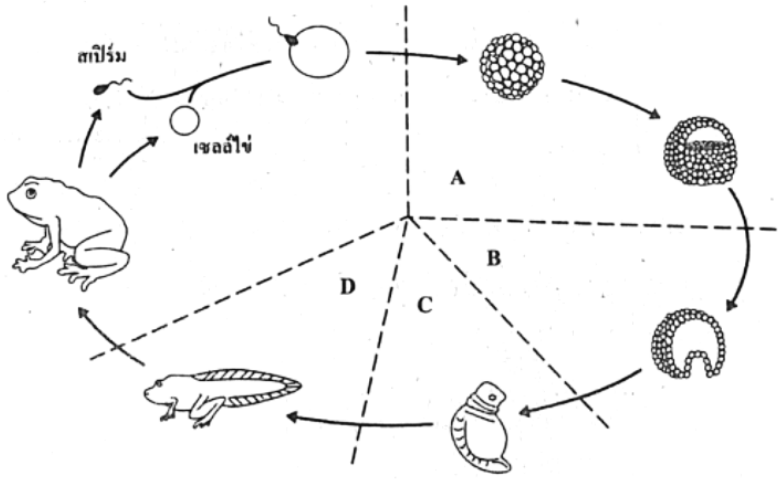
ข้อความใดถูกต้อง

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



1. Action potential มาถึงปลายของ axon
2. Ca^{2+}เคลื่อนที่เข้าไปในปลาย axon ของ pre-synaptic neuron
3. Ca^{2+} ทำให้ vesicle ที่บรรจุ neurotransmitter เคลื่อนที่ไปบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์และปล่อยออกนอกเซลล์ด้วยกระบวนการ exocytosis
4. neurotransmitter จับกับโปรตีนตัวรับที่เยื่อหุ้มเซลล์ของ post-synaptic neuron
5. ทำให้เกิด action potential บน post-synaptic neuron และ neurotransmitter โดนย่อยด้วยเอนไซม์

46. แผนภาพแสดงการเจริญเติบโตของกบ เป็นดังนี้



จากแผนภาพ พิจารณาข้อความต่อไปนี้

✗ ก. ระยะ A เป็นระยะที่ไซโกตจะมีการแบ่งแบบไมโอซิสอย่างรวดเร็ว (mitosis)

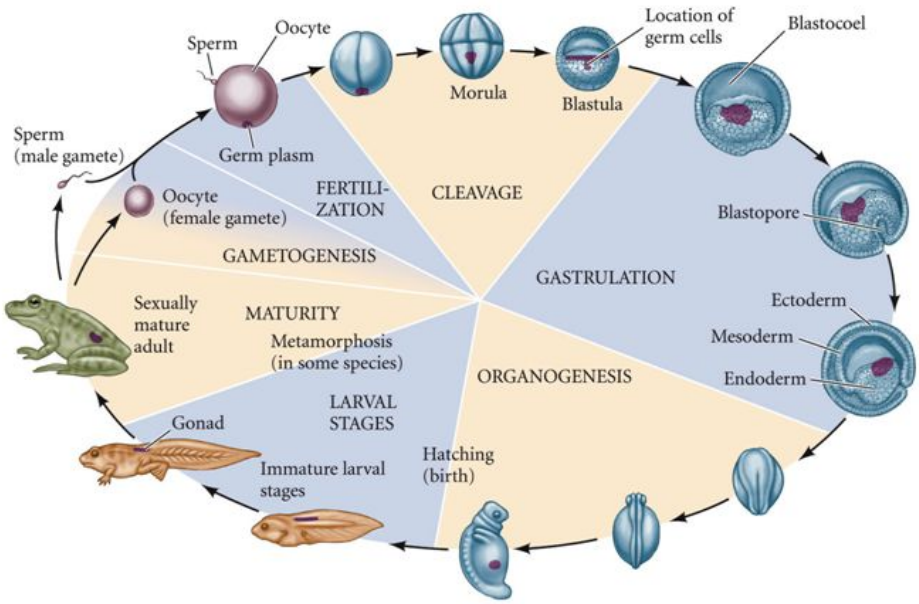
✓ ข. ระยะ B เป็นระยะที่เซลล์ของบลาสทูลามีการเคลื่อนที่และจัดเรียงตัวของกลุ่มเซลล์ของเอ็มบริโอเป็นสามชั้น (gastrulation = ระยะการเกิดเนื้อเยื่อ 3 ชั้น)

✗ ค. ระยะ C กลุ่มเซลล์ทั้งสามชั้นของเอ็มบริโอมีการพัฒนาไปเป็นอวัยวะ โดยชั้นเอ็นโดเดิร์มจะมีการเจริญไปเป็นสมองและไขสันหลัง (สมองและไขสันหลังพัฒนามาจาก ectoderm)

✗ ง. ระยะ D ลูกอ๊อดจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างจนมีลักษณะเหมือนตัวเต็มวัยเรียกกระบวนการนี้ว่าออร์แกโนเจเนซิส (การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง = morphogenesis /metamorphosis)

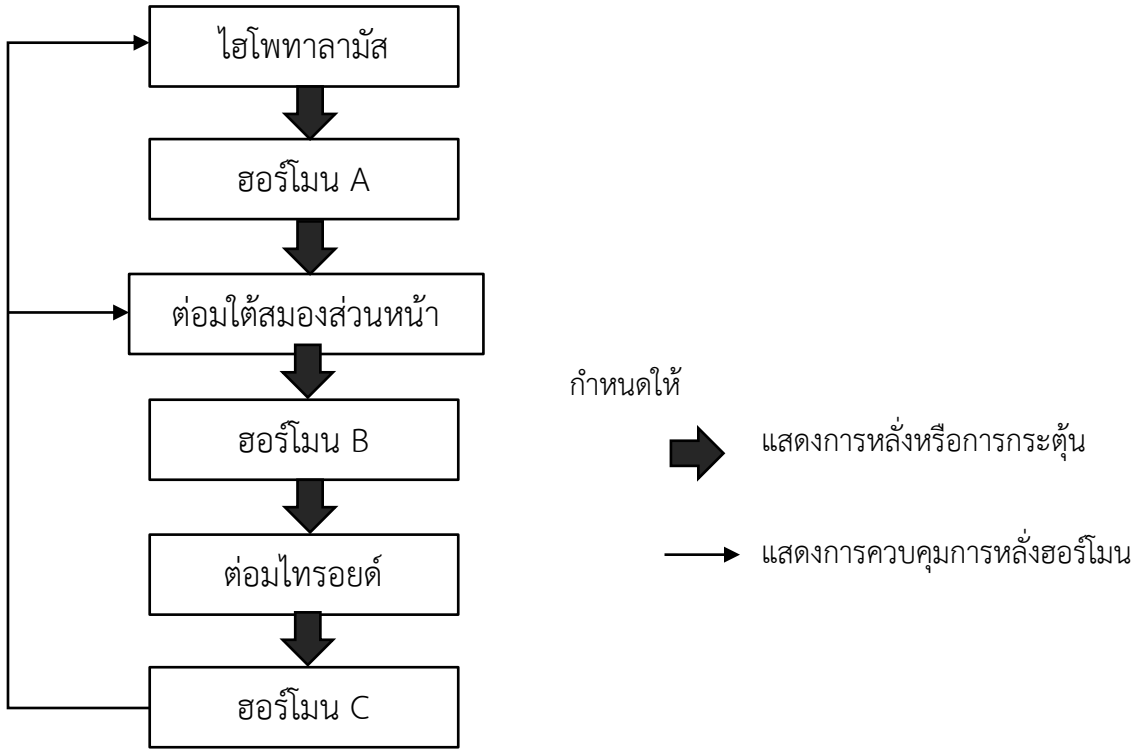
ข้อความใดถูกต้อง

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



STEPS biology

47. แผนภาพ แสดงกลไกการหลั่งฮอร์โมนในสภาวะปกติของบุคคลหนึ่งที่มีอายุ 40 ปี และได้รับไอโอดีนในปริมาณที่เหมาะสม



จากแผนภาพ ข้อใดถูกต้อง

1. ฮอร์โมน B คือ TRH ฮอร์โมน C คือไทรอกซิน (B = TSH, C = thyroxin)
2. แหล่งสร้างฮอร์โมน C คือ กลุ่มเซลล์ซีของต่อมไทรอยด์ (thyroid follicle)
3. รูปแบบการควบคุมการหลั่งฮอร์โมน C เป็นแบบป้อนกลับกระตุ้น (negative feedback ป้อนกลับยับยั้ง)
4. หากร่างกายขาดไอโอดีน จะมีปริมาณฮอร์โมน B สูง แต่มีปริมาณฮอร์โมน C ต่ำ
5. หากมีปริมาณฮอร์โมน B สูง และปริมาณฮอร์โมน C ต่ำ แสดงว่าเป็นโรคคอพอกเป็นพิษ (B และ C สูง)

Hypothalamus สร้างและหลั่งฮอร์โมน A = Thyroid releasing hormone (TRH)
Anterior pituitary สร้างและหลั่งฮอร์โมน B = Thyroid stimulating hormone (TSH)
กลุ่มเซลล์ thyroid follicle ของ Thyroid gland สร้างและหลั่งฮอร์โมน C = thyroxin

- หากขาดไอโอดีนจะไม่สามารถสังเคราะห์ thyroxin (C) ได้ ทำให้ไม่เกิด negative feedback ส่งผลให้ TSH (B) ยังคงสร้างและหลั่งออกมาในปริมาณสูง และกระตุ้น Thyroid gland ทำมีการขยายขนาดเกิดโรคคอพอกธรรมดา (simple goiter)
- หากมีความผิดปกติที่ Anterior pituitary ทำให้มีการสร้าง TSH (B) ปริมาณมาก ทำให้ Thyroid gland ทำงานหนักมีการผลิต thyroxin (c) จำนวนมาก เกิดภาวะ hyperthyroidism ส่งผลให้เมแทบอลิซึมสูง
- คอพอกเล็กน้อยและมีอาการตาโปนร่วมด้วย เกิดเป็นโรคคอพอกเป็นพิษ (toxic goiter)

48. จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงในร่างกายของนักวิ่งมาราธอน อายุ 25 ปี ที่มีร่างกายสมบูรณ์แข็งแรงคนหนึ่ง โดยติดตามตั้งแต่ช่วงก่อนปล่อยตัวจากจุดเริ่มต้น จนกระทั่งวิ่งเข้าสู่เส้นชัย โดยใช้เวลาในการวิ่ง 6 ชั่วโมง

พิจารณาข้อความต่อไปนี้

✓ ก. ในช่วงก่อนปล่อยตัว การกระตุ้นระบบประสาทซิมพาเทติกจะทำให้มีการหลั่งของฮอร์โมนเอพิเนฟรินจากต่อมหมวกไตส่วนในเพิ่มขึ้น ทำให้หัวใจเต้นถี่ขึ้นและเพิ่มการสลายไกลโคเจนทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มมากขึ้น

✗ ข. ในชั่วโมงที่ 2 ของการวิ่ง ตับอ่อนจะหลั่งฮอร์โมนอินซูลินเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เซลล์ตับมีการสลายไกลโคเจนมากขึ้นเพื่อรักษาระดับน้ำตาลในเลือด

(ตับอ่อนจะหลั่งฮอร์โมนกลูคากอนเพิ่มขึ้น เพื่อสลายไกลโคเจนมากขึ้น)

✓ ค. เมื่อร่างกายใช้ไกลโคเจนหมดแล้ว จะมีการหลั่งฮอร์โมนคอร์ทิซอลจากบริเวณต่อมหมวกไตส่วนนอกเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ที่เซลล์ตับมีการเปลี่ยนกรดไขมันและกรดแอมิโนเพื่อให้พลังงานเพิ่มขึ้น

✗ ง. การสูญเสียน้ำทางเหงื่อระหว่างการวิ่ง จะยับยั้งการหลั่ง ADH จากต่อมใต้สมอง ผลให้มีการดูดกลับน้ำที่ท่อไตเพิ่มมากขึ้น

(เลือดมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น กระตุ้นการหลั่ง ADH จากต่อมใต้สมองส่วนหลัง)

ข้อความใดถูกต้อง

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

49. การหดตัวของกล้ามเนื้อโครงร่างประกอบด้วยกลไก ดังนี้

A. ไมโอซินจับกับแอกติน

B. ATP ที่เกาะอยู่ที่ส่วนหัวของไมโอซินถูกสลายให้เป็น ADP + Pi

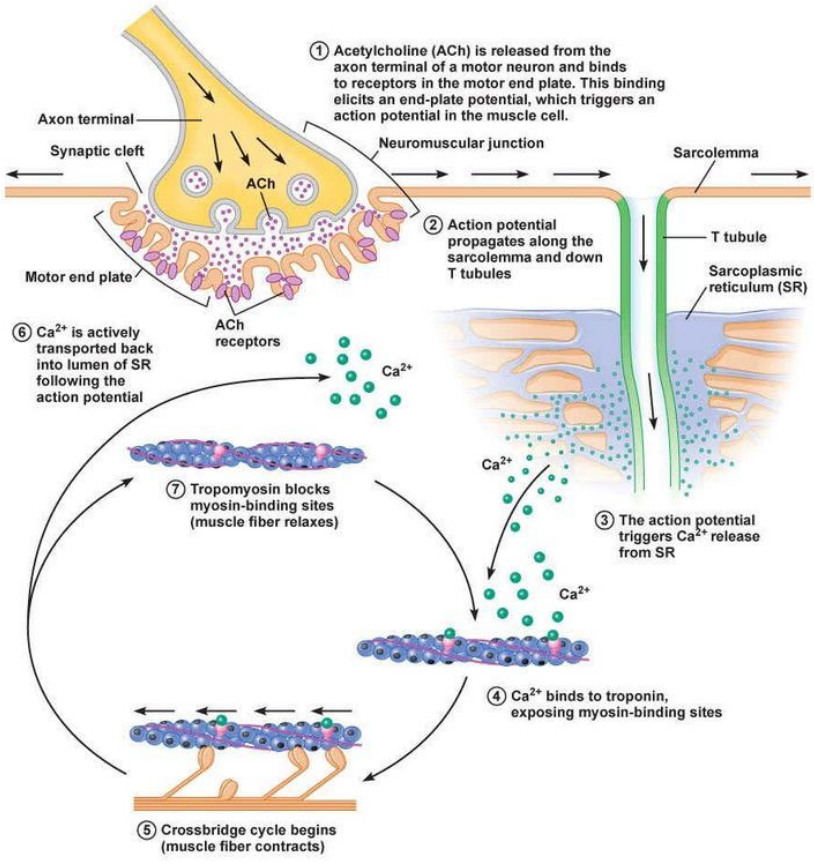
C. แคลเซียมไอออนถูกดึงกลับสู่ซาร์โคพลาสมิกเรติคูลัม

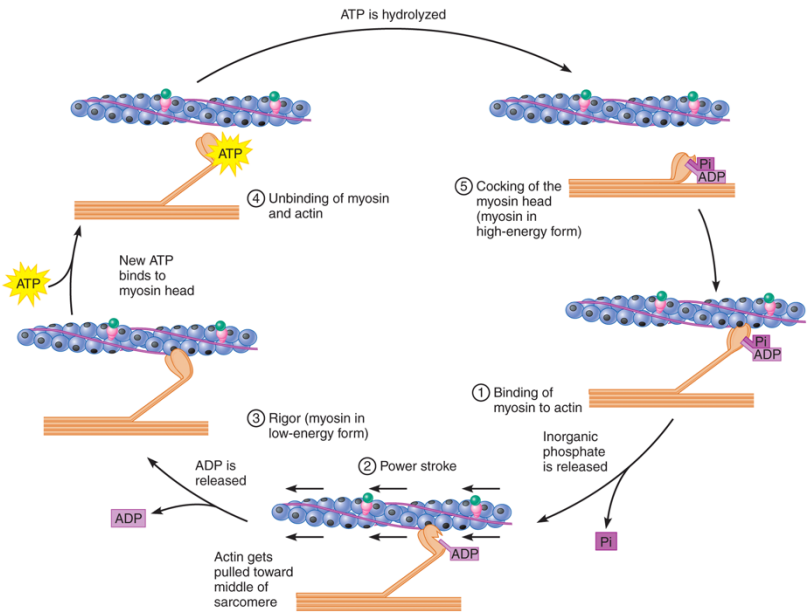
D. แคลเซียมไอออนที่หลั่งจากซาร์โคพลาสมิกเรติคูลัมจับกับโปรตีนควบคุมบนเส้นใยกล้ามเนื้อเล็ก

E. แอกชันโพเทนเชียลที่เซลล์ประสาทสั่ง การกระตุ้นให้เกิดดีโพลาไรเซชันที่เซลล์กล้ามเนื้อโครงร่าง

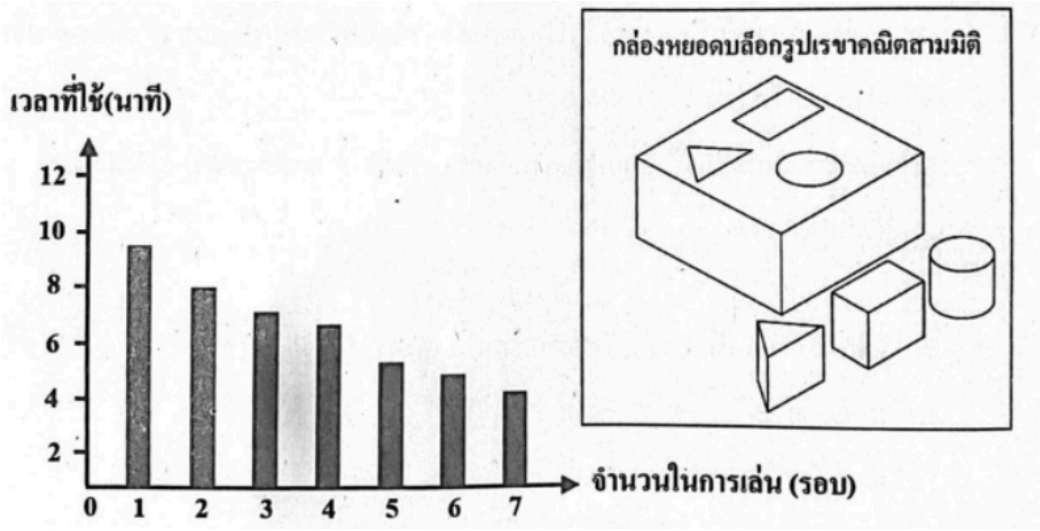
ข้อใดเรียงลำดับกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อโครงร่างได้ถูกต้อง

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





50. การศึกษาพฤติกรรมการหยอดบล็อกรูปเลขาคณิตสามมิติของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมชนิดหนึ่ง โดยมีเงื่อนไขว่า “สัตว์จะได้รับอาหาร เมื่อสามารถหยอดบล็อกรูปเลขาคณิตสามมิติแบบต่าง ๆ ลงในช่องที่ถูกต้องครบทั้ง 3 ชิ้น” จากนั้น จับเวลาที่สัตว์ชนิดนี้ใช้ในการหยอดบล็อกทั้ง 3 ชิ้นจนสำเร็จในแต่ละรอบ เป็นจำนวนเจ็ดรอบ ข้อมูลเป็นดังกราฟ



จากข้อมูล หากในการทดลองทุกรอบยังพบพฤติกรรมที่สัตว์พยายามนำบล็อกรูปเลขาคณิตสามมิติใส่ลงในช่องที่ไม่ตรงกัน การหยอดบล็อกของสัตว์ชนิดนี้จัดเป็นพฤติกรรมแบบใด

1. การฝังใจ
2. แฮบิชูเอชัน
3. การใช้เหตุผล
4. การเชื่อมโยงแบบการมีเงื่อนไข
5. การเชื่อมโยงแบบลองผิดลองถูก

จากโจทย์ เป็นลักษณะของการตอบสนองของสัตว์ที่แสดงพฤติกรรมที่ส่งผลดีต่อการดำรงชีวิตมากขึ้น (หยอดบล็อก)
โดยการตอบสนองครั้งแรกเป็นการบังเอิญ และใช้เวลานาน แต่จะเกิดการเรียนรู้ที่จะแสดงพฤติกรรมการหยอดบล็อกเพื่อให้ได้อาหาร โดยใช้เวลาในการตอบสนองลดลง
จึงเป็นลักษณะของพฤติกรรมการเชื่อมโยง associative learning)
แบบลองผิดลองถูก (trial and error หรือ operant conditioning)

พฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด (inherited behavior)	พฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ (innate behavior)
โอเรียนเทชัน (orientation) ฟิกส์แอกชันแพทเทิร์น (fixed action pattern) รีเฟล็กซ์ (reflex) รีเฟล็กซ์ต่อเนื่อง (chain of reflex หรือ stimulus response chain)	การฝังใจ (imprinting) แฮบิชูเอชัน (habituation) การเชื่อมโยง (associative learning) - แบบการมีเงื่อนไข (classical conditioning) - แบบลองผิดลองถูก (trial and error หรือ operant conditioning) การใช้เหตุผล (reasoning)