SPC SAHAPAT ADMISSION

SAHAPAT ADMISSION 2022

ครั้งที่ 25

DEK66 NEW GAME ติวติดอาวุธพร้อมรบสุดสนามสอบ

#DEK66NEWGAME

#ติวติดอาวุธพร้อมรบสุดสนามสอบ

#SahapatAdmission

เอกสารติวสดออนไลน์

วิชา ชีววิทยา (A-Level)

อ.นพ.วีรวัช เอนกจำนงค์พร (พี่วิเวียน)

ดร.ณัฐชัย เก่งพิพัฒน์ (พี่บิ๊ก)

SPC SAHAPAT ADMISSION

SAHAPAT ADMISSION 2022

ครั้งที่ 25

DEK66 NEW GAME ติวติดอาวุธพร้อมรบสุดสนามสอบ

#DEK66NEWGAME

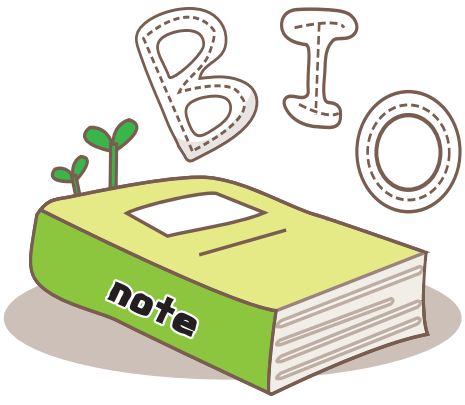
#ติวติดอาวุธพร้อมรบสุดสนามสอบ

#SahapatAdmission

เอกสารติวสดออนไลน์

วิชา ชีววิทยา (A-Level)

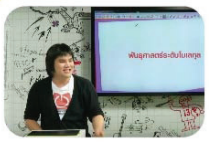
อ.นพ.วีรวัช เอนกจำนงค์พร (พี่วิเวียน)


BIO
note

“พี่วิเวียน”

นพ.วีรวัช เอนกจำนงค์พร

ผู้คิดค้นและพัฒนา BioMAP



แพทยศาสตร์(เกียรตินิยม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คะแนนสูงสุดเป็นอันดับ 1 สอบเข้าคณะแพทยศาสตร์

- โล่คะแนนสูงสุด วิชาชีววิทยา โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา 2 ปีซ้อน
- โล่คะแนนสูงสุด วิชาดาราศาสตร์ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา
- คะแนนสูงสุดอันดับ 1 วิชาชีววิทยา ในการสอบเข้ามหาวิทยาลัย
- คะแนนสูงสุดอันดับ 2 วิชาเคมี ในการสอบเข้ามหาวิทยาลัย
- คะแนนสูงสุดเป็นอันดับ 1 สอบเข้าคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- แพทยศาสตร์(เกียรตินิยม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ผู้คิดค้น พัฒนา BioMAP เพื่อการเรียนชีววิทยา

โครงสร้างข้อสอบ A-Level 66 Bio วิชาชีววิทยา

● ความหลากหลายทางชีวภาพและสิ่งแวดล้อม

1. ระบบนิเวศและไบโอม
2. ประชากร
3. ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
4. ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและอนุกรมวิธาน

จำนวน : 5-7 ข้อ

● หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

5. เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต
6. โครงสร้างและการทำงานของเซลล์

จำนวน : 6-8 ข้อ

● ระบบและการทำงานต่างๆ ของสัตว์และมนุษย์

7. ระบบย่อยอาหาร
8. ระบบหมุนเวียนเลือด
9. ระบบน้ำเหลืองและระบบภูมิคุ้มกัน
10. ระบบขับถ่าย
11. ระบบหายใจ
12. ระบบประสาทและการเคลื่อนที่
13. ระบบสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต
14. ระบบต่อมไร้ท่อ
15. พฤติกรรมของสัตว์

จำนวน : 12-14 ข้อ

● โครงสร้างและการทำงานของส่วนต่างๆ ในพืช

16. เนื้อเยื่อและโครงสร้างภายในของพืช
17. การแลกเปลี่ยนแก๊ส การคายน้ำของพืช และการลำเลียงของพืช
18. การสังเคราะห์ด้วยแสงและสารอินทรีย์ในพืช
19. การสืบพันธุ์ของพืชดอก
20. การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช

จำนวน : 6-8 ข้อ

● พันธุศาสตร์และวิวัฒนาการ

21. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
22. สมบัติของสารพันธุกรรม ความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม
23. การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม
24. เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
25. วิวัฒนาการและพันธุศาสตร์ประชากร

จำนวน : 6-8 ข้อ

ประเภทข้อสอบ

1. ปรนัย 5 ตัวเลือก (ข้อละ 2.4 คะแนน)
2. เลือกตอบเชิงซ้อน (ข้อละ 3.2 คะแนน)
   - ตอบถูกทั้ง 3 ข้อย่อย ได้คะแนนเต็ม 3.2 คะแนน
   - ตอบถูก 2 ข้อย่อย ได้คะแนน 1.6 คะแนน
   - หากตอบถูกเพียง 1 ข้อย่อยจะไม่ได้คะแนน

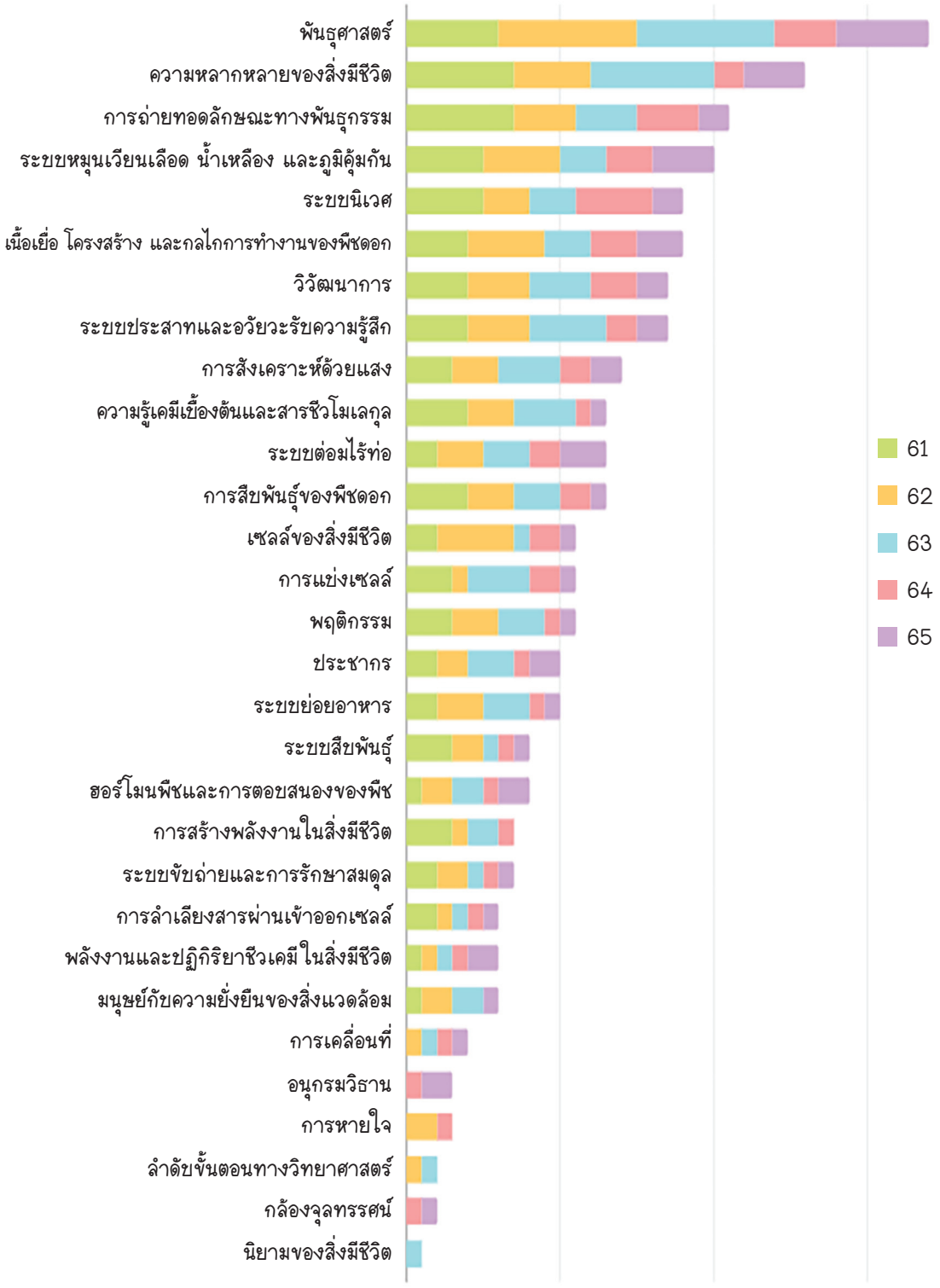
ระยะเวลาที่ใช้สอบ 90 นาที

หมายเหตุ

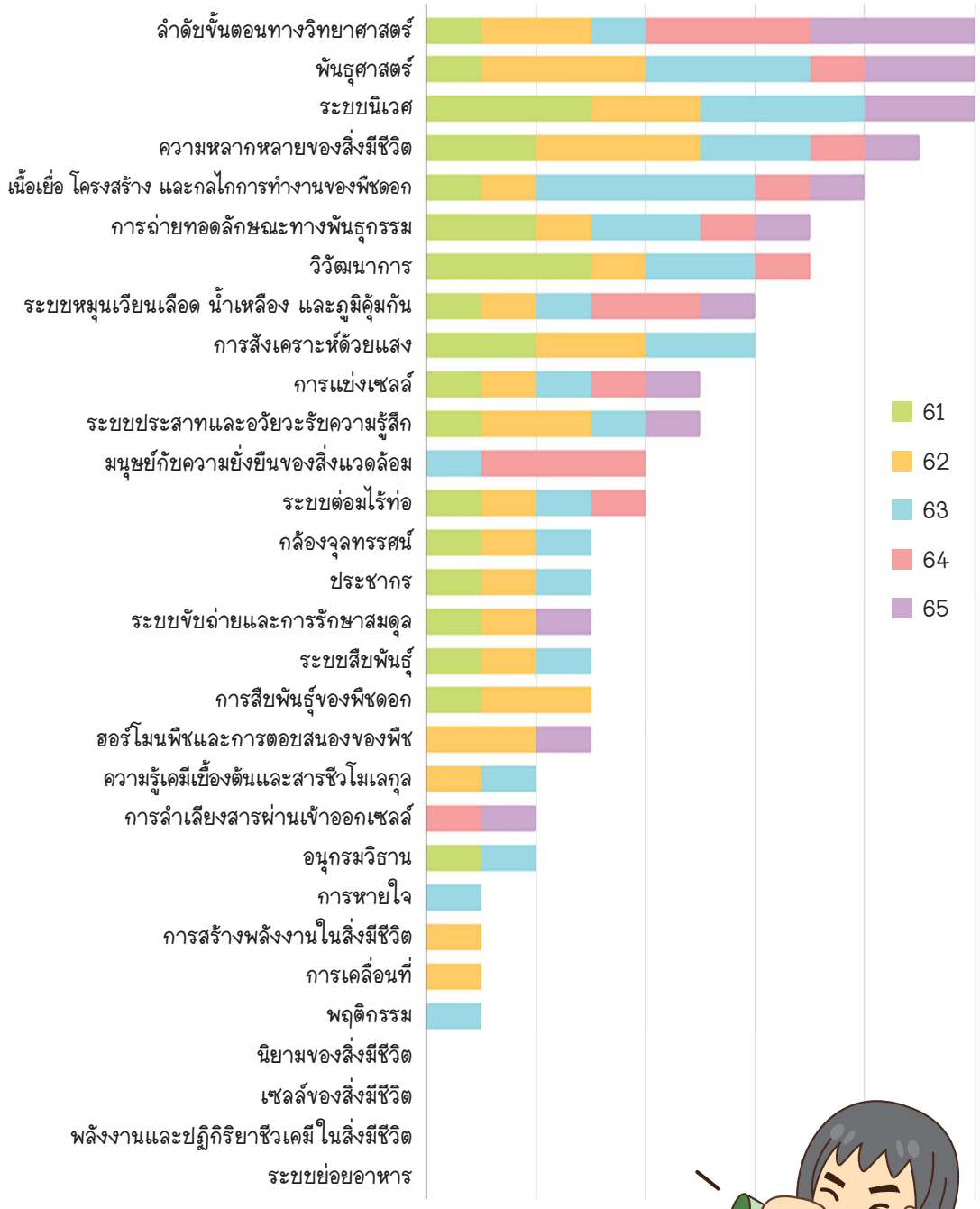
1. ข้อสอบบางข้อมีการบูรณาการระหว่างเนื้อหา
2. ขอบเขตเนื้อหาของข้อสอบ สามารถศึกษาได้จากเอกสารตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จากเว็บไซต์สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

จำนวนข้อ	
ปรนัย 5 ตัวเลือก / 84 คะแนน	**35 ข้อ**
เลือกตอบเชิงซ้อน / 16 คะแนน	**5 ข้อ**
รวม	**40 ข้อ**
คะแนนเต็ม	**100 คะแนน**

สถิติวิชาสามัญ/ A-Level



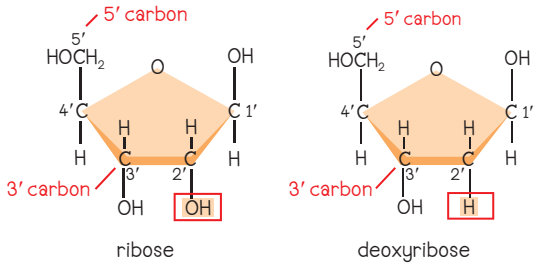
สถิติ PAT2

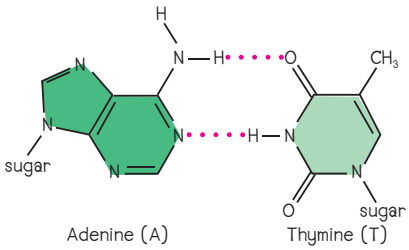

ลำดับขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์
พันธุศาสตร์
ระบบนิเวศ
ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต
เนื้อเยื่อ โครงสร้าง และกลไกการทำงานของพืชดอก
การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
วิวัฒนาการ
ระบบหมุนเวียนเลือด น้ำเหลือง และภูมิคุ้มกัน
การสังเคราะห์ด้วยแสง
การแบ่งเซลล์
ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก
มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม
ระบบต่อมไร้ท่อ
กล้องจุลทรรศน์
ประชากร
ระบบขับถ่ายและการรักษาสมดุล
ระบบสืบพันธุ์
การสืบพันธุ์ของพืชดอก
ฮอร์โมนพืชและการตอบสนองของพืช
ความรู้เคมีเบื้องต้นและสารชีวโมเลกุล
การลำเลียงสารผ่านเข้าออกเซลล์
อนุกรมวิธาน
การหายใจ
การสร้างพลังงานในสิ่งมีชีวิต
การเคลื่อนที่
พฤติกรรม
นิยามของสิ่งมีชีวิต
เซลล์ของสิ่งมีชีวิต
พลังงานและปฏิกิริยาชีวเคมีในสิ่งมีชีวิต
ระบบย่อยอาหาร
61
62
63
64
65

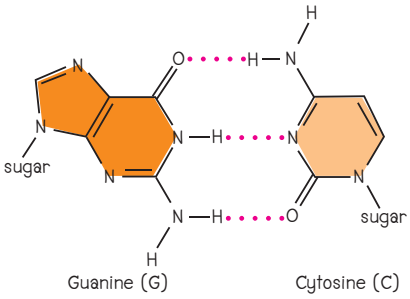
A genetics (พันธุศาสตร์)

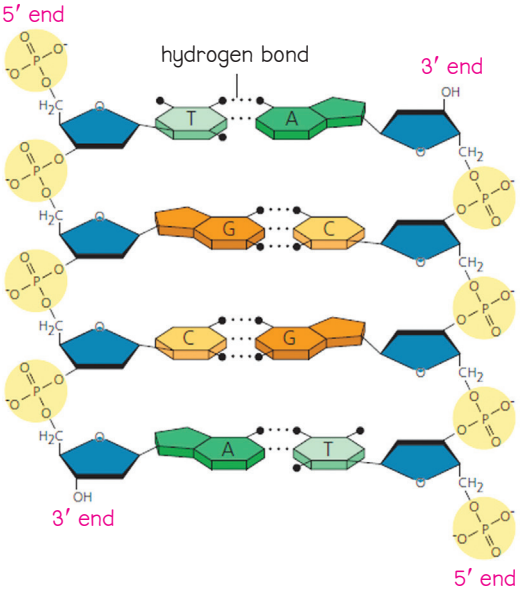
A1 สารพันธุกรรม = กรดนิวคลีอิก

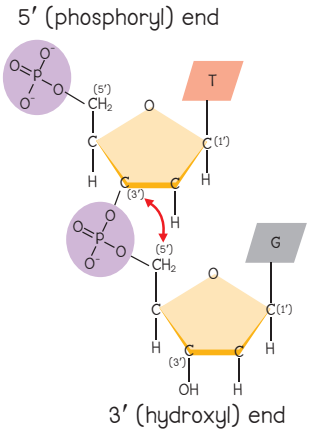
- นิวคลีโอไทด์ (nucleotide)
  - น้ำตาลเพนโทส (pentose)
    - ไรโบส (ribose) → RNA
    - ดีออกซีไรโบส (deoxyribose) → DNA
  - เบส (nitrogenous base)
    - อะดีนีน (Adenine : A)
    - ไทมีน (Thymine : T)/ ยูราซิล (Uracil : U)
    - ไซโทซีน (Cytosine : C)
    - กวานีน (Guanine : G)
  - หมู่ฟอสเฟต (Pi)
- รูปแบบกรดนิวคลีอิก
  - RNA (Ribonucleic Acid)
    - หน่วยย่อย = Pi + ribose + base (A U C G)
  - DNA (Deoxyribonucleic Acid)
    - หน่วยย่อย = Pi + deoxyribose + base (A T C G)
    - เกลียวคู่ เวียนขวา
    - เบสจับกันแบบเบสคู่สมด้วยพันธะไฮโดรเจน
    - โครงสร้าง DNA = ขันไดเวียน → น้ำตาลดีออกซีไรโบสจับกับหมู่ฟอสเฟตเป็นราวขันได (backbone)/ ขันไดแต่ละขั้นคือ คู่เบส 1 คู่



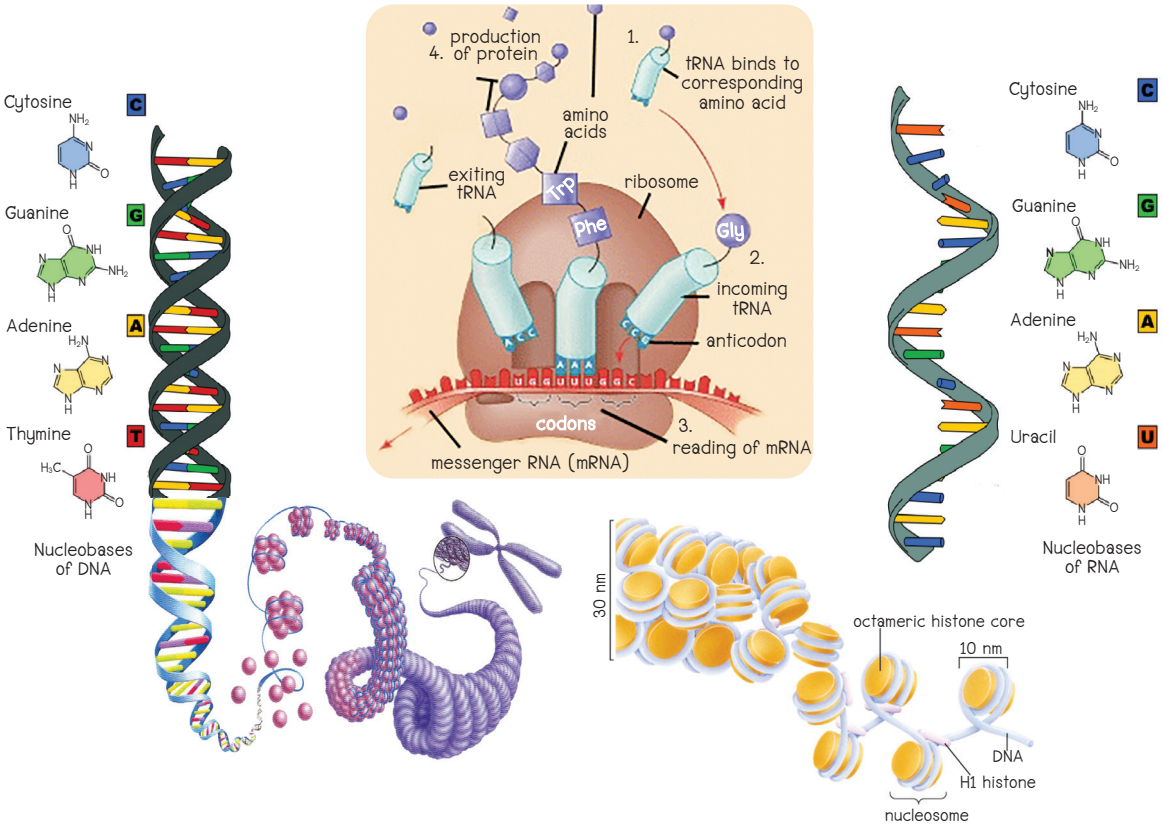






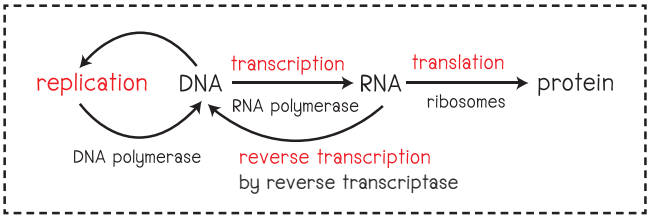


DNA	RNA
น้ำตาลดีออกซีไรโบส ($C_5H_{10}O_4$)	น้ำตาลไรโบส ($C_5H_{10}O_5$)
มีหมู่ฟอสเฟต	มีหมู่ฟอสเฟต
โครงสร้างโมเลกุลส่วนใหญ่เป็นเกลียวคู่ (A+G/T+C = 1) โดยอาจเป็นเส้นตรงหรือเป็นวงก็ได้ บางชนิดเป็นสายเดี่ยว (A+G/T+C ≠ 1) โดยอาจเป็นเส้นตรงหรือเป็นวงก็ได้เช่นกัน	โครงสร้างโมเลกุลส่วนใหญ่เป็นสายเดี่ยว (A+G/U+C ≠ 1) มีบางชนิดเป็นสายคู่ (A+G/U+C = 1) ซึ่งทั้งสองแบบเท่าที่พบเป็นเส้นตรง ไม่พบเป็นวง และแม้จะเป็นสายคู่แต่ไม่มีการพันรอบกันเป็นเกลียวเหมือนใน DNA
ขนาดโมเลกุลใหญ่กว่า	ขนาดโมเลกุลเล็กกว่า
ปริมาณในเซลล์น้อยกว่า	ปริมาณในเซลล์มากกว่า DNA 5-10 เท่า
เป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่ อยู่ในรูปเส้นใย chromatin = DNA พันรวมกับ histone protein เป็นโครงสร้างคล้าย ลูกปัดขนเส้นด้าย - เส้นด้าย = DNA - ลูกปัด = nucleosome	เป็นสารพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่น ไวรอยด์และไวรัสที่ทำให้เกิดไข้หวัดใหญ่ (influenza), โปลิโอ (poliovirus), เอดส์ (HIV), ใบด่างของยาสูบ (tobacco mosaic virus)
เป็นต้นแบบในการสังเคราะห์โปรตีน	เป็นหน่วยปฏิบัติงานในการสังเคราะห์โปรตีน (mRNA/ rRNA (ribosome)/ tRNA)

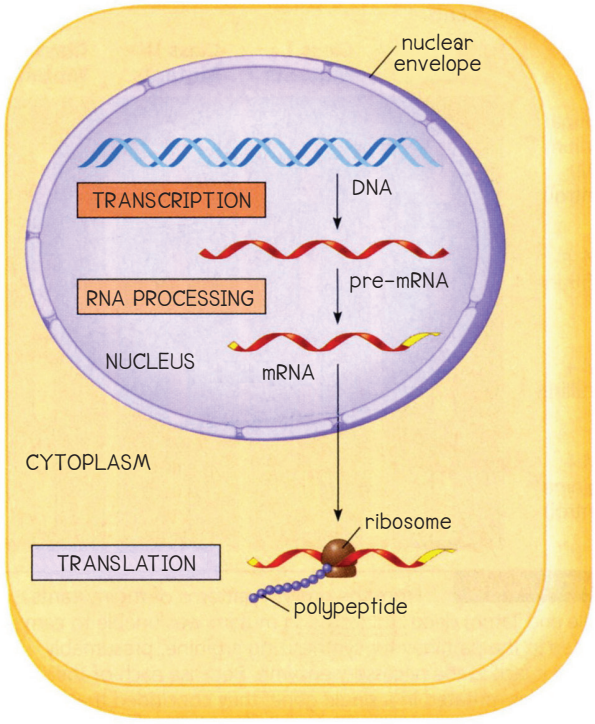


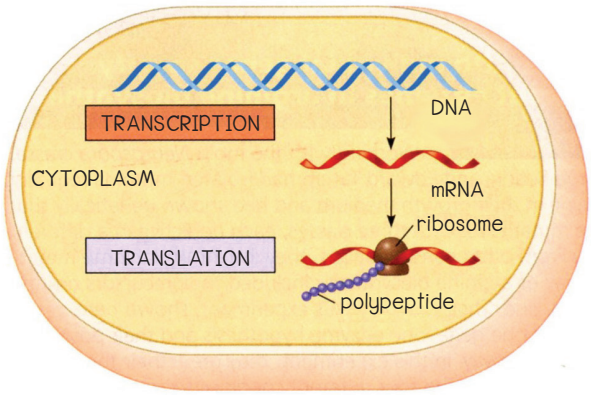
A2 central dogma

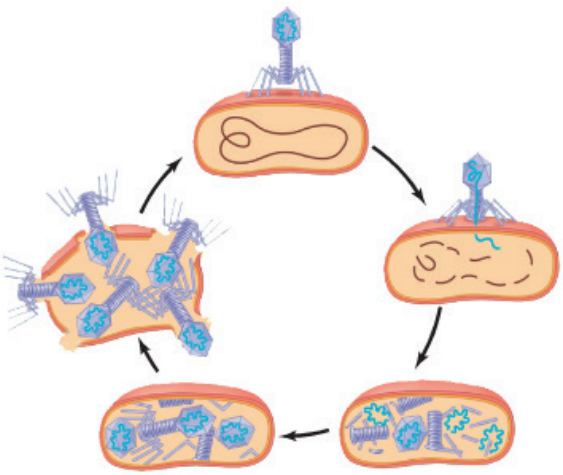
- เป็นหนึ่งในลักษณะที่สำคัญที่สุดในการกำหนดความเป็นสิ่งมีชีวิต
- ประกอบด้วย
  - DNA replication (การจำลอง DNA)
  - transcription (การถอดรหัส)
  - translation (การแปลรหัส)
  - reverse transcription (การถอดรหัสย้อนกลับ)



- ตำแหน่งที่เกิด
  - ยูคาริโอต เกิดในนิวเคลียสและไซโทพลาซึม
  - โพรคาริโอต เกิดในไซโทพลาซึม
  - ไวรัส เกิดในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอื่น

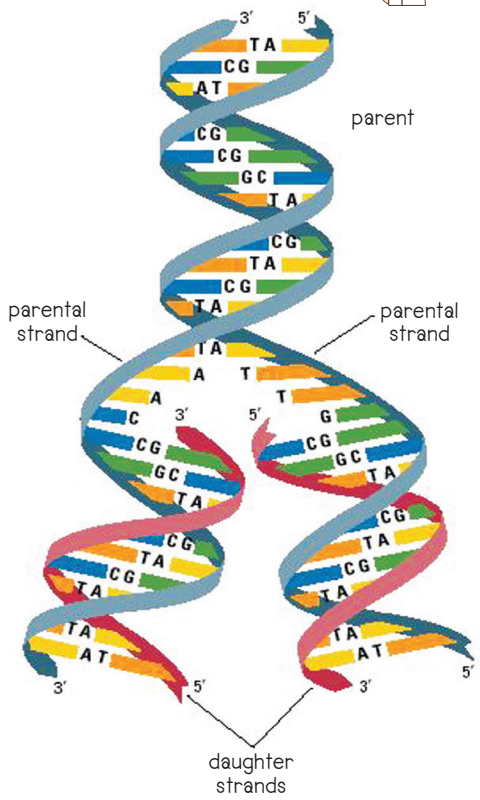


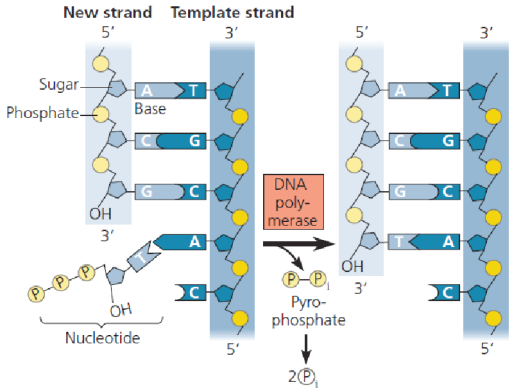


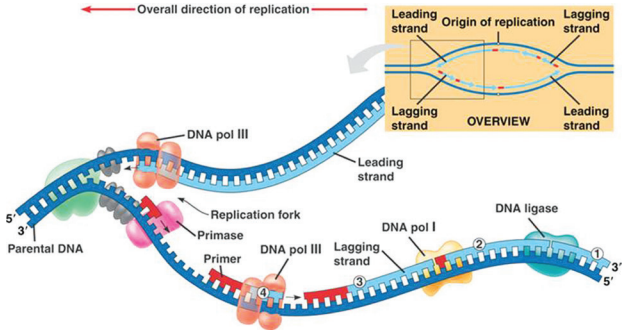


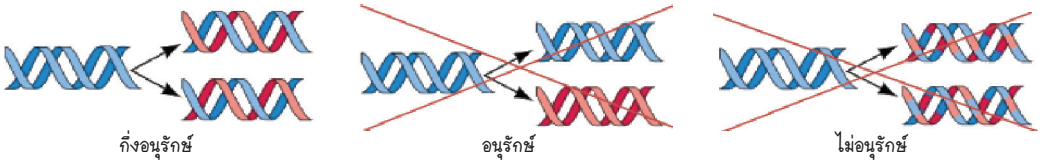
A2-1 DNA replication (การจำลอง DNA)

- = DNA → DNA (เหมือนแม่แบบทุกประการ)
- เกิดเมื่อเซลล์อยู่ในสภาวะที่พร้อมสำหรับการแบ่งตัว (S-phase)/ เกิดในนิวเคลียส
- แม่พิมพ์ : DNA 1 สายคู่ (2 สายเดี่ยว)
- ทิศทางการเกิด
  - สายต้นแบบจะอ่านจากทิศ 3′ → 5′
  - สายใหม่จะสร้างจากทิศ 5′ → 3′
- เครื่องมือที่ใช้
  - เอนไซม์ helicase (เอนไซม์เฮลิเคส)
    - สลายพันธะไฮโดรเจน (double helix → เส้นเดี่ยว)
  - Single Strand Binding (SSB) protein (โปรตีนยึดสาย DNA สายเดี่ยว)
    - ป้องกันการกลับเข้าคู่ของ DNA สายเดี่ยว
  - เอนไซม์ DNA primase (เอนไซม์ดีเอ็นเอไพรเมส)
    - สร้าง RNA primer (RNA สายสั้น)
      → เพื่อเริ่มการสร้างสายใหม่
  - เอนไซม์ DNA polymerase (เอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส)
    - เติมนิวคลีโอไทด์เพื่อสร้าง DNA สายใหม่
  - เอนไซม์ topoisomerase (เอนไซม์โทโพไอโซเมอเรส)
    - คลายเกลียว DNA (supercoil → double helix)
  - เอนไซม์ DNA ligase (เอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส)
    - เชื่อม DNA สายใหม่ให้ต่อเนื่องกัน
  - deoxyribonucleotide triphosphate (A, T, C, G)
- ผลลัพธ์ : DNA 2 สายคู่ (4 สายเดี่ยว)/รอบการสังเคราะห์ → แบบกึ่งอนุรักษ์ (semiconservative)



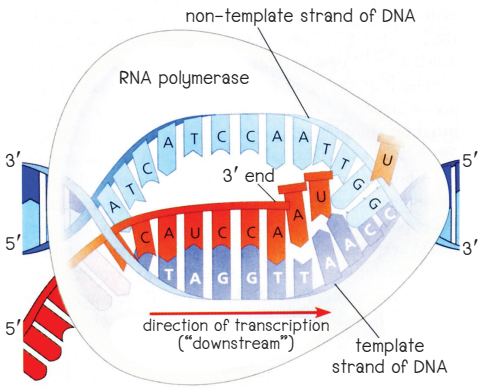






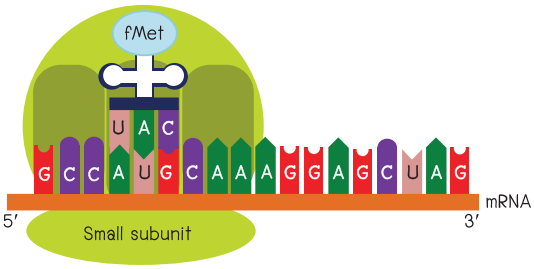
A2-2 transcription (การถอดรหัส)

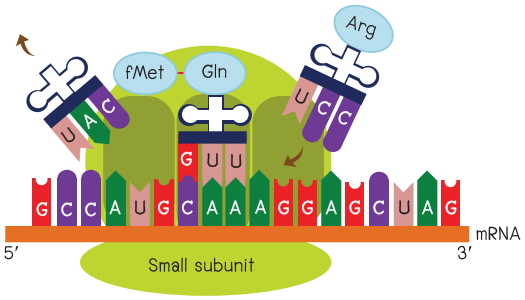
- = DNA ⟶ RNA
- เกิดเมื่อเซลล์ต้องการจะสร้างโปรตีน/ เกิดในนิวเคลียส
- แม่พิมพ์ : DNA 1 สายเดี่ยว
- ทิศทางการเกิด
  - สายต้นแบบ (DNA) อ่านจากทิศ 3′ ⟶ 5′
  - สายใหม่ (RNA) สร้างจากทิศ 5′ ⟶ 3′
- เครื่องมือที่ใช้
  - RNA polymerase (อาร์เอ็นเอพอลิเมอเรส)
    - ทำลายพันธะไฮโดรเจนระหว่างเบสคู่สม
    - เติมนิวคลีโอไทด์เพื่อสร้างสาย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

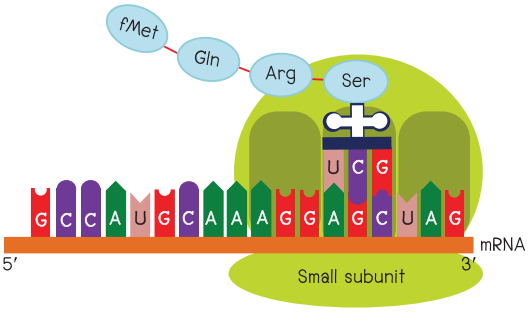


A2-3 translation (การแปลรหัส)

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







codon (รหัสบน mRNA) = กำหนดชนิดของกรดอะมิโน

- กรดอะมิโนมี 20 ชนิด
- เบสมี 4 ชนิด = A U C G
- 1 codon จึงต้องมีเบส 3 ตัว
- 4 x 4 x 4 = codon 64 แบบ/ กรดอะมิโน 20 ชนิด
  (กรดอะมิโน 1 ชนิด มี ≥1 codon)
- start codon = AUG → กรดอะมิโน Methionine (Met) = เริ่มต้นการแปลรหัส
- stop codon = UAA, UGA, UAG → หยุดการแปลรหัส

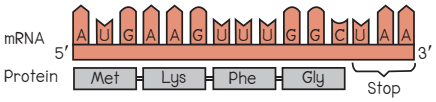
second base

first base (5′ end)	U	C	A	G	third base (3′ end)
U	UUU, UUC = Phe UUA, UUG = Leu	UCU, UCC, UCA, UCG = Ser	UAU, UAC = Tyr UAA = Stop UAG = Stop	UGU, UGC = Cys UGA = Stop UGG = Trp	U C A G
C	CUU, CUC, CUA, CUG = Leu	CCU, CCC, CCA, CCG = Pro	CAU, CAC = His CAA, CAG = Gln	CGU, CGC, CGA, CGG = Arg	U C A G
A	AUU, AUC, AUA = Ile AUG* = Met	ACU, ACC, ACA, ACG = Thr	AAU, AAC = Asn AAA, AAG = Lys	AGU, AGC = Ser AGA, AGG = Arg	U C A G
G	GUU, GUC, GUA, GUG = Val	GCU, GCC, GCA, GCG = Ala	GAU, GAC = Asp GAA, GAG = Glu	GGU, GGC, GGA, GGG = Gly	U C A G

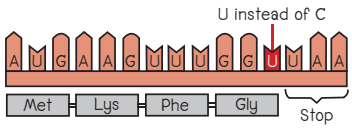
A3

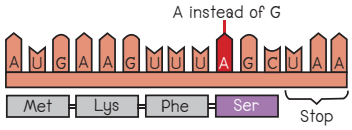
gene mutation (การกลายระดับยีน)

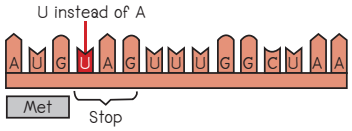
= การเปลี่ยนแปลงของลำดับเบสใน DNA โดยปกติจะเกิดในอัตราต่ำๆ จากความผิดพลาดใน DNA replication แต่จะพบสูงขึ้นเมื่อถูกชักนำด้วยสารก่อการกลาย (mutagen)



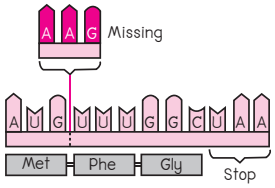
- การแทนที่เบส (base-pair substitution)
  - sense/ silent mutation = กรดอะมิโนไม่เปลี่ยนแปลง/โปรตีนเหมือนเดิม
  - missense mutation = มีการเปลี่ยนชนิดของกรดอะมิโน
  - nonsense mutation = หยุดสังเคราะห์โปรตีน/กรดอะมิโนสั้นลง



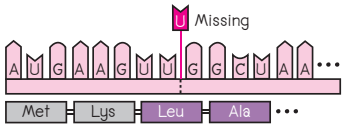




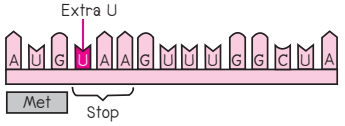
- การเกินหรือขาดหายของนิวคลีโอไทด์ (insertion/deletion)
  - no frameshift = เพิ่มหรือลดแล้วมีการจัดโคดอนเหมือนเดิม → มีกรดอะมิโนเกินหรือขาดในสายโปรตีน



  - frameshift = เพิ่มหรือลดแล้วมีการจัดโคดอนใหม่
    - extensive missense mutation = มีการเปลี่ยนชนิดของกรดอะมิโนตลอดสาย



    - nonsense mutation = หยุดสังเคราะห์โปรตีน/กรดอะมิโนสั้นลง



<u>การเปลี่ยนแปลงที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนลักษณะฟีโนไทป์</u>

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

<u>การเปลี่ยนแปลงที่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนลักษณะฟีโนไทป์</u>

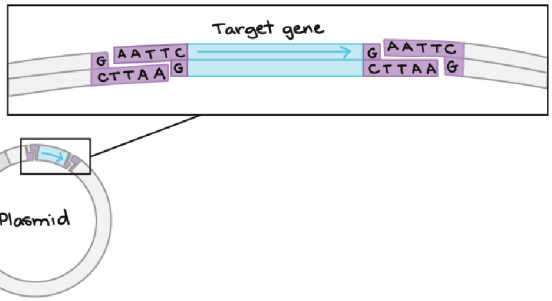
- การ**เปลี่ยนแปลง**เบส 1 ตัว ในสาย DNA ส่วนที่ไม่ใช่ยีน
- การเติมเบส 3 ตัว **หน้าตำแหน่งเริ่มต้นของการถอดรหัส** (transcription)
- การเติมลำดับเบสสำหรับกรดอะมิโน**หน้าตำแหน่งโพรโมเตอร์**
- การเติมลำดับเบสสำหรับกรดอะมิโน**หลังตำแหน่งสุดท้ายของการถอดรหัส**

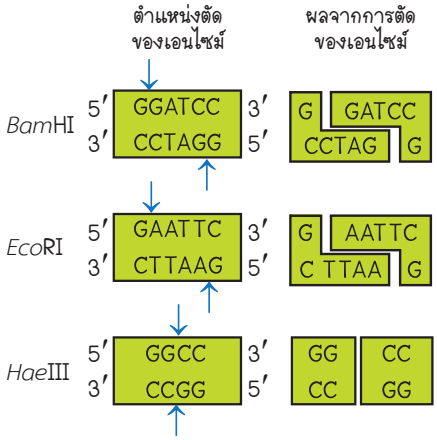
A4 เทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์

A4-1 genetic engineering (พันธุวิศวกรรม)

การตัดต่อพันธุกรรม

- 1 ค้นหายีน/ ชิ้นส่วน DNA ที่ต้องการ
- 2 ตัด DNA ที่มียีนส่วนที่ต้องการด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme)
- 3 ตัด plasmid ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะชนิดเดียวกับการตัด DNA (เพื่อให้สามารถนำชิ้นส่วนของ DNA ทั้งสองแหล่งมาเชื่อมต่อกันได้)
- 4 นำชิ้นส่วน DNA จากข้อ 2 มาเชื่อมต่อกับ plasmid ในข้อ 3 (เกิดเป็น recombinant DNA)
- 5 ส่งถ่าย recombinant DNA เข้าสู่แบคทีเรียเจ้าบ้าน เพื่อเพิ่มปริมาณ (clone)/ ผลิตโปรตีนที่ต้องการ

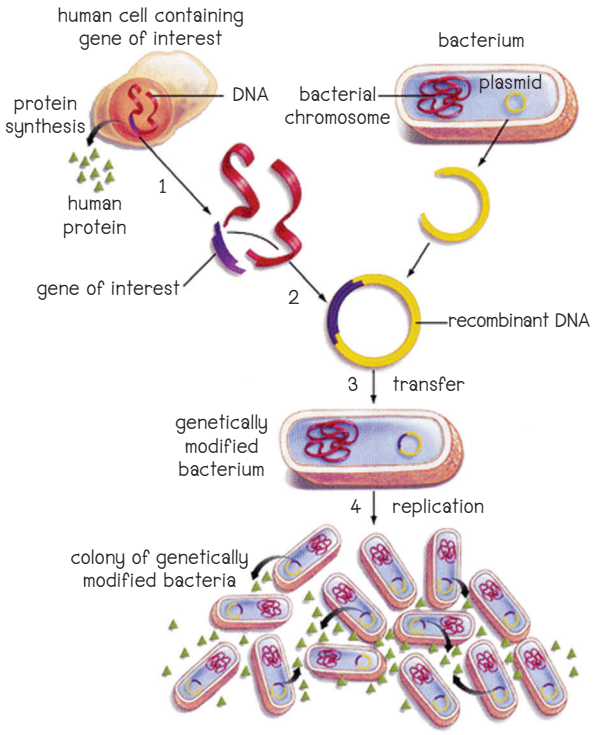




restriction endonuclease enzyme
- ปลายเหนียว (sticky end)
  เชื่อมต่อกับปลายเหนียว
- ปลายทู่ (blunt end)
  เชื่อมต่อกับปลายทู่

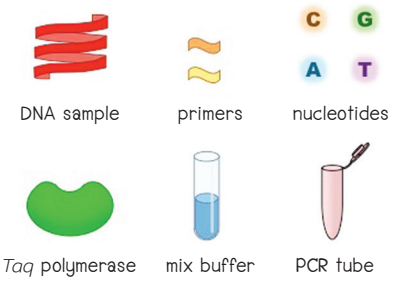
การใช้ประโยชน์

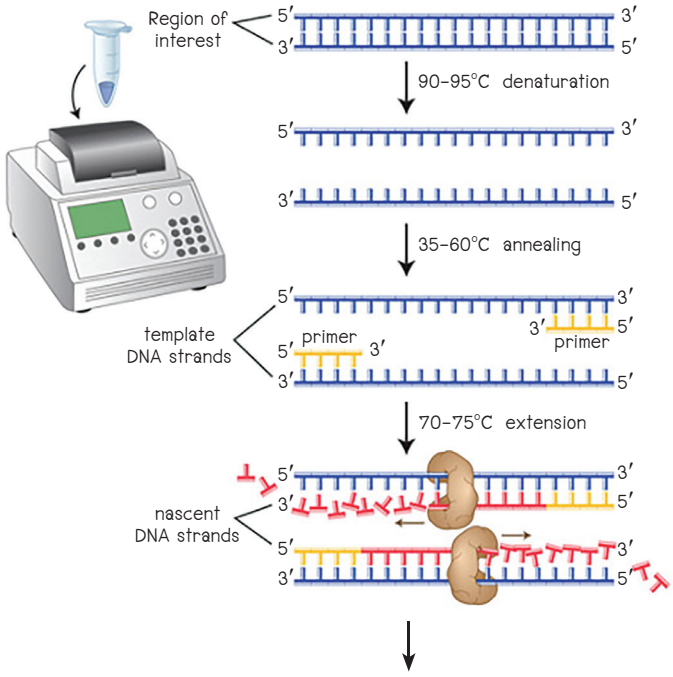
- gene therapy (การรักษาด้วยยีน)
  - leukemia (ลิวคีเมีย)
  - thalassemia (ธาลัสซีเมีย)
- สังเคราะห์สารพิเศษ
  - insulin (อินซูลิน)
  - botox (โบทอกซ์)
  - antibody (ภูมิคุ้มกัน)
- GMOs (Genetically Modified Organisms)
  = สิ่งมีชีวิตดัดต่อยีน/ ดัดแปรพันธุกรรม → มียีนใหม่ภายในเซลล์ → สร้างโปรตีนชนิดใหม่
  - แบคทีเรียที่มียีนอินซูลินของคน
  - ฝ้ายบีที (ต้านทานหนอนเจาะสมอฝ้าย)

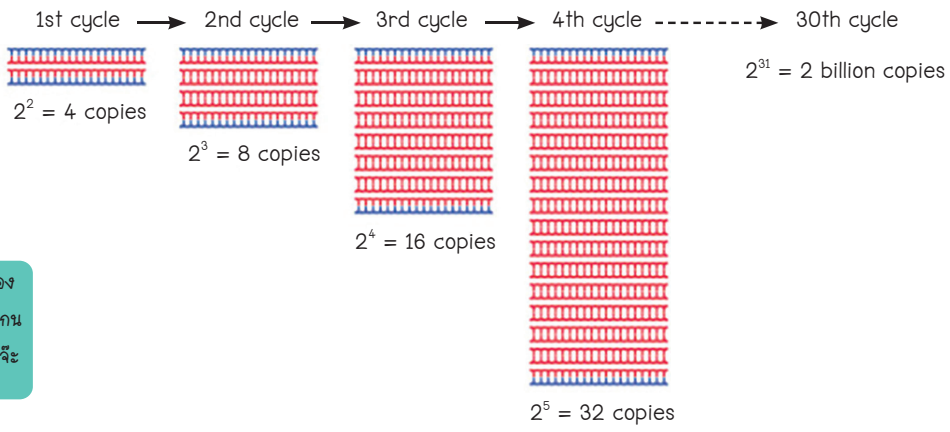


A4-2 PCR (Polymerase Chain Reaction) technique

- เทคนิคการเพิ่มปริมาณ DNA ในหลอดทดลองโดยใช้เอนไซม์จาก thermophilic bacteria (แบคทีเรียในบ่อน้ำพุร้อน) = การโคลนชิ้นส่วน DNA
- = *in vitro* enzymatic gene amplification (การเพิ่มปริมาณยีน/DNA ที่สนใจในหลอดทดลอง)
- ขั้นตอนการเพิ่มปริมาณ DNA
  - 1 denaturation
    - ใช้ T = 90–95°C
    - แยกสายคู่ของ DNA แม่แบบจากสายคู่ให้เป็นสายเดี่ยว โดยการทำลายพันธะไฮโดรเจนระหว่างเบสคู่สม
  - 2 annealing
    - ใช้ T = 35–60°C
    - DNA primer จับกับ DNA ต้นแบบ
  - 3 extension
    - ใช้ T = 70–75°C
    - นำนิวคลีโอไทด์ (A T C G) มาต่อกับ primer ทางด้านปลาย 3′
  - 4 ทำขั้นตอนที่ 1–3 ซ้ำประมาณ 30 รอบ
- ผลลัพธ์
  - ปริมาณ DNA เพิ่มขึ้นเท่ากับ 2^n เท่า (n = จำนวนรอบของการทำ PCR)

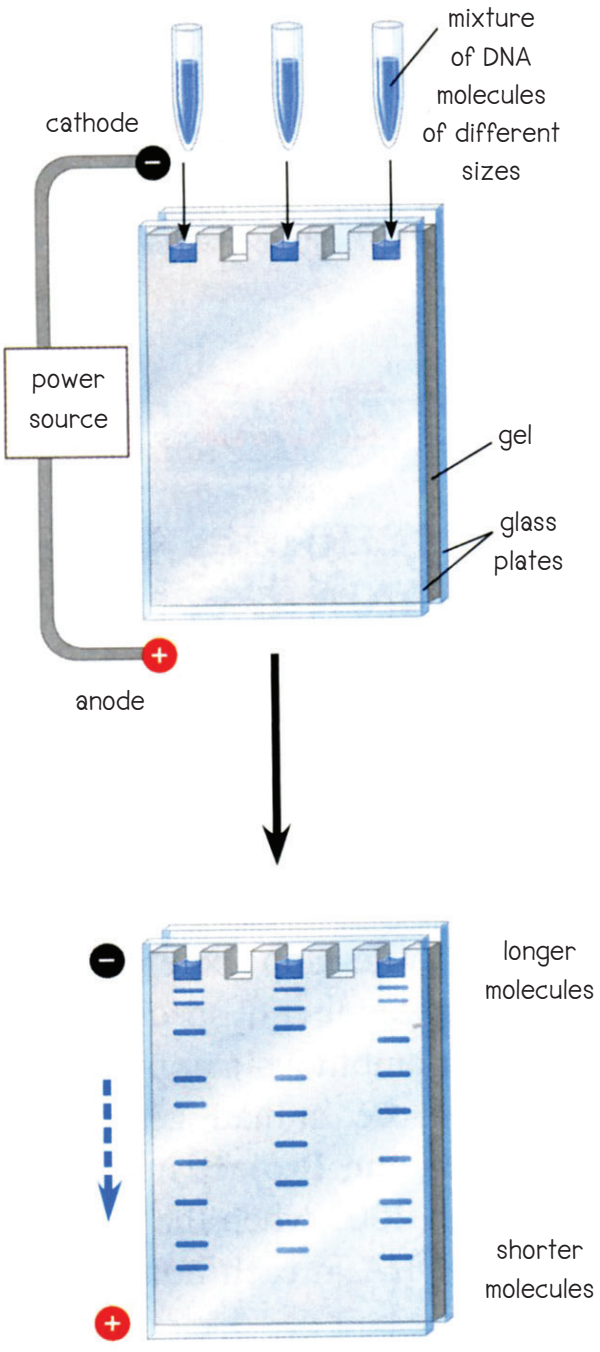






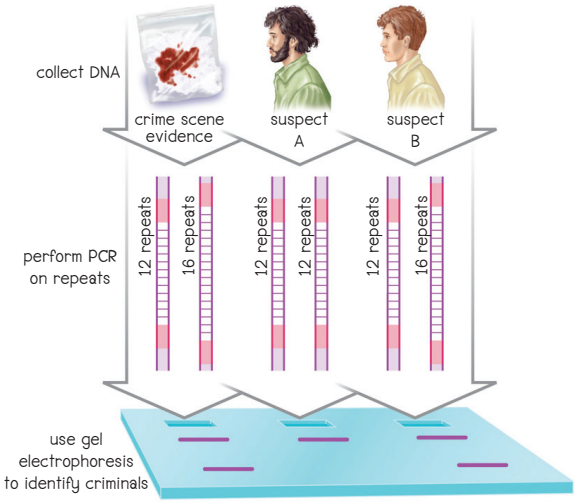
A4-3 DNA analysis (การวิเคราะห์ดีเอ็นเอ)

- DNA เป็นประจุ ⊖ ดังนั้นจะวิ่งจากขั้ว ⊖ ไปขั้ว ⊕
- = gel electrophoresis → ย้อมด้วยสีอีธิเดียมโบรไมด์ → ส่องด้วยแสงอัลตราไวโอเลต
- แยก DNA ที่มีขนาดต่างกันในสนามไฟฟ้าผ่านตัวกลาง → DNA ขนาดใหญ่เคลื่อนที่ได้ยาก
- สามารถตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลโดยใช้ restriction enzyme (เอนไซม์ตัดจำเพาะ)

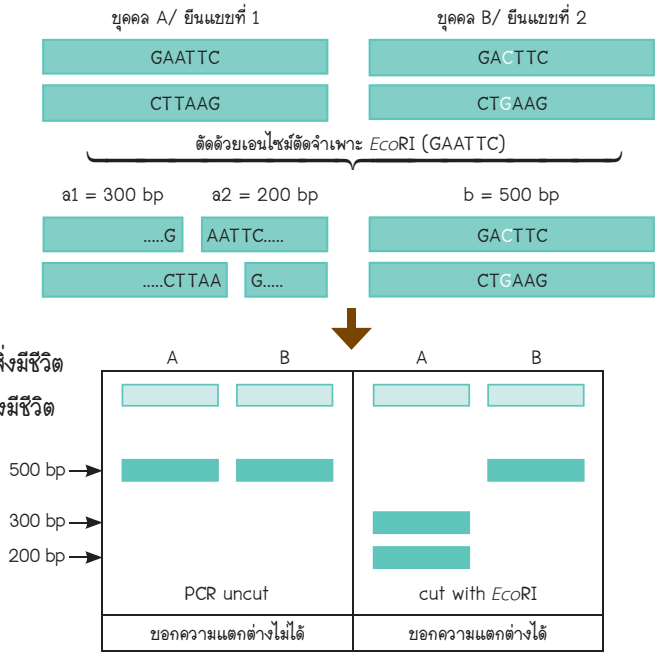


A4-4 ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (DNA fingerprint)

- = การต่อยอดวิเคราะห์ DNA เฉพาะบุคคลจาก gel electrophoresis และ PCR
- เครื่องมือ
  - ชิ้นส่วนที่มี DNA = เซลล์ที่มีนิวเคลียส
    - ✓ : โคนเส้นผม/ น้ำอสุจิ/ คราบอสุจิ/ เลือด/ คราบเลือด/ กระดูก/ น้ำเหลือง
    - ✗ : ลายนิ้วมือ/ ปลายเส้นผม/ เม็ดเลือดแดง
  - อุปกรณ์ในการทำ PCR
  - อุปกรณ์ในการทำ gel electrophoresis
  - restriction enzyme
- วิธีการ
  - microsatellite
    - ลำดับเบสแบบซ้ำๆ เช่น ACACAC
    - พบได้ในสาย DNA มักพบในบริเวณที่ไม่ใช่ยีน
    - ในแต่ละบุคคลมีจำนวนซ้ำของเบสแตกต่างกัน
  - PCR-RFLP
    - เทคนิคการสร้างลายพิมพ์ DNA ที่อาศัยการเพิ่มปริมาณ DNA ด้วยเทคนิค PCR แล้วนำ DNA ที่ได้มาตัดด้วย restriction enzyme ทำให้เกิดชิ้นส่วน DNA ขนาดแตกต่างกัน
    - วิเคราะห์ผลโดยนำ DNA ที่ได้มาผ่านกระบวนการ gel electrophoresis

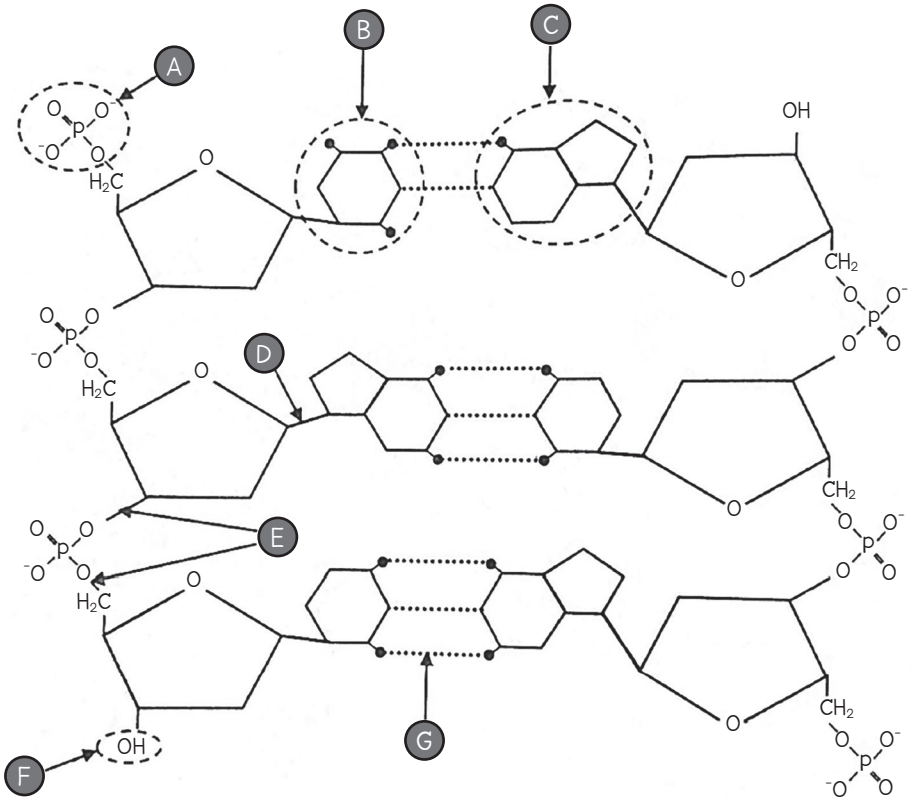


- ผลลัพธ์
  - เชิงนิติวิทยาศาสตร์
    - ใช้พิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล (ยกเว้นแฝดร่วมไข่ไม่สามารถตรวจได้)
    - ใช้ตรวจสอบความเป็นพ่อ แม่ ลูก
    - พิสูจน์บุคคลในทางอาชญากรรม
  - ศึกษาความหลากหลายของประชากร
    - ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
    - ศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต (วิเคราะห์ phylogenetic tree)
  - ใช้ตรวจสอบอุตสาหกรรมอาหาร
    - การปนเปื้อนของเนื้อสัตว์ในอาหารเจ
    - อาหารมุสลิม (ฮาลาล)
    - อาหารปนเปื้อน GMOs



แบบฝึกหัด

1. โครงสร้างของพอลินิวคลีโอไทด์ แสดงดังภาพ



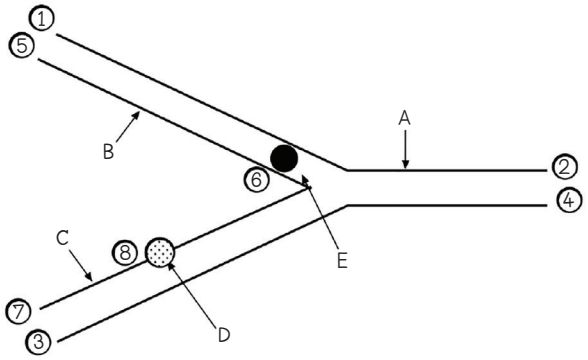
จากภาพ ข้อใดถูกต้อง (วิชาสามัญ 65)

1. พันธะไกลโคซิดิก (ตำแหน่ง G) เชื่อมระหว่างเบสกับน้ำตาลดีออกซีไรโบส
2. เอนไซม์เฮลิเคสทำให้ดีเอ็นเอเกลียวคู่แยกออกจากกันโดยการทำลายพันธะไฮโดรเจน (ตำแหน่ง D)
3. เอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส สังเคราะห์ดีเอ็นเอสายใหม่จากปลาย 5′ (ตำแหน่ง F) ไป 3′ (ตำแหน่ง A)
4. เอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกสเชื่อมนิวคลีโอไทด์ โดยสร้างพันธะระหว่างเบสคู่สม (ตำแหน่ง B และตำแหน่ง C)
5. พันธะฟอสโฟไดเอสเตอร์ (ตำแหน่ง E) เชื่อมระหว่างอะตอมคาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ของน้ำตาลดีออกซีไรโบส กับอะตอมคาร์บอนตำแหน่งที่ 5 ของน้ำตาลดีออกซีไรโบส

2. ข้อใดถูกต้อง (วิชาสามัญ 63)

	คำ	คำอธิบาย
1.	genome	สารพันธุกรรมทั้งหมดในเซลล์ร่างกายของ diploid
2.	double helix	polynucleotide 1 สาย พันกันบิดเป็นเกลียว 2 รอบ
3.	nucleosome	กลุ่มโปรตีน histone ที่มี DNA สายเดี่ยว พันอยู่รอบนอก
4.	complementary base	nitrogenous base ที่มีจำนวน ring เท่ากัน จับคู่กันด้วยพันธะไฮโดรเจน
5.	chromosome theory of inheritance	โครโมโซมที่เป็นคู่กันจะแยกออกจากกัน ในการแบ่ง meiosis และยีนที่เป็นคู่กันก็แยกกันด้วย

3. จากภาพการจำลอง DNA



ข้อใดถูกต้อง (วิชาสามัญ 63)

1. A คือ template strand โดยด้าน ① คือ ปลาย 5′ และด้าน ② คือ ปลาย 3′
2. B คือ leading strand โดยด้าน ⑤ คือ ปลาย 5′ และด้าน ⑥ คือ ปลาย 3′
3. C คือ lagging strand โดยด้าน ⑦ คือ ปลาย 5′ และด้าน ⑧ คือ ปลาย 3′
4. D คือ DNA ligase มีหน้าที่เชื่อม nucleotide ให้ต่อกันเป็นสายยาว
5. E คือ DNA polymerase มีหน้าที่คลายเกลียวของ DNA โมเลกุลเดิม

4. ในการจำลอง DNA ปฏิกิริยาใดที่อาศัย DNA ligase (วิชาสามัญ 62)

1. เชื่อมนิวคลีโอไทด์ตัวใหม่กับ lagging strand
2. เชื่อมนิวคลีโอไทด์ตัวใหม่กับ leading strand
3. จับคู่เบสระหว่าง DNA แม่แบบกับ DNA สายใหม่
4. สร้าง phosphodiester bond ระหว่าง 3′ -OH ของ lagging strand สายหนึ่งกับ 5′ -phosphate ของ lagging strand สายใหม่
5. สร้าง phosphodiester bond ระหว่าง 5′ -phosphate ของ lagging strand สายหนึ่งกับ 3′ -OH ของ lagging strand สายใหม่

5. ข้อใดจัดอยู่ในกระบวนการต่อสายยาวของการถอดรหัส (transcription) (วิชาสามัญ 62)

1. กรดอะมิโนเชื่อมต่อกันเป็นสายพอลิเพปไทด์
2. DNA polymerase เข้าไปจับกับ DNA แม่แบบ
3. ribonucleotide ตัวใหม่เชื่อมกับ leading strand
4. RNA polymerase เชื่อม ribonucleotide ตัวใหม่กับ mRNA
5. deoxyribonucleotide ที่มีเบสเข้าคู่กับนิวคลีโอไทด์ของ DNA แม่แบบเข้ามาจับ

6. จากการวิจัยการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสีดอกของต้นถั่ว พบว่ามีแอลลีลที่เกี่ยวข้อง 2 แอลลีล คือ แอลลีล *A* เป็นแอลลีลเด่นที่ควบคุมลักษณะดอกสีม่วง สามารถข่มแอลลีล *a* ซึ่งเป็นแอลลีลด้อยได้อย่างสมบูรณ์ โดยแอลลีล *A* จะควบคุมการสร้าง transcription factor A ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างสารสีกลุ่มแอนโทไซยานิน ในขณะที่แอลลีล *a* เป็นผลจากการเกิดมิวเทชัน ทำให้ transcription factor A ที่ได้มีโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงไปจนทำงานไม่ได้

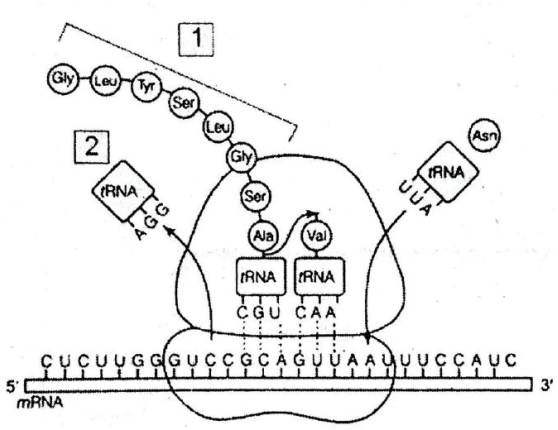
จากข้อมูล ข้อใดไม่ถูกต้อง (วิชาสามัญ 64)

1. ต้นถั่วที่มีดอกสีขาว มีการสร้าง transcription factor A ลดลง
2. ต้นถั่วที่มีดอกสีขาว มีการถอดรหัสและการแปลรหัสของแอลลีล *a*
3. ต้นถั่วที่มีดอกสีม่วง พบ transcription factor A และสร้างแอนโทไซยานินได้
4. ต้นถั่วที่มีดอกสีม่วง มีการถอดรหัสและการแปลรหัสได้เป็น transcription factor A
5. ต้นถั่วที่มีดอกสีม่วงที่มีจีโนไทป์ *Aa* พบทั้ง transcription factor A ชนิดที่ทำงานได้และทำงานไม่ได้

7. ข้อใดถูกต้อง (วิชาสามัญ 64)

1. ไรโบโซมแปลรหัสบน mRNA ในทิศทาง 3′ ไป 5′
2. mRNA ประกอบด้วยเบส 4 ชนิด คือ A T G และ C
3. อัตราส่วนระหว่าง A + G และ U + C ของ mRNA จะเป็น 1:1 เสมอ
4. ในยูแคริโอต พบว่าความยาวของ mRNA อาจน้อยกว่าความยาวของยีน
5. ในโพรแคริโอตการแปลรหัสเกิดขึ้นหลังจากการถอดรหัสเสร็จสิ้นสมบูรณ์

8. จากภาพ



หมายเลข 1 คืออะไร และหมายเลข 2 นำกรดอะมิโนชนิดใด (วิชาสามัญ 62)

1. polyribosome และ serine
2. polypeptide chain และ serine
3. polypeptide chain และ alanine
4. polynucleotide chain และ glycine
5. polynucleotide chain และ alanine

9. ข้อใดคือสมบัติที่เหมือนกันของ DNA polymerase และ RNA polymerase (วิชาสามัญ 63)

1. มี nucleotide ชนิดเดียวกันเป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยา
2. เชื่อมต่อ nucleotide ในทิศทางจากปลาย 3′ ไปยังปลาย 5′
3. สร้าง phosphodiester bond เพื่อเชื่อม nucleotide ให้เป็นสายยาว
4. สร้าง polynucleotide สายใหม่โดยไม่ขึ้นกับลำดับของ DNA template
5. เริ่มต้นการสังเคราะห์สาย polynucleotide โดยไม่ต้องต่อพันธะจากปลาย 3′ ที่มีมาก่อน

10. ข้อใดกล่าวถึงการถอดรหัส (transcription) และการแปลรหัส (translation) เพื่อสังเคราะห์โปรตีนได้ถูกต้อง (วิชาสามัญ 65)

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

11. กำหนดให้ตารางรหัสพันธุกรรม เป็นดังนี้

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

กำหนดให้สายดีเอ็นเอซึ่งทำหน้าที่เป็นสายแม่แบบในการถอดรหัส มีลำดับเบสดังนี้

3′ CATACATAGCGAGTCTGGAAACTTAAGATTGA 5′

หากมีกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนจากดีเอ็นเอสายดังกล่าว สายพอลิเพปไทด์ที่ได้จะประกอบด้วยกรดอะมิโนกี่โมเลกุล และมีพันธะเพปไทด์กี่พันธะ (วิชาสามัญ 65)

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

12. mRNA สายหนึ่งประกอบด้วยรหัสสร้าง polypeptide ที่มีความยาวของ amino acid 312 ตัว ถ้าเกิด mutation ในยีนที่สร้าง polypeptide สายนี้โดย codon ลำดับที่ 52 คือ UGG ซึ่งเป็นรหัสของ tryptophan เปลี่ยนเป็น UGA จะทำให้ polypeptide ที่สร้างได้มีจำนวน amino acid กี่ตัว (วิชาสามัญ 63)

1. 17
2. 51
3. 52
4. 311
5. 312

13. กำหนดให้ตารางรหัสพันธุกรรม เป็นดังนี้

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

ถ้าเกิดมิวเทชันที่ทำให้เบส T ในตำแหน่ง ก หายไปจากลำดับนิวคลีโอไทด์ของสายดีเอ็นเอแม่แบบดังภาพ

ก

5′- TTACCTAAGAATAGATGGGCATCGGG -3′

จากข้อมูล เมื่อเกิดการถอดรหัสและแปลรหัส สายพอลิเพปไทด์ที่ได้จะเป็นอย่างไร (วิชาสามัญ 64)

1. ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
2. สายพอลิเพปไทด์มีขนาดสั้นลง
3. กรดอะมิโนเปลี่ยนไปเพียง 1 ตำแหน่ง
4. สายพอลิเพปไทด์ไม่ถูกสร้างขึ้นเพราะไม่มีการแปลรหัส
5. กรดอะมิโนตำแหน่งที่ 3 เปลี่ยนจากไอโซลิวซีนเป็นซีรีน

14. กำหนดให้ตารางรหัสพันธุกรรม เป็นดังนี้

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

นักวิจัยทำการทดลองโดยนำเซลล์หนูตะเภาไปฉายรังสีเอกซ์ แล้วนำเซลล์หนูตะเภา 5 เซลล์ (A-E) มาศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ของ mRNA ของยีน X และจำนวนโครโมโซมของเซลล์ ได้ข้อมูลดังตาราง

กำหนดให้ กรอบสี่เหลี่ยมบนลำดับนิวคลีโอไทด์ของ mRNA แสดงนิวคลีโอไทด์ที่แตกต่างจากสายพันธุ์ปกติ และนิวคลีโอไทด์ที่หายไปหนึ่งตำแหน่งจะแสดงด้วยเครื่องหมาย -

เซลล์	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ mRNA ของยีน X	จำนวนโครโมโซม
สายพันธุ์ปกติ	5′ GGAUGCCCAUGAAAUGAUAG 3′	2n = 30
A	5′ GGAUGAGAAUGAAAUGAUAG 3′	2n = 30+1
B	5′ GGAUGCCCACCUGAAAUGAUAG 3′	2n = 30
C	5′ GGAUGCCCAUG- - -UGAUAG 3′	2n = 30
D	5′ GGAUGCCCAAGAAAUGAUAG 3′	2n = 30
E	5′ GGAUGCCCAUGAAAUAAUAG 3′	3n = 45

จากข้อมูล ข้อสรุปเกี่ยวกับมิวเทชันในข้อใดถูกต้อง (วิชาสามัญ 65)

	เซลล์	ระดับมิวเทชันที่เกิดขึ้น	ขนาดของสายพอลิเพปไทด์เทียบกับสายพันธุ์ปกติ	การเกิดเฟรมชิฟท์มิวเทชัน
1.	A	ยีนและโครโมโซม	สั้นลง	เกิด
2.	B	ยีน	เท่าเดิม	เกิด
3.	C	ยีน	สั้นลง	ไม่เกิด
4.	D	ยีน	สั้นลง	ไม่เกิด
5.	E	ยีนและโครโมโซม	เท่าเดิม	เกิด

15. หญิงคนหนึ่งมีภาวะตาบอดสีและมีกลุ่มอาการ Turner syndrome (45, X) มีพ่อตาบอดสี แต่แม่ปกติ โดยไม่มีประวัติตาบอดสีในครอบครัว หญิงคนนี้ได้รับเซลล์สืบพันธุ์ที่เกิดจาก nondisjunction ของโครโมโซมเพศจากพ่อแม่ฝ่ายใด (วิชาสามัญ 63)

1. nondisjunction ในระยะ meiosis I ของการสร้างเซลล์ไข่ในแม่และการสร้างสเปิร์มในพ่อ
2. nondisjunction ในระยะ meiosis II ของการสร้างเซลล์ไข่ในแม่และการสร้างสเปิร์มในพ่อ
3. nondisjunction ในระยะ meiosis I ของการสร้างเซลล์ไข่ในแม่และ meiosis II ของการสร้างสเปิร์มในพ่อ
4. nondisjunction ในระยะ meiosis I หรือ meiosis II ของการสร้างเซลล์ไข่ในแม่และไม่มี nondisjunction ในการสร้างสเปิร์มในพ่อ
5. nondisjunction ในระยะ meiosis I หรือ meiosis II ของการสร้างสเปิร์มในพ่อและไม่มี nondisjunction ในการสร้างเซลล์ไข่ในแม่

16. ชิ้น DNA ในภาพแสดงโครงสร้างส่วนปลายที่ถูกตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะชนิดหนึ่ง (N แทนนิวคลีโอไทด์ใดๆ และ ... แทนสายพอลินิวคลีโอไทด์ขนาดหนึ่งๆ)

5′ CNNN.....NNNGAGCT 3′
3′ TCGAGNNN.....NNNC 5′

ชิ้น DNA นี้มาจากการตัดจำเพาะของเอนไซม์ที่มีบริเวณจดจำ (recognition site) ในข้อใด (ลูกศรแสดงตำแหน่งการตัดของเอนไซม์ตัดจำเพาะ) (วิชาสามัญ 63)

1. 5′ ... AGACTC ... 3′
   3′ ... TCTGAG ... 5′

2. 5′ ... CTCGAG ... 3′
   3′ ... GAGTCT ... 5′

3. 5′ ... CTCGAG ... 3′
   3′ ... GAGTCT ... 5′

4. 5′ ... GAGCTC ... 3′
   3′ ... CTCGAG ... 5′

5. 5′ ... GAGCTC ... 3′
   3′ ... CTCGAG ... 5′

17. เทคนิค polymerase chain reaction (PCR) เป็นการเพิ่มส่วนของ DNA ในหลอดทดลองโดยการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิขึ้นลงเป็นรอบๆ การปรับอุณหภูมิมีวัตถุประสงค์ต่างกันดังนี้

A การปรับอุณหภูมิให้เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ DNA พอลิเมอเรส

B การปรับอุณหภูมิให้ได้ประมาณ 95°C เพื่อให้เกิดการแยกสาย DNA แม่แบบออกจากกัน

C การปรับอุณหภูมิให้ได้ประมาณ 50-60°C เพื่อให้เกิดการจับกันระหว่าง DNA แม่แบบและไพรเมอร์

ข้อใดเรียงขั้นตอนการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิในแต่ละรอบตามลำดับได้อย่างถูกต้อง (วิชาสามัญ 62)

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

18. ในการศึกษาความสัมพันธ์ทางสายเลือดของพ่อ แม่ และลูก สามารถใช้เทคนิคพีซีอาร์ในการวิเคราะห์โครโมโซมได้

การศึกษาหนึ่งได้วิเคราะห์โครโมโซมจำนวน 4 ตำแหน่ง และตรวจหมู่เลือดระบบ ABO ของบุคคล 7 คน โดยในกลุ่มบุคคลนี้มีครอบครัวหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วย พ่อ แม่ และลูกรวมอยู่ด้วย ผลการศึกษาเป็นดังตาราง

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 (วิชาสามัญ 65)

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

19. การโคลนชิ้นดีเอ็นเอของยีนโดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียเพื่อสร้างดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์ นักวิจัยใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะต่างชนิดกันมาตัดชิ้นดีเอ็นเอในหลอดทดลองแต่ละหลอด รายละเอียดดังตาราง

หลอดที่	เอนไซม์ตัดจำเพาะที่ใช้ตัดชิ้นดีเอ็นเอ	ลำดับเบสที่เป็นบริเวณจดจำและตำแหน่งตัดจำเพาะ (↓)	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

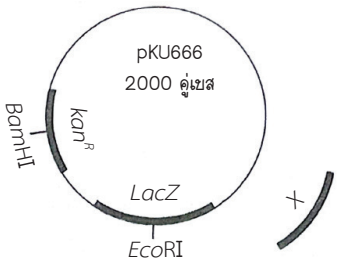
นำชิ้นดีเอ็นเอที่ตัดได้ในแต่ละหลอดไปเชื่อมกับพลาสมิดที่ถูกตัดด้วย *Bam*HI โดยใช้เอนไซม์ไลเกส จากนั้น ถ่ายพลาสมิดแต่ละหลอดที่ได้เข้าสู่เซลล์แบคทีเรียเพื่อเพิ่มจำนวน แล้วจึงสกัดพลาสมิดและใช้เทคนิคพีซีอาร์ในการตรวจสอบพลาสมิดดีเอ็นเอที่ได้ โดยไพรเมอร์ที่ใช้จะจับบริเวณก่อนและหลังตำแหน่งตัดจำเพาะของ *Bam*HI บนพลาสมิด ดังภาพ (ลูกศรสีขาว แสดงบริเวณที่ไพรเมอร์จับ)

กำหนดให้ พลาสมิดที่ไม่มีชิ้นดีเอ็นเอแทรกจะได้ผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ขนาด 50 bp

จากข้อมูล ข้อใดระบุผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ถูกต้อง (วิชาสามัญ 65)

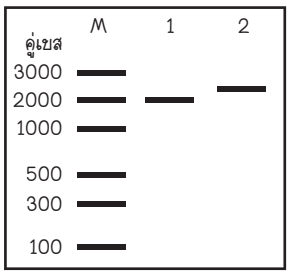
	หลอดที่	ขนาดของผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ (bp)
1.	1	ไม่เกิดผลิตภัณฑ์
2.	2	50 และ 200
3.	3	50 และ 350
4.	4	50 และ 450
5.	5	50 และ 500

20. นักวิทยาศาสตร์สร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม โดยเชื่อมต่อยีน X ที่สร้างสารทำให้แบคทีเรียเปล่งแสงในที่มืด ที่มีความยาว 300 คู่เบส เข้าไปในพลาสมิด pKU666 ซึ่งมียีน *kan*^{R} เป็นยีนที่ทำให้ต้านทานยาปฏิชีวนะ kanamycin และยีน *LacZ* เป็นยีนที่สร้างเอนไซม์ย่อยสารตั้งต้นที่ไม่มีสีให้เป็นสีฟ้า ดังภาพ



ในการทดลองนี้ได้ใส่ยีน X เข้าไปในพลาสมิดที่ตำแหน่งตัดจำเพาะของเอนไซม์ *Eco*RI หลังจากนั้นถ่ายพลาสมิดเข้าสู่เซลล์แบคทีเรียแล้วเลี้ยงบนอาหารวุ้นที่มียาปฏิชีวนะ kanamycin และมีสารตั้งต้นที่สามารถทำปฏิกิริยากับเอนไซม์จากยีน *LacZ* ได้

ต่อมาพบแบคทีเรียที่เจริญบนอาหารดังกล่าว จึงนำไปสกัดพลาสมิดได้เป็นพลาสมิด 2 แบบ แล้วนำมาตรวจสอบด้วยการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *Bam*HI จากนั้นแยกขนาดของชิ้นดีเอ็นเอด้วยวิธีเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส ได้ผลดังภาพ



กำหนดให้
M คือ ดีเอ็นเอที่ทราบขนาด
1 คือ พลาสมิดแบบที่ 1
2 คือ พลาสมิดแบบที่ 2

จากข้อมูล ข้อใดระบุสมบัติแบคทีเรียที่มีพลาสมิดแต่ละแบบได้ถูกต้อง (วิชาสามัญ 64)

กำหนดให้ + หมายถึง แบคทีเรียมีสมบัติดังกล่าว

- หมายถึง แบคทีเรียไม่มีสมบัติดังกล่าว

	สมบัติของแบคทีเรีย	พลาสมิด แบบที่ 1	พลาสมิด แบบที่ 2
1.	ต้านทานยาปฏิชีวนะ	+	-
2.	สร้าง *LacZ* ได้	+	-
3.	ทำปฏิกิริยาได้สารสีฟ้า	-	+
4.	มีตำแหน่งตัดจำเพาะของเอนไซม์ *Bam*HI ได้ 2 ตำแหน่ง	-	+
5.	เมื่อตัดด้วยเอนไซม์ *Eco*RI ได้แถบ DNA 2 แถบ	+	-

SPC SAHAPAT ADMISSION

SAHAPAT ADMISSION 2022

ครั้งที่ 25

DEK66 NEW GAME ติวติดอาวุธพร้อมรบสุดสนามสอบ

#DEK66NEWGAME

#ติวติดอาวุธพร้อมรบสุดสนามสอบ

#SahapatAdmission

เอกสารติวสดออนไลน์

วิชา ชีววิทยา (A-Level)

ดร.ณัฐชัย เก่งพิพัฒน์ (พี่บิ๊ก)

เอกสารติวสดออนไลน์ วิชา ชีววิทยา (A-Level)

โดย พี่บิ๊ก (อ.ดร.ณัฐชัย เก่งพิพัฒน์)

- วท.ด. วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีชีวภาพ จุฬาฯ (ทุน คปก.)
- วท.ม. วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีชีวภาพ จุฬาฯ
- วท.บ. วิทยาศาสตร์ จุลชีววิทยา จุฬาฯ
- ผู้เขียนหนังสือเฉลยข้อสอบโควตา มข., มช. และ ม.อ.
- ประสบการณ์การสอน กว่า 16 ปี

Nattachai Kengpipat
p.bigwebio

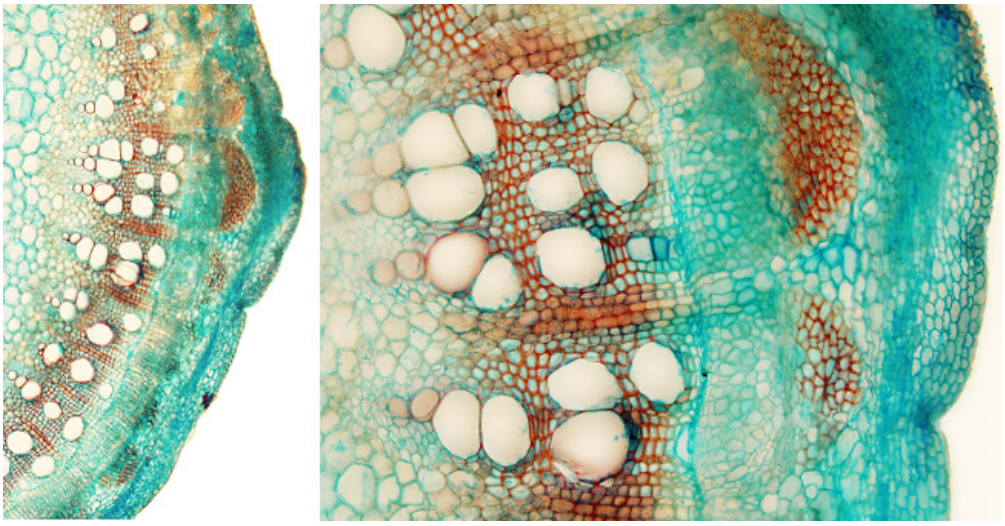
สารบัญ

บทที่ 1 โครงสร้าง และการลำเลียงสารของพืช
บทที่ 2 การสังเคราะห์ด้วยแสง
บทที่ 3 ระบบเลือด และน้ำเหลือง
บทที่ 4 ระบบภูมิคุ้มกัน

บทที่ 1
โครงสร้าง และการลำเลียงสารของพืช

1. ข้อใดถูกต้องในพืชที่มีการเติบโตแบบทุติยภูมิ (สามัญ มี.ค. 65)

1. พืชใบเลี้ยงเดี่ยวขนาดใหญ่สามารถพบวงปีได้
2. การขยายขนาดของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เกิดจากการแบ่งเซลล์ของวาสคิวลาร์แคมเบียม
3. ในปลายรากบริเวณที่พบขนราก จะพบโฟลเอ็มปฐมภูมิอยู่ระหว่างแฉกของไซเล็มปฐมภูมิ
4. ด้านนอกสุดของรากและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ พบพาเรงคิมาที่ได้จากการแบ่งตัวของคอร์กแคมเบียม
5. ในรากพืชใบเลี้ยงคู่ที่มีอายุ 3 ปี จะพบวาสคิวลาร์แคมเบียมเรียงตัวเป็นวงรอบ และอยู่คั่นระหว่างเนื้อเยื่อไซเล็มปฐมภูมิและไซเล็มทุติยภูมิ



2. ศึกษาโครงสร้างภายในของเนื้อเยื่อพืช 3 ชนิดที่ตัดตามขวาง ด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ พบว่ามีลักษณะดังตาราง

ตัวอย่างเนื้อเยื่อ	ลักษณะโครงสร้างที่พบ
สไลด์ที่ 1	ใจกลางมีพิธ เนื้อเยื่อส่วนใหญ่เป็นไซเล็มทุติยภูมิ พบการเชื่อมของวาสคิวลาร์แคมเบียมและเรียงตัวเป็นวง
สไลด์ที่ 2	วาสคิวลาร์บันเดิลกระจายไปทั่ว ขอบเขตของพิธและคอร์เทกซ์ไม่ชัดเจน
สไลด์ที่ 3	พบชั้นคอร์เทกซ์กว้างมาก ในชั้นสตีลพบกลุ่มเซลล์ไซเล็มเรียงตัวเป็นแฉก และมีโฟลเอ็มอยู่ระหว่างแฉกของไซเล็ม

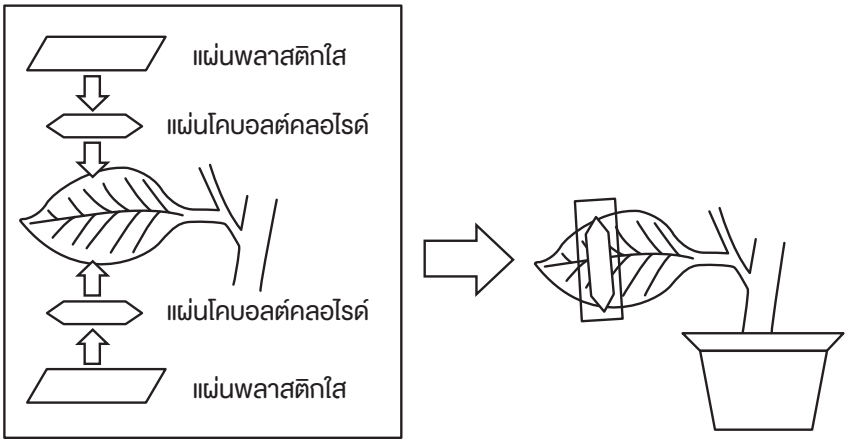
จากข้อมูล ตัวอย่างเนื้อเยื่อพืชในสไลด์ที่ 1 2 และ 3 น่าจะเป็นโครงสร้างของพืชชนิดใดตามลำดับ (สามัญ เม.ย. 64)

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

3. ชลศักย์ (water potential) คือ พลังงานอิสระของน้ำต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ซึ่งชลศักย์เกี่ยวข้องกับทิศทางการเคลื่อนที่ของน้ำ โดยน้ำจะมีการเคลื่อนที่สุทธิจากบริเวณที่มีชลศักย์สูงไปยังบริเวณที่มีชลศักย์ต่ำ
ขณะที่พืชมีการลำเลียงน้ำเกิดขึ้น บริเวณใดจะมีค่าชลศักย์ต่ำที่สุด (สามัญ มี.ค. 65)

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

4. นักเรียนศึกษาการคายน้ำของพืชชนิดหนึ่ง โดยใช้กระดาษโคบอลต์คลอไรด์ซึ่งจะเปลี่ยนสีจากสีฟ้าเป็นสีชมพูเมื่อได้รับความชื้น โดยจัดชุดการทดลองดังภาพ จำนวน 3 ชุด (ชุดการทดลองที่ 1 – 3) แล้วนำแต่ละชุดการทดลองวางไว้ในสภาพแวดล้อมต่างกันตามปัจจัยที่ต้องการศึกษา โดยในแต่ละชุดการทดลองจะแบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



หมายเหตุ :

- ใบพืชที่ทำการทดลองมีขนาดและอายุเท่ากัน
- แผ่นพลาสติกใสถูกปิดจนสนิท เพื่อป้องกันไม่ให้ความชื้นจากภายนอกเข้ามารบกวนการทดลอง
- ปัจจัยอื่นๆ นอกเหนือจากปัจจัยที่ศึกษา ถูกควบคุมให้เหมือนกันในแต่ละชุดการทดลอง

สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีกระดาษโคบอลต์คลอไรด์ โดยจับเวลาที่กระดาษเปลี่ยนสี ได้ผลดังตาราง

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

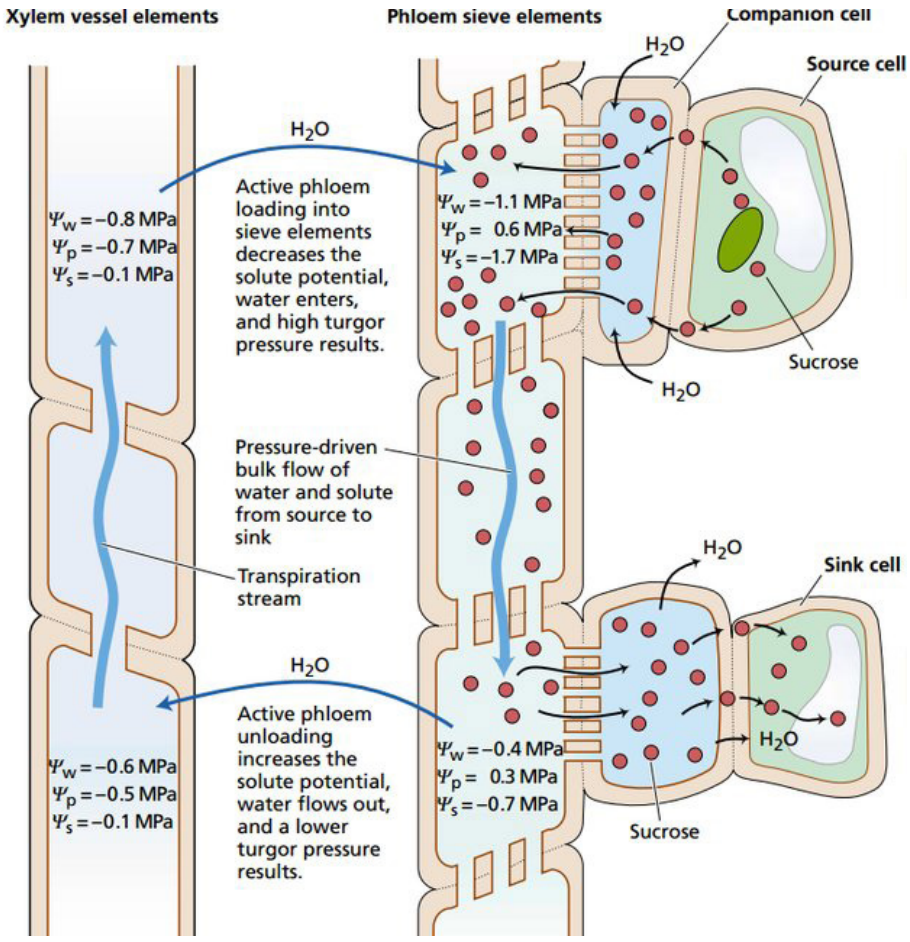
ข. ชุดการทดลองที่ 2 กลุ่มทดลองมีอุณหภูมิต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

ค. ชุดการทดลองที่ 3 กลุ่มทดลองมีระยะห่างจากแหล่งกำเนิดแสงน้อยกว่ากลุ่มควบคุม

ข้อความใดถูกต้อง (สามัญ มี.ค. 65)

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

Note : การลำเลียงอาหารของพืช



บทที่ 2
การสังเคราะห์ด้วยแสง

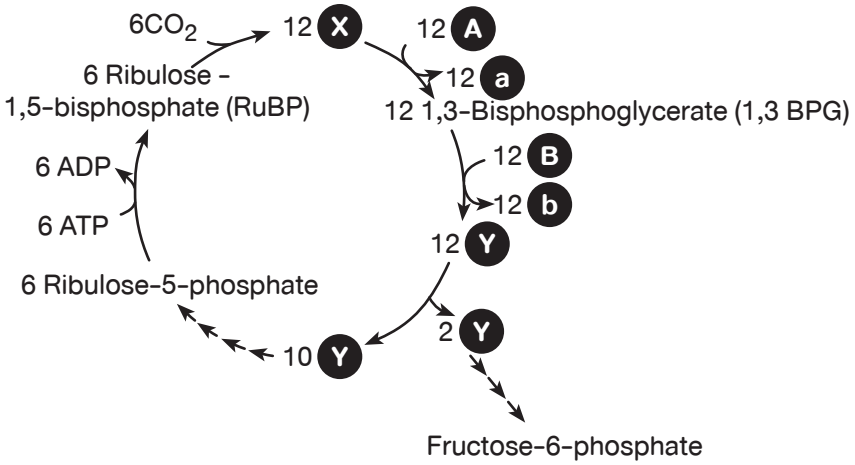
5. สกัดคลอโรพลาสต์จากพืชชนิดหนึ่งแล้วทดลองตามที่ออกแบบไว้เพื่อสังเกตการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังตาราง

ชุดการทดลอง	สารที่เติมลงในหลอดทดลอง	การให้แสง
A	ADP และ $NADP^+$	ให้แสง
B	ATP และ NADPH	ให้แสง
C	CO_2 ATP และ NADPH	ให้แสง
D	CO_2 ATP และ NADPH	ไม่ให้แสง

จากข้อมูล ชุดการทดลองใดจะเกิดแก๊สออกซิเจนขึ้น (สามัญ เม.ย. 64)

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

6. การเปลี่ยนแปลงสารในปฏิกิริยาของวัฏจักรคัลวิน เป็นดังภาพ



จากภาพ ข้อใดถูกต้อง (สามัญ มี.ค. 65)

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

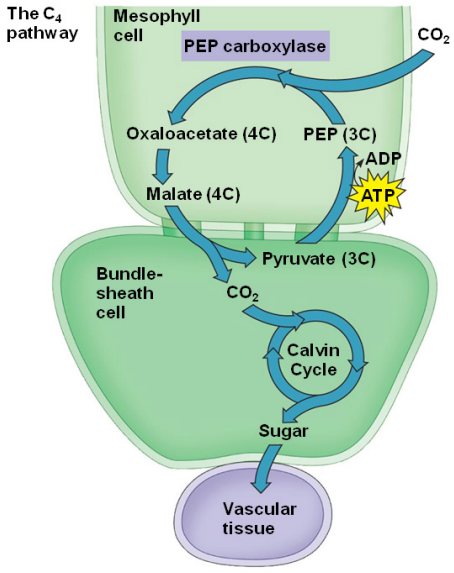
7. นักวิทยาศาสตร์ตรวจสอบปริมาณกรดมาลิก และกรดออกซาโลแอซิติกในพืช CAM ชนิดหนึ่ง ที่เวลาต่างๆ ได้ผลดังตาราง

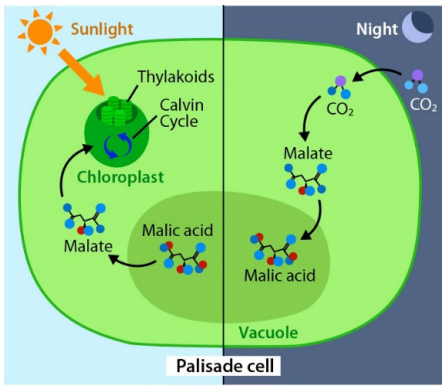
สารที่ตรวจสอบ	เวลาที่ตรวจสอบ		
	07.00 น.	15.00 น.	23.00 น.
กรดมาลิก	+++++	+	+++
กรดออกซาโลแอซิติก	++	++	+++

กำหนดให้ เครื่องหมาย + แสดงระดับปริมาณสารที่ตรวจพบ
จากข้อมูล ถ้ามีการตรวจสอบปริมาณสาร G3P ที่พืชนี้สร้างขึ้นในเวลาต่างๆ ควรจะได้ผลดังข้อใด **(สามัญ เม.ย. 64)**

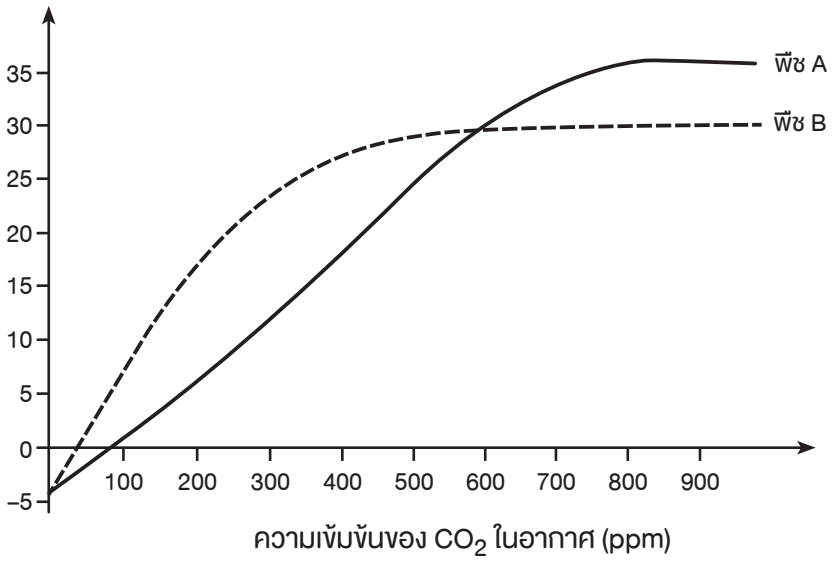
	เวลาที่ตรวจสอบ		
	07.00 น.	15.00 น.	23.00 น.
1.	++	++++	+
2.	++	++++++	++++++
3.	+++	++	+++
4.	++	++	+++
5.	+	++++	++++++

Note : การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C4 และ พืช CAM





8. ผลการทดลองเปรียบเทียบอัตราการตรึง CO_2 สุทธิของพืช A และ B ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของ CO_2 ในอากาศ เป็นดังกราฟ



จากข้อมูล ข้อใดระบุชนิดของพืช และอธิบายปรากฏการณ์ที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการตรึง CO_2 สุทธิ ได้ถูกต้อง (สามัญ มี.ค. 65)

	พืช A	พืช B	ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในพืช
1.	ข้าว	อ้อย	ที่ความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศ 50 ppm พืช A ปล่อย CO_2 จากการหายใจระดับเซลล์ในปริมาณที่ต่ำกว่า CO_2 ที่ถูกตรึงในการสังเคราะห์ด้วยแสง
2.	ข้าว	อ้อย	ที่ความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศ 250 ppm พืช A เกิดโฟโตเรสไพเรชันมากกว่าพืช B
3.	ข้าว	อ้อย	ที่ความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศ 650 ppm พืช A มีการตรึงคาร์บอน 2 ครั้ง จึงมีอัตราการตรึง CO_2 สุทธิสูงกว่าพืช B
4.	อ้อย	ข้าว	ที่ความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศ 750 ppm พืช B มีอัตราการตรึง CO_2 ต่ำกว่าพืช A
5.	อ้อย	ข้าว	ที่ความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศ 1,000 ppm พืช B ปล่อย CO_2 จากการหายใจระดับเซลล์ในปริมาณที่เท่ากับ CO_2 ที่ถูกตรึงในการสังเคราะห์ด้วยแสง

สรุปการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C3, พืช C4 และ พืช CAM

ลักษณะ	พืช C_3	พืช C_4	พืช CAM
Bundle sheath	มี / ไม่มี (ไม่มี chloroplast)	มี (มี chloroplast)	มี / ไม่มี (ไม่มี chloroplast)
โครงสร้างใบแบบ Kranz type **มีคลอโรพลาสต์ใน bundle sheath**			
Hatch-Slack pathway **(หรือ C4 pathway)**			
จำนวนครั้งในการตรึง CO_2	1 ครั้ง ใน mesophyll	2 ครั้ง ใน mesophyll และ bundle sheath	2 ครั้ง ใน mesophyll
ตรึง CO_2 จากอากาศ	กลางวัน	กลางวัน	กลางคืน
การเกิด Calvin cycle	ใน mesophyll	ใน bundle sheath	ใน mesophyll
ใน vacuole **มีความเป็นกรดสูง**			
อัตรา photorespiration			
จุดอิ่มแสง			
จุดอิ่ม CO_2			

บทที่ 3
ระบบเลือด และน้ำเหลือง

9. 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
นิวโทรฟิล (%)	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 (สามัญ มี.ค. 65)

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

10. ผลการตรวจแอนติเจนและแอนติบอดีในเลือดของบุคคลกลุ่มหนึ่ง เป็นดังตาราง

บุคคล	ชนิดของแอนติเจนและแอนติบอดีในเลือด	
	ผิวเซลล์เม็ดเลือดแดง	พลาสมา
นาย ก	แอนติเจน A และ แอนติเจน B	?
นาย ข	แอนติเจน B	?
นาย ค	?	แอนติบอดี A และ แอนติบอดี B
นาย ง	?	แอนติบอดี A
นาย จ	แอนติเจน A	?

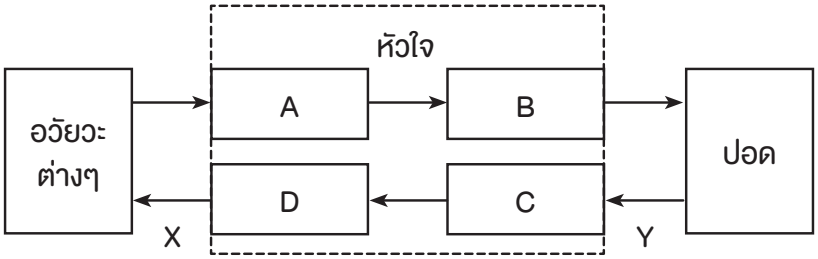
กำหนดให้ เครื่องหมาย ? แทนข้อมูลที่หายไป

จากข้อมูล ถ้าใช้หลักการให้และรับเลือด โดยพิจารณาแอนติเจนและแอนติบอดีในระบบ ABO คนที่มีหมู่เลือด B สามารถรับเลือดจากบุคคลใดได้บ้าง จึงจะไม่เป็นอันตรายต่อผู้รับ

(สามัญ เม.ย. 64)

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

11. การหมุนเวียนเลือดของมนุษย์เป็นดังแผนภาพ โดย A – D แทนโครงสร้างของหัวใจ ส่วน X และ Y แทนหลอดเลือดที่ออกจากหัวใจและหลอดเลือดที่เข้าสู่หัวใจ ตามลำดับ

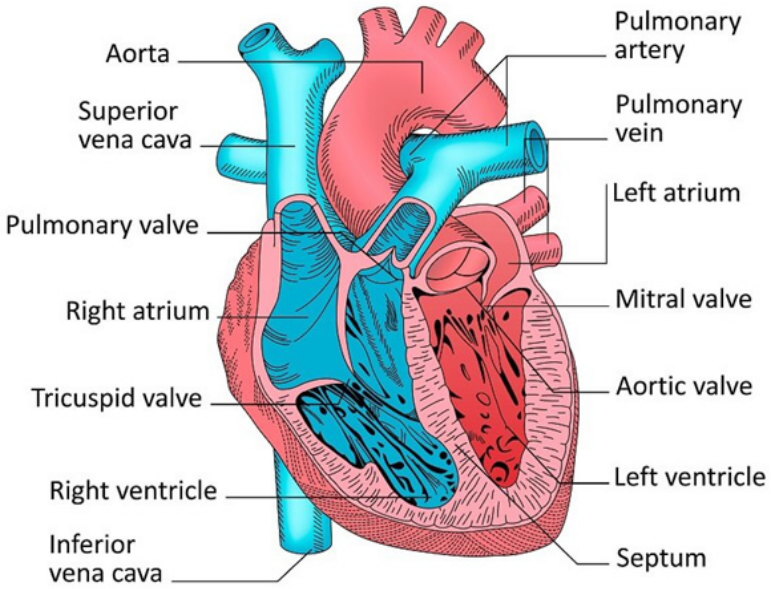


กำหนดให้ ⟶ แสดงทิศทางการไหลของเลือด

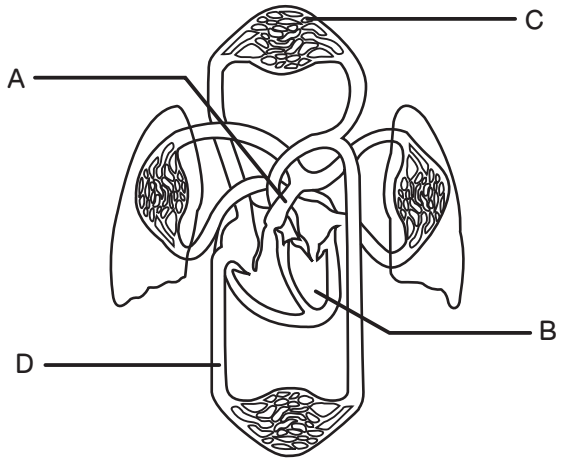
จากข้อมูล ข้อใดถูกต้อง (สามัญ เม.ย. 64)

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

Note : ระบบหมุนเวียนเลือด



12. ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม แสดงดังแผนภาพ



จากแผนภาพ พิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. หลอดเลือดที่ตำแหน่ง A คือ พัลโมนารีเวน ซึ่งลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนต่ำไปยังปอด

ข. เมื่อหัวใจตำแหน่ง B มีการบีบตัว เลือดที่มีออกซิเจนสูงจะไหลผ่านลิ้นเอออร์ติกเซมิลูนาร์เข้าสู่เอออร์ตา

ค. หลอดเลือดที่ตำแหน่ง C มีการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดแดงด้วยความเร็วต่ำที่สุด

ง. หลอดเลือดตำแหน่ง D มีค่าความดันเลือดและปริมาณออกซิเจนต่ำที่สุด

ข้อความใดถูกต้อง (สามัญ มี.ค. 65)

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.

บทที่ 4
ระบบภูมิคุ้มกัน

13. กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันของบุคคล 5 คน แสดงดังตาราง

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

จากข้อมูล ข้อใดกล่าวถึงแต่ละกรณีศึกษาได้ถูกต้อง (สามัญ มี.ค. 65)

	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

14. เมื่อเดือนมกราคม นาย ก. ฉีดวัคซีนป้องกันไวรัสชนิดหนึ่ง ถ้าเดือนต่อมาเขาได้รับเชื้อไวรัสชนิดนี้ ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง (สามัญ เม.ย. 64)

1. เชื้อไวรัสไม่สามารถเข้าสู่เซลล์ได้
2. ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันแบบรับมาได้อย่างรวดเร็ว
3. เชื้อไวรัสถูกกำจัดได้ทันที คล้ายกับการฉีดเซรุ่มแก้พิษงู
4. ร่างกายสร้างแอนติบอดีต่อเชื้อไวรัสนี้ได้รวดเร็วและปริมาณสูง
5. ร่างกายกำจัดเชื้อไวรัสนี้โดยอาศัยภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะซึ่งถูกกระตุ้นโดยวัคซีน

15. การทดสอบภูมิแพ้ทางผิวหนังโดยวิธีสะกิด (skin prick test) เป็นการตรวจหาปฏิกิริยาการตอบสนองของร่างกายต่อสารทดสอบ โดยหยดสารทดสอบแต่ละชนิดลงบนผิวหนังแล้วใช้เข็มสะกิดผิวหนังให้เป็นรอย เมื่อเวลาผ่านไป 15 – 20 นาที จึงวัดขนาดรอยนูนแดงที่เกิดขึ้น หากรอยนูนแดงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2.1 มิลลิเมตร แสดงว่าสารทดสอบนั้นทำให้เกิดโรคภูมิแพ้

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 (สามัญ มี.ค. 65)

1. กุ้ง ถั่วเหลือง และเคซีนไม่ก่อให้เกิดโรคภูมิแพ้
2. ผิวของเซลล์แมสต์มีแอนติบอดีที่จำเพาะกับเคซีน
3. เคซีนกระตุ้นให้เซลล์บีหลั่งฮีสทามีนในระดับสูงสุด
4. เคซีนกระตุ้นให้เซลล์แมสต์หลั่งแอนติบอดีในระดับสูงสุด
5. น้ำเกลือความเข้มข้น 0.9% และแป้งสาลีก่อให้เกิดโรคภูมิแพ้