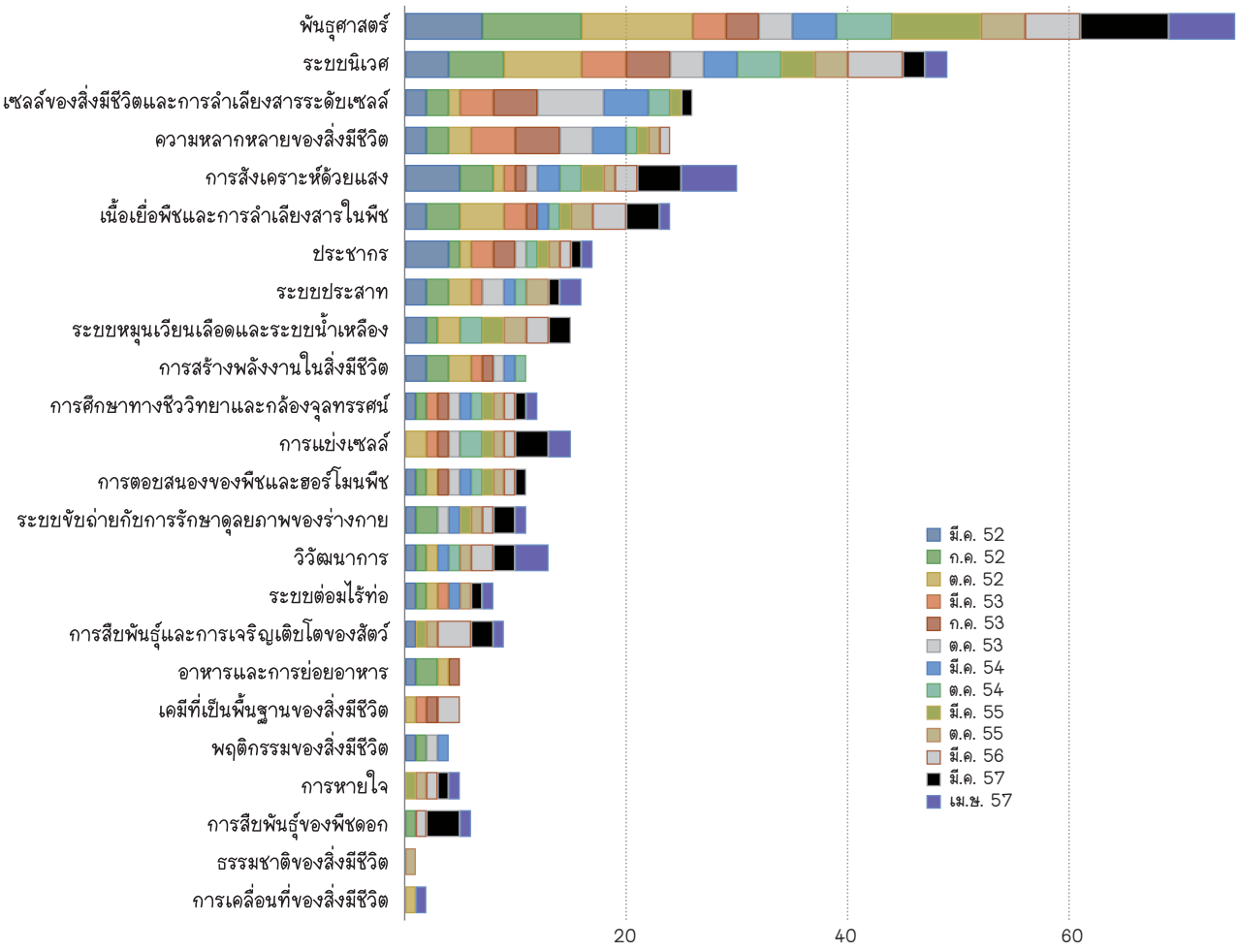
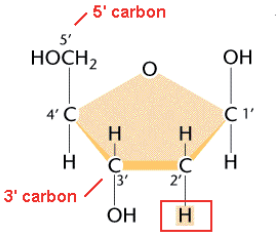
# สถิติข้อสอบ PAT2 ย้อนหลัง



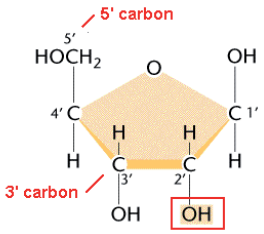
# A genetics (พันธุศาสตร์)

## A1 สารพันธุกรรม = กรดนิวคลีอิก

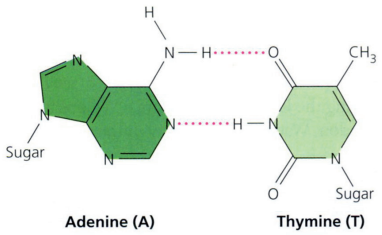
- นิวคลีโอไทด์ (nucleotide)
  - นิวคลีโอไซด์ (nucleoside)
    - น้ำตาลเพนโทส (pentose)
      - ไรโบส (ribose) → RNA
      - ดีออกซีไรโบส (deoxyribose) → DNA
    - เบส (nitrogenous base)
      - อะดีนีน (Adenine : A)
      - ไทมีน (Thymine : T)/ ยูราซิล (Uracil : U)
      - ไซโทซีน (Cytosine : C)
   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



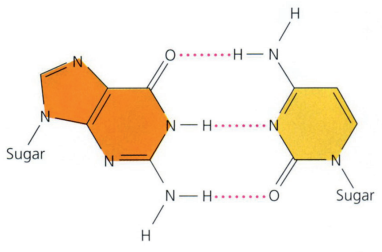
2-Deoxyribose



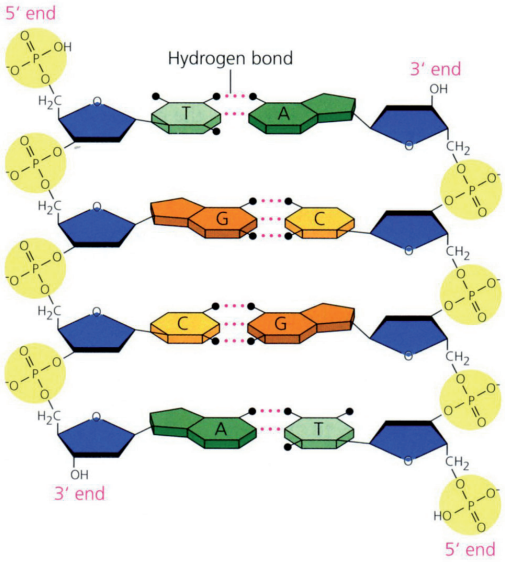
Ribose



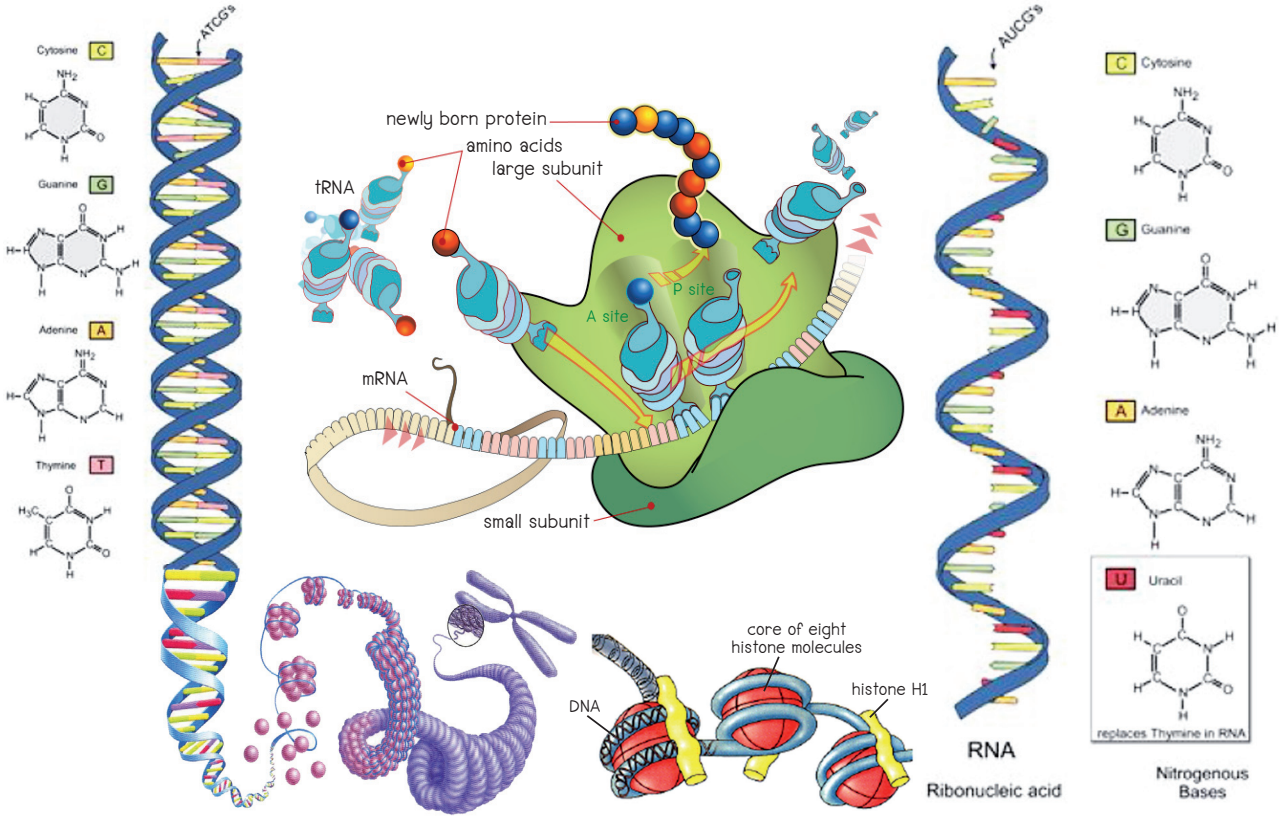
Adenine (A) Thymine (T)



Guanine (G) Cytosine (C)



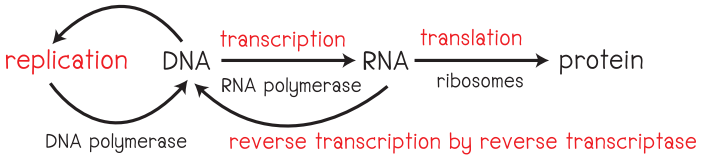
| DNA | RNA |
|---|---|
| น้ำตาลดีออกซีไรโบส ($C_5H_{10}O_4$) | น้ำตาลไรโบส ($C_5H_{10}O_5$) |
| มีหมู่ฟอสเฟต | มีหมู่ฟอสเฟต |
| เบส A, G, C, T | เบส A, G, C, U |
| โครงสร้างโมเลกุลส่วนใหญ่เป็นเกลียวคู่ (A+G/T+C = 1) โดยอาจเป็นเส้นตรงหรือเป็นวงก็ได้ บางชนิดเป็นสายเดี่ยว (A+G/T+C ≠ 1) โดยอาจเป็นเส้นตรงหรือเป็นวงก็ได้เช่นกัน | โครงสร้างโมเลกุลส่วนใหญ่เป็นสายเดี่ยว (A+G/U+C ≠ 1) มีบางชนิดเป็นสายคู่ (A+G/U+C = 1) ซึ่งทั้ง 2 แบบ เท่าที่พบเป็นเส้นตรง ไม่พบเป็นวง และแม้จะเป็นสายคู่แต่ไม่มีการพันรอบกันเป็นเกลียวเหมือนใน DNA |
| ขนาดโมเลกุลใหญ่กว่า | ขนาดโมเลกุลเล็กกว่า |
| ปริมาณในเซลล์น้อยกว่า | ปริมาณในเซลล์มากกว่า DNA 5-10 เท่า |
| เป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่ อยู่ในรูป chromosome = chromatin ที่ขดเป็นแท่ง = DNA สลับกับ nucleosome (DNA พัน histone) | เป็นสารพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่น ไวรอยด์และไวรัสที่ทำให้เกิดไข้หวัดใหญ่ (influenza), โปลิโอ (polio virus), เอดส์ (AIDS), ใบด่างของยาสูบ (tobacco mosaic virus) |
| เป็นต้นแบบในการสังเคราะห์โปรตีน | เป็นหน่วยปฏิบัติงานในการสังเคราะห์โปรตีน (mRNA/ rRNA (ribosome)/ tRNA) |



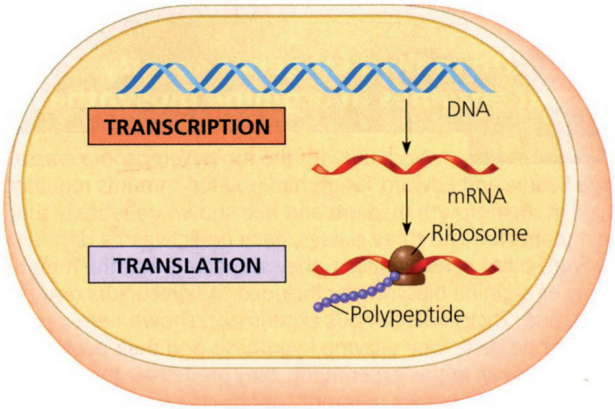
A2

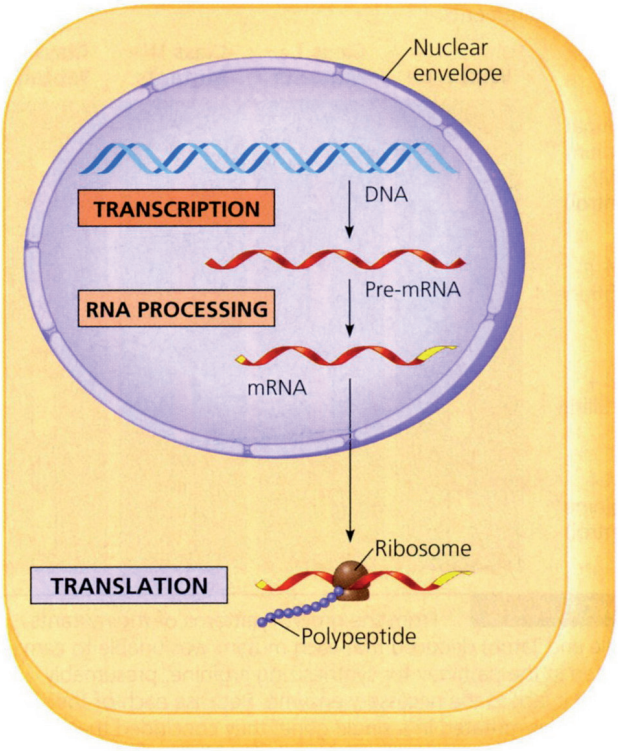
## central dogma

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




- ตำแหน่งที่เกิด
  - ไวรัส เกิดในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอื่น
  - โพรคาริโอต เกิดในไซโทพลาซึม
  - ยูคาริโอต เกิดในนิวเคลียสและไซโทพลาซึม

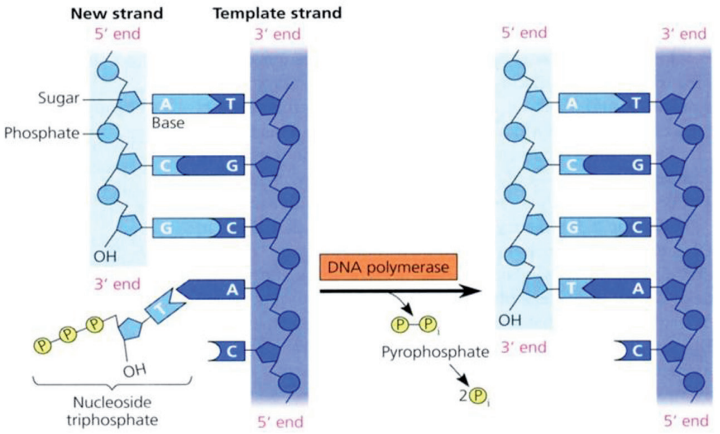


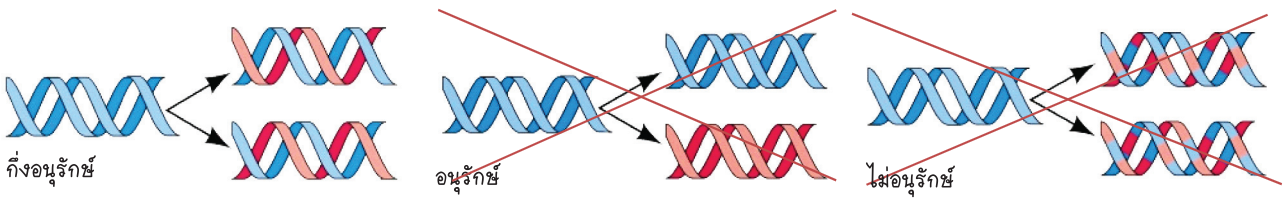
A2-1

# DNA replication (การจำลอง DNA)

- = DNA ⟶ DNA (เหมือนแม่แบบทุกประการ)
- เกิดเมื่อเซลล์อยู่ในสภาวะที่พร้อมสำหรับการแบ่งตัว (ระยะ S-phase)/ เกิดในนิวเคลียส
- แม่พิมพ์ : DNA 1 สายคู่ (2 สายเดี่ยว)
- ทิศทางการเกิด
  - สายต้นแบบจะอ่านจาก 3′ ⟶ 5′
  - สายใหม่จะสร้างจาก 5′ ⟶ 3′
- เครื่องมือที่ใช้
  - เอนไซม์ topoisomerase (เอนไซม์โทโพไอโซเมอเรส)
    - คลายเกลียว DNA (supercoil ⟶ double-helix)
  - เอนไซม์ helicase (เอนไซม์เฮลิเคส)
    - สลายพันธะไฮโดรเจน (double-helix ⟶ เส้นเดี่ยว)
  - Single Strand Binding (SSB) protein (โปรตีนยึดสาย DNA สายเดี่ยว)
    - ป้องกันการกลับเข้าคู่ของ DNA
  - เอนไซม์ DNA primase (เอนไซม์ดีเอ็นเอไพรเมส)
    - เติม RNA primer (RNA สายสั้น) ⟶ เพื่อเริ่มการสร้างสายใหม่
  - เอนไซม์ DNA polymerase (เอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส)
    - เติมนิวคลีโอไทด์เพื่อสร้างสายใหม่

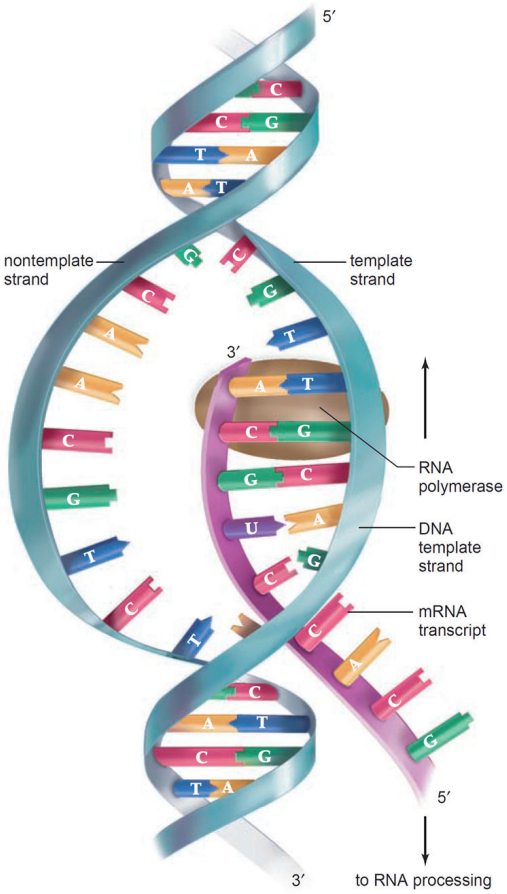


  - เอนไซม์ DNA ligase (เอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส)
    - เชื่อม DNA สายใหม่ให้ต่อเนื่องกัน
- ผลลัพธ์ : DNA 2 สายคู่ (4 สายเดี่ยว)/รอบ ⟶ แบบกึ่งอนุรักษ์



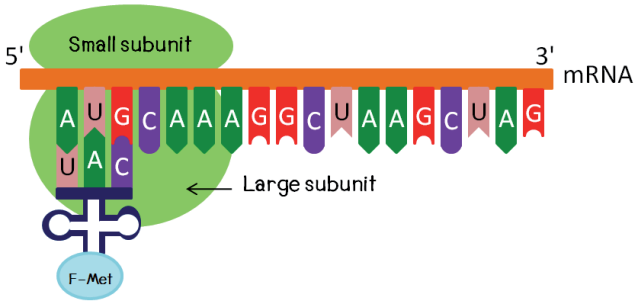
## A2-2 transcription (การถอดรหัส)

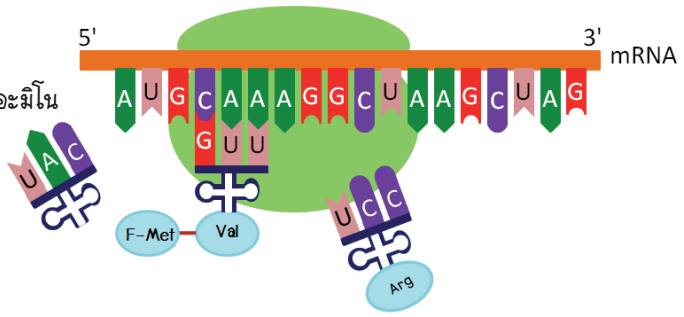
- = DNA → RNA
- เกิดเมื่อเซลล์ต้องการจะสร้างโปรตีน/ เกิดในนิวเคลียส
- แม่พิมพ์ : DNA 1 สายเดี่ยว
- ทิศทางการเกิด
  - สายต้นแบบจะอ่านจาก 3′ → 5′
  - สายใหม่จะสร้างจาก 5′ → 3′
- เครื่องมือที่ใช้
  - promoter (โพรโมเตอร์)
    - ตำแหน่งที่เอนไซม์มาเกาะเพื่อเริ่มต้นสร้าง RNA สายใหม่
  - RNA polymerase (อาร์เอ็นเอพอลิเมอเรส)
    - เติมนิวคลีโอไทด์เพื่อสร้างสายใหม่
  - ribonucleotide (A, U, C, G)
- ผลลัพธ์
  - DNA สายต้นแบบ 1 สายคู่
  - mRNA ที่ถอดรหัสมาจาก DNA 1 สายเดี่ยว




## A2-3 translation (การแปลรหัส)

- = RNA → โปรตีน
- เกิดเมื่อเซลล์ต้องการจะสร้างโปรตีน/ เกิดที่ไซโทพลาซึม
- แม่พิมพ์ : RNA 1 สายเดี่ยว
- ทิศทางการเกิด
  - สายต้นแบบจะอ่านจาก 5′ → 3′
  - โปรตีนสายใหม่ที่ได้จะสร้างจากปลาย N → ปลาย C
- เครื่องมือที่ใช้
  - กรดอะมิโน 20 ชนิด
    - เป็นวัตถุดิบในการสร้างโปรตีน
  - tRNA
    - เป็นผู้ขนส่งกรดอะมิโนแต่ละชนิด มี anticodon (3′ → 5′) ที่คู่สมกับ codon (5′ → 3′)
  - เอนไซม์ aminocyl-tRNA synthetase (เอนไซม์อะมิโนซิลทีอาร์เอ็นเอซินทีเตส)
    - สร้าง tRNA-กรดอะมิโน
  - ribosome (ไรโบโซม)
    - เป็นตัวประกบสาย mRNA กับ tRNA + กรดอะมิโน
  - เอนไซม์ peptidyl transferase (เอนไซม์เพปทิดิลทรานส์เฟอเรส)
    - สร้างพันธะเพปไทด์ระหว่างกรดอะมิโน
- ผลลัพธ์
  - สายโปรตีนที่ถอดรหัสตามสาย DNA ต้นแบบ



**codon (รหัสบน mRNA)** = กำหนดชนิดของกรดอะมิโน

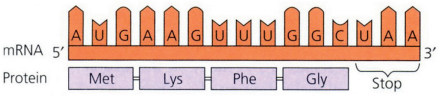
- กรดอะมิโนมี 20 ชนิด
- เบสมี 4 ชนิด = A, U, C, G
- 1 codon จึงต้องมีเบส 3 ตัว
- 4 x 4 x 4 = codon 64 แบบ/กรดอะมิโน 20 ชนิด
  (กรดอะมิโน 1 ชนิด มี ≥1 codon)
- start codon = AUG ⟶ กรดอะมิโน Methionine (Met) = เริ่มต้นการแปลรหัส
- stop codon = UAA, UGA, UAG ⟶ หยุดการแปลรหัส

| First Base | Second Base | | | | Third Base |
|---|---|---|---|---|---|
| | U | C | A | G | |
| U | UUU phenylalanine | UCU serine | UAU tyrosine | UGU cysteine | U |
| | UUC phenylalanine | UCC serine | UAC tyrosine | UGC cysteine | C |
| | UUA leucine | UCA serine | UAA ***stop*** | UGA ***stop*** | A |
| | UUG leucine | UCG serine | UAG ***stop*** | UGG tryptophan | G |
| C | CUU leucine | CCU proline | CAU histidine | CGU arginine | U |
| | CUC leucine | CCC proline | CAC histidine | CGC arginine | C |
| | CUA leucine | CCA proline | CAA glutamine | CGA arginine | A |
| | CUG leucine | CCG proline | CAG glutamine | CGG arginine | G |
| A | AUU isoleucine | ACU threonine | AAU asparagine | AGU serine | U |
| | AUC isoleucine | ACC threonine | AAC asparagine | AGC serine | C |
| | AUA isoleucine | ACA threonine | AAA lysine | AGA arginine | A |
| | **AUG *(start)* methionine** | ACG threonine | AAG lysine | AGG arginine | G |
| G | GUU valine | GCU alanine | GAU aspartate | GGU glycine | U |
| | GUC valine | GCC alanine | GAC aspartate | GGC glycine | C |
| | GUA valine | GCA alanine | GAA glutamate | GGA glycine | A |
| | GUG valine | GCG alanine | GAG glutamate | GGG glycine | G |

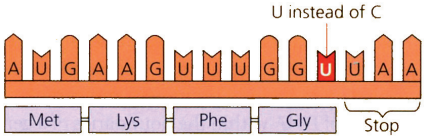
A3

## gene mutation (การกลายระดับยีน)

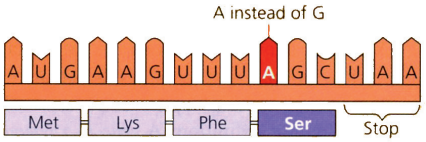
= การเปลี่ยนแปลงของลำดับเบสใน DNA โดยปกติจะเกิดในอัตราต่ำๆ จากความผิดพลาดใน DNA replication แต่จะพบสูงขึ้นเมื่อถูกชักนำด้วยสารก่อการกลาย (mutagen)



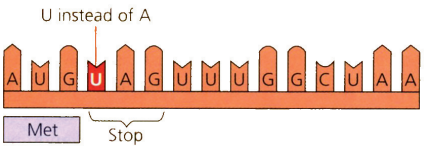

- การแทนที่เบส (base-pair substitution)
  - sense/ silence mutation = กรดอะมิโนไม่เปลี่ยนแปลง/โปรตีนเหมือนเดิม



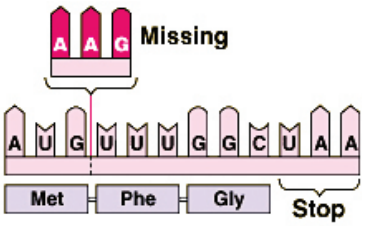

  - missense mutation = มีการเปลี่ยนชนิดของกรดอะมิโน



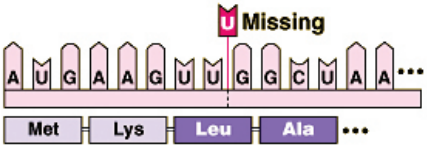

  - nonsense mutation = หยุดสังเคราะห์โปรตีน/กรดอะมิโนสั้นลง



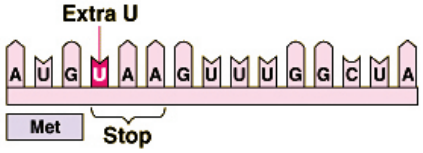

- การเกินหรือขาดหายของนิวคลีโอไทด์ (insertion/ deletion)
  - no frameshift = เพิ่มหรือลดแล้วมีการจัดโคดอนเหมือนเดิม
    - มีอะมิโนเกินหรือขาดในสายโปรตีน




  - frameshift = เพิ่มหรือลดแล้วมีการจัดโคดอนใหม่
    - extensive missense mutation = มีการเปลี่ยนชนิดของกรดอะมิโนตลอดสาย




    - nonsense mutation = หยุดสังเคราะห์โปรตีน/กรดอะมิโนสั้นลง




<u>การเปลี่ยนแปลงที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนลักษณะฟีโนไทป์</u>

- การ**เติมเบส** 1 ตัว ลงไปในสาย DNA
- การเติมเบส 3 ตัว **หลังตำแหน่งเริ่มต้นของการถอดรหัส** (transcription)
- การ**เพิ่มลำดับเบส** 1 โคดอน ในยีน
- การ**เอาลำดับเบส** 1 โคดอน **ออก**จากยีน

<u>การเปลี่ยนแปลงที่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนลักษณะฟีโนไทป์</u>

- การ**เปลี่ยนแปลง**เบส 1 ตัว ลงไปในสาย DNA
- การเติมเบส 3 ตัว **หน้าตำแหน่งเริ่มต้นของการถอดรหัส**
- การเติมลำดับเบสสำหรับกรดอะมิโนฮีสทิดีน**หน้าตำแหน่งโพรโมเตอร์**
- การเติมลำดับเบสสำหรับกรดอะมิโนฮีสทิดีน**หลังตำแหน่งสุดท้ายของการถอดรหัส**

A4

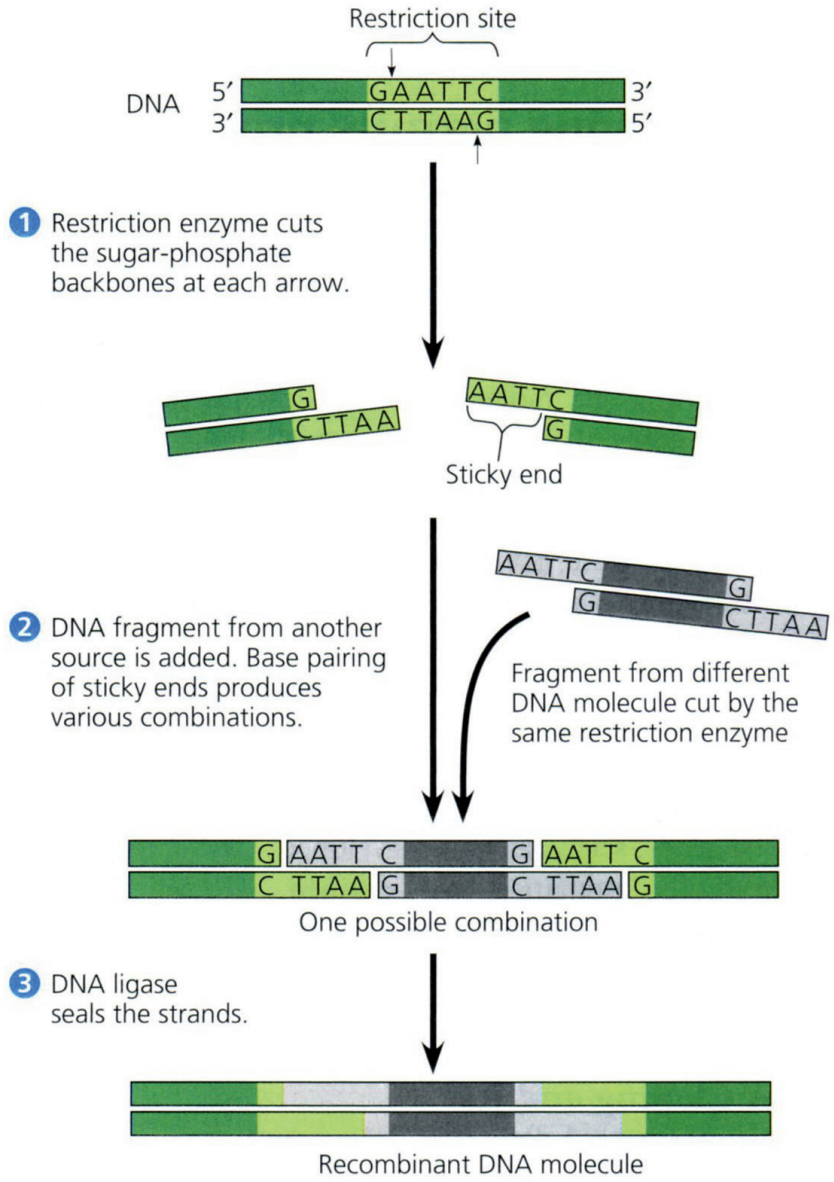
# เทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์

A4-1

## genetic engineering (พันธุวิศวกรรม)

### เทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์

- ชิ้นส่วน DNA ที่ตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme)
  - ปลายเหนียว (sticky end) เชื่อมต่อกับปลายเหนียว
  - ปลายทู่ (blunt end) เชื่อมต่อกับปลายทู่
- ดีเอ็นเอไลเกส เร่งปฏิกิริยาการสร้างพันธะโคเวเลนต์ระหว่าง DNA 2 โมเลกุล ให้เชื่อมต่อกัน
- กระบวนการตัดต่อยีนแล้วใส่เข้าไปใน host เพื่อผลิตโปรตีน

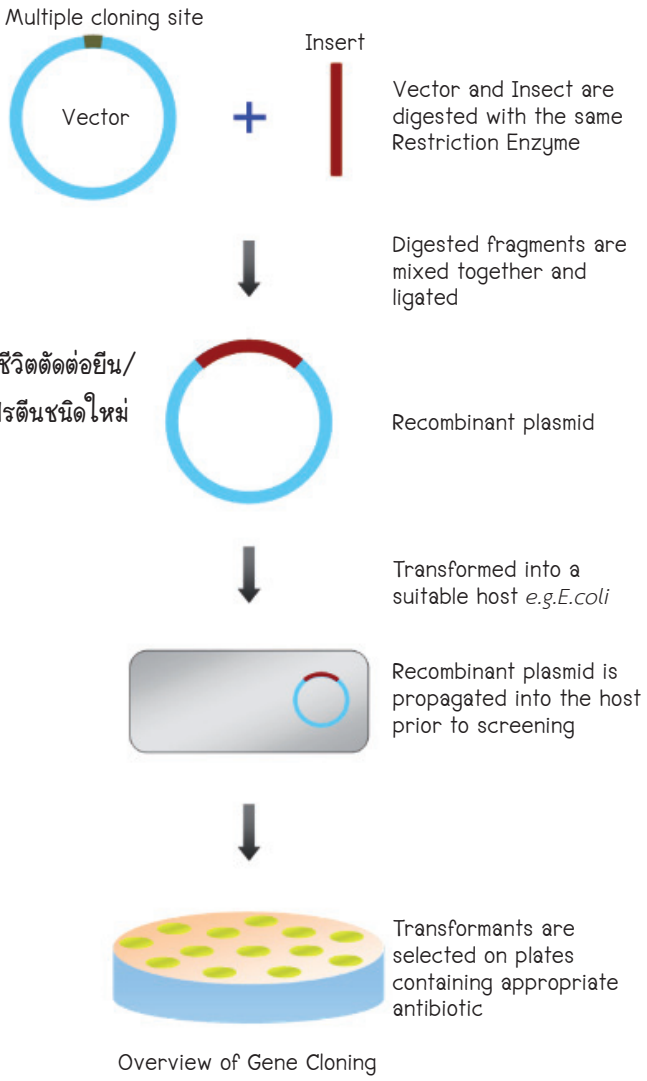


## gene cloning/ DNA cloning (การโคลนยีน/ การโคลนดีเอ็นเอ)

- เทคนิคพันธุวิศวกรรมเพื่อเพิ่มปริมาณยีนและ DNA ให้เหมือนกับ DNA ต้นแบบ
- DNA ตัดต่อกับ
  - พลาสมิดของแบคทีเรีย
    - ใช้พลาสมิดเป็น DNA vector
    - DNA ที่ต้องการจะเชื่อมรวมกับ DNA ของพลาสมิดเกิด recombinant DNA (DNA ลูกผสม)
    - นำแบคทีเรียไปเพิ่มจำนวนแล้วสกัดยีนที่ต้องการ
  - จีโนมของไวรัส
    - ใช้ไวรัสเป็นพาหะในการนำ DNA เข้าสู่เซลล์
    - DNA ที่ต้องการจะเชื่อมรวมกับ DNA ของแบคทีริโอฟาจเกิด recombinant DNA (DNA ลูกผสม)
    - นำแบคทีริโอฟาจเข้าแบคทีเรียเพื่อเพิ่มจำนวน DNA

## ประโยชน์ของ genetic engineering

- 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)

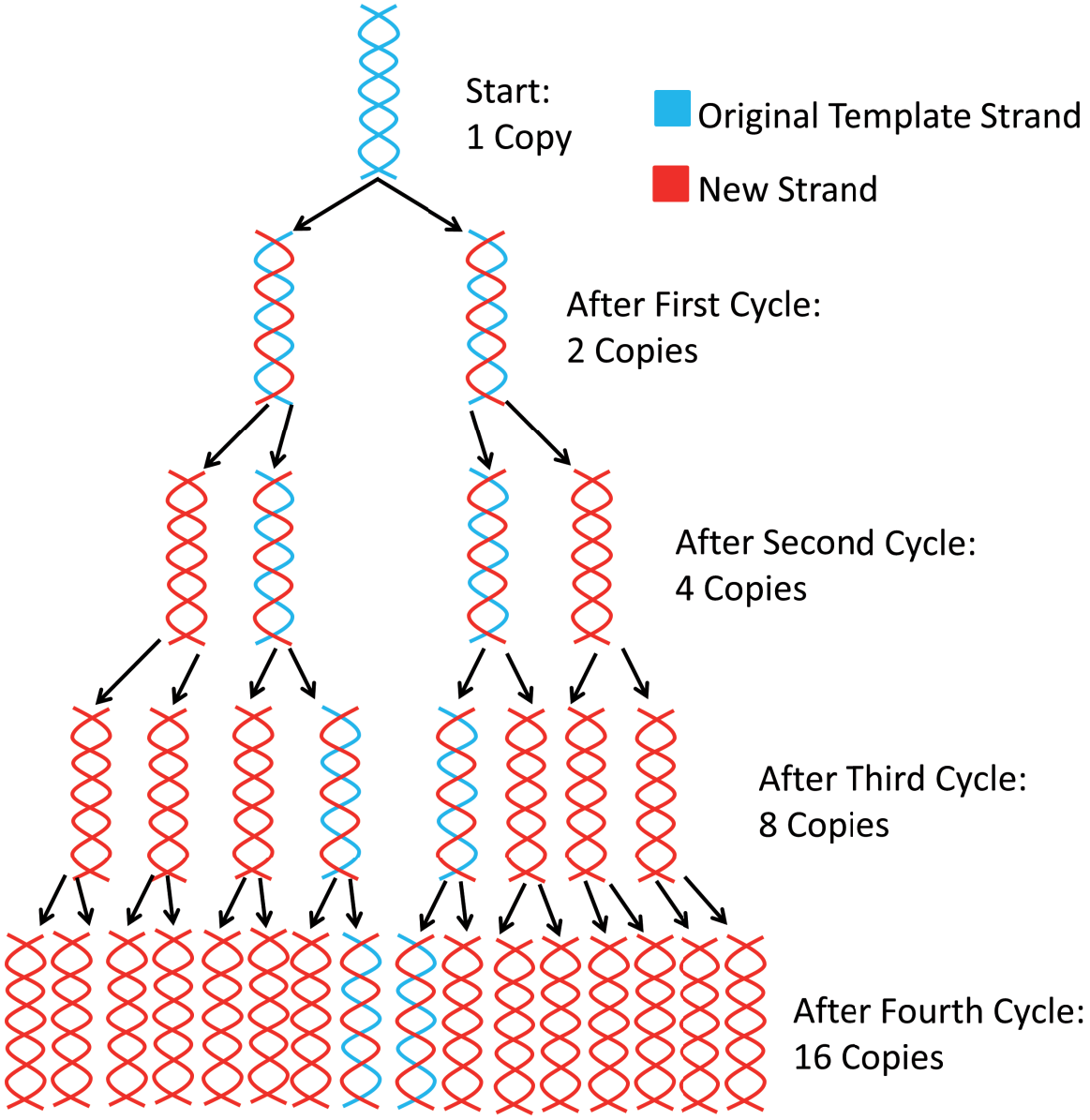


Overview of Gene Cloning

A4-2

## PCR (Polymerase Chain Reaction technique)

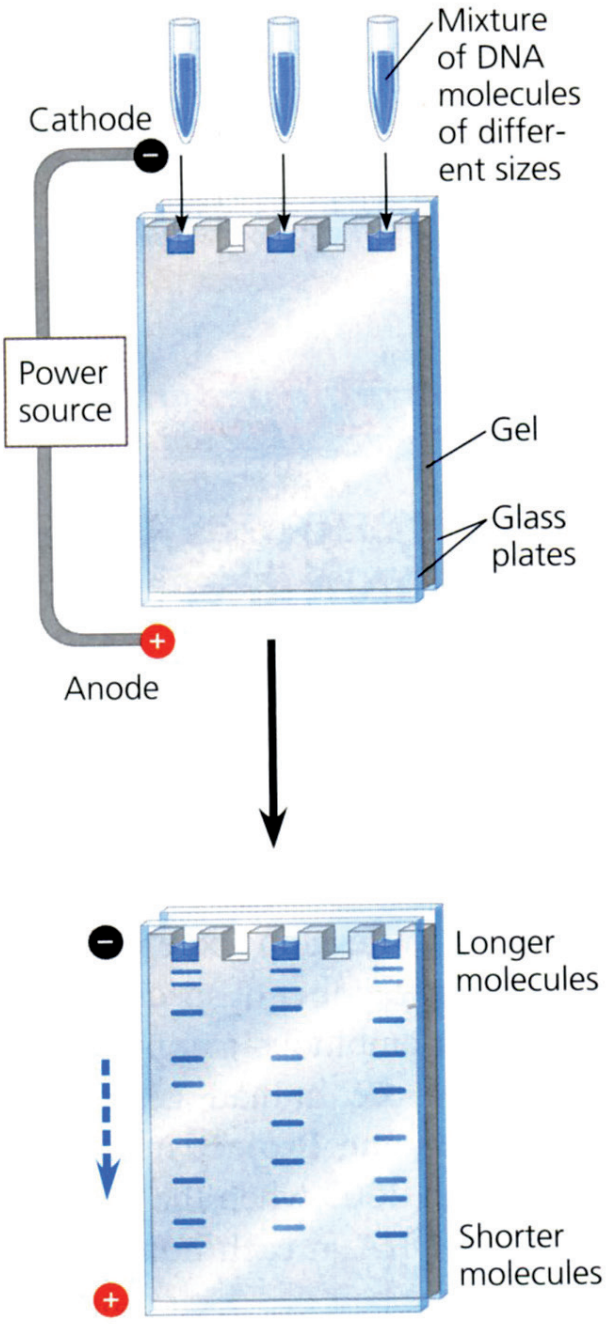
- เพิ่มปริมาณ DNA ในหลอดทดลองโดยใช้เอนไซม์จาก thermophilic bacteria (แบคทีเรียในบ่อน้ำพุร้อน) = การโคลนยีน
- = in vitro enzymatic gene amplification (การเพิ่มปริมาณยีนที่สนใจในหลอดทดลอง)
- การสังเคราะห์ DNA
  - 1 denaturation
    - 90-95°C
    - แยกสายคู่ของ DNA แม่แบบให้เป็นสายเดี่ยว
  - 2 annealing of primer
    - 50-55°C
    - primer เกาะกับ DNA สายเดี่ยว
  - 3 primer extension
    - 70-75°C
    - สร้าง DNA สายใหม่ต่อจาก primer



A4-3

## DNA analysis (การวิเคราะห์ดีเอ็นเอ)

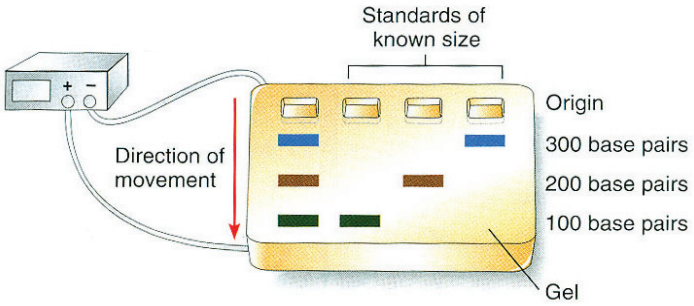
- DNA เป็นประจุ - ดังนั้นจะวิ่งจาก - ไป +
- = gel electrophoresis → ย้อมด้วยสีอีธิเดียมโบรไมด์ → ส่องด้วยแสงอัลตราไวโอเลต
- แยก DNA ที่มีขนาดต่างกันในสนามไฟฟ้าผ่านตัวกลาง → DNA ขนาดใหญ่เคลื่อนที่ยาก
- สามารถวิเคราะห์ความจำเพาะบุคคลโดยใช้ restriction enzyme (เอนไซม์ตัดจำเพาะ) ในการตัด DNA ก่อนวิเคราะห์



A4-4

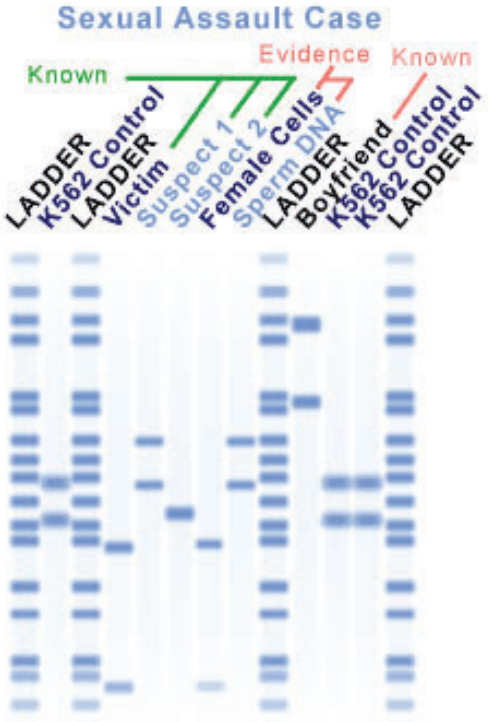
# DNA fingerprint (ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ)

- = ต่อยอดวิเคราะห์ DNA เฉพาะบุคคลจาก gel electrophoresis และ PCR




- เครื่องมือ
  - อุปกรณ์ในการทำ gel electrophoresis
  - อุปกรณ์ในการทำ PCR
  - restriction enzyme
- วิธีการ
  - 1 เก็บชิ้นส่วนที่มี DNA = เซลล์ที่มีนิวเคลียส
    - √ : โคนเส้นผม/ น้ำอสุจิ/ คราบอสุจิ/ เลือด/ คราบเลือด/ กระดูก/ น้ำเหลือง
    - X : ลายนิ้วมือ/ ปลายเส้นผม/ เม็ดเลือดแดง
  - 2 นำ DNA ที่ได้มาตัดด้วย restriction enzyme

    แต่ละคนมีลำดับเบสที่แตกต่างกัน $\xrightarrow{\text{restriction enzyme}}$ จำนวนและขนาดชิ้นส่วน DNA ที่เฉพาะแต่ละบุคคล
  - 3 นำชิ้นส่วน DNA ที่ได้จากการตัดมาเพิ่มปริมาณด้วยวิธี PCR
  - 4 run gel ได้ลายพิมพ์ DNA ออกมา
- ผลลัพธ์
  - เชิงนิติวิทยาศาสตร์
    - ใช้พิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล (ยกเว้นแฝดร่วมไข่ไม่สามารถตรวจได้)
    - ใช้ตรวจสอบความเป็นพ่อ แม่ และลูก
    - พิสูจน์บุคคลทางอาชญากรรม
  - ศึกษาความหลากหลายของประชากร
    - ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
    - ศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
  - ใช้ตรวจสอบอุตสาหกรรมอาหาร
    - อาหารเจ
    - อาหารมุสลิม (ฮาลาล)
    - อาหารปนเปื้อน GMOs



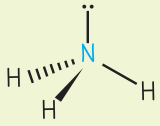
# B metabolic waste

## B1 nitrogenous waste

| ammonia ($NH_3$) | urea | uric acid |
|---|---|---|
| ← ความเป็นพิษ/ การละลายน้ำ | | |
| พลังงานที่ใช้กำจัด → | | |

**ammonia ($NH_3$)**

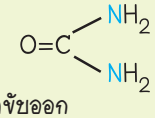
- gas



- พิษสูงสุด
- ใช้น้ำในการกำจัดมาก
- กำจัดออกในรูป $NH_4^+$
- เปลี่ยนรูปเป็น urea/ uric acid ได้
- พบในสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ
  - สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว
  - สัตว์หลายเซลล์ชั้นต่ำ
  - สัตว์ขาข้อที่อาศัยอยู่ในน้ำ
  - mollusk ที่อยู่ในน้ำ
  - ปลากระดูกแข็ง

**urea**

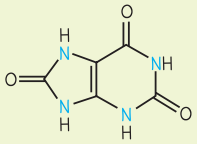
- liquid



- พิษต่ำกว่า $NH_3$
- สูญเสียน้ำน้อยลงเวลาขับออก
- สร้างที่ตับ
- ขับทางไตในรูปปัสสาวะ
- ปริมาณขึ้นอยู่กับโปรตีนที่กิน
- พบในสิ่งมีชีวิตที่อยู่บนบก
  - ไส้เดือนดิน
  - สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก
  - ปลากระดูกอ่อน
  - สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

**uric acid**

- solid



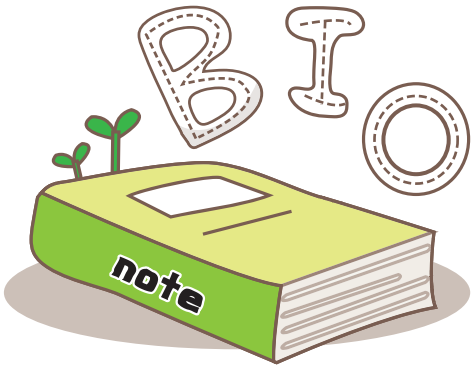
- พิษต่ำสุด
- ขับทางอุจจาระ
- allantois เป็นที่เก็บของเสีย พบในเอ็มบริโอของสัตว์เลื้อยคลาน/ นก
- อาจสะสมในข้อในผู้ป่วยโรค gout
- พบในสัตว์สงวนน้ำ
  - สัตว์ขาข้อที่อาศัยอยู่บนบก/ แมลง
  - mollusk ที่อยู่บนบก
  - สัตว์เลื้อยคลาน
  - นก

## B2 $CO_2$

- เกิดจากกระบวนการเผาผลาญสารอาหาร
- $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O + 36ADP + 36Pi \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O + 36ATP$
- ขับออกทางปอด
- พืชกำจัดออกทางปากใบ/ นำกลับไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง

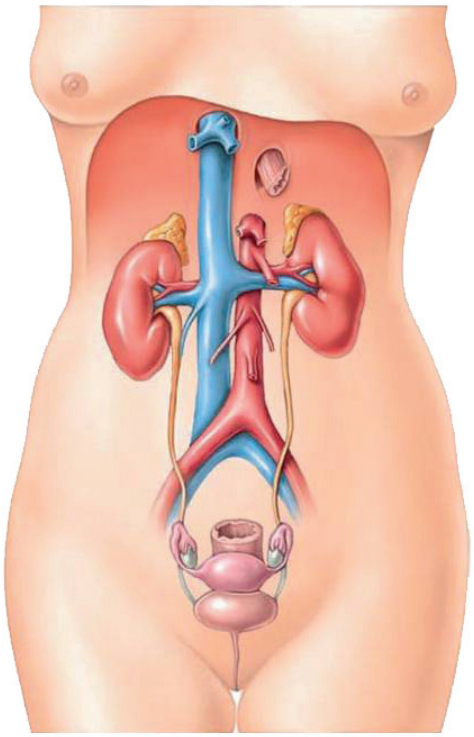
## B3 น้ำและเกลือแร่

- ขับส่วนที่เกินความต้องการออก
- ขับในรูป
  - ปัสสาวะ (max)
  - เหงื่อ
  - ลมหายใจ
  - อุจจาระ (min)
- ขับออกทางปัสสาวะ เหงื่อ และอุจจาระจะมีเกลือแร่ปนอยู่ด้วย
- ขับออกทางลมหายใจจะมีแต่น้ำ (gas) เท่านั้น
- สำหรับพืชเก็บสะสมไว้ที่ sap vacuole

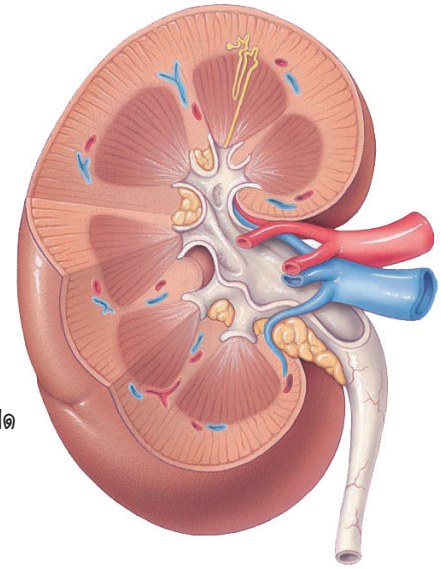

BIO
note

## C ระบบขับถ่ายหลักของมนุษย์ = kidney (ไตและอวัยวะลำเลียงน้ำปัสสาวะ)

### C1 โครงสร้างระดับอวัยวะ

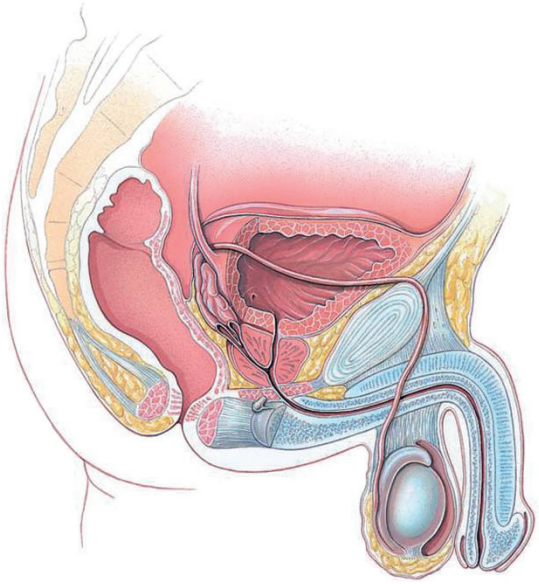


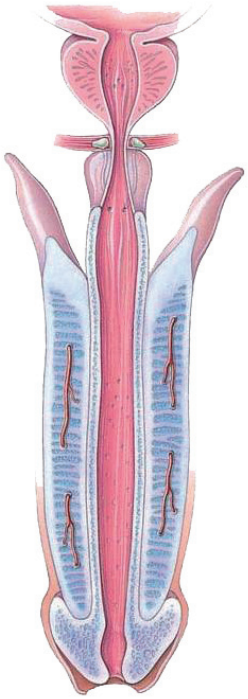
- kidney (ไต)
  - มี 1 คู่ รูปร่างคล้ายเมล็ดถั่ว
  - อยู่ในช่องท้องทั้ง 2 ข้าง ของกระดูกสันหลังบริเวณเอว
  - ยาว ≈ 10 cm
  - nephron (หน่วยไต) เป็นโครงสร้างเล็กๆ ในเนื้อไต
  - ประกอบด้วย
    - cortex (เนื้อไตชั้นนอก)
      - สีค่อนข้างจาง
      - เป็นที่กรองของเสียออกจากเลือด
    - medulla (เนื้อไตชั้นใน)
      - สีเข้มกว่าชั้น cortex
      - ลักษณะคล้ายพีระมิด
      - เป็นส่วนที่ดูดซับของดีกลับ
    - pelvis (กรวยไต) รวบรวมน้ำปัสสาวะให้ไหลเข้าสู่ท่อไต



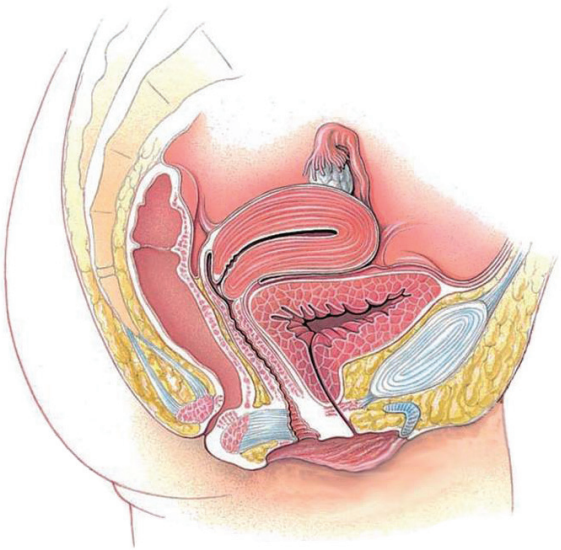
- ureter (ท่อไต)
  - เป็นท่อออกมาจากไตทั้งสองข้าง
  - เชื่อมต่อจากกรวยไตไปสู่กระเพาะปัสสาวะ
  - เส้นผ่านศูนย์กลาง ≈ 1 cm
- urinary bladder (กระเพาะปัสสาวะ)
  - ตั้งอยู่ในช่องท้องน้อย มีผนังยืดหดดี
  - เป็นที่พักน้ำปัสสาวะจากท่อไตทั้งสองข้างไหลมารวมกัน
  - ความจุ 500 ml
  - รูเปิดออกทางท่อปัสสาวะ มี sphincter (หูรูด) คอยควบคุมการปิด-เปิด

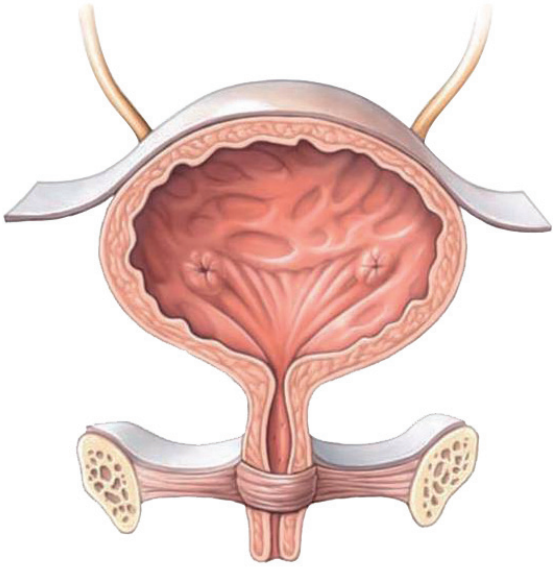
- urethra (ท่อปัสสาวะ)
  - male (ผู้ชาย)
    - ยาว ≈ 25 cm
    - มีต่อมลูกหมากและท่อนำน้ำเชื้อมาเปิด/ เป็นทางออกร่วมกับน้ำอสุจิ
    - เปิดออกสู่ภายนอกที่ปลายองคชาต





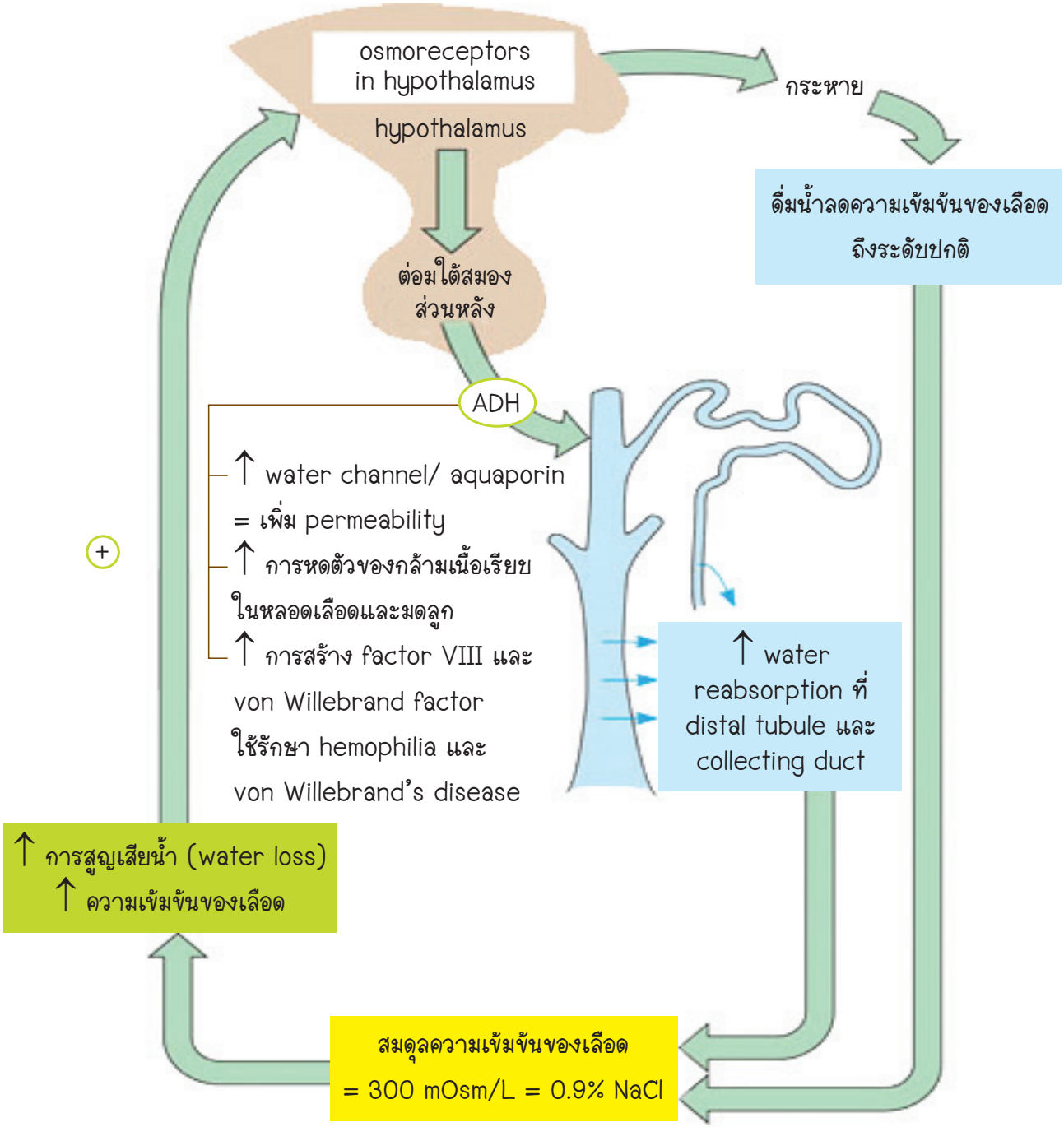
  - female (ผู้หญิง)
    - ยาว ≈ 4 cm → ท่อสั้นมาก
    - โอกาสติดเชื้อง่าย → กระเพาะปัสสาวะอักเสบ → กรวยไตอักเสบ
    - น้ำปัสสาวะเปิดออกสู่ภายนอกโดยตรง ไม่ผ่าน clitoris และไม่ได้ร่วมกับ vagina (ช่องคลอด)



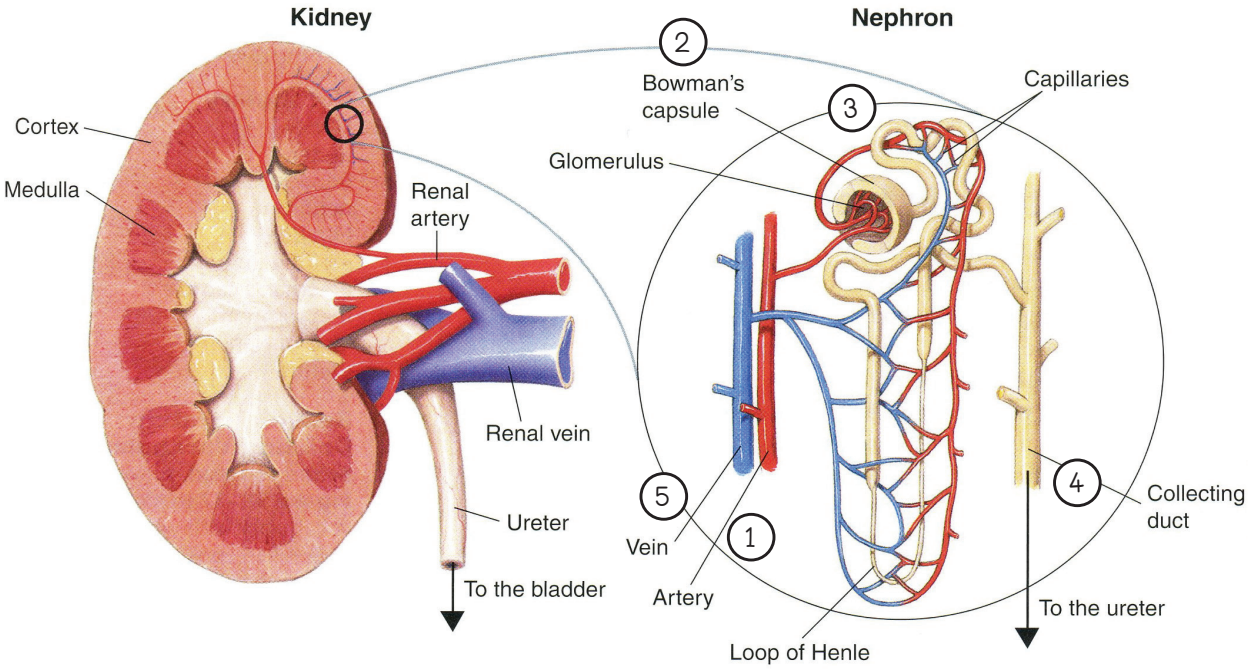


## C2 การควบคุมสมดุลน้ำ = ADH หรือ vasopressin (ควบคุมแบบ negative feedback)

- สภาวะขาดน้ำ : นักกีฬา กิจกรรมกลางแดด
  - 1 ปริมาณน้ำในเลือด ↓
  - 2 ความเข้มข้นของเลือด ↑
  - 3 แรงดันออสโมติก ↑ ไปกระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนหลังให้หลั่ง ADH
  - 4 ADH ไปกระตุ้นที่ท่อหน่วยไตส่วนปลายและท่อรวมดูดน้ำกลับ
  - 5 ปริมาณน้ำในเลือดเพิ่มขึ้นพร้อมกับปัสสาวะน้อยลงและเข้มข้น
  - 6 ปริมาณน้ำในเลือด ↑ เป็นปกติ
  - 7 ความเข้มข้นของเลือด ↓ เป็นปกติ
  - 8 แรงดันออสโมติก ↓ ไปยับยั้งต่อมใต้สมองส่วนหลัง หยุดหลั่ง ADH
  - ADH ยังกระตุ้นการกระหายน้ำ
- สภาวะน้ำเกิน : ดื่มน้ำมากเกิน
  - 1 ปริมาณน้ำในเลือด ↑
  - 2 ความเข้มข้นของเลือด ↓
  - 3 แรงดันออสโมติก ↓ ยับยั้งการหลั่ง ADH
  - 4 ท่อหน่วยไตส่วนปลายและท่อรวมดูดน้ำกลับน้อยลง
  - 5 ปริมาณน้ำในเลือดลดลงพร้อมกับปัสสาวะมากขึ้นและเจือจาง
  - 6 ปริมาณน้ำในเลือด ↓ เป็นปกติ
  - 7 ความเข้มข้นของเลือด ↑ เป็นปกติ
  - 8 แรงดันออสโมติก ↑ เป็นปกติ
  - ADH ลดการกระตุ้นการกระหายน้ำ
- สภาวะ ADH หลั่งผิดปกติ
  - ADH ↑
    - กระตุ้นการหลั่ง : อีเธอร์ มอร์ฟีน นิโคติน ฮีสทามีน เอพิเนฟริน
    - น้ำคั่งในร่างกายมาก/ ตัวบวม/ มี Na ใน plasma ต่ำ (hyponatremia)
  - ADH ↓
    - ยับยั้งการหลั่ง : คาเฟอีน แอลกอฮอล์ diuretic (ยาขับปัสสาวะ)
    - โรคเบาจืด = ปัสสาวะมากและเจือจาง


osmoreceptors
in hypothalamus
hypothalamus
กระหาย
ดื่มน้ำลดความเข้มข้นของเลือด
ถึงระดับปกติ
ต่อมใต้สมอง
ส่วนหลัง
ADH
↑ water channel/ aquaporin
= เพิ่ม permeability
↑ การหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบ
ในหลอดเลือดและมดลูก
↑ การสร้าง factor VIII และ
von Willebrand factor
ใช้รักษา hemophilia และ
von Willebrand's disease
+
↑ water
reabsorption ที่
distal tubule และ
collecting duct
↑ การสูญเสียน้ำ (water loss)
↑ ความเข้มข้นของเลือด
สมดุลความเข้มข้นของเลือด
= 300 mOsm/L = 0.9% NaCl

## C3 ไต




1. บริเวณก่อนการกรอง (≈ เลือดเข้าไต)
   - มีสารทุกชนิด = ใหญ่ดี เล็กดี เล็กเสีย
   - มีน้ำผ่าน 720 ลิตร/วัน
   - ตัวอย่างสาร
     - RBC (hemoglobin + $O_2$), WBC, platelet, albumin
     - glucose, amino acid, vitamin, แร่ธาตุ
     - สารพิษ, urea, bilirubin
   - organ : afferent arteriole, renal artery, aorta

2. บริเวณหลังการกรอง (≈ น้ำกรอง)
   - ผ่านได้เฉพาะสารที่เล็กกว่า albumin : เล็กดี เล็กเสีย
   - มีน้ำผ่าน 180 ลิตร/วัน
   - ตัวอย่างสาร
     - WBC ไปได้ทุกที่
     - glucose, amino acid, vitamin, แร่ธาตุ
     - urea, bilirubin
   - organ : Bowman's capsule, ท่อหน่วยไต

3. บริเวณที่ไม่สามารถผ่านการกรองได้
   - มีเฉพาะสารขนาดใหญ่
   - คงเหลือน้ำที่กรองได้ไม่หมด = 540 ลิตร/วัน
   - ตัวอย่างสาร
     - RBC (hemoglobin), WBC, platelet, albumin
   - organ : efferent arteriole, vasa recta

4. น้ำกรองที่ถูกดูดสารดีกลับไปแล้ว
   - มีเฉพาะของเล็กเสียและเล็กดีส่วนเกิน
   - คงเหลือน้ำส่วนเกินในร่างกาย ≈ 1.5 ลิตร/วัน
   - ตัวอย่างสาร
     - วิตามินส่วนเกิน, แร่ธาตุส่วนเกิน, กรดส่วนเกิน
     - สารพิษ, urea, bilirubin
   - organ : collecting duct (ท่อรวม), กรวยไต, ureter, urinary bladder, urethra → ปัสสาวะ

5. บริเวณหลังจากการดูดของเล็กดีกลับ (≈ เลือดออกจากไต)
   - กำจัดของเสียออกไปแล้ว : ใหญ่ดี เล็กดี
   - มีน้ำกลับเข้าสู่ระบบ ≈ 720 ลิตร/วัน
   - ตัวอย่างสาร
     - RBC (hemoglobin + $O_2$)
     - platelet, albumin
     - $CO_2$ (ในรูป $HCO_3^-$)
   - organ : renal vein, renal venule, inferior vena cava

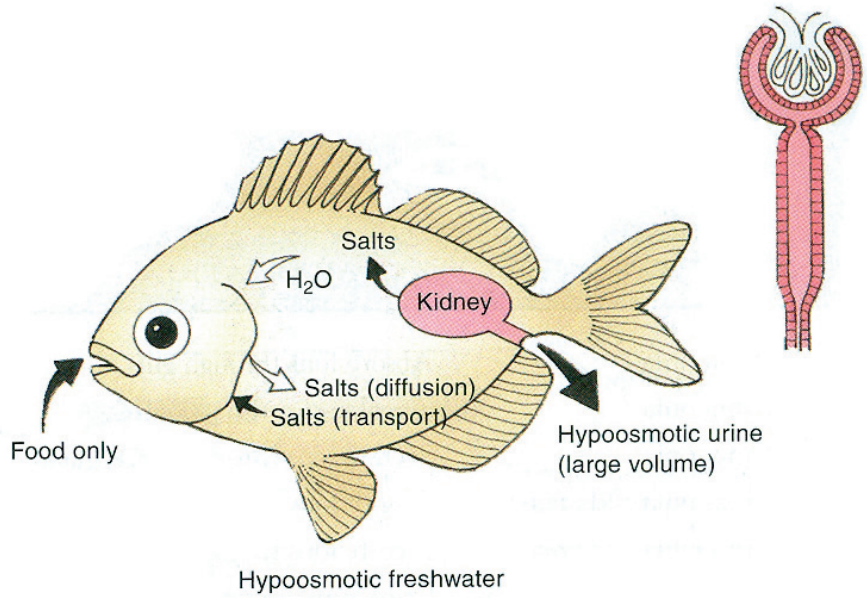
- ของใหญ่เสียต้องไปทำ biotransformation ที่ตับก่อน
- โรคเบาหวาน (น้ำตาลในปัสสาวะ) → น้ำตาลในเลือดสูงและท่อหน่วยไตดูดได้ไม่หมด
- โรคไต (glomerulus ฉีกขาด) → กรองแล้วรั่ว ได้ RBC และ protein ออกมา

C4

## การรักษาสมดุลของปลา

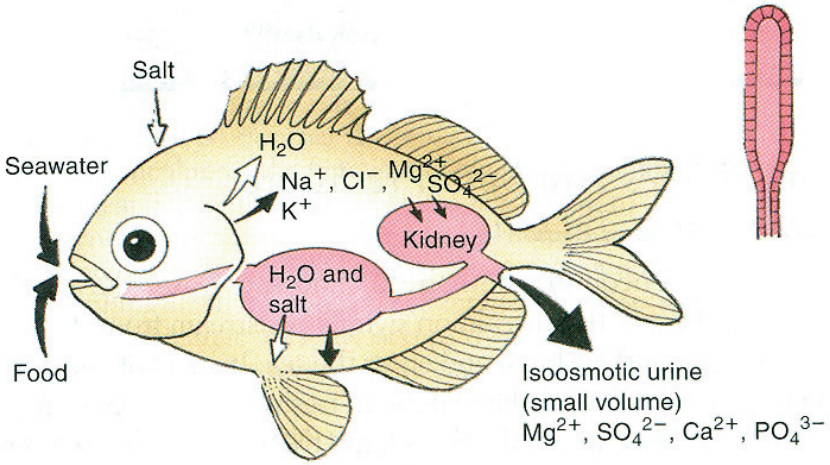
### ① ปลาน้ำจืด (ปลานิล ปลาช่อน ปลาตะเพียน ปลาสวาย ปลาหมอ ปลาทับทิม)

- 1 [ร่างกาย] > [น้ำจืด]
  - ⊕ น้ำ (osmosis)
  - ⊖ เกลือแร่ (diffusion)
- 2 ไม่ดื่มน้ำเลย/ มีน้ำแพร่เข้าเหงือกตลอดเวลา/ ได้น้ำจากอาหารบางส่วน
- 3 มี glomerulus ขนาดใหญ่ และมีท่อไตสั้น → ปัสสาวะเจือจาง (hypoosmotic)/ ปริมาณมาก
- 4 เกลือแร่ส่วนที่ขาด เหงือกจะดูดแร่ธาตุกลับโดย active transport
- 5 ผิวหนังและเกล็ดทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้น้ำและเกลือแร่ผ่านเข้าร่างกาย



## ② ปลากระดูกแข็งน้ำเค็ม (ปลากะพง ปลาทู ปลาอินทรี ปลาการ์ตูน)

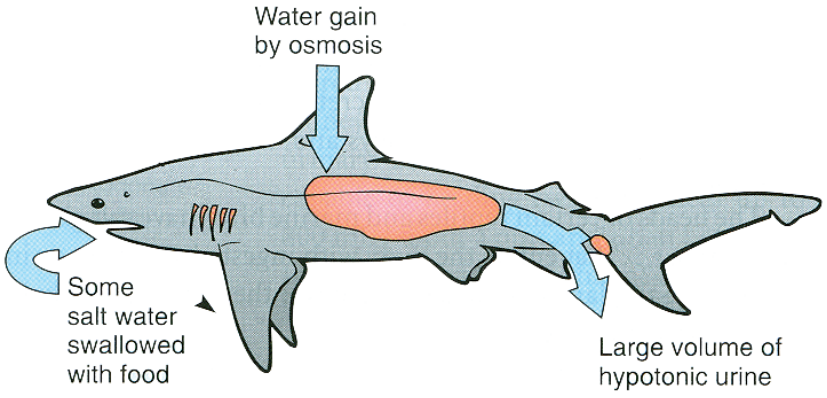
- 1 [ร่างกาย] < [น้ำทะเล]
  - ⊖ น้ำ (osmosis)
  - ⊕ เกลือแร่ (diffusion)
- 2 ดื่มน้ำตลอดเวลา/ ได้น้ำจากอาหารร่วมด้วย
- 3 มี glomerulus ขนาดเล็ก (อาจไม่มี) และมีท่อไตยาว → ปัสสาวะเข้มข้น (isoosmotic)/ ปริมาณน้อย
- 4 เกลือแร่ส่วนเกิน เหงือกจะขจัดออกโดย active transport
- 5 ผิวหนังและเกล็ดทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้น้ำและเกลือแร่เข้าร่างกาย




Hyperosmotic seawater

## ③ ปลากระดูกอ่อนน้ำเค็ม (ปลาฉลาม ปลาฉนาก ปลากระต่าย ปลากระเบน)

- 1 [ร่างกาย] < [น้ำทะเล] → ไตสะสมยูเรียไว้ในร่างกาย
- 2 [ร่างกาย] > [น้ำทะเล]
  - ⊕ น้ำ (osmosis)
  - ⊕ เกลือแร่ (diffusion)
- 3 ได้น้ำและเกลือบางส่วนจากอาหาร
- 4 มี glomerulus ขนาดใหญ่
  - ดูด urea กลับ
  - ปัสสาวะเจือจาง (hypotonic)/ ปริมาณมาก
- 5 เกลือแร่ส่วนเกิน ต่อมขับเกลือบริเวณทวารหนักกำจัดออกโดย active transport
- 6 ผิวหนังและเกล็ดทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้น้ำและเกลือแร่เข้าร่างกาย



## D temperature (อุณหภูมิ)

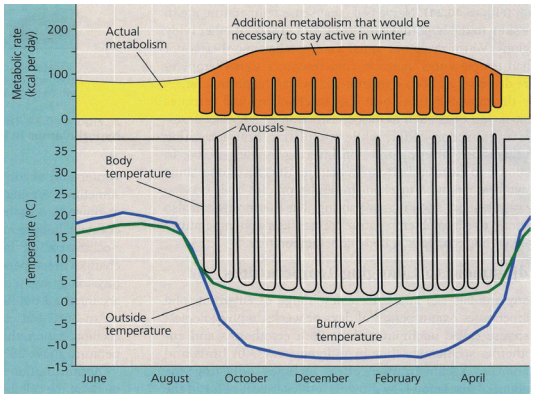
### D1 ectotherm (สัตว์เลือดเย็น)

- กลไกการควบคุม
  - T ร่างกาย $\alpha$ metabolism
  - T ร่างกาย $\alpha$ T สิ่งแวดล้อม
  - ความร้อนจะไม่วิ่งไหลเข้าออก
  - $\uparrow T_{env} \rightarrow \uparrow T_{ร่างกาย} \rightarrow \uparrow$ metabolism
  - $\downarrow T_{env} \rightarrow \downarrow T_{ร่างกาย} \rightarrow \downarrow$ metabolism
- ตัวอย่าง
  - ปลา : ม้าน้ำ ปลาตะเพียน ปลานิล ปลาอินทรี
  - สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก : กบ เขียด ซาลาแมนเดอร์ งูดิน (เขียดงู)
  - สัตว์เลื้อยคลาน : งู ตะกวด กิ้งก่า จระเข้ เต่า
- การปรับตัว
  - สภาพอากาศเย็น
    - ปลา
      - อาศัยอยู่ในที่ที่มีอุณหภูมิเหมาะสมกับร่างกาย
      - countercurrent heat exchange (พบในฉลาม)
        = ถ่ายเทความร้อนระหว่าง artery & vein
        - 1 artery นำเลือดจากร่างกายสู่เหงือกและครีบ
        - 2 vein รับเลือดจากเหงือกและครีบไปสู่ร่างกาย
        - 3 เลือดใน artery และ vein วิ่งสวนทิศกัน
        - 4 vein ได้รับความร้อนจาก artery ขณะวิ่งสวนทิศ
        - 5 เลือดจาก vein ขาขึ้นมี T = T ร่างกาย
    - สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก
      - hibernation (จำศีลหนีหนาว) ในฤดูหนาว
      - อยู่ในรูดิน/ ใต้ต้นไม้/ ใต้ท่อนไม้
    - สัตว์เลื้อยคลาน
      - มีพฤติกรรมอาบแดด
      - ผิวหนังแห้ง หนา มีเกล็ด ช่วยลดการสูญเสียความร้อน
      - เต่าและงูนอนเบียดหรือทับกันเพื่อเพิ่มอุณหภูมิ

  - สภาพอากาศร้อน
    - สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก
      - estivation (จำศีลหนีร้อน) ในฤดูร้อน
      - แช่อยู่ในน้ำ/ ผิวหนังชุ่มชื้นอยู่เสมอ/ ช่วยระบายความร้อน
    - สัตว์เลื้อยคลาน
      - มีพฤติกรรมหลบแดด
      - มีปอดใหญ่เพื่อระบายความร้อนผ่านระบบหายใจ

## D2 endotherm (สัตว์เลือดอุ่น)

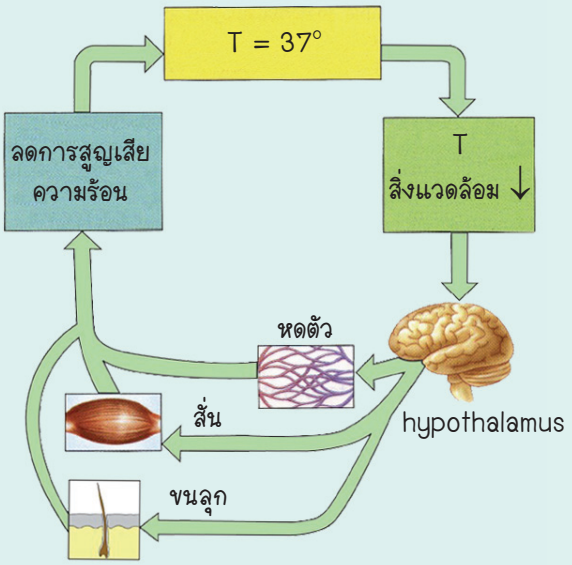
- กลไกการควบคุม
  - T ร่างกายคงที่ (อาศัยพลังงานจาก metabolism)
  - ความร้อนวิ่งเข้าวิ่งออกตามจริง แล้วชดเชยด้วยการปรับ metabolism
  - ↑ $T_{env}$ → ความร้อนไหลเข้า → ↓ metabolism
  - ↓ $T_{env}$ → ความร้อนไหลออก → ↑ metabolism
  - สภาวะปกติ : T นก > T สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม & มนุษย์
- ตัวอย่าง
  - สัตว์ปีก : อีมู นกเป็ดน้ำ นกกระจิบ นกกางเขน นกเพนกวิน
  - สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม : วาฬ โลมา พะยูน แมวน้ำ สิงโตทะเล ค้างคาว
  - มนุษย์
- การปรับตัว
  - สภาพอากาศเย็น (แถบขั้วโลก)
    - สัตว์ปีก
      - มีขนปกคลุมตัวเป็นฉนวนรักษาความร้อน
      - นกปากห่างอพยพหนีหนาวไปยังบริเวณที่มีความอบอุ่น
      - นกเพนกวินและนกเป็ดน้ำมีระบบ countercurrent heat exchange
    - สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม
      - สัตว์ฟันแทะขุดรูอยู่ร่วมกันเพื่อสร้างความอบอุ่น
      - แมวน้ำ วาฬ มีชั้นผิวหนังหนาช่วยรักษาความร้อน
      - โลมา สุนัขจิ้งจอก กวาง มีระบบ countercurrent heat exchange
      - หมีขั้วโลกจำศีลตลอดช่วงฤดูหนาว
  - สภาพอากาศร้อน (ทะเลทราย อยู่กลางแดด)
    - สัตว์ปีก
      - นกมีถุงลมช่วยระบายความร้อน (นกไม่มีต่อมเหงื่อ)
      - นกกาน้ำมี gular pouch ที่บริเวณลำคอ ช่วยระบายความร้อน
    - สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม
      - อูฐดื่มน้ำครั้งละมากๆ เมื่อมีโอกาส/ ปัสสาวะเข้มข้น
      - kangaroo rat ได้น้ำจากเมแทบอลิซึม/ loop of Henle ยาว/ ปัสสาวะเข้มข้น
      - สุนัขหอบเพื่อระบายความร้อนโดยระเหยออกไปกับน้ำ
      - แมว กระต่าย จิงโจ้เลียอุ้งเท้าเพื่อระบายความร้อน
      - ควายนอนแช่ปลักโคลนเพื่อคลายความร้อน
      - ช้าง กระต่ายมีหูขนาดใหญ่ เพื่อเป็นที่ระบายความร้อน



# การปรับตัวเพื่อรักษาสมดุลอุณหภูมิของมนุษย์ (35.8–37.7°C)

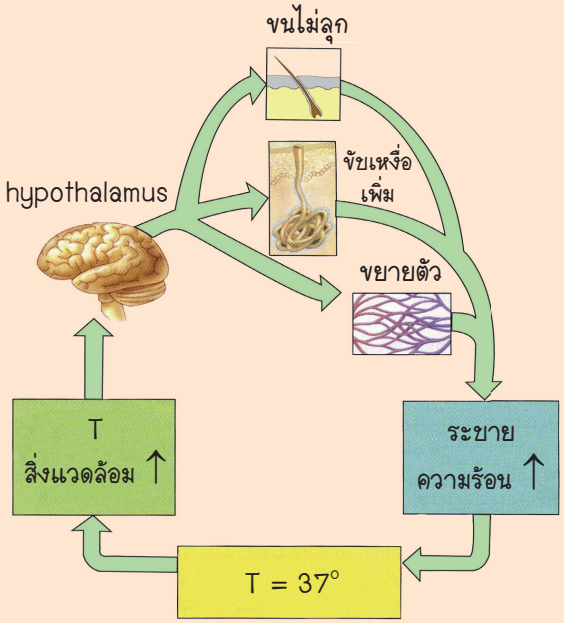
## สภาพอากาศเย็น (แถบขั้วโลก)

- ควบคุมโดย hypothalamus
- เพิ่มอัตราเมแทบอลิซึม/ สลายไขมัน/ ควบคุมโดยฮอร์โมน norephinephrine
- กล้ามเนื้อโคนขนหดตัว/ ขนลุกชัน/ สูญเสียความร้อนลดลง
- การสั่นที่กล้ามเนื้อลายทั่วร่างกาย/ สร้างพลังงานความร้อน
- เส้นเลือดที่ผิวหนังหดตัว/ ถ่ายเทความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมน้อยลง
- ลดการหลั่ง ADH/ ปัสสาวะมากขึ้น
- การใส่เสื้อกันหนาวของมนุษย์ป้องกันการสูญเสียความร้อน

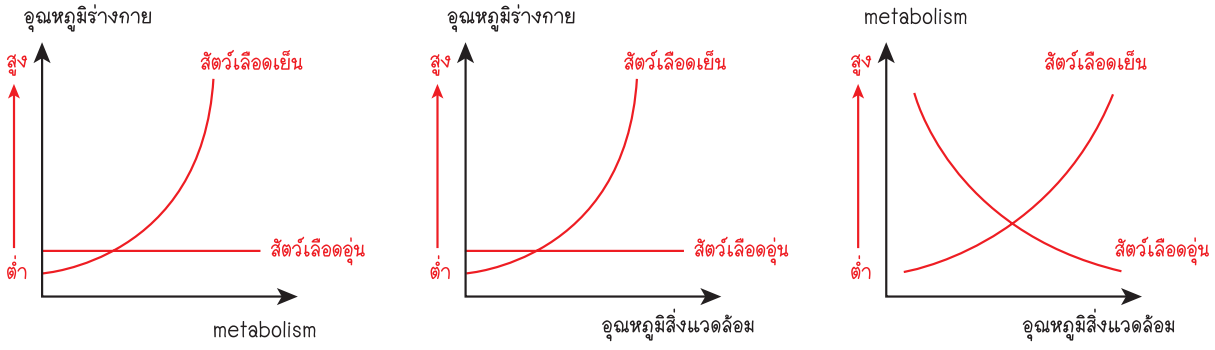



## สภาพอากาศร้อน (ทะเลทราย อยู่กลางแดด)

- ควบคุมโดย hypothalamus
- ลดอัตราเมแทบอลิซึม/ ลดการสลายไขมัน
- เพิ่มการขับเหงื่อ/ ระบายความร้อนออกทางผิวหนัง
- กล้ามเนื้อโคนขนคลายตัว/ ขนเอนนอน/ สูญเสียความร้อนเพิ่มขึ้น
- เส้นเลือดที่ผิวหนังคลายตัว/ ถ่ายเทความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้น
- เพิ่มการหลั่ง ADH/ ปัสสาวะน้อยลง
- มนุษย์หลบในที่ร่ม/ ดื่มน้ำบ่อย/ อาบน้ำ




## สรุป

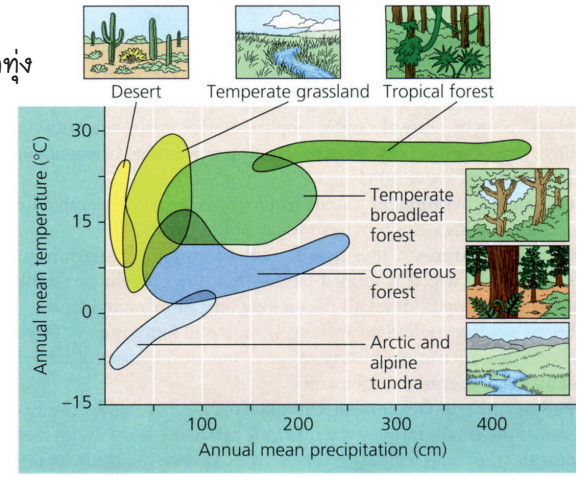


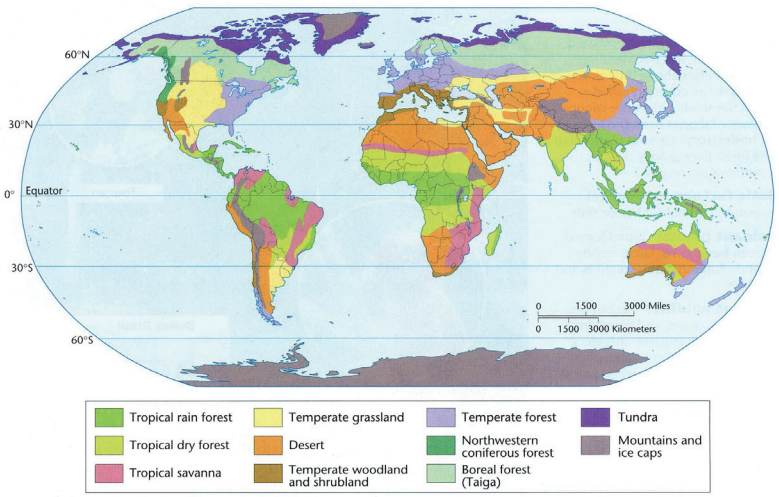
## E ecosystem (ระบบนิเวศ)

### E1 biome (ชีวนิเวศ) = ถิ่นที่อยู่

**terrestial biome (ไบโอมบนบก) แบ่งเป็น 9 ไบโอม โดยยึดอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนเป็นหลัก**

- tropical rainforest (ไบโอมป่าดิบชื้น)
  - ภูมิอากาศร้อนและชื้น ไม่แห้งแล้ง มีฝนตกตลอดปี
  - ความหลากหลายทางชีวภาพสูง (high biodiversity)
  - ต้นไม้ขนาดใหญ่ ไม่ผลัดใบ/ สัตว์หลากหลาย → การกระจายพันธุ์พืชโดยสัตว์สูงสุด
  - พบได้ในภาคใต้/ ตะวันออกของประเทศไทย
- temperate deciduous forest (ไบโอมป่าผลัดใบในเขตอบอุ่น)
  - มีฤดูที่แน่นอน 4 ฤดู คือ ฤดูหนาว ฤดูใบไม้ผลิ ฤดูร้อน และฤดูใบไม้ร่วง
  - ต้นไม้ผลัดใบก่อนถึงฤดูหนาว
  - ในประเทศไทยพบในรูปป่าเบญจพรรณ/ ป่าเต็งรัง/ ป่าทุ่ง
- broad-leaved evergreen subtropical forest (ไบโอมป่าไม้ใบกว้างเขียวชอุ่มเขตกึ่งร้อนชื้น)
  - อุณหภูมิระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาวไม่ต่างกันมาก
  - พืชที่พบมากมีใบกว้างเขียวชอุ่มตลอดปี
  - ในประเทศไทยพบในรูปป่าดิบเขา
- coniferous forest (ไบโอมป่าสน)/ taiga (ป่าไทกา)/ boreal (ป่าบอเรียล)
  - ฤดูหนาวค่อนข้างยาวนาน
  - ต้นไม้เขียวชอุ่มตลอดปี ใบเล็ก
  - ในประเทศไทยพบได้ตามยอดภู → ภูกระดึง/ ภูเรือ
- temperate grassland (ไบโอมทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น)
  - มี 4 ฤดูชัดเจน แต่ปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าป่าเขตอบอุ่น
  - ทุ่งหญ้าแพร์รี่ (prairie) และทุ่งหญ้าสเตปส์ (steppes)
  - ไม่พบในประเทศไทย

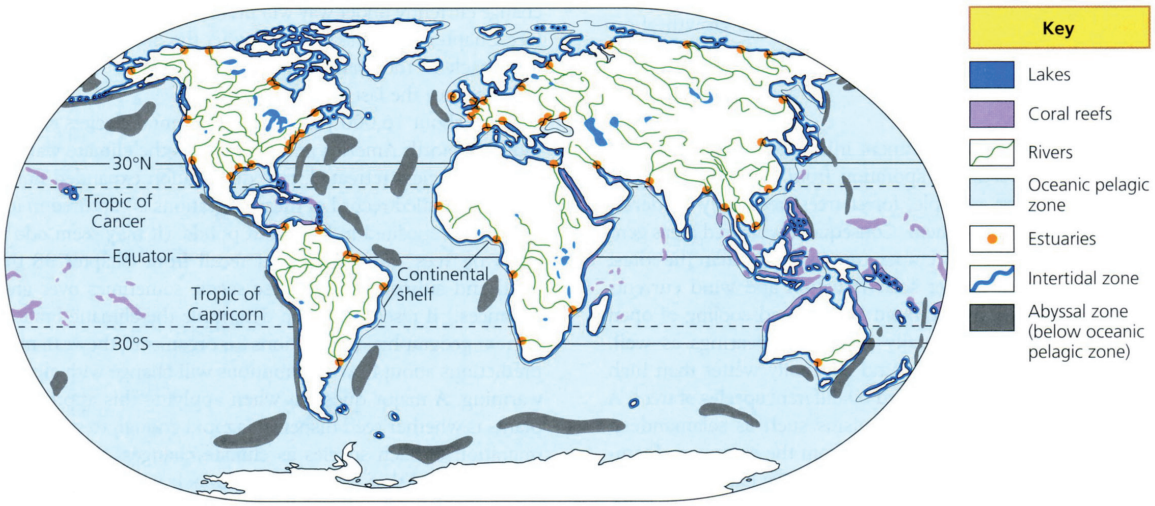


- savanna (ไบโอมสะวันนา)
  - ภูมิอากาศร้อน → อุณหภูมิสูง แสงแดดจัดในเวลากลางวัน
  - ดินเป็นดินร่วนปนทราย
  - พืชที่ขึ้นส่วนใหญ่เป็นหญ้า
  - พบได้ในภาคกลาง/ เหนือ/ ตะวันออกเฉียงเหนือของไทย
- desert (ไบโอมทะเลทราย)
  - อากาศร้อน ฝนตกน้อย
  - พืชที่พบเป็นพืชอวบน้ำ (succulent plant) เช่น กระบองเพชร
  - ไม่พบในประเทศไทย
- chaparral (ไบโอมชาพาร์ราล)
  - ฤดูหนาวมีฝน ฤดูร้อนยาวนานและแห้งแล้ง
  - พืชที่พบมีลำต้นเป็นทรงพุ่ม
  - พบริมทะเลเมดิเตอร์เรเนียน/ ไม่พบในไทย
- tundra (ไบโอมทุนดรา)
  - ฤดูหนาวค่อนข้างยาวนาน
  - พืชที่พบเป็นพวกไม้ดอก/ ไม้พุ่ม/ มอส/ ไลเคน
  - ไม่พบต้นไม้ใหญ่
  - ไม่พบในประเทศไทย

## aquatic biome (ไบโอมในน้ำ)

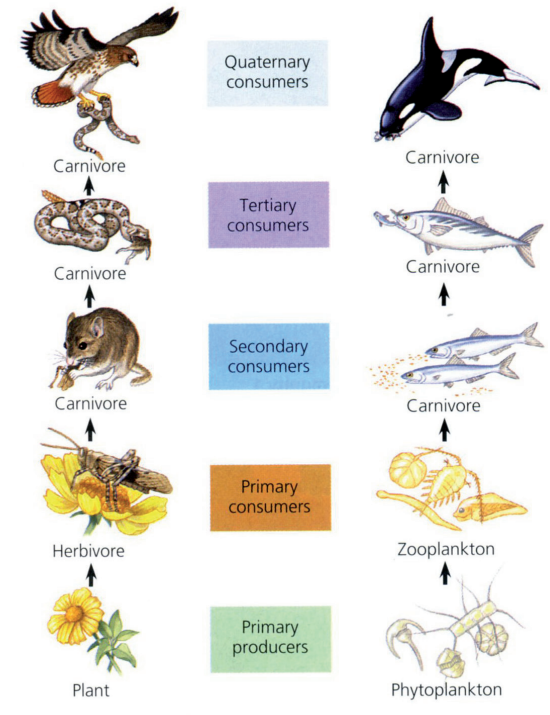
- freshwater biome (ไบโอมแหล่งน้ำจืด)
  - แหล่งน้ำนิ่ง
  - แหล่งน้ำไหล → สัตว์รูปร่างเพรียวแขนราบ/ มีเมือกเหนียวเพื่อยึดเกาะ/ ปลาว่ายทวนน้ำ
  - peat swamp forest (ป่าพรุ)
    - ป่าไม่ผลัดใบ มีน้ำท่วมขัง
    - ดินมีความเป็นกรดสูงมาก
    - มีสารอินทรีย์/ สารประกอบ pyrite สูง
    - พบมากในภาคใต้ของประเทศไทย
- marine biome (ไบโอมแหล่งน้ำเค็ม)
  - coral reef (แนวปะการัง) → มีประสิทธิภาพในการผลิตมวลชีวภาพมากที่สุด
- estuary (ระบบนิเวศน้ำกร่อย)
  - river delta (ปากแม่น้ำ)
  - mangrove forest (ป่าชายเลน)
    - รอยต่อระหว่างระบบนิเวศบนบกและแหล่งน้ำ
    - แหล่งอาหาร/ หลบภัย/ วางไข่/ อนุบาลตัวอ่อน



## E2 community (กลุ่มสิ่งมีชีวิต) = สิ่งมีชีวิตตั้งแต่ 2 ชนิด (species) ขึ้นไปมาอยู่ร่วมกัน

### E2-1 หน้าที่ของสิ่งมีชีวิต

- autotroph (ผลิตอาหารเองได้) → producer (ผู้ผลิต)
  - photosynthesis (สังเคราะห์ด้วยแสง) → พืช/ สาหร่าย
  - chemosynthesis → แบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสง (purple/ green sulfer bacteria)
  - เปลี่ยนสารอนินทรีย์เป็นสารอินทรีย์ = ทำให้เกิดการหมุนเวียนสารเป็นวัฏจักร
- heterotroph (ผลิตอาหารเองไม่ได้)
  - consumer (ผู้บริโภค) → สิ่งมีชีวิตที่กินผู้ผลิตหรือผู้บริโภคด้วยกันเองเป็นอาหาร ถ่ายทอดพลังงานโดยการกินกันเป็นทอดๆ
    - ผู้บริโภคพืช (herbivores) → ผู้บริโภคลำดับที่ 1
    - ผู้บริโภค (เนื้อ) สัตว์ (carnivores) → ผู้บริโภคลำดับที่ 2 ขึ้นไป (= ผู้บริโภคสัตว์ลำดับที่ 1 ขึ้นไป)
    - ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ (omnivores) → ผู้บริโภคลำดับที่ 1 หรือ 2 ขึ้นไป
    - ผู้บริโภคซากอินทรีย์ (detritivores) เช่น ไส้เดือน กิ้งกือ ปลวก
      - ซากพืช → ผู้บริโภคลำดับที่ 1
      - ซากสัตว์ → ผู้บริโภคลำดับที่ 2 (= ผู้บริโภคสัตว์ลำดับที่ 1 ขึ้นไป)
  - decomposers (ผู้ย่อยสลาย)
    - สิ่งมีชีวิตที่ทำหน้าที่หลั่งเอนไซม์ออกมาย่อยซากสิ่งมีชีวิต → เปลี่ยนสารอินทรีย์ (ซากสัตว์) เป็นสารอนินทรีย์ (ปุ๋ย)
    - ผู้รับพลังงานตัวสุดท้าย
    - ทำให้เกิดการหมุนเวียนสารเป็นวัฏจักร
    - แบคทีเรีย เห็ด รา และจุลินทรีย์อื่นๆ




A terrestrial food chain A marine food chain

E2-2

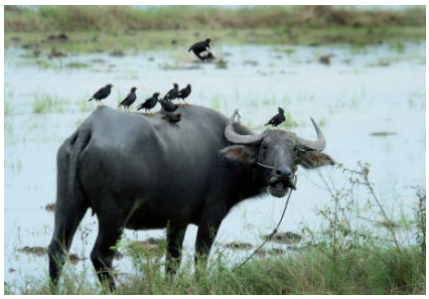
## relationship (ความสัมพันธ์ในการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต)

- การแข่งขัน (competitive) → -/- → สิ่งมีชีวิตทั้ง 2 ฝ่าย ต่างแก่งแย่งชิงปัจจัยบางอย่างที่มีอยู่อย่างจำกัด
- ภาวะปรสิต (parasitism) → +/- → สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งอาศัยอยู่กับสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง โดยผู้อาศัย (parasite) ได้ประโยชน์ แต่ผู้ถูกอาศัย (host) เสียประโยชน์
  - พยาธิใบไม้ในตับของคน
  - กาฝากกับต้นไม้
  - พยาธิตัวตืดในอวัยวะทางเดินอาหารของสัตว์
  - เห็บกับสุนัข
  - ทาก/ เหาดูดเลือดคน
  - ฟาจกับแบคทีเรีย

- ภาวะล่าเหยื่อ (predation) → +/- → ผู้ล่า (predator) จับสิ่งมีชีวิตที่เป็นเหยื่อ (prey) กินเป็นอาหาร โดยผู้ล่าได้ประโยชน์ เหยื่อเสียประโยชน์ (ตาย)
  - กบกินแมลง
  - งูกินกบ
  - นกเค้าแมวล่าเหยื่อ
  - แมงมุมกินแมลง/ ปลากินแพลงก์ตอน
  - แมลงกินน้ำหวาน

- ภาวะเกื้อกูลกัน/ อิงอาศัย (commensalism) → +/0 → ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์แต่อีกฝ่ายไม่ได้/ ไม่เสียประโยชน์
  - พืชอิงอาศัย (epiphyte) → ชายผ้าสีดาขนต้นไม้ใหญ่
  - เหาฉลามกับฉลาม
  - ไลเคน (lichens) ขนเปลือกไม้
  - หนูกับ *Leptospira*
  - ตัวอ่อนสัตว์น้ำในฟองน้ำ
  - สิ่งมีชีวิตชนิด A สร้างสาร a ซึ่งจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตชนิด B

- ภาวะได้ประโยชน์ร่วมกัน (protocooperation) → +/+ → ต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์ แต่ก็สามารถแยกกันอยู่ได้โดยไม่มีการตายเกิดขึ้น
  - นกเอี้ยงกับควาย
  - ดอกไม้กับแมลง
  - ปูเสฉวนกับซีแอนีโมนี (ดอกไม้ทะเล)
  - ซีแอนีโมนีกับปลาการ์ตูน
  - มดดำกับเพลี้ย
  - กุ้งพยาบาลกับปลาผีเสื้อ
  - ค้างคาวผสมเกสรให้ต้นกล้วย



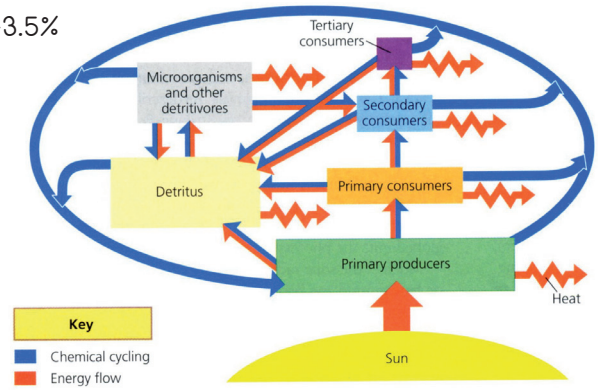
- ภาวะพึ่งพา (mutualism) → +/+ → ต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์ ไม่สามารถแยกกันอยู่ได้
  - ไลเคน (lichens)
  - โพรโทซัว (*Trichonympha*)/ แบคทีเรีย (*Microcerotermes* sp.) ในลำไส้ปลวก
  - ไฮดรากับสาหร่ายสีเขียว
  - แบคทีเรีย *Escherichia coli* ในลำไส้ใหญ่ของคน
  - แบคทีเรียไรโซเบียม (*Rhizobium*) กับรากถั่ว
  - เชื้อราไมคอไรซา (mycorrhiza) ในรากสน
  - จุลินทรีย์ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง
  - แหนแดงกับ *Anabaena*/ นอสตอก (*Nostoc* sp.)
  - ปะการังสร้าง $CO_2$ ให้ซูแซนเทลลี (zooxanthellae)
  - สิ่งมีชีวิต 2 ชนิด โดยชนิด A ต้องการสาร b ไปสร้างสาร a และชนิด B ต้องการสาร a ไปสร้างสาร b จึงมาอยู่ร่วมกัน

- ภาวะการหลั่งสารห้ามการเจริญหรือการทำลายล้าง (antibiosis) → 0/- → ฝ่ายหนึ่งไม่ได้ประโยชน์แต่อีกฝ่ายเสียประโยชน์
  - Penicilium/ Microcystis
- ภาวะกระทบกระเทือน (amensalism) 0/- → ต้นไม้ใหญ่บังต้นไม้เล็ก
- ภาวะเป็นกลาง (neutralism) → 0/0 → สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดต่างดำรงชีวิตกันอย่างอิสระไม่เกี่ยวข้องกัน
- ภาวะการย่อยสลาย (saprophytism) → +/0 → ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่ยังคงมีชีวิตอยู่กับสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้ว

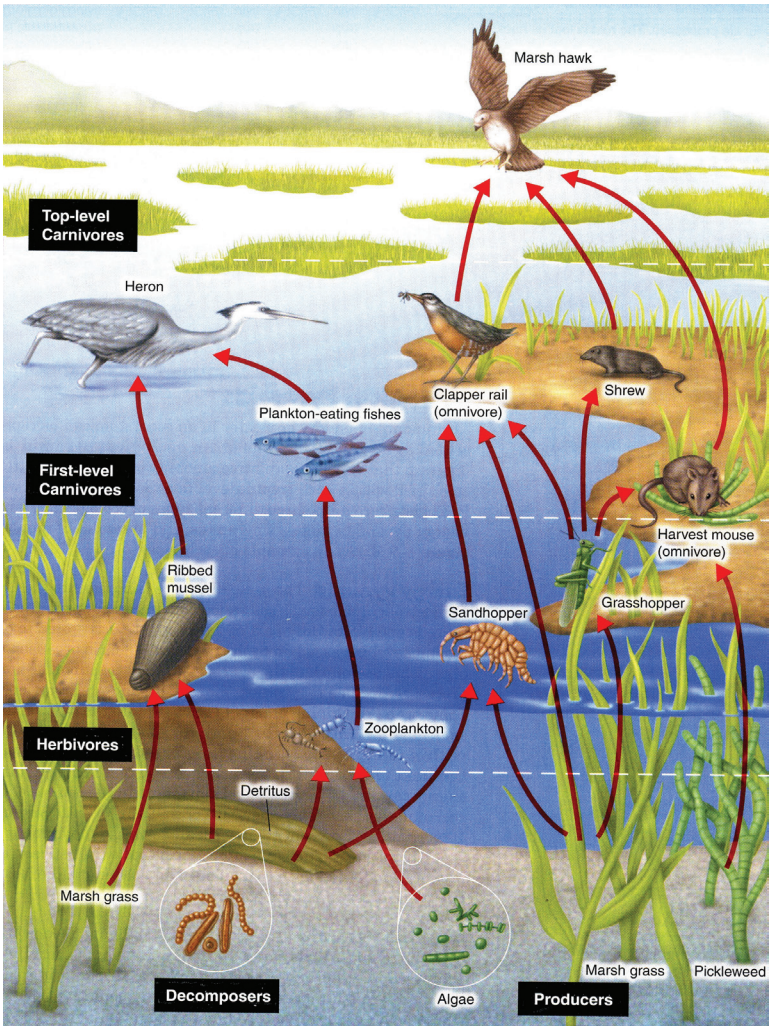
E3

## การถ่ายทอดพลังงาน

- ผู้ผลิต
  - นำพลังงานแสงมาเก็บไว้ในโมเลกุลของอาหาร = 0.5-3.5%
  - สะท้อนออกสู่บรรยากาศ = 10-15%
- ผู้บริโภคได้รับพลังงานจากการกินผู้ผลิต
  - พลังงานส่วนใหญ่จะถูกใช้ไปใน กระบวนการหายใจระดับเซลล์ (ในรูปความร้อน)
  - ส่วนหนึ่งจะใช้ไปในการประกอบกิจกรรม
  - บางส่วนกลายเป็นกากอาหารขับถ่ายทิ้งไป
  - นำไปสร้างเนื้อเยื่อของตนเอง = 10% ของพลังงานศักย์ทั้งหมดในสิ่งมีชีวิตที่เป็นอาหารของตนเอง

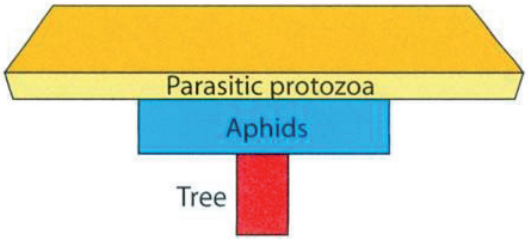



- ห่วงโซ่อาหาร (food chain) → ความสัมพันธ์เชิงอาหารซึ่งมีการถ่ายทอดพลังงานเคมีโดยการกินกันเป็นทอดๆ
  ผู้ผลิต → ผู้บริโภคลำดับที่ 1 → ผู้บริโภคลำดับที่ 2 → ผู้บริโภคลำดับที่ 3 → ..... → ผู้บริโภคลำดับสูงสุด
  - predator/ grazing food chain (ห่วงโซ่อาหารแบบบริโภค) → แมลงกินน้ำหวานจากดอกไม้/ นกเค้าแมวล่าเหยื่อ
  - parasitic food chain (ห่วงโซ่อาหารแบบปรสิต) → ทากดูดเลือดคน
  - detritus food chain (ห่วงโซ่อาหารแบบย่อยสลาย) → แร้งกินซาก/ เห็ดขึ้นบนขอนไม้
  - mixed food chain (ห่วงโซ่อาหารแบบผสม)
- สายใยอาหาร (food web) → ความสัมพันธ์ระหว่างห่วงโซ่อาหารตั้งแต่ 2 ห่วงโซ่อาหารขึ้นไป

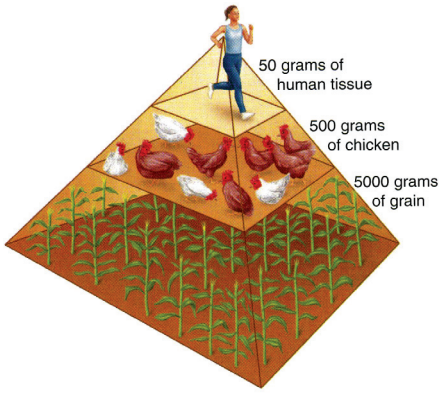


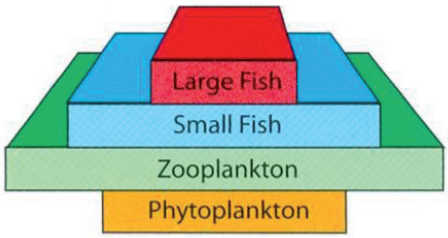
## พีระมิด

- พีระมิดจำนวน (pyramid of number) = จำนวนสิ่งมีชีวิตในแต่ละลำดับขั้นเชิงอาหาร ในหน่วยต้น หรือตัวต่อหน่วยพื้นที่หรือปริมาตร (สิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนน้อยที่สุด = ผู้บริโภคลำดับสุดท้าย)
  - พีระมิดหัวกลับในภาวะอิงอาศัยบนต้นไม้ใหญ่/ ภาวะปรสิต/ ภาวะย่อยสลาย

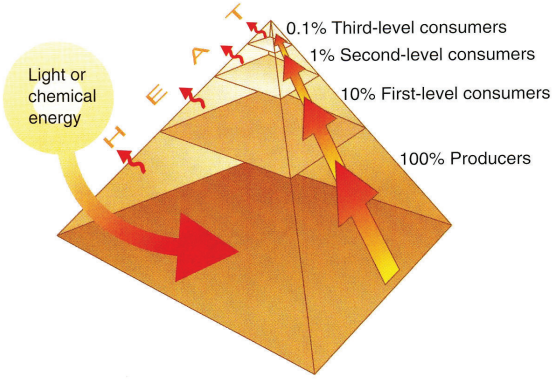



- พีระมิดมวลชีวภาพ (pyramid of biomass) = ปริมาณสิ่งมีชีวิตในแต่ละลำดับขั้นเชิงอาหาร ในหน่วยน้ำหนักแห้ง หรือจำนวนแคลอรีต่อหน่วยพื้นที่หรือปริมาตร (สิ่งมีชีวิตที่มีมวลชีวภาพน้อยที่สุด = ผู้บริโภคลำดับสุดท้าย)
  - ในทะเล แพลงก์ตอนพืชจะมีมวลน้อยกว่าความเป็นจริง (อาจเกิดพีระมิดหัวกลับได้)

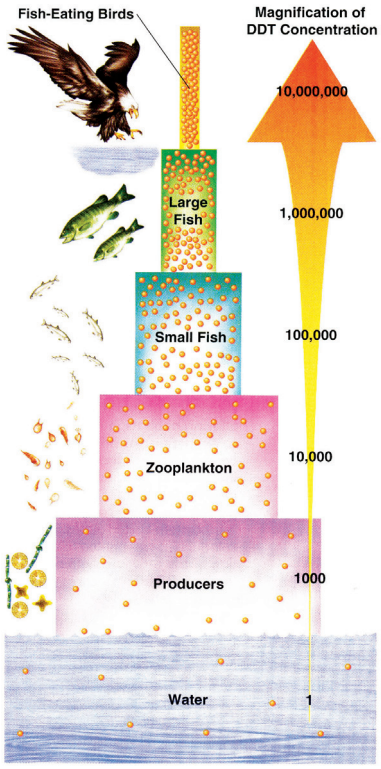



- พีระมิดพลังงาน (pyramid of energy) = ปริมาณสิ่งมีชีวิตในหน่วยของพลังงานต่อหน่วยพื้นที่ หรือปริมาตรต่อหน่วยเวลา
  - กฎ 10% = 10% biomass + 90% activity
  - หัวตั้งเสมอ ไม่มีหัวกลับ



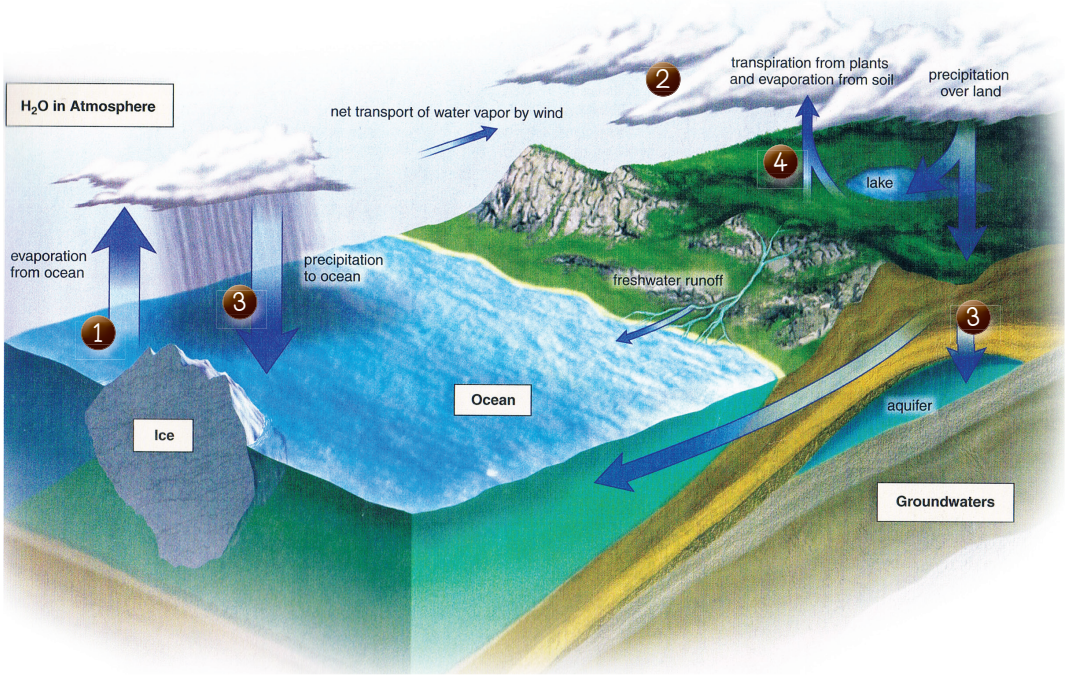

- การถ่ายทอดสารปนเปื้อนในห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหาร (biomagnification/ bioaccumulation)
  = การสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิตจะเพิ่มขึ้นตามลำดับการบริโภค
  → ผู้บริโภคลำดับสุดท้ายจะมีสารพิษมากที่สุด



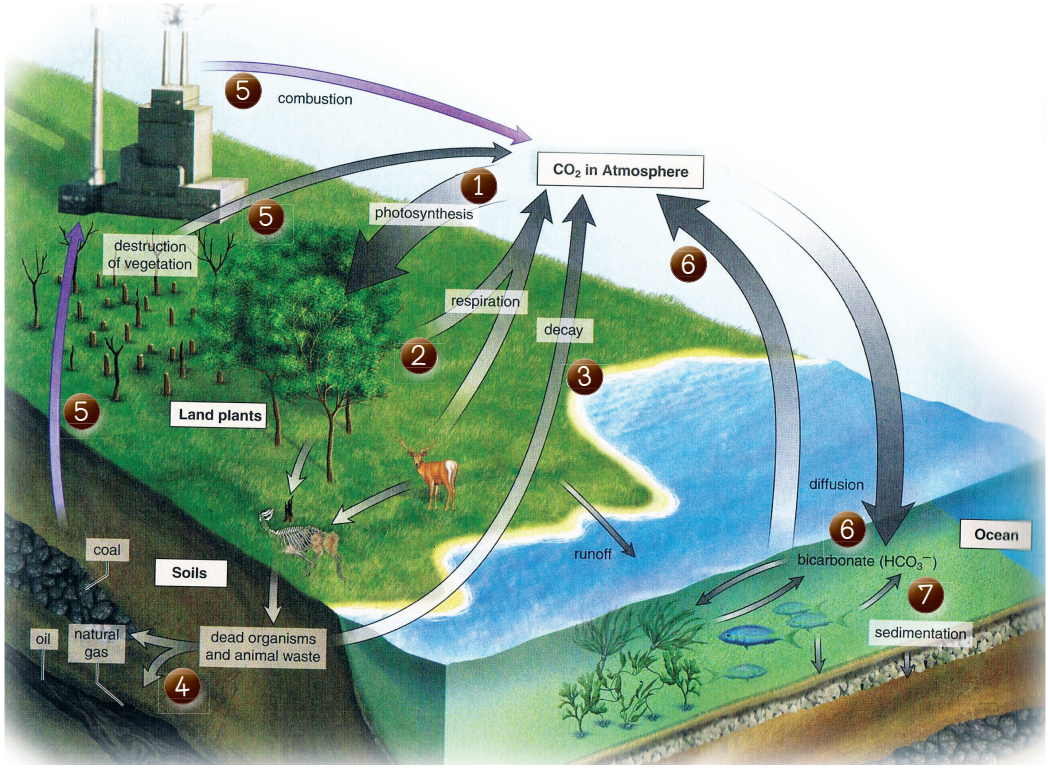
## E4 nutrient cycle (วัฏจักรของสาร)

### E4-1 gaseous cycle (หมุนเวียนผ่านบรรยากาศ/ ขาดแคลนยาก/ ครบทั้ง 3 สถานะ)

#### hydrologic/ water cycle (วัฏจักรน้ำ)

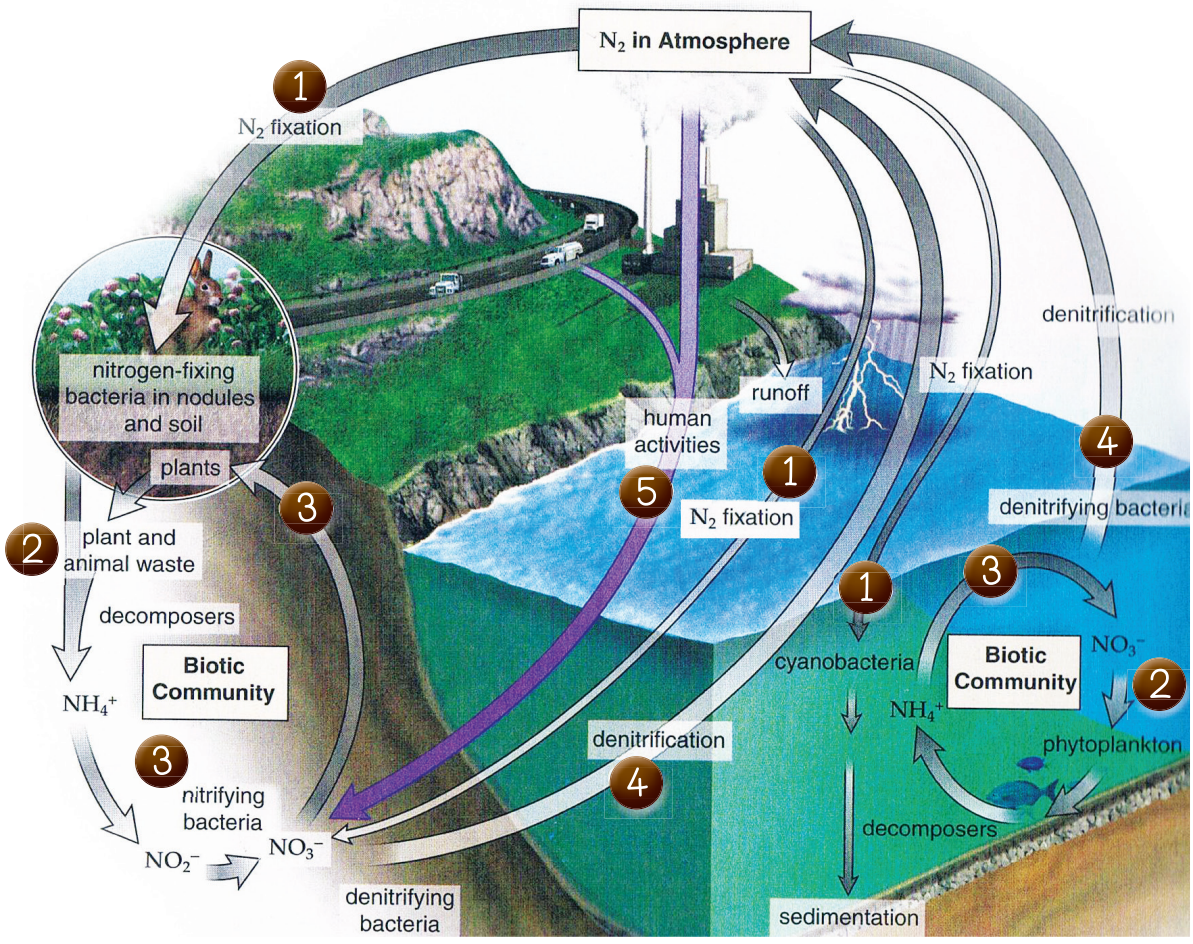



#### carbon cycle (วัฏจักรคาร์บอน)



## nitrogen cycle (วัฏจักรไนโตรเจน)

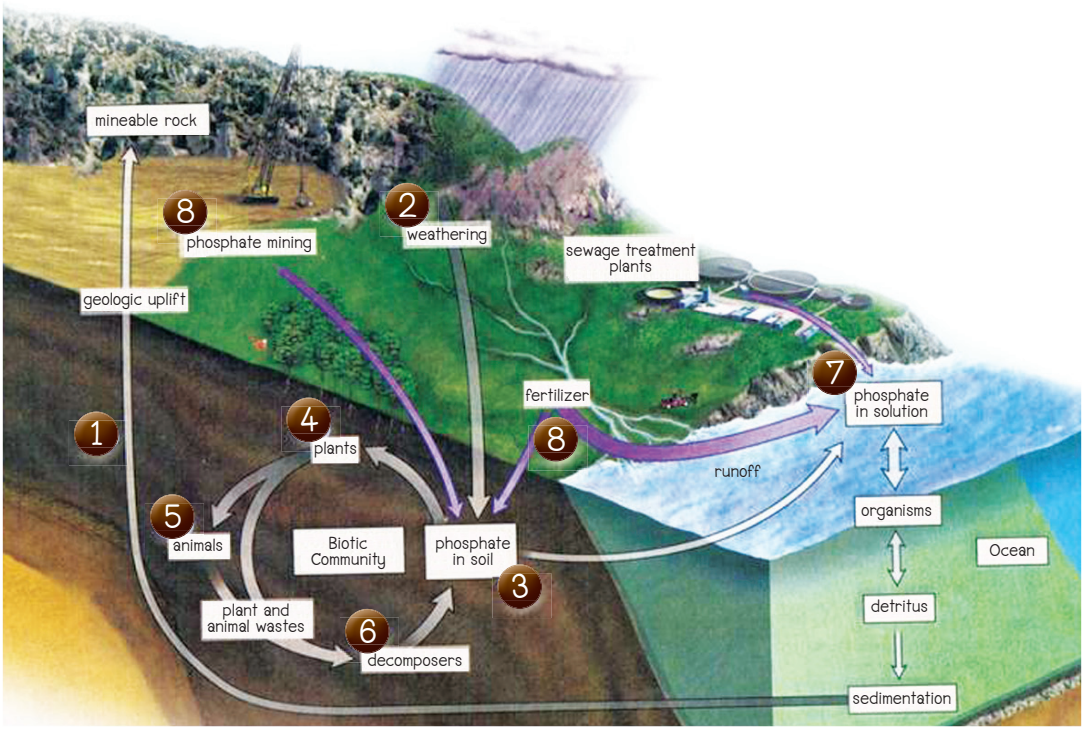
- ตรึงไนโตรเจนเป็นไนเตรต ($N_2$-fixation)
  - ไนโตรเจน ($N_2$) → ไนเตรต ($NO_3^-$)
    - อะโซโทโมแนส/ อะโซโทแบคเตอร์
    - คลอสทริเดียม/ คาโลทริก/ ออสซิลลาทอเรีย
    - *Rhizobium* (ไรโซเบียม) ในพืชตระกูลถั่ว
    - อะนาบีนา/ นอสตอก & แหนแดง
- ammonification (การสร้างแอมโมเนีย)
  - สารประกอบอินทรีย์ → แอมโมเนีย ($NH_3$)
  - แอคติโนไมซิส/ ผู้ย่อยสลาย
- nitrificaion (การสร้างไนไตรท์และไนเตรต)
  - แอมโมเนีย ($NH_3$) → ไนไตรท์ ($NO_2^-$)
    - ไนโตรโซโมแนส
    - ไนโตรคอคคัส
    - ไนโตรคิสทิส
  - ไนไตรท์ ($NO_2^-$) → ไนเตรต ($NO_3^-$)
    - ไนโตรแบคเตอร์
- denitrification (การสลายไนเตรต)
  - ไนเตรต ($NO_3^-$) → ไนโตรเจน ($N_2$)
  - ไมโครคอคคัส/ ซูโดโมแนส/ โครโมแบคทีเรียม



E4-2

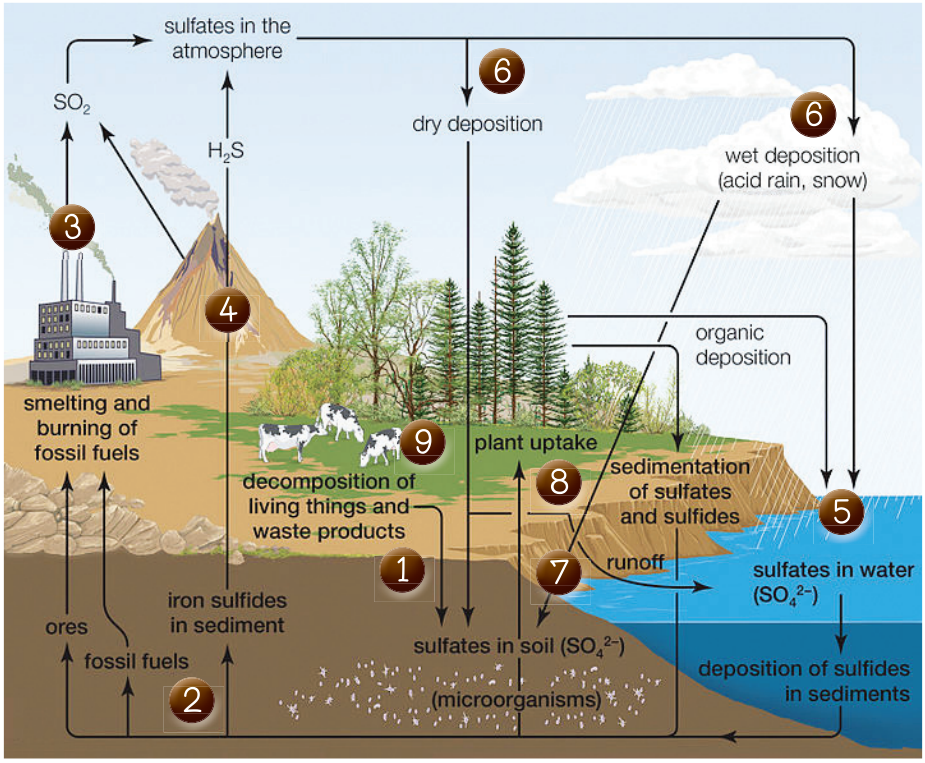
## sedimentary cycle (วัฏจักรของตะกอน/ หมุนเวียนผ่านน้ำและดิน/ ขาดแคลนง่าย)

### phosphorous cycle (วัฏจักรฟอสฟอรัส)



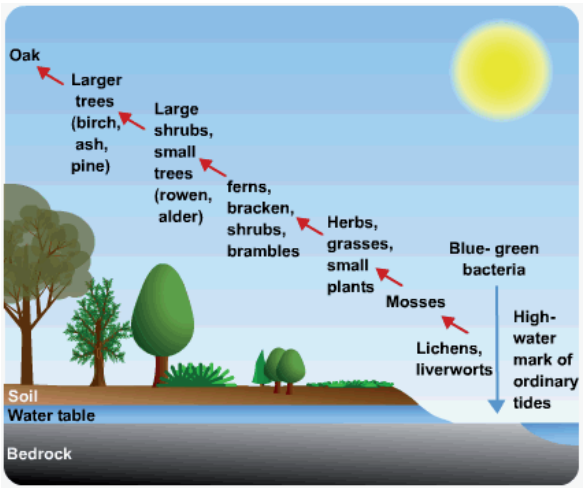

### sulfur cycle (วัฏจักรกำมะถัน)

→ สามารถพบได้ในรูปแก๊ส → ฝนกรด

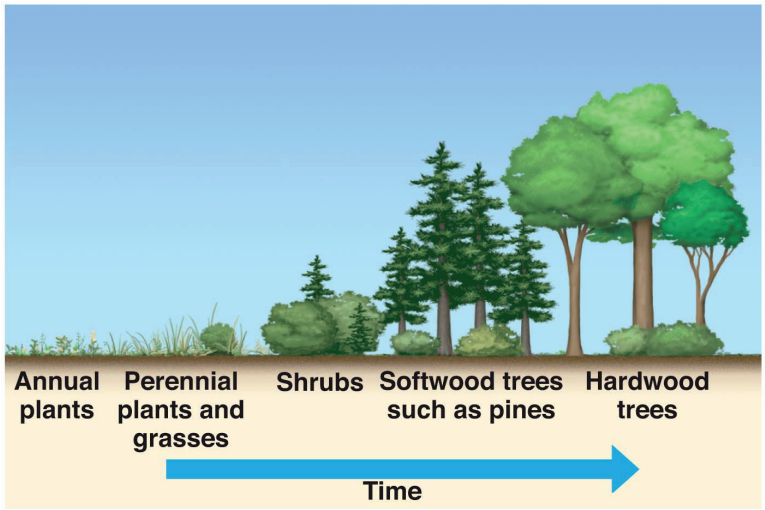


## E5 succession (การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ)

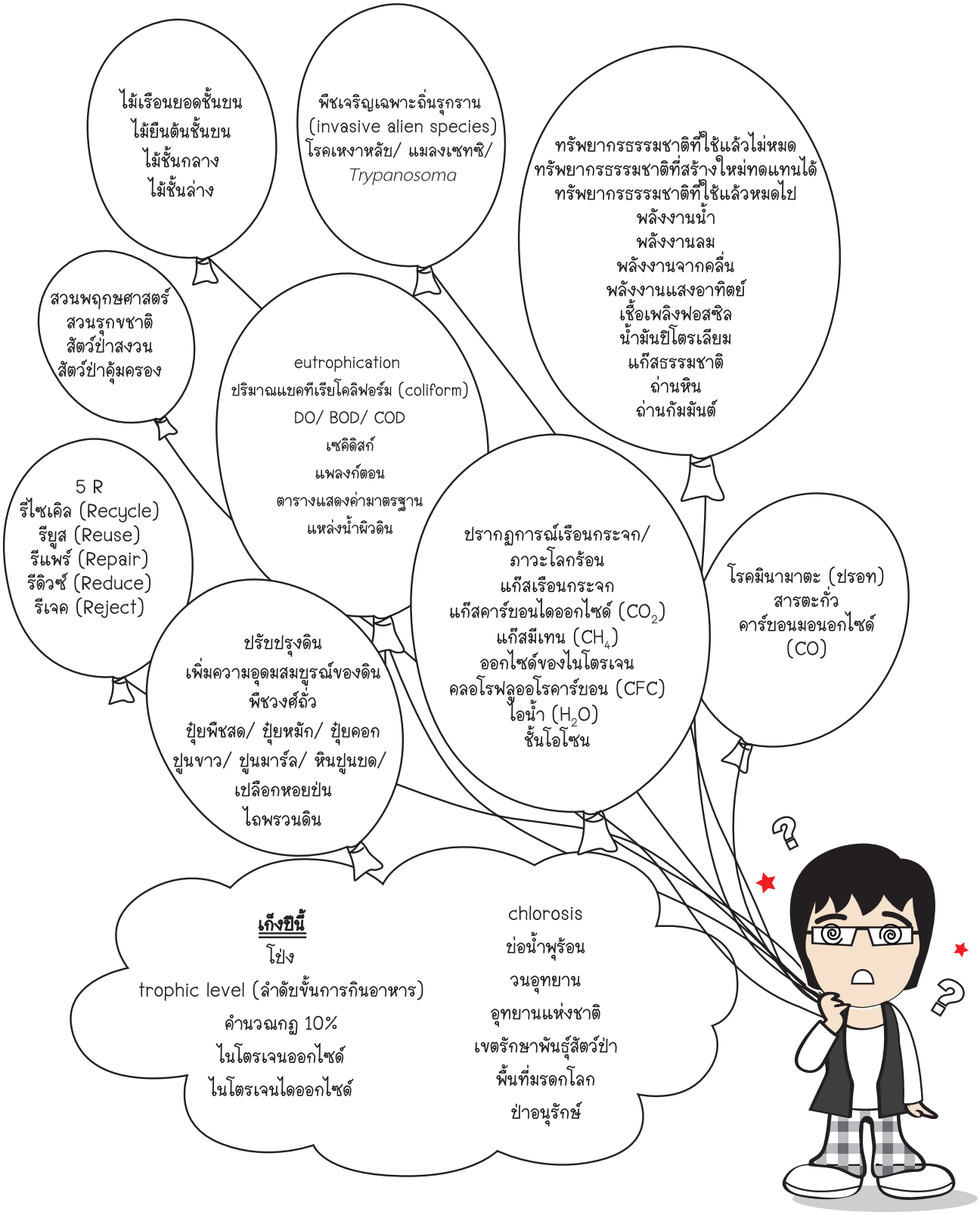
- primary succession (การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ)
  - ปราศจากสิ่งมีชีวิตมาก่อน → ขนก้อนหิน (หินเป็นดิน)/ พื้นลาวาจากภูเขาไฟระเบิด
  - ลำดับ
    - 1 ครัสโตสไลเคน (ไลเคน = สาหร่าย + รา) = pioneer (ผู้บุกเบิก)
      → เริ่มต้นกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ
    - 2 โฟลิโอสไลเคน
    - 3 ฟรูติโคสไลเคน
    - 4 มอส
    - 5 หญ้า/ ไม้พุ่ม
    - 6 พืชยืนต้น
    - 7 complex community
      - สังคมสิ่งมีชีวิตขั้นสุด (climax community)
      - มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง
        = มีสิ่งมีชีวิตหลายชนิด
      - อยู่ในสภาวะสมดุล
        = สภาพแวดล้อมค่อนข้างคงที่
      - มีสายใยอาหารที่ซับซ้อนมาก
      - เช่น ป่าดงดิบ




- secondary succession (การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ)
  - ทดแทน primary succession ที่ถูกทำลาย → ป่าไม้ถูกไฟไหม้
  - หญ้า/ ไม้พุ่ม = pioneer → เริ่มต้นกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ



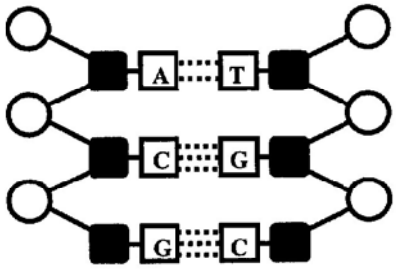
## ศัพท์อื่นๆ ที่ควรทราย



## แบบฝึกหัด

1. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบของโครโมโซม (PAT2 ก.ค. 52)
   1. ดีเอ็นเอ
   2. ฮีสโทน
   3. นิวคลีโอโซม
   4. ไรโบโซม

2. ภาพโครงสร้างส่วนหนึ่งของดีเอ็นเอ




สัญลักษณ์ ■ และ ○ คืออะไร ตามลำดับ (PAT2 ต.ค. 52)

   1. ฟอสเฟต และเบส
   2. ฟอสเฟต และนิวคลีโอไทด์
   3. น้ำตาล และเบส
   4. น้ำตาล และฟอสเฟต

3. ข้อใดไม่ถูกต้อง (PAT2 มี.ค. 52)
   1. เกลียวคู่ของสายพอลินิวคลีโอไทด์เวียนขวาตามเข็มนาฬิกา
   2. เบสคู่สมในสายพอลินิวคลีโอไทด์ยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน
   3. ถ้าเปรียบโครงสร้างของสายดีเอ็นเอเป็นบันไดเวียน ราวบันไดเกิดจากไนโตรจีนัสเบสจับกับหมู่ฟอสเฟต
   4. โครงสร้างของเบสพิวรีนเป็นวงแหวนที่ประกอบด้วยคาร์บอนและไนโตรเจน 2 วง แต่เบสไพริมิดีนมีวงแหวนดังกล่าว 1 วง

4. การทดลองของวัตสัน DNA สายหนึ่งมีลำดับเบสดังนี้ 5′ AACGGGTTTAGTCGT 3′ ลำดับเบสที่เป็นคู่สม (complementary) คือข้อใด (แนวข้อสอบ PAT2 มี.ค. 57)
   1. 5′ TTGCCCAAATCAGCA 3′
   2. 5′ ACGACTAAACCCGTT 3′
   3. 3′ ACGACTAAACCCGTT 5′
   4. 3′ AACGGGTTTAGTCGT 5′

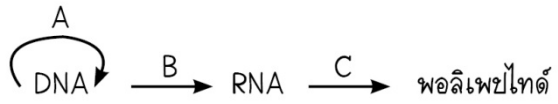
5. นายณเดชน์ได้เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการจำลองตัวของดีเอ็นเอ (DNA replication) และการถอดรหัส (transcription) ข้อสรุปใดของนายณเดชน์ผิด (PAT2 ต.ค. 54)

| | การจำลองตัวของดีเอ็นเอ | การถอดรหัส |
|---|---|---|
| 1. | ใช้ดีเอ็นเอทั้งสองสายเป็นดีเอ็นเอแม่แบบ (DNA template) และเกิดการจำลองตัวตลอดความยาวของโมเลกุลดีเอ็นเอ | ใช้ดีเอ็นเอเพียงสายเดียวเป็นแม่แบบ และเกิดการถอดรหัสเพียงบางส่วนของโมเลกุลดีเอ็นเอ |
| 2. | เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจะได้ดีเอ็นเอสายคู่ 2 โมเลกุล ที่เหมือนกันทุกประการ | เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจะได้อาร์เอ็นเอสายเดี่ยว 1 โมเลกุล |
| 3. | เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในนิวเคลียส | เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในไซโทพลาซึม |
| 4. | เกิดขึ้นกับเซลล์ที่สามารถแบ่งตัวได้ และเกิดเฉพาะเวลาที่เซลล์กำลังจะแบ่งตัว | เกิดขึ้นกับเซลล์ทุกชนิดและเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา |

6. จาก mRNA ที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์ 5′ UACUCCAGUAUACCAGAG 3′ mRNA ข้างต้นถูกสังเคราะห์มาจาก DNA ต้นแบบที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์อย่างไร (PAT2 มี.ค. 52)
   1. 5′ TACTCCAGTATACCAGAG 3′
   2. 5′ ATGAGGTCATATGGTCTC 3′
   3. 5′ GAGACCATATGACCTCAT 3′
   4. 5′ CTCTGGTATACTGGAGTA 3′

7. ถ้า mRNA สายหนึ่งมีลำดับนิวคลีโอไทด์เป็น 5′ AUGACUCGAUAACUG 3′ ข้อใดถูกต้อง (PAT2 ก.ค. 52)
   1. ดีเอ็นเอสายแม่พิมพ์มีลำดับนิวคลีโอไทด์เป็น 5′ AUGACUCGAUAACUG 3′
   2. แอนติโคดอนมีลำดับนิวคลีโอไทด์เป็น 5′ AUGACUCGAUAACUG 3′
   3. โปรตีนที่ได้มีกรดอะมิโน 3 ตัว
   4. ข้อ 2 และ 3 ถูก

8. จากแผนภาพต่อไปนี้




   A B และ C คืออะไรตามลำดับ (PAT2 มี.ค. 52)
   1. RNA พอลิเมอเรส DNA ไลเกส ไรโบโซม
   2. RNA พอลิเมอเรส DNA พอลิเมอเรส อาร์เอ็นเอ
   3. DNA พอลิเมอเรส DNA ไลเกส อาร์เอ็นเอ
   4. DNA พอลิเมอเรส RNA พอลิเมอเรส ไรโบโซม

9. ถ้าโมเลกุลของ RNA มีนิวคลีโอไทด์ 5 ชนิด และรหัสพันธุกรรมประกอบด้วย 4 นิวคลีโอไทด์ เมื่อเรียงสลับกันแล้วจะได้รหัสพันธุกรรมทั้งหมดกี่รหัส (PAT2 มี.ค. 54)
   1. 64
   2. 120
   3. 625
   4. 1024

10. ดีเอ็นเอสายคู่โมเลกุลหนึ่ง ซึ่งช่วงหนึ่งของยีน 1 ยีน มีลำดับเบสดังนี้

    5′ ..... C C A T G T T A 1,000 C G T G A A ..... 3′

    3′ ..... G G T A C A A T คู่เบส G C A C T T ..... 5′

    หากให้ดีเอ็นเอสายล่างเป็นดีเอ็นเอแม่แบบ (DNA template) เมื่อเกิดกระบวนการถอดรหัส (transcription) และแปลรหัส (translation) จะได้สายพอลิเพปไทด์ที่มีกรดอะมิโนกี่โมเลกุล (PAT2 มี.ค. 55)

    1. 335
    2. 336
    3. 337
    4. 338

11. การเปลี่ยนแปลงใดมีผลทำให้ลักษณะฟีโนไทป์เปลี่ยนไป (PAT2 ก.ค. 53)
    1. การเติมเบส 3 ตัว หน้าตำแหน่งเริ่มต้นของการถอดรหัส
    2. การเติมลำดับเบสสำหรับกรดอะมิโนฮีสทิดีนหน้าตำแหน่งโพรโมเตอร์
    3. การเติมเบส 3 ตัว หน้าหลังตำแหน่งเริ่มต้นของการถอดรหัส (transcription)
    4. การเติมลำดับเบสสำหรับกรดอะมิโนฮีสทิดีนหลังตำแหน่งสุดท้ายของการถอดรหัส

12. การเปลี่ยนแปลงระดับยีนแบบใดที่อาจไม่มีผลต่อการเปลี่ยนลักษณะฟีโนไทป์ (PAT2 ก.ค. 53)
    1. การเปลี่ยนแปลงเบส 1 ตัว ในสายดีเอ็นเอ
    2. การเอาลำดับเบส 1 โคดอน ออกจากยีน
    3. การเติมเบส 1 ตัว ลงไปในสายดีเอ็นเอ
    4. การเพิ่มลำดับเบส 1 โคดอน ในยีน

13. ข้อใดถูกต้องเมื่อกล่าวถึงรีคอมบิแนนท์พลาสมิด (recombinant plasmid) (PAT2 มี.ค. 55)
    1. สามารถสร้างโปรตีนได้ในเซลล์เจ้าบ้านทุกชนิด
    2. มีชิ้นส่วนของ DNA สายผสมแทรกอยู่ในพลาสมิด
    3. มีชิ้นส่วนของโปรตีนสายผสมแทรกอยู่ในพลาสมิด
    4. สามารถเพิ่มจำนวนได้เมื่ออยู่ในเซลล์เจ้าบ้านทุกชนิด

14. เทคนิคการสร้าง DNA สายผสมให้ได้สิ่งมีชีวิตที่ต้องการ ภายหลังการใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะในการตัดสาย DNA แล้วสามารถใช้เอนไซม์ใดเร่งปฏิกิริยาการสร้างพันธะโคเวเลนต์ระหว่าง DNA 2 โมเลกุล ให้เชื่อมต่อกันได้ (PAT2 มี.ค. 54)

    1. DNA ไลเกส
    2. DNA ไพรเมส
    3. DNA เฮลิเคส
    4. DNA พอลิเมอเรส

15. ข้อใดถูก (PAT2 ต.ค. 52)
    1. การโคลนยีนคือ การเพิ่มดีเอ็นเอส่วนที่ต้องการให้มีจำนวนมากและเหมือนกับดีเอ็นเอต้นแบบ
    2. การโคลนยีนนิยมใช้พลาสมิดของแบคทีเรียซึ่งเป็นดีเอ็นเอที่อยู่บนโครโมโซมของแบคทีเรีย
    3. การโคลนยีนในแบคทีเรียนิยมใช้ยีนที่ต้านทานยาปฏิชีวนะที่อยู่บนโครโมโซมของแบคทีเรีย เป็นเครื่องหมาย
    4. การโคลนยีนภายนอกเซลล์โดยไม่ใช้แบคทีเรีย สามารถเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอได้ด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส

16. คนไข้รายหนึ่งมีอาการเจ็บปวดตามข้อ จากการสอบถามพบว่าคนไข้รายนี้ดื่มน้ำน้อยมากในแต่ละวัน แพทย์จึงสันนิษฐานว่าร่างกายของคนไข้มีการเปลี่ยนของเสียที่มีไนโตรเจนจากเดิม ชนิด ก เป็น ชนิด ข และเกิดการสะสมไว้ในข้อของคนไข้ ข้อใดเป็นของเสียที่มีไนโตรเจน ชนิด ก และ ชนิด ข ตามลำดับ (PAT2 ต.ค. 55)
    1. ยูเรีย กรดยูริก
    2. กรดยูริก ยูเรีย
    3. แอมโมเนีย กรดยูริก
    4. กรดยูริก แอมโมเนีย

17. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมที่อาศัยอยู่ในทะเลทรายและอาศัยอยู่ในที่ชุ่มน้ำ น่าจะมีโครงสร้างส่วนใดของไตที่แตกต่างกันมากที่สุด (PAT2 มี.ค. 56)
    1. ท่อไต
    2. ห่วงเฮนเล
    3. กระเพาะปัสสาวะ
    4. โบว์แมนส์แคปซูล

18. การทำงานของไตคนในภาวะปกติจำเป็นต้องอาศัยการขนส่งโซเดียมแบบแอกทีฟที่ท่อไต ถ้าร่างกายไม่สามารถขนส่งโซเดียมแบบแอกทีฟได้ การผลิตปัสสาวะของคนจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร (PAT2 มี.ค. 55)
    1. ไม่สามารถผลิตปัสสาวะได้
    2. ผลิตปัสสาวะที่เข้มข้นมากกว่าปกติ ในปริมาณน้อยกว่าปกติ
    3. ผลิตปัสสาวะที่เข้มข้นน้อยกว่าปกติ ในปริมาณมากกว่าปกติ
    4. ผลิตปัสสาวะที่เข้มข้นน้อยกว่าปกติ ในปริมาณน้อยกว่าปกติ

19. ข้อใดถูกเกี่ยวกับการทำงานของหน่วยไตในคน (PAT2 มี.ค. 52)
    1. ภาวะที่ร่างกายขาดน้ำจะกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมน ADH มากขึ้น เพื่อลดการดูดน้ำกลับที่ท่อหน่วยไตและท่อรวม
    2. ท่อหน่วยไตของคนเป็นเบาหวานจะดูดกลับน้ำตาลได้น้อยกว่าคนปกติ จึงทำให้มีน้ำตาลออกมาในปัสสาวะ
    3. ปริมาณกลูโคส ยูเรีย และน้ำที่กรองผ่านโกลเมอรูลัสจะใกล้เคียงกับปริมาณในพลาสมา
    4. การดูดกลับสารต่างๆ รวมทั้งน้ำเพื่อเข้าสู่เลือดเกิดที่บริเวณท่อขดส่วนต้นของหน่วยไต

20. ในการทดลองให้ผู้รับการทดสอบ 3 กลุ่ม ดื่มเครื่องดื่ม 3 ชนิด ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ดื่มน้ำเปล่า ปริมาตร 400 มิลลิลิตร

กลุ่มที่ 2 ดื่มเบียร์ ปริมาตร 400 มิลลิลิตร

กลุ่มที่ 3 ดื่มสารละลายเกลือ 1.5% ปริมาตร 400 มิลลิลิตร

เมื่อเก็บตัวอย่างปัสสาวะของผู้รับการทดสอบทุกๆ 30 นาที จนกระทั่งครบ 3 ชั่วโมง ปัสสาวะของผู้รับการทดสอบกลุ่มใดจะมีปริมาตรมากที่สุด และกลุ่มใดจะมีปริมาตรน้อยที่สุด (PAT2 ต.ค. 54)

1. กลุ่มที่ 1 ปริมาตรมากที่สุด, กลุ่มที่ 2 ปริมาตรน้อยที่สุด
2. กลุ่มที่ 2 ปริมาตรมากที่สุด, กลุ่มที่ 3 ปริมาตรน้อยที่สุด
3. กลุ่มที่ 3 ปริมาตรมากที่สุด, กลุ่มที่ 1 ปริมาตรน้อยที่สุด
4. กลุ่มที่ 1 ปริมาตรมากที่สุด, กลุ่มที่ 3 ปริมาตรน้อยที่สุด

21. ปานเทพและปานอัปสรเก็บตัวอย่างน้ำและดินจากพื้นที่ป่าแห่งหนึ่งไปตรวจในห้องปฏิบัติการ พบว่าน้ำมีความเป็นกรดสูงมาก และพบว่าดินมีปริมาณอินทรียสารสูงและมีสารประกอบ pyrite อยู่มาก พื้นที่ป่าที่ปานเทพและปานอัปสรทำการสำรวจเป็นพื้นที่ป่าในข้อใด (PAT2 ก.ค. 53)

1. ป่าพรุ (peat swamp forest)
2. ป่าชายเลน (mangrove forest)
3. ป่าดิบชื้น (tropical rainforest)
4. ป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest)

22. การสำรวจป่าแห่งหนึ่ง พบองค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพดังแสดงในตาราง

| | |
|---|---|
| **องค์ประกอบทางชีวภาพ** | ต้นพลวง ต้นมะขามป้อม เห็ดเผาะ กิ้งก่า |
| **องค์ประกอบทางกายภาพ** | อุณหภูมิสูงและแสงแดดจัดในเวลากลางวัน<br>ดินเป็นดินร่วนปนทราย |

ระบบนิเวศที่มีลักษณะดังกล่าวพบได้ในภาคใดของประเทศไทย (PAT2 มี.ค. 53)

A ภาคเหนือ
B ภาคกลาง
C ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
D ภาคตะวันออก
E ภาคใต้

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

23. ระบบนิเวศแบบใดที่ไม่พบในประเทศไทย (PAT2 ก.ค. 52)

1. ป่าสน
2. ป่าผลัดใบในเขตอบอุ่น
3. ทุ่งหญ้าสะวันนา
4. ทุนดรา

24. เราใช้ปัจจัยใดเป็นเกณฑ์ในการแบ่งไบโอมบนบกเป็นไบโอมแบบต่างๆ กัน (PAT2 มี.ค. 52)
    1. ความสูงจากระดับน้ำทะเล
    2. อุณหภูมิและความชื้นเฉลี่ย
    3. ปริมาณแสงและอุณหภูมิเฉลี่ย
    4. เขตละติจูด

25. ลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในข้อใดที่แตกต่างจากข้ออื่นๆ (PAT2 ต.ค. 55)
    1. ค้างคาวผสมเกสรให้ต้นกล้วย
    2. โพรโทซัวย่อยเซลลูโลสให้ปลวก
    3. ราและสาหร่ายอยู่ร่วมกันเป็นไลเคน
    4. ปะการังสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ให้ซูแซนเทลลี่

26. ไมคอร์ไรซาเป็นราที่อยู่ร่วมกันแบบภาวะพึ่งพากันกับรากพืช ไมคอร์ไรซาช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุของรากพืชจากดินโดยได้น้ำตาลและกรดอะมิโนที่พืชผลิตขึ้นเป็นการตอบแทน และเนื่องจากมีผลการศึกษาชิ้นหนึ่ง พบว่าฝนกรดมีผลกระทบทำให้การเจริญเติบโตของไมคอร์ไรซาลดลง ดังนั้นถ้าดินมีค่า pH เท่ากับ 7 พืชและไมคอร์ไรซาจะได้รับผลกระทบอย่างไร (PAT2 ต.ค. 54)
    1. ไม่มีผลกระทบต่อทั้งพืชและไมคอร์ไรซา
    2. พืชเจริญเติบโตลดลง แต่ไมคอร์ไรซาไม่ได้รับผลกระทบ
    3. ไมคอร์ไรซาเจริญเติบโตลดลง แต่พืชไม่ได้รับผลกระทบ
    4. ทั้งพืชและไมคอร์ไรซาเจริญเติบโตลดลง

27. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง (PAT2 มี.ค. 54)
    1. มดดำกับเพลี้ย เป็นภาวะได้ประโยชน์ร่วมกัน
    2. แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ของคน เป็นภาวะเกื้อกูล
    3. ปูเสฉวนกับซีแอนีโมนี เป็นภาวะพึ่งพา
    4. ปลาฉลามกับเหาฉลาม เป็นภาวะปรสิต

28. ความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรีย A และ B ในตารางเหมือนกับความสัมพันธ์ในข้อใด (PAT2 ต.ค. 53)

| แบคทีเรีย | สารที่ต้องการในการเติบโต | สารที่สังเคราะห์ได้ |
|---|---|---|
| A | lysine | riboflavin |
| B | riboflavin | lysine |

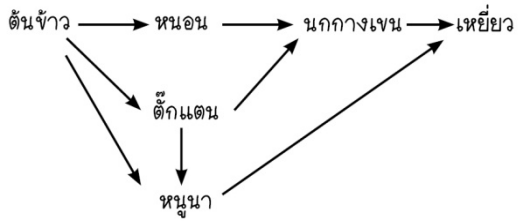
    1. bacteria – phage
    2. ปลวก – โพรโตซัว
    3. ปลา – แพลงก์ตอน
    4. หนู – Leptospira

29. แบคทีเรียในลำไส้ปลวก *Microcerotermes* sp. อาศัยและเจริญอยู่ในลำไส้ปลวกโดยย่อยสลายลิกโนเซลลูโลสในเยื่อไม้ที่ปลวกกินเข้าไป แบคทีเรียชนิดนี้และปลวกมีความสัมพันธ์กันแบบใด (PAT2 ก.ค. 53)
    1. ภาวะปรสิต
    2. ภาวะอิงอาศัย
    3. ภาวะพึ่งพากัน
    4. การได้ประโยชน์ร่วมกัน

30. สิ่งมีชีวิตกลุ่มใดที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของสารเป็นวัฏจักรอยู่ในระบบนิเวศ (PAT2 ต.ค. 52)

1. ผู้ผลิต
2. ผู้ย่อยสลาย
3. ผู้ผลิตและผู้ย่อยสลาย
4. ผู้บริโภคซากพืชซากสัตว์และผู้ย่อยสลาย

31. แผนภาพสายใยอาหาร




ผู้บริโภคลำดับที่ 2 ได้แก่สิ่งมีชีวิตใดบ้าง (PAT2 ก.ค. 52)

1. หนูนา และเหยี่ยว
2. นกกางเขน และหนูนา
3. หนอน ตั๊กแตน และหนูนา
4. หนูนา นกกางเขน และเหยี่ยว

32. การสำรวจระบบนิเวศท้องถิ่นแห่งหนึ่งพบสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดมาก การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศท้องถิ่นนี้จะมีลักษณะเป็นแบบใดมากที่สุด (PAT2 มี.ค. 56)

1. สายใยอาหารซับซ้อน
2. ห่วงโซ่อาหารส่วนใหญ่เริ่มต้นด้วยผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์
3. พลังงานหมุนเวียนในระบบนิเวศท้องถิ่นหมุนเวียนเป็นเวลานาน
4. โซ่อาหารส่วนใหญ่ประกอบด้วยสมาชิกมากกว่า 5 ชนิด

33. วัฏจักรของสารใดต่อไปนี้ต่างจากข้ออื่น (PAT2 ต.ค. 53)

1. คาร์บอน
2. ไนโตรเจน
3. ฟอสฟอรัส
4. น้ำ

34. แผนภาพข้างล่างแสดงกระบวนการเกิดกลุ่มสิ่งมีชีวิตขึ้นในบริเวณหนึ่งตั้งแต่ยังไม่มีสิ่งมีชีวิตในบริเวณนั้นเลย แล้วเปลี่ยนแปลงไปตามลำดับจนกระทั่งได้สังคมสมบูรณ์ (climax community)

มอสและไลเคน $\longrightarrow$ กลุ่มสิ่งมีชีวิต A $\longrightarrow$ กลุ่มสิ่งมีชีวิต B $\longrightarrow$ กลุ่มสิ่งมีชีวิต C $\longrightarrow$ สังคมสมบูรณ์

ลำดับการเกิดกลุ่มสิ่งมีชีวิตในข้อใดถือได้ว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิขึ้นในบริเวณนั้นแล้ว (PAT2 ต.ค. 54)

1. เมื่อมีมอสและไลเคนเกิดขึ้นก็ถือได้ว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ขึ้นในบริเวณนั้นแล้ว
2. เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงจากมอสและไลเคนไปจนเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่นใด ก็ได้ถือว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ขึ้นในบริเวณนั้นแล้ว
3. เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่มอสและไลเคนไปจนเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตสมบูรณ์เท่านั้นจึงจะถือได้ว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ขึ้นในบริเวณนั้นแล้ว
4. เมื่อสังคมสมบูรณ์ถูกทำลายแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงใหม่ตั้งแต่กลุ่มสิ่งมีชีวิต A ไปจนเป็นสังคมสมบูรณ์อีกครั้งจึงจะถือได้ว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิขึ้นในบริเวณนั้นแล้ว

35. เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิบนพื้นลาวาจากภูเขาไฟ สิ่งมีชีวิตที่จะเข้ามาอยู่ในพื้นที่นั้นได้เป็นกลุ่มแรกคือข้อใด (PAT2 ก.ค. 52)

1. มอสและไลเคน
2. สาหร่ายและเห็ดรา
3. หญ้าและวัชพืช
4. ไม้ล้มลุก

# เฉลยแบบฝึกหัด

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. 4 | 8. 4 | 15. 1 | 22. 3 | 29. 3 |
| 2. 4 | 9. 3 | 16. 1 | 23. 4 | 30. 3 |
| 3. 3 | 10. 2 | 17. 2 | 24. 2 | 31. 4 |
| 4. 2 | 11. 3 | 18. 2 | 25. 1 | 32. 1 |
| 5. 3 | 12. 1 | 19. 3 | 26. 1 | 33. 3 |
| 6. 4 | 13. 2 | 20. 2 | 27. 1 | 34. 1 |
| 7. 3 | 14. 1 | 21. 1 | 28. 2 | 35. 1 |