

ស្នូល ថែរាជកម្មា

ន. ល្ងាច



សុខប្របកប្រែង
ជាតិ

ຈົນສົກສາ ແລະ ຮູ່ຈັກຕ້າວເມືອງ

“ ນຶ້ງ chiengee ”

พื้นฐานรุ่น

สรุปพื้นฐานรุ่น โรคไวรัส และกระบวนการที่เกี่ยวข้อง

การทดลอง

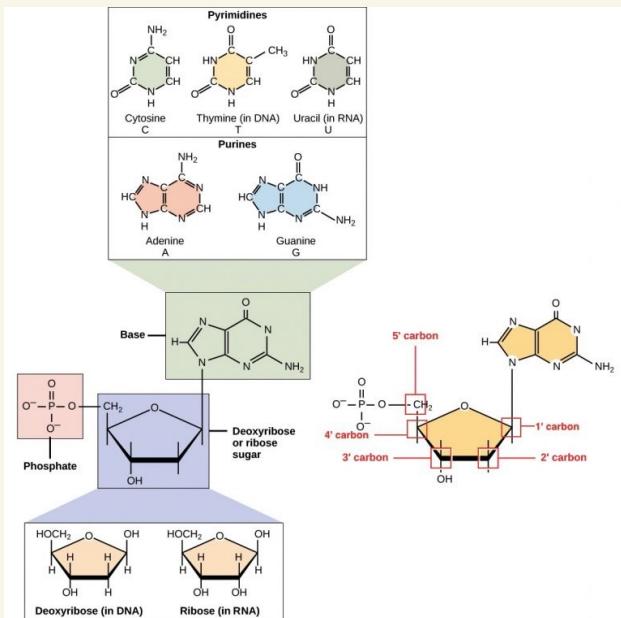
- ชื่อ DNA ตัวย่อคือ C → ลิตรดีอกาที่ Chromosome
- การพัฒนา: Bacteria ปอดบวม พื้นที่ร่าง มีผลต่อ r ทำให้ $r \rightarrow S$
เมื่อเติม DNase ลงไป $r \neq S$ = DNA เป็นสารพันธุกรรม

สารพันธุกรรม : nucleic acid

- เป็น polymer ของ nucleotide

ประกอบด้วย น้ำตาล เพนโนไซด์ เป็น

เบสพองค์เพลส คือ DNA, RNA

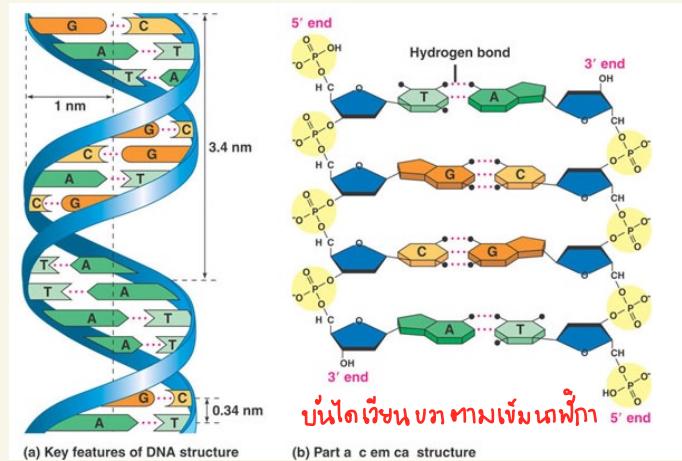


- เต็ลล์ nucleotide มี phosphodiester bond

(นูคลีอฟิลิก กับ C₃)

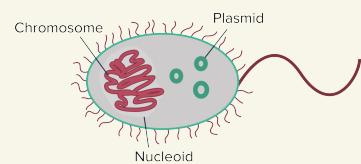
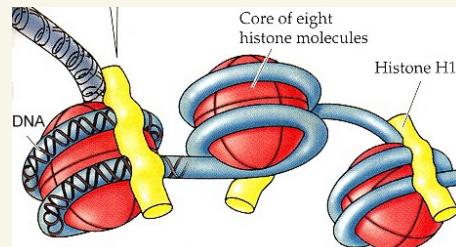
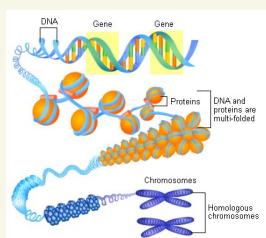
- เป็นของเต็ลล์สาย polynucleotide มี Hydrogen bond

(A = T, C ≡ G เส้นอ)



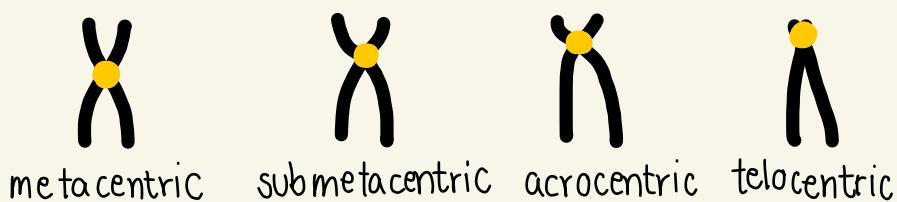
โรคไวรัส

- prokaryote มี 1 แท่ง ประกอบด้วย DNA รูปวงแหวนจับ โปรตีน + 朢ีกพบวะແບວ DNA ขนาดเล็ก (plasmid)
- eukaryote 1 แท่ง ประกอบด้วย DNA สหญาจับ Histone



ชนิดโครโนโซม

ตำแหน่ง centromere

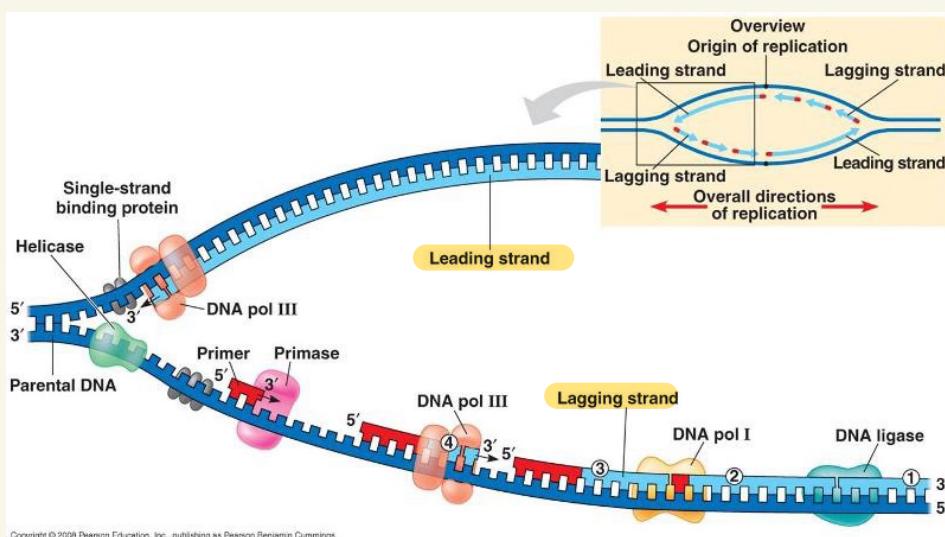


- มน [1) Autosome 22 คู่
2) Sex chromosome 1 คู่ เกี่ยวกับเพศ



กระบวนการ Replication และ Protein synthesis

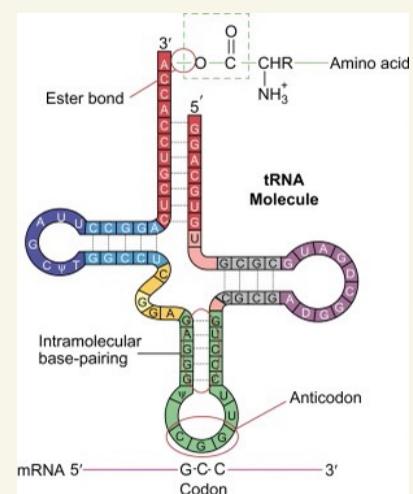
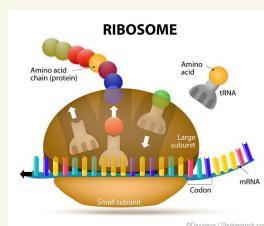
1. DNA replication = ทำลูกตัวเอง เริ่มที่ระยะ s ในช่วง Interphase ภายใน nucleus
└ จำลองแบบ semiconservative replication



- helicase คลายเกลี้ยง DNA ทำให้ H-bond สลายตัว
- RNA primer นำเบิกทางให้ ส่วน primase
- DNA polymerase หัวจับ
- เคลื่อนย้าย 5' → 3'
- (เริ่มจากด้าน 5' ขึ้นสู่ด้าน 3')

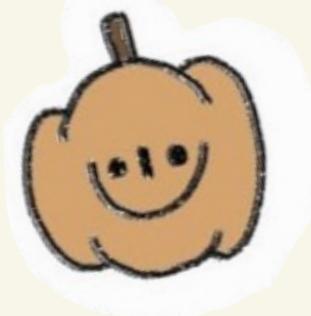
2. Protein synthesis (transcription , translation)

- RNA มี 3 ชนิด
 - └ mRNA นำลำดับของ DNA ออกมายัง Cytoplasm
 - └ tRNA นำ amino acid มาสร้างโปรตีน
 - └ rRNA อยู่ใน ribosome
- ribosome มี 2 หน่วยซ่อนหลับกันตอน translation แห่งนั้น

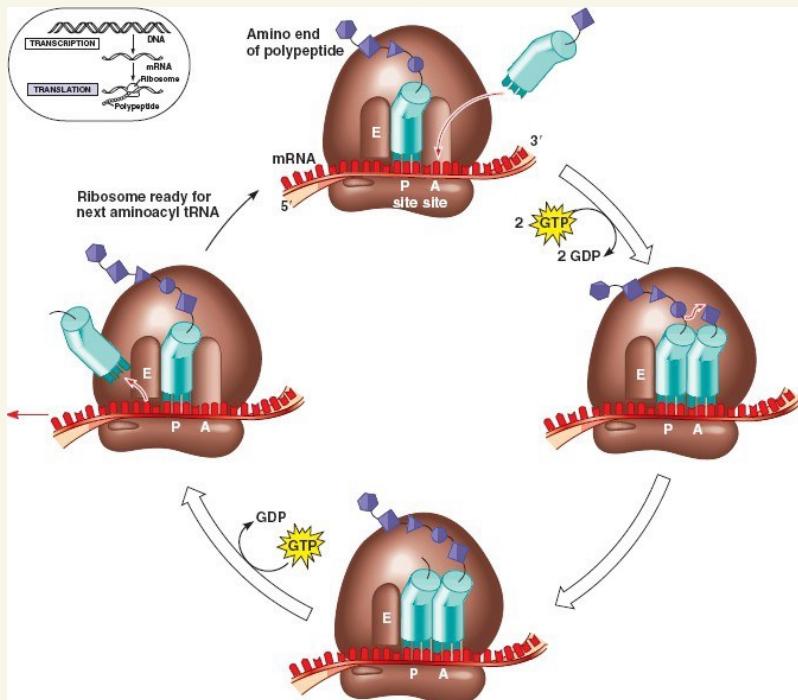


Transcription อาศัย RNA polymerase + nucleotide

- คลายเกลี่ย → นำเข้าดูดสาย mRNA (เปลี่ยน T → U)
- เคลื่อนลาก 5' → 3' (เริ่มจากต้น 3' ของส่วนถัดไป)



Translation อาศัย tRNA, ribosome, mRNA



- เริ่ม start codon → AUG
- จบ stop codon → UAA UAG UGA

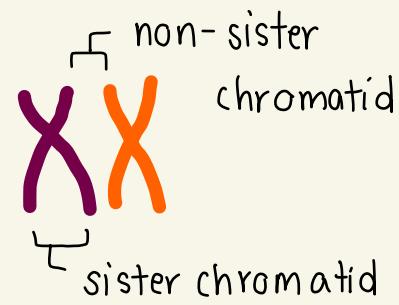
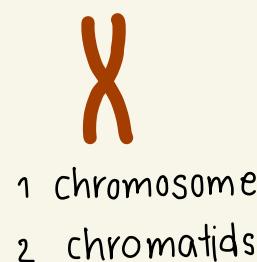
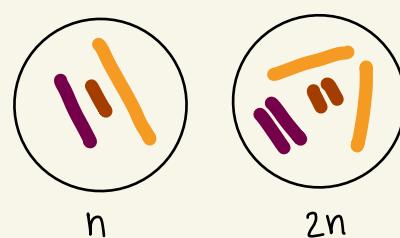
- E site = ไม่มี amino
- P site = มี amino หลักที่ ต่อไปนี้ poly peptide ทำ成 peptide bond
- A site = มี amino 1 ตัว
- * ใน prokaryote จะเกิด transcription พร้อมๆ translation เป็น 2 กระบวนการในคราวเดียว

การแบ่งเซลล์ Mitosis และ Meiosis

การแบ่งเซลล์ = เจริญเติบโต การขยาย เพื่อเพิ่มอัตราส่วน พก. ผู้ ต่อปริมาณเซลล์

พื้นฐานการแบ่งเซลล์

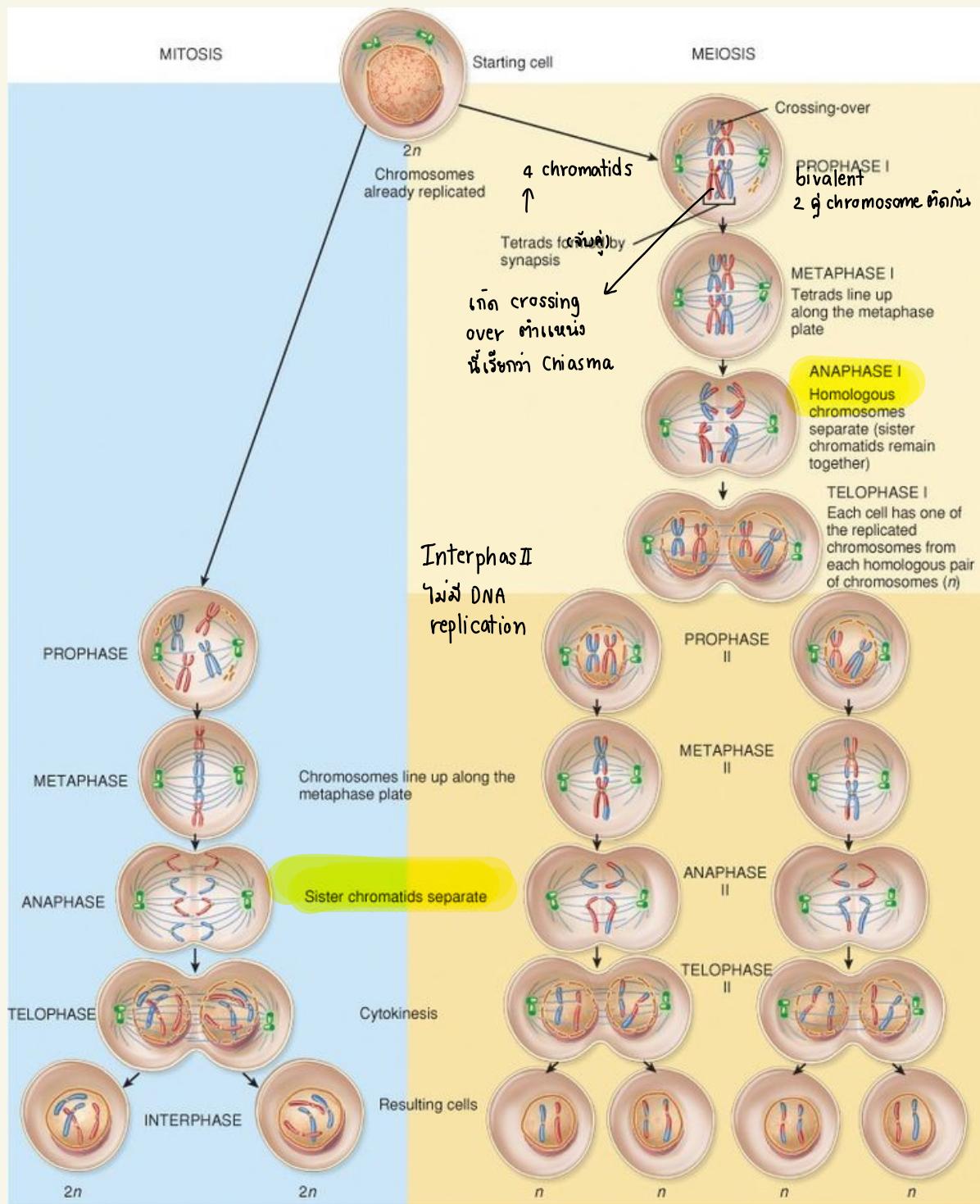
- n คือ จำนวนชุดโครโมโซมที่เห็นม่อนกัน
Ex. n = ไม่มีเห็นม่อนกันเลย → haploid
 $2n$ = มี homologous 2 แท่ง → diploid
- homologous chromosome = มีรูปร่างແນื่องกัน ขนาดเท่ากัน ตำแหน่ง centromere และยื่นตรงกัน
- Chromatid คือ ส่วนหนึ่ง Chromosome



- ชนิดของ cell ในร่างกายคน

- └ Somatic cell → autosome 22 คู่ + sex chromosome 1 คู่
 - สุนใน differentiation ไปแล้ว Ex. nerve cell, muscle cell
- └ Gamete → autosome 22 เท่า + sex chromosome 1 เท่า

Cell division \Rightarrow karyokinesis + Cytokinesis



- * ซึ่งเป็น จาก 2 Chromosome ห่างกันมาก \rightarrow เกิด Crossing over ได้มาก
- * ติดกัน เกิด linkage

non-disjunction

meiosis I $n+1$ 50%, $n-1$ 50%	meiosis II $n+1$ 25%, $n-1$ 25%
n 50%	

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

พื้นฐานพื้นฐานศาสตร์

- ยืนยันว่าพันธุกรรมควบคุมลักษณะทาง ประกอบด้วย แอลลีลเด่น และ แอลลีลรอง
- บิดาคือ เมนเดล ทดลองศึกษา + ลักษณะทางต้นถ้วน渺 (คงสัมบูรณ์เพสกลับปี ปลูกทาย重回)

กฎของเมนเดล

1. กฎการแยก (Law of Segregation) "anaphase I" ตัวที่ 1 ลักษณะ

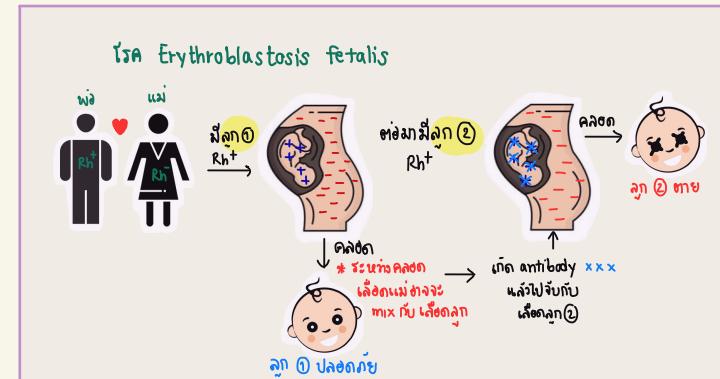
	Flower color	Flower position	Seed color	Seed shape	Pod shape	Pod color	Stem length
P	Purple White	Axial Terminal	Yellow Green	Round Wrinkled	Inflated Constricted	Green Yellow	Tall Dwarf
F ₁	Purple	Axial	Yellow	Round	Inflated	Green	Tall

2. กฎการรวมอิสระ (Law of Independent assortment) "Metaphase" ตัวที่ 2 ลักษณะ

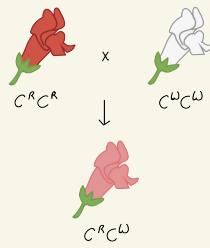
สูตรลับ 1) จำนวน gamete 2^n
 2) รูปแบบ genotype 3^n ; $n = \text{hetero } n$
 3) รูปแบบ phenotype 2^n
 EX. = AaBb $\rightarrow n = 2$

- การผสานตัวๆ
 - \rightarrow backcross ลูก x พ่อแม่ \rightarrow ปรับปรุงพันธุ์
 - \rightarrow testcross A- x aa \rightarrow นำ Aa หรือ AA

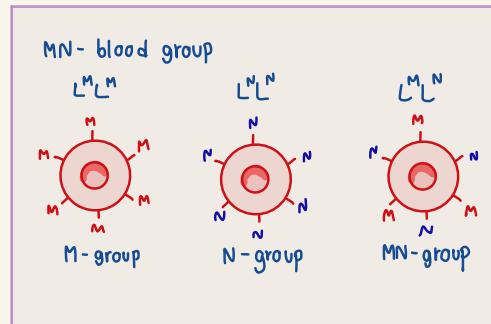
- การขึ้นแบบตัวๆ
 - \rightarrow บมจพญ Rh
 - AA แล้วคงอีกหนึ่ง Aa
 - EX. Rh g.



→ ข้อไม่สมบูรณ์ เนื่องจากอสีกาแบบผิดส่วน EX. Snapdragon



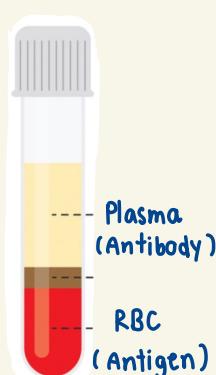
→ บ่นร่วง เนื่องจากทั้ง 2 ลักษณะพร้อมกัน EX. MN - blood g.



นิยามนิสัยของมนุษย์

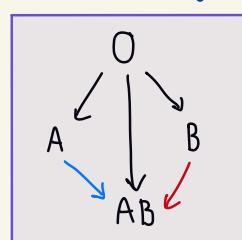
- multiple allele 1 ลักษณะควบคุมโดย 1 gene แต่สามารถมี 2 alleles

EX. ABO blood g.



	Group A $I^A I^A$	Group B $I^B I^B$	Group AB $I^A I^B$	Group O ii
Red blood cells Type				
Antigens on surface of red blood cells	↑ A Antigen	↑ B Antigen	↑ AB Antigen	None
Antibodies in plasma	Antibody B	Antibody A	None	Antibody A & B

ผู้รับเลือด



หลัก : Antigen ผู้ให้ ≠ Antibody ผู้รับ

ผู้ให้สากล : O

ผู้รับสากล : AB

- พันธุกรรมจำกัดเพศ (sex-limited trait) เนื่องจาก因地

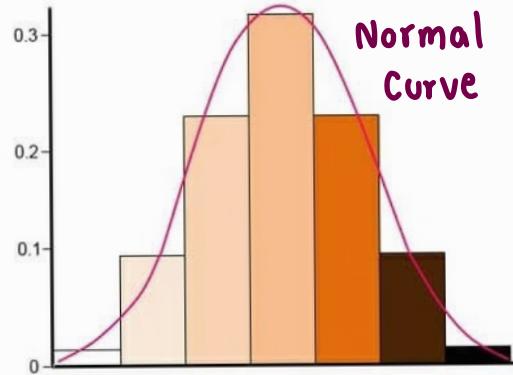
EX. นางໄກ เสี่ยงห้าว

พันธุกรรมจำกัดเพศ	เชิงพันธุกรรม	พันธุกรรมจำกัดเพศ
ชนชาติน	HH	ชนชาติน
ชนชาติน	Hh	ชนชาติน
ชนชาติน	hh	ชนชาตยา

- polygene 1 ลักษณะ ควบคุมโดยหลาย因素除 EX. สีผิว สีตา ความสูง จีโนไทป์ และสีเส้นและอื่น ที่แสดงต่อการเล่ององ → ความแปรผันต่อเนื่อง (ปริมาณ)

Extreme = $\left(\frac{1}{4}\right)^n$; $n = \text{จำนวนคุณ} \rightarrow n = 3$

	ABC							
ABC	6	5	5	5	4	4	4	3
ABc	5	4	4	4	3	3	3	2
AbC	5	4	4	4	3	3	3	2
aBC	5	4	4	4	3	3	3	2
Abc	4	3	3	3	2	2	2	1
aBc	4	3	3	3	2	2	2	1
abC	4	3	3	3	2	2	2	1
abc	3	2	2	2	1	1	1	0



- พันธุกรรมที่ขึ้นกับเพศ (sex-influenced trait) EX. หนังล้าน



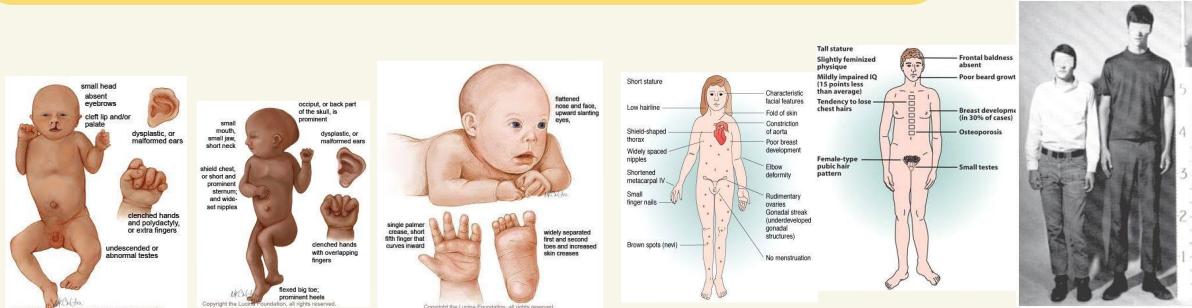
การกำหนดเพศในสัตว์

- XO - ตัวเมีย แมลงสาบ จึงหรือ (เมี้ย XX ญี่ X0)
- XY - คน แมลงวัน
- ZW - ผีเสื้อ สัตว์ป่า เสือยคลาน (เมี้ย ZW ญี่ ZZ)
- แบบไม่มีโครโนโซมเพศ → ใช่ จน. ชุดส่วนพันธุกรรม - แต่ ต้อง มี พันธุกรรมนอกนิวเคลียส >> สเปรย์และเท่านั้น (Cytoplasm)



ໂຮມກາງພື້ນຖານຂອງມະ

โรคที่เกิดจาก ความผิดปกติ เช่น ปริมาณ ของ Chromosome



Trisomy 13 Trisomy 18
Patau Syn. Edward Syn.

Trisomy 21 Down Syn.

XO XXY
rner Syn. Klinefelter

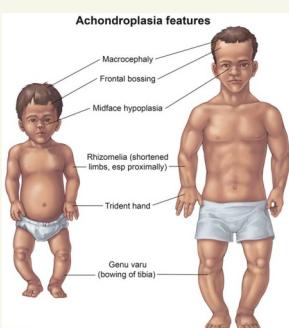
XYY
Double Y Syn.

ໂຮງກໍ່ມາພນ ໄນ Pedigree

1. Autosome (Chromosome 1-22) ช.碌. มีໂຄສເປັນເທິກນ

— Dominant (AD) AA, Aa → ຕົກ , aa → ປັກ

Ac hondroplasia*



Marfan Syn.



Neurofibromatosis* (VRD) (ګټوں ډېنې پوچ)



— Recessive (AR) $AA \rightarrow$ ປກຕີ, $Aa \rightarrow$ ປກຕີ(ພາຍະ), $aa \rightarrow$ ໂຮມ

Thalassemia*



Albinism*

(ជំនាញមិត្តភក)

RBC ជំរាប់
ទី ៤៣២៧



ເພີ່ມເຕີມ : Galactosemia, Cystic fibrosis, Phenylketonuria

2. Sex Chromosome (XX, XY)

វ. , លី នៅក្នុងសំណង់ក្នុង → វ. > លី

X-linked recessive (XR)

4. เป็นโรค X^aY → รับมอกาแมง < โรค X^aX^a
พันธุ์ X^aX^a

ល្អ. បើនីរក $x^a x^a \rightarrow$ រួចរាល់ជាគម្រោងបើនីរក + នៃបើនីរក/រហូម

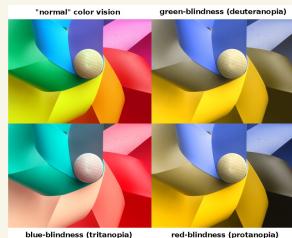


ຈັກ!

Color blindness

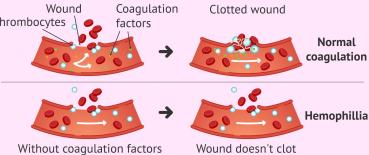
ຂໍ້ (ຫາບອດສື່)

ສ່ວນຫາກເປັນແບບເບື້ອງແຕງ



Hemophilia

ເລື່ອດໄລລ໌ໄມ່ນໍຊຸດ



G-6-PD

ແພັດໍວປາກສ້າ



Duchenne muscular dystrophy

(ກລ້າມເນື້ອລື້ບົກເຈນ)

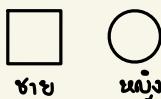


Hypohidrotic ectodermal dysplasia

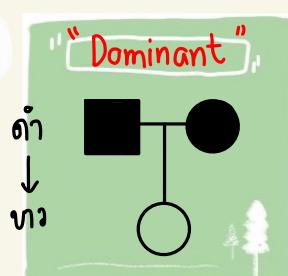
(ສັນບົກທອງ)



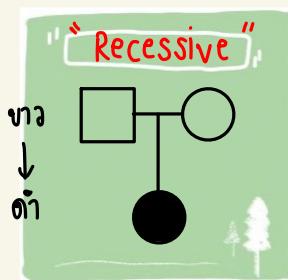
3. ຜັດ pedigree



* ເນື່ອໃຈກ່ຽວແລວ ໃນພິທາຮຽນຝັດອັກຄັງ !

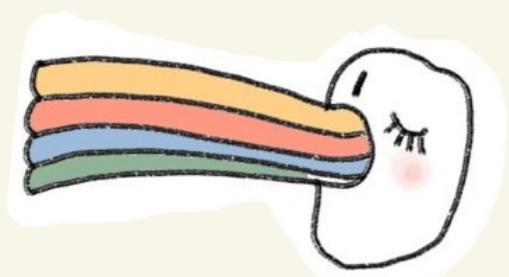


Autosomal Dominant

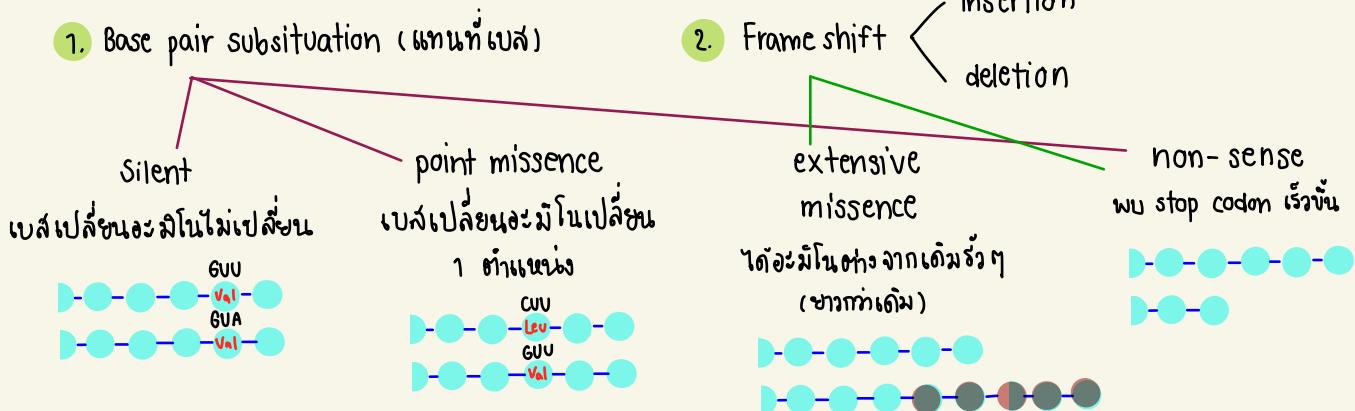


Autosomal Recessive

X-linked Recessive ເນື່ອ "ນໍ້າເປັນ → ພົດ, ລູກຍົກເປັນ"



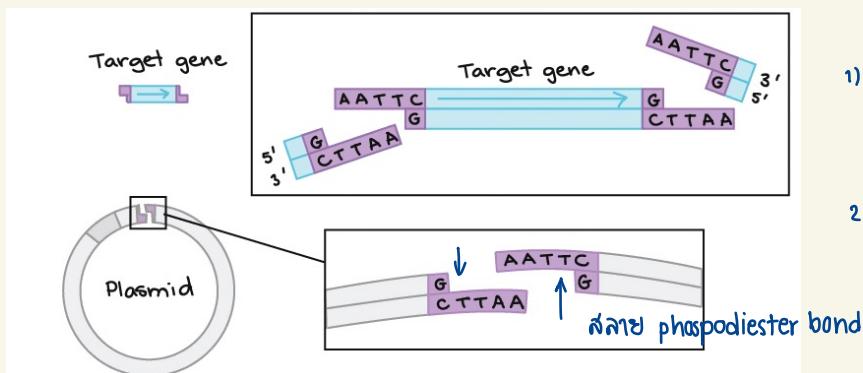
Gene Mutation



Genetic Engineering = ພົນຮົວຕາກຮຽນ → ອັດຕ່ອງຢືນທຳມະນຸຍາ species → GMOs

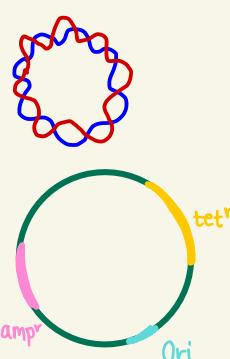
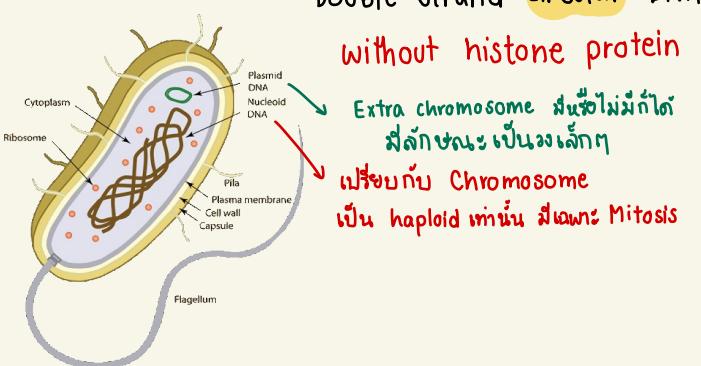
Biotechnology

1. Restriction Enzyme (ເອົ້າໃຈມົດຕົວຈຳເປັກ)



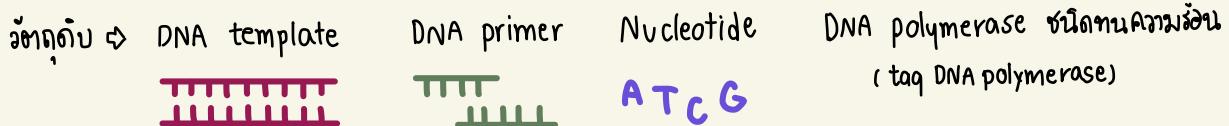
- 1) enzyme ຈະໄປໄຫຼດສ່າງ DNA ທີ່ຕໍ່ມີແນວ
ຈຳເປັກ ຫອງ enzyme ຮັດນີ້ ສ່າງພັນຂະ phosphodiester
- 2) ນາ DNA ລາຍ species ມີມາໃຫ້ສ່ວນທີ່ເຫຼວກ
ເຮືອມກັນດ້ວຍ DNA ligase
→ Recombinant DNA

2. Plasmid



ກັບເຖິງ restriction enz. ກາຍຕົກ
ຫອງທີ່ມີແນວ amp^r ເພື່ອລະ
plasma ຖຸກນີ້ໄປເລື່ອຍືນການ
ກັບຢາ ampicillin ຈະໄມ້ສ່າງຄວາມ
ເລື່ອງໄດ້ ເພົະໄວ້ມີຕົວກັນ
ampicillin

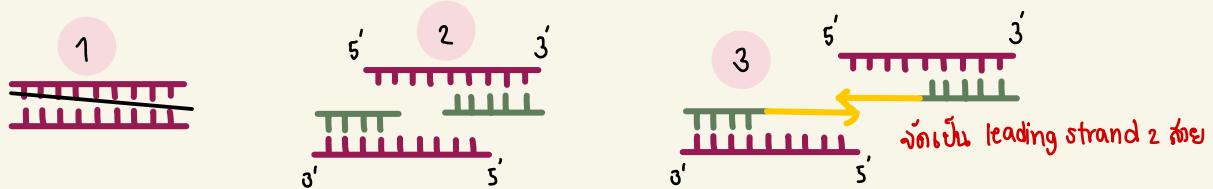
3. PCR : ການຈຳລອງ DNA ນອກລຶ່ມມື້ວົວຕາ ອາສີ່ງເຄື່ອງ Thermocycler



ຂັ້ນຕາອັນ

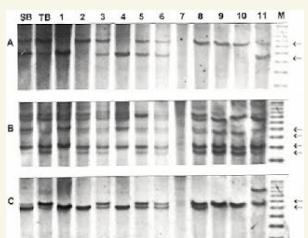
ATCG

- 1) Denaturation ($92-95^{\circ}\text{C}$) ສ່າງ H-bond
- 2) Annealing ($40-60^{\circ}\text{C}$) ນຳ Primer ຈຶບຄັ້ນ ຊີ່ ຂອງ template
- 3) Extension ($72-75^{\circ}\text{C}$) ສັງເກຣະນີ້ ຕ່ອໂຄຍຫາຕົ້ນ DNA polymerase

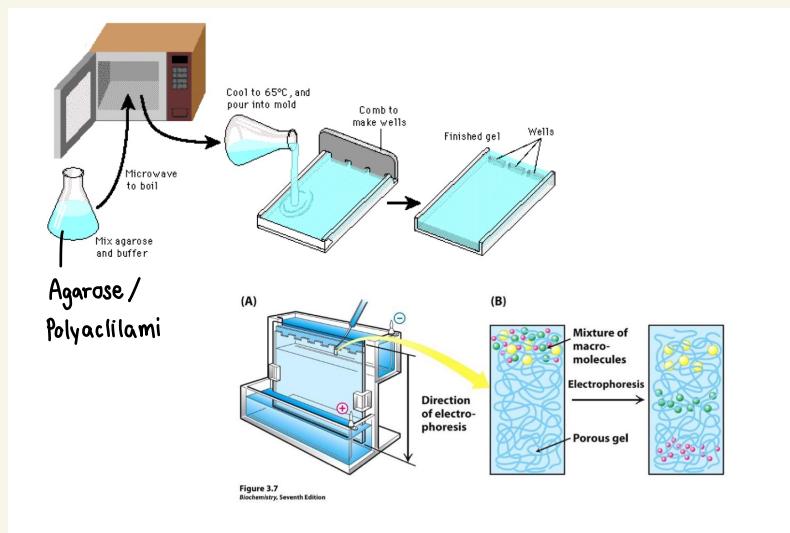


4. DNA analysis

RFLP พลูจันอัตโนมัติบุคคล → DNA fingerprint วงศ์ได้ต้องชื่อ **Ethidium bromine**



อาต์ย Gel electrophoresis
"DNA ชีนในก' ว่อง"



Hardy - Weinburg

- ข้อเง็ง
1. ประชากรขนาดใหญ่
 2. สมดุลสัมรรถ
 3. ไม่เกิด allele ใหม่
- * no migration
no natural selection

2 อัลลิล
 $p+q = 1$
 $pp + 2pq + qq = 1$

3 อัลลิล
 $p+q+r = 1$
 $pp + qq + rr + 2pq + 2pr + 2qr = 1$

• gene pool = $p+q = (160+640)+(160+40) = 1000$

♂ pq 160 คน → p 160, q 160

♂ pp 320 คน → p 640

♂ qq 20 คน → q 40

• ความถี่อัลลิล =>

$$p = \frac{800}{1000} = 0.8$$

$$q = \frac{200}{1000} = 0.2$$



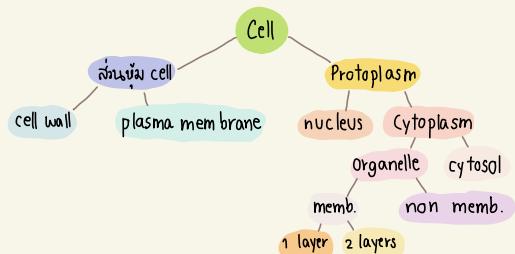
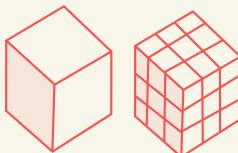
เซลล์และการลำเลียงสาร

Cell's Theory : ① Schwann & Scleiden → สมช. ทุกชนิดประกอบด้วย cell & product of cell
→ cell เป็น basic unit ของสัมช.

② Rudolf → Cell ทุก cell ต้องเกิดจาก cell ที่เคยมีอยู่ก่อน "cell division"

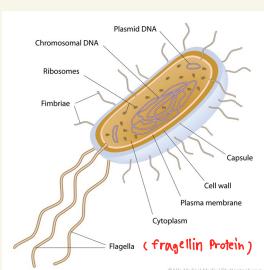
ภายใน cell ต้องมีขนาดเล็ก ?

Ans : ให้เพิ่มพื้นที่ผิวต่อปริมาตร
พ.ต. ดูมาก จะสัมภรต ล่วงสารเข้าออก cell ได้ดี
cell ที่ประจุสิ่งงานในภายนอก



Prokaryote & Eukaryote → ไม่มี Nuclear envelope + 70S ribosome

ไม่มี Nuclear envelope + 70S ribosome

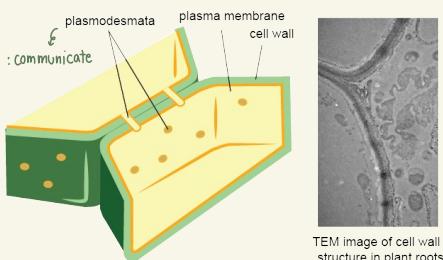


Bacteria

- Non-photosynthesis : Escherichia coli (ลำไส้), Lactobacillus (อวัยวะเพศสมญ), Strep.. / strap..., Chlamydia หนองในเทียม
- Photosynthesis : ไม่มี Chloroplast

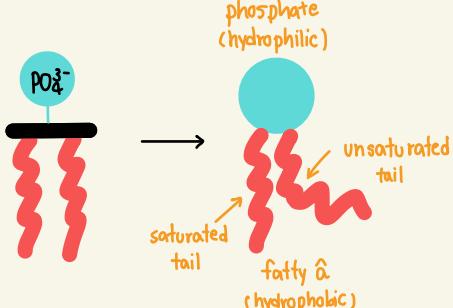
ส่วนประกอบและน้ำหนัก

- Cell wall - โครงสร้าง cell ไม่พบในสัตว์



• Plasma membrane

- เข้าเลือกผ่านสารเข้าออก cell



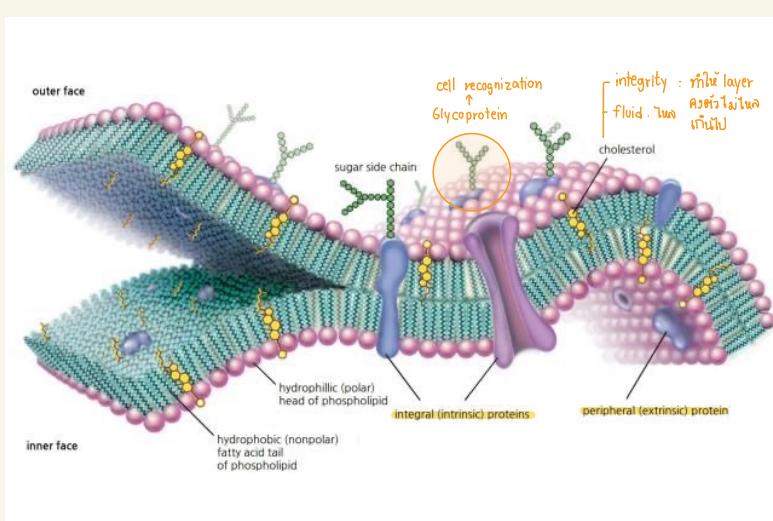
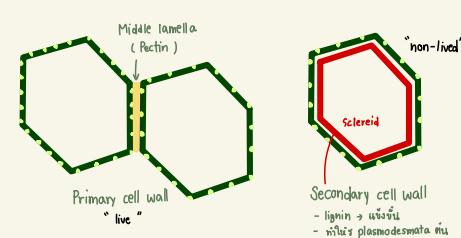
↑ อาศัยระบบการ endomembrane = พับ membrane เก้าไปตาม ขนาด
ใหญ่ต้องหาคุณลักษณะพันธุกรรม

- Bacillus แบคทีเรีย
- Vibrio จุลินทรีย์
- Haemophilus - เยื่องน้ำนมสัมผัสเล็บ
- Mycoplasma * ไม่มี cell wall
└ ปลดล็อกสีบ

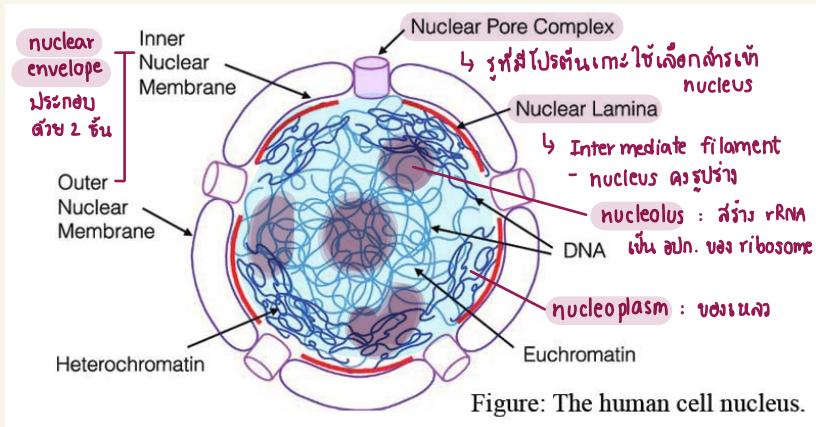


ประเภท

- 1. plant / algae : cellulose] carb.
- 2. fungus : chitin] carb.
- 3. Bacteria : peptidoglycan - carb.+ prot.



- Nucleus - ศูนย์ควบคุม cell + เก็บสารพื้นฐาน



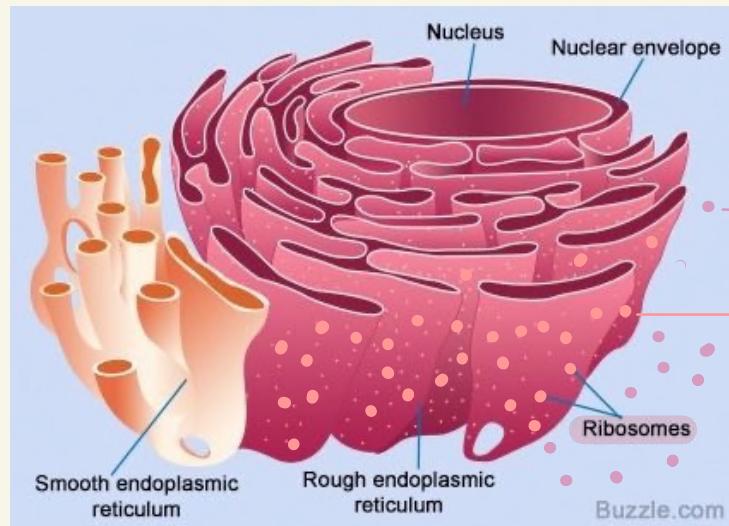
- Ribosome - ส่วนเดียวกัน Protein

- Attached / bound
 - เกาะอยู่กับ RER
 - Protein syn. → ภายนอก cell
 - Memb. Protein syn.
- Free
 - Protein syn. → ภายใน cell

Endoplasmic Reticulum

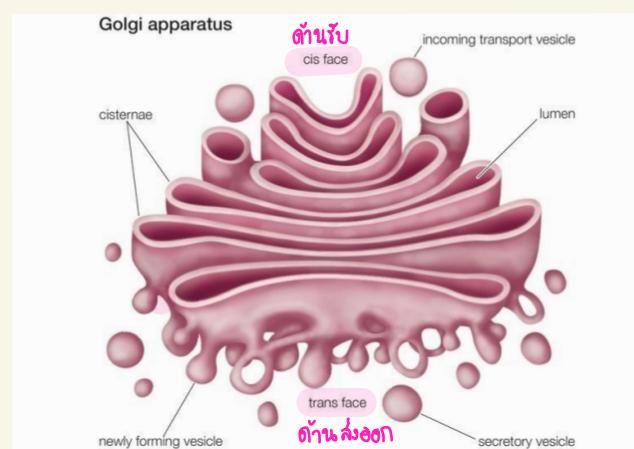
Rough (RER) ทำงานร่วมกับ golgi

- Protein syn. outside
- memb. protein syn. activate protein ↑
- เพิ่มน้ำหนักแล้วไปโปรตีน → glycoprotein
- Smooth (SER) ทำงานร่วมกับ Mito chondria
- lipid syn. ex. steroid (อัณฑะ รังไข่ อ่อนชัย หมายถึงเยื่อนอก จีบ SER มาก), phospholipid
- collecting Ca
- absorb lipid in intestine
- detoxification in liver → ผ่าน Cytochrome P450 เพิ่ม Hydroxyl ให้ toxin → ละลายน้ำ → ขับออก
- สร้าง glycogen

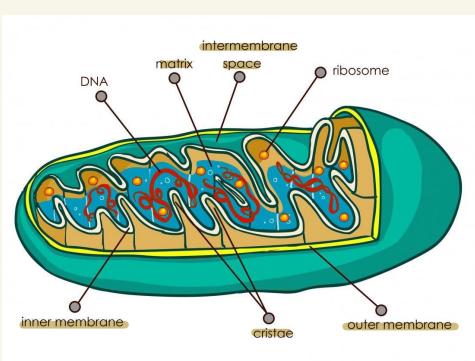


Golgi body

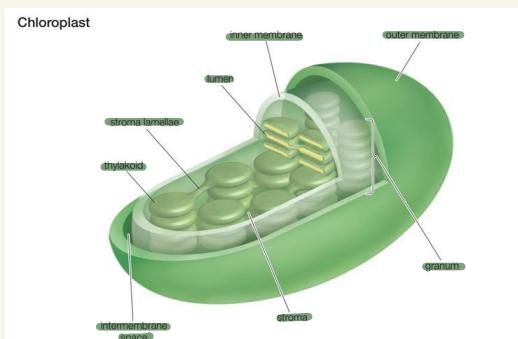
- Manufacturing = เติบใหญ่ f/ หัวใจในโปรตีน ex. insulin, glucagon
- storing
- shipping = ขนส่งโปรตีน ซึ่งรับมาจาก RER
- peptid syn.
- lysosome syn.
- membrane turnover

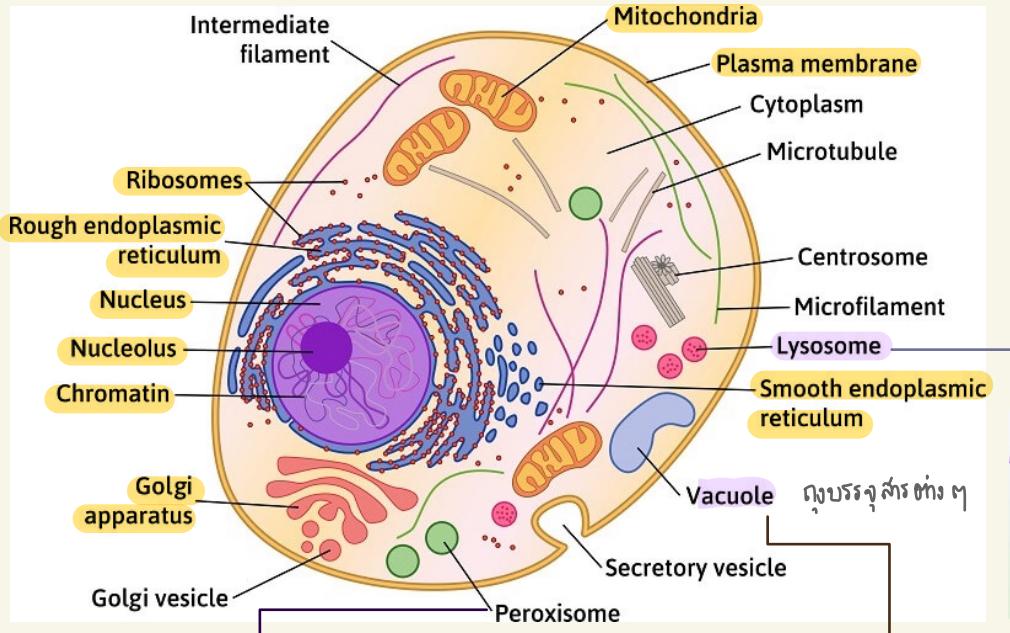


Mitochondria - แหล่งพลังงาน ATP

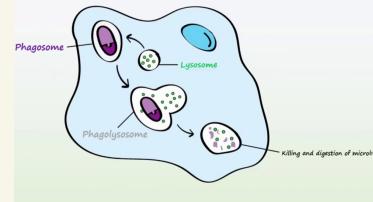


Chloroplast - แหล่งการผลิต Chlorophyll



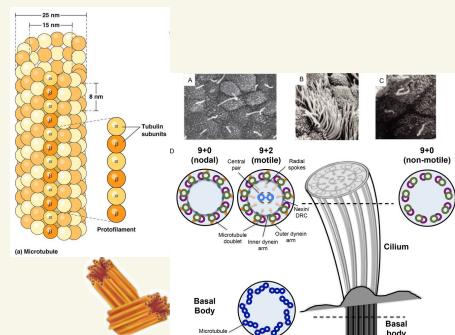


- Lysosome** (มี pH ต่ำมาก)
 - ภาระในบรรจุ **Hydrolytic enz.** ใช้ย่อย (ทำงานได้ดีในสภาวะ pH ต่ำเท่านั้น)
 - กำจัดสิ่งแปลกปลอม **phagocytic cell** → WBC / Macrophage
 - Autophagy : กำจัด organelle เสื่อม
 - Autolysis : กำจัด cell ผ้า
 - เช่น metamorphosis ในหนอนลูกอ้อด

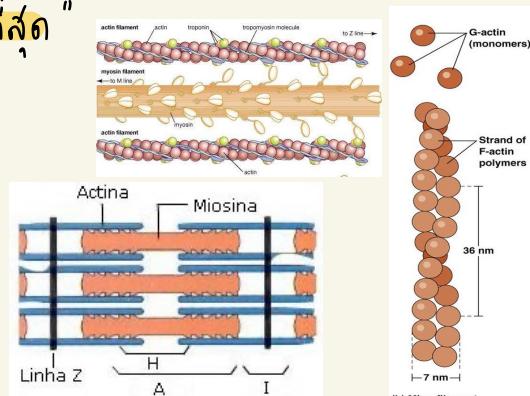
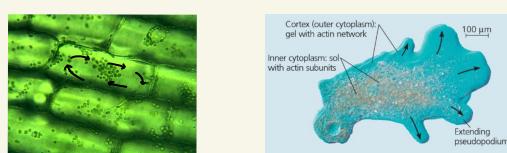


- Peroxisome** พบรในเซลล์ทุกชนิด โดยเฉพาะที่ตับ, ไต
 - กำจัด Alcohol ส่วนเกินในร่างกาย
 - กำจัด H_2O_2 ด้วย catalase enz.
 - photorespiration : อาศัย Peroxisome
 - β -oxidation ลด lipid
 - involve in change lipid to glucose in plant
 - involve in phospholipid syn. in Myelin sheath
- Cytoskeleton**

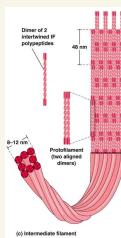
- vacuole**
 - Food (รา, โปรด渺)
 - Sap (พืช) เก็บสารพิษ, ลี
 - Central (พืช) เก็บน้ำ
 - Contractile (โปรด渺หัวใจ) รีบน้ำส่วนเกิน



- 1) **Microtubule** : tubulin "ตันกราก + ใบสูงที่สุด"
 - motor protein : Dynein / Kinesin → ขับไถ
 - เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของ Organelle & vesicle
 - centriole / Basal body 9+0, Cilia / flagellum 9+2
- 2) **Microfilament** : actin "ชีดแล้วไม่หัก + เล็กที่สุด"
 - motor protein : Myosin
 - เปลี่ยนรูปร่าง cell, cytoplasmic streaming, muscle contraction, amoeboid movement

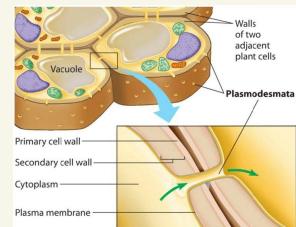
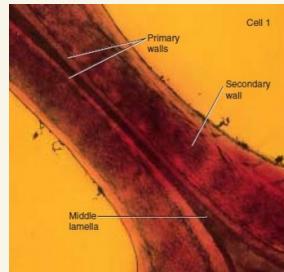
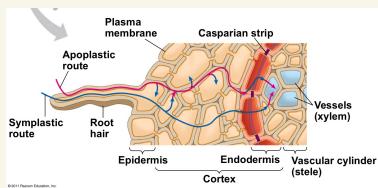


- 3) **Intermediate filament** (กันยึดแน่น)
 - อยู่ในโครงสร้าง
 - keratin, Neurofilament, Nuclear lamina



Cell junction

① plant

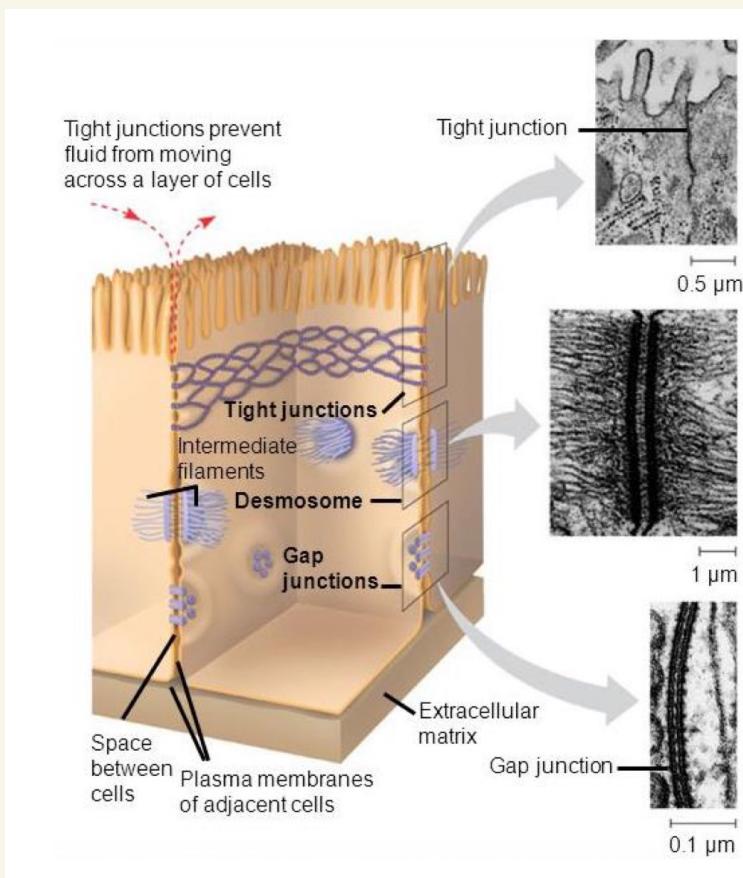


Occluding (ปิดกั้น)
→ ห้ามผ่านไม่ได้
ex. caspary strip

Anchoring (ยึดติด)
ex. Middle lamella

Communicating (ช่วยเหลือ)
ex. plasmodesmata

② animal

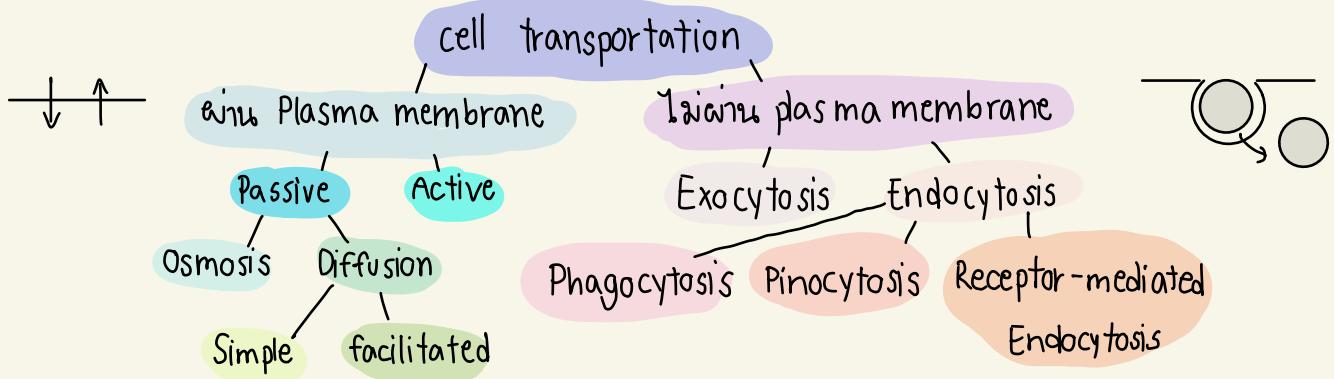


Tight junction
ex. สำลี, Blood brain barrier
Blood testis barrier

Demosomes
สี่ 3 ชนิด → belt, spot, Hemi

Gap junction
โครงสร้างประตุนชับซึ่งกัน เช่น
เชื่อมต่อ connexin
ex. electrical synapse

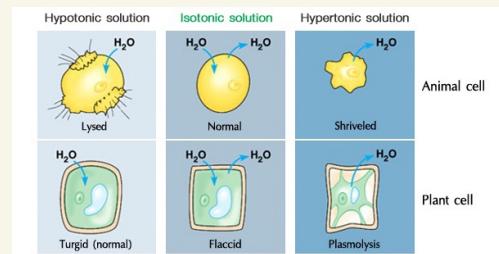
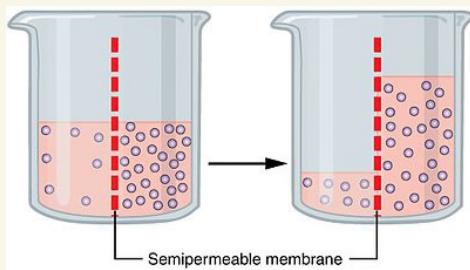
Cell transportation



① ผ่าน plasma membrane



Passive Osmosis ตก water potential สูง → ต่อ

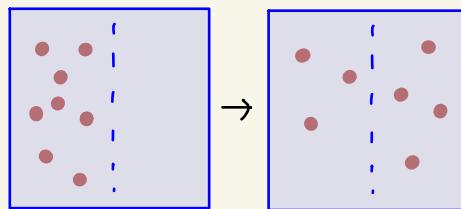


Diffusion

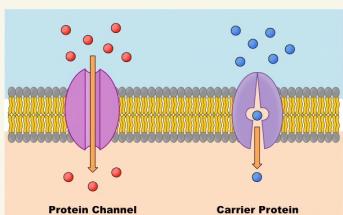
Simple

◎ สิ่งที่จะผ่านศักดิ์ไม่ได้ / ขั้นตอนยากๆ นี่ MW. < 100 แต่ต้องไม่มีประจุ

หลักการ : อาศัย concentration gradient สร้างมาก → น้อย



facilitated



อาศัย Carrier protein - สารต้องจับเข้า จำเพาะกับ binding site ที่ protein จับนั้น protein จะเคลื่อนรูปไป → จนอ่อนตัว เช่น glucose เข้า cell ร่างกาย

อาศัย channel protein - ก็ไปต้นสิ amino acid ประจุ θ จะถูกส่งที่นี่ ประจุ
 ④ ในเดือนที่แล้ว

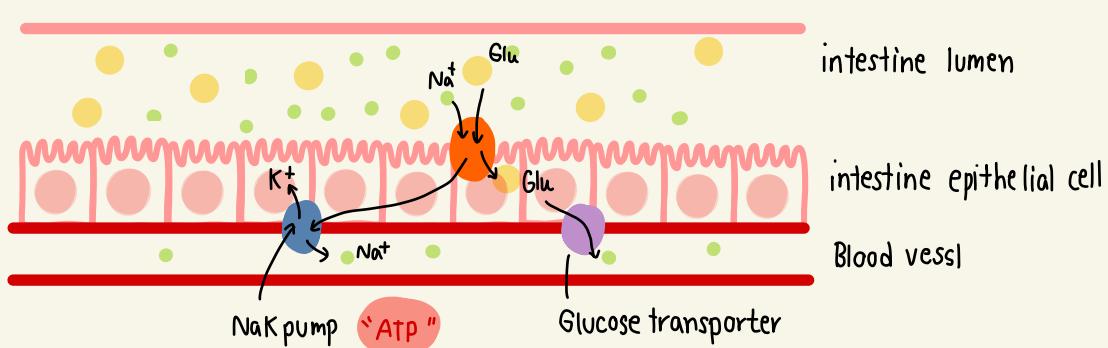


Active - ใช้ ATP, สร้าง concentration gradient (น้อย → 多) ใช้ carrier protein

ex. Glucose



intestine
cell



② ไม่ผ่าน plasma membrane "bulk transport" อาศัย Microfilament, ใช้ ATP

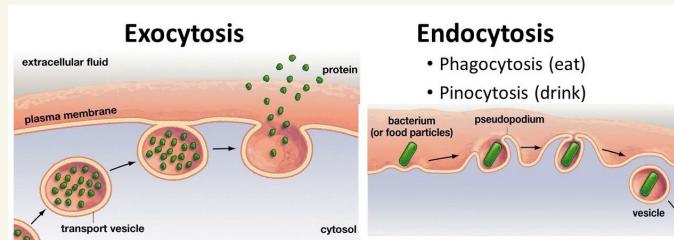
Exocytosis (นำออก)

ex. น้ำไปต้นน่อง

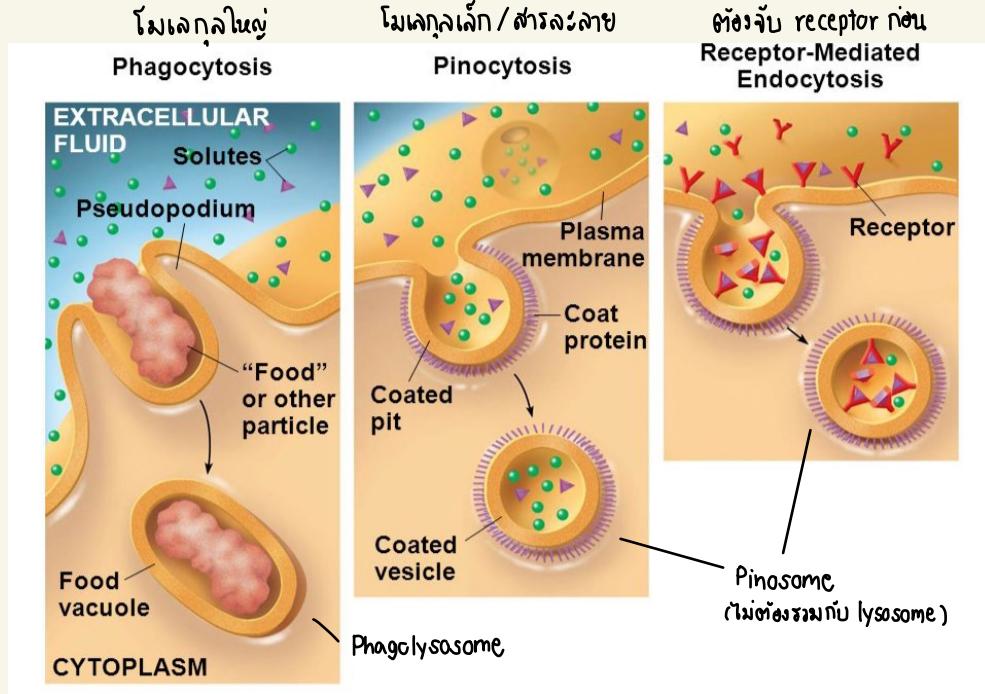
Antibody (B-cell)

enz. นำย่อย

Hormones



Endocytosis နဲ့ ၃ ရွေ့ပြည်



ex. WBC ကိုလိုပေး
ခဲ့လေမ (ကို NM)
* မော်တော်များ *

ex. ဓာတ် Protein ဘူးအား
Microvillus စွဲ၊ oildrops
Proximal tubule စွဲ၊ oildrops
ແဆေးရှုရေး စွဲ၊

ex. လားလီးဗုံး lipoprotein သော cell
လားလီးဗုံး ပြုစိုးပါးတော် စွဲ၊ 0vum မွာ ဘုံး
လားလီးဗုံး cholesterol

สารชีวโน้โลกุล

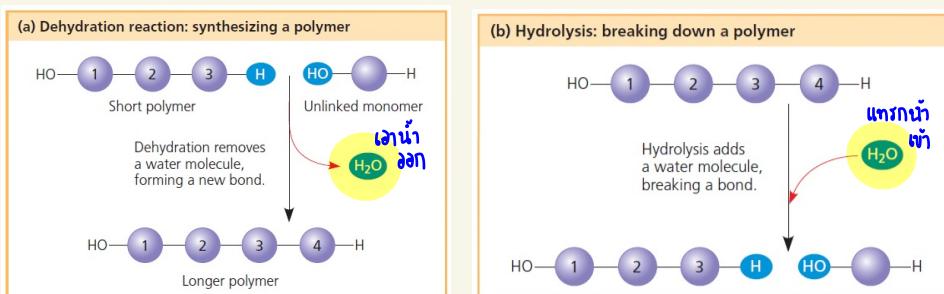
พัญญาเคมีอันตรีย์ → ② Functional group

① Hydrocarbon

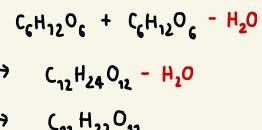
HC	Alkane	Alkene	Alkyne
พื้นฐาน	C_2H_6 	C_2H_4 	C_2H_2
สูตร อัตราส่วน	C_nH_{2n+2}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n-2}
H : C	High		Low
การอั่มตัว	อั่มตัว		ไม่อั่มตัว

* bp, mp ขั้นต่ำกว่า \rightarrow Alkane > Alkene หรือ Alkyne สูงสุดเพียงมีฟันธงส่วน

สารชีวโน้โลกุล \Rightarrow สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบหลักของชีวิต



Ex. Dihydration of Maltose

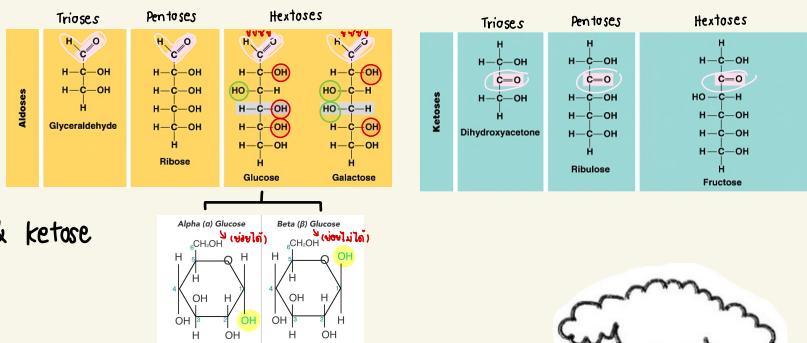


การถ่ายผ่านงานบล็อกภายในร่างกาย

Glucose ในเลือด \gg Glycogen ในตับ / กล้ามเนื้อ \gg ไขมันในตัวผู้ชาย \gg Body Protein \gg Plasma Protein
 \downarrow Marasmus \downarrow kwashiorkor

1. คาร์โบไฮเดรต (4 kcal/g)

- monomer : glucose
- เชื่อมต่อ glycosidic bond α β
- monomer จะแบ่งเป็น Aldose & ketose
- เกี่ยวข้องกับ OH, Carbonyl, Hydroxyl



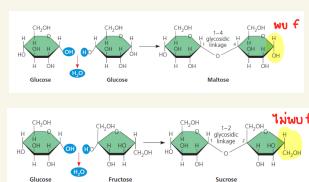
• การ結合 (จับน้ำ f)

Tollens \Rightarrow สารสีเงิน \rightarrow ออกอนเจิ่นกาก

Benedict's \Rightarrow สารสีฟ้า \rightarrow ออกอนแครอท

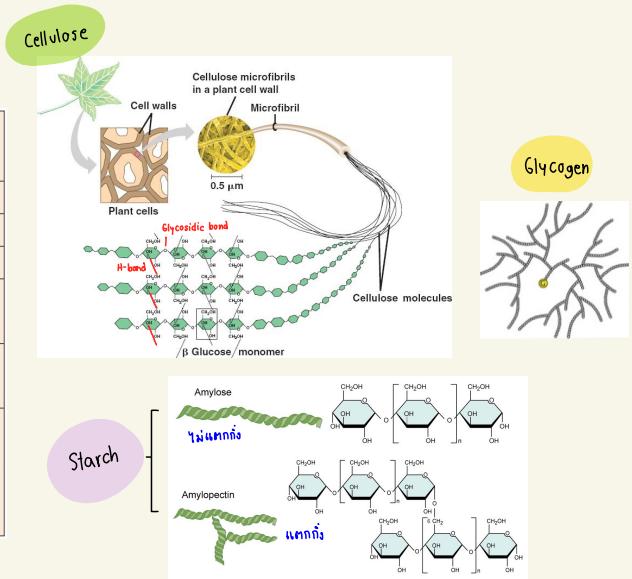
• Oligosaccharide

Glu-Glu \rightarrow Mal
Glu-Ga \rightarrow Lac
Glu-fruc \rightarrow Su

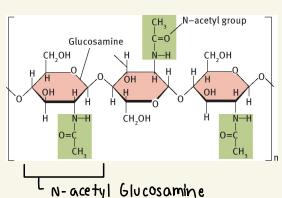


• Polysaccharide

Polysaccharide คุณสมบัติ	Cellulose	Starch	Glycogen
Monomer	Glucose	Glucose	Glucose
Glycosidic configuration	β	α	α
การขับออกในสัตว์	ย่อยไม่ได้	ย่อยได้	ย่อยได้
การจับกันของกลูโคส	เส้นตรง ไม่แตกกึ่งเฉย	เกลียว มีที่มัดกึ่งเฉยและไม่ แตก	เกลียว แตกกึ่งจำนวน มาก
แหล่งที่พบ	ผนังเซลล์ของพืช	อาหารสะสมในพืช	อาหารสะสมในสัตว์ พบในตับและกล้ามเนื้อ
บทบาทสำคัญ	เยื่อเส้นไขขาว (Microfibril) เยื่อกากในอาหาร (Fiber) ป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่	แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ -Amylose :long chain -Amylopectin :Branch chain อาหารสะสมในพืช	อาหารสะสมในสัตว์ พบในตับและกล้ามเนื้อ



Chitin



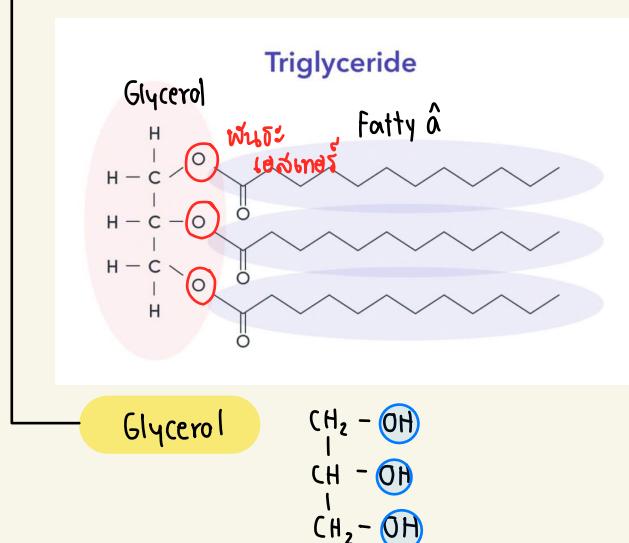
- พบริเวณเชิงเมือง กุ้ง กึ้ง ปู ทะเล
- พบในเซลล์หุ้นตัว
- ไม่ละลาย

2. Lipid

- non-polymer, non-polar
- จับกันด้วย Ester bond
- เกี่ยวข้องกับน้ำ Hydroxyl & Carboxyl



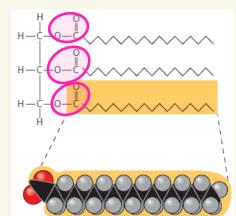
① Triglyceride



Fatty acid

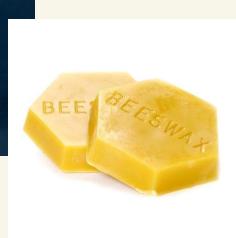
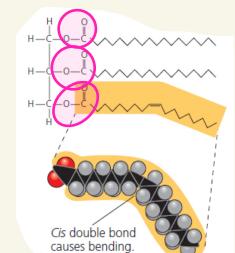
Saturated FA

- ไนฟ์พันธะคู่
- เป็นไขมันเดือนหนึ่น
- bp, mp สูง
- Ex. ไขมันล้วน, ปาล์ม, มะพร้าว



Unsaturated FA

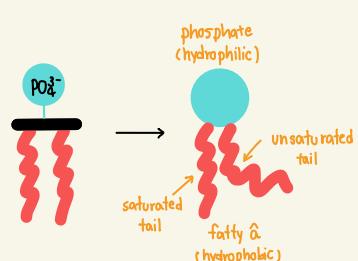
- สีพันธะคู่
- ไขมันเดือนหนึ่นร้าย
- bp, mp ต่ำ
- Ex. ไขมันพืช



② Wax

- พบที่ Ears wax, bee wax, speraceti wax (ไขปลาวาฬ)

③ Phospholipid

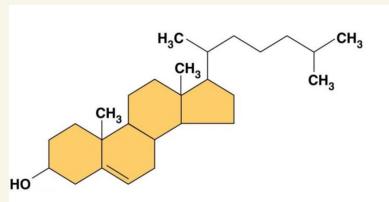


④

Steroid

- พอบเนพะในสตอร์
- สรังที่อัมบะ ჟენ თომນაგი
ჟირზნიგი

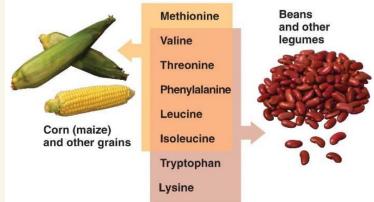
EX. Estrogen, Testosterone, Cholesterol



+ შემატებული და სტერილუ

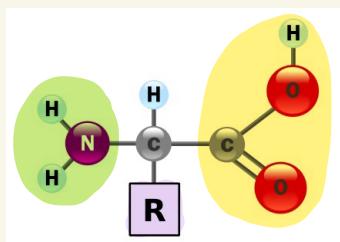
ჟენ ჟენ გამა ფა გა მარი ჟა ლა ლა

Essential amino acids for adults



3. Protein

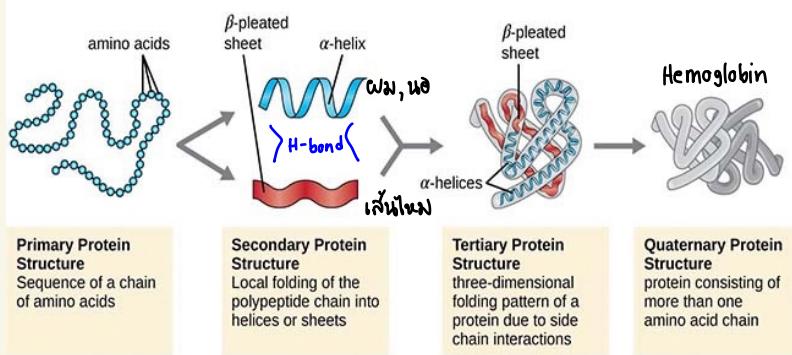
- monomer : amino acid
- ჟელოვალი peptide bond
- გერაბავინი amino, carboxyl



შე 20 ზეთ
non-polar
polar uncharge
polar charge

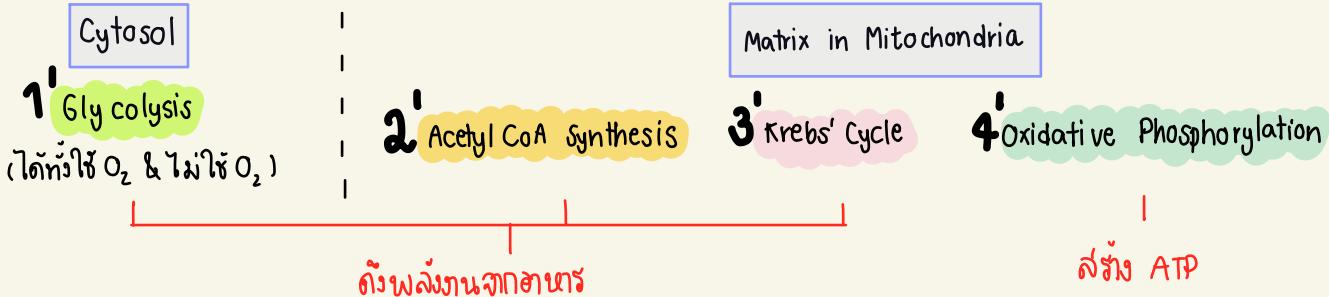
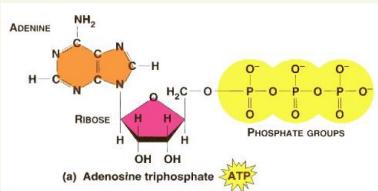
- . ჟირსრავ 4 რატები

Structure of Proteins

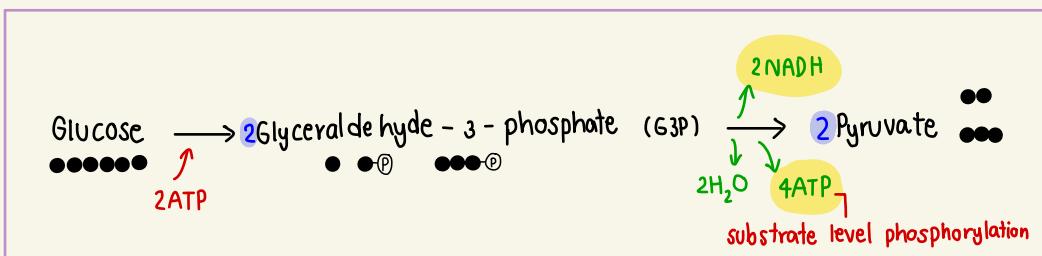


นายใจระดับเซลล์

Aerobic Respiration (O_2)



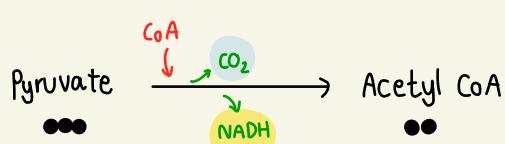
① Glycolysis $\rightarrow 2 \text{ ATP}, 2 \text{ NADH}, 2 \text{ pyruvate}$



② Acetyl CoA Synthesis

$\rightarrow 2 \text{ ร่อง : } 2 \text{ CO}_2, 2 \text{ NADH}, 2 \text{ acetyl CoA}$

- ต้องมี CoA, Vit B
- ก่อ 2 ร่อง ($\neq 2 \text{ Pyruvate}$)

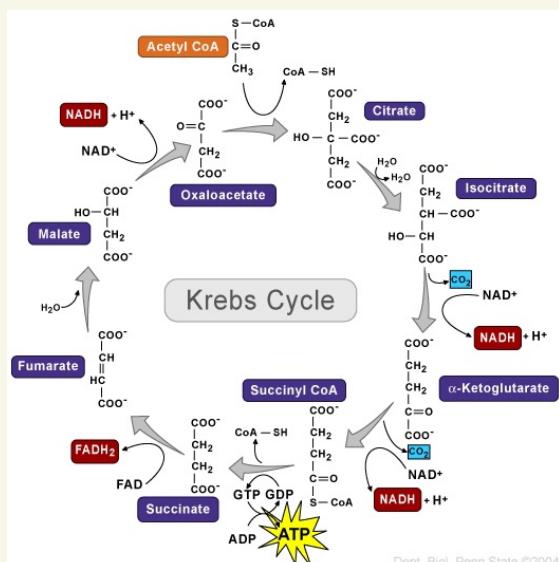


transport protein
"Electron shuttle span membrane"
NADH จะไม่เดินทางผ่าน จังหวะ คือ เดินทาง
ผ่าน \rightarrow ภายนอก 2NAD⁺ หรือ 2FADH
ภายนอก

* ส่วนรวมของได้ทั้ง ATP รวมจะเป็น 36/38

③ Krebs' cycle

$\rightarrow 2 \text{ ร่อง : } 2 \text{ ATP}, 6 \text{ NADH}, 4 \text{ CO}_2, 2 \text{ FADH}_2$



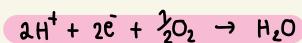
- Acetyl CoA จับกับ Oxaloacetate \rightarrow citrate
- Citrate \rightarrow isocitrate
- isocitrate ให้ CO_2 , NADH \rightarrow α -ketoglutarate
- α -ketoglutarate ให้ CO_2 , NADH \rightarrow Succinyl CoA
- Succinyl CoA ปลดออก ATP \rightarrow succinate
- succinate ให้ FADH_2 \rightarrow fumarate
- fumarate \rightarrow malate
- malate ให้ NADH \rightarrow Oxaloacetate

④ Oxidative Phosphorylation

1) Electron transport chain (ETC)

รับ e^- และส่งต่อไปเป็นก่อตัว

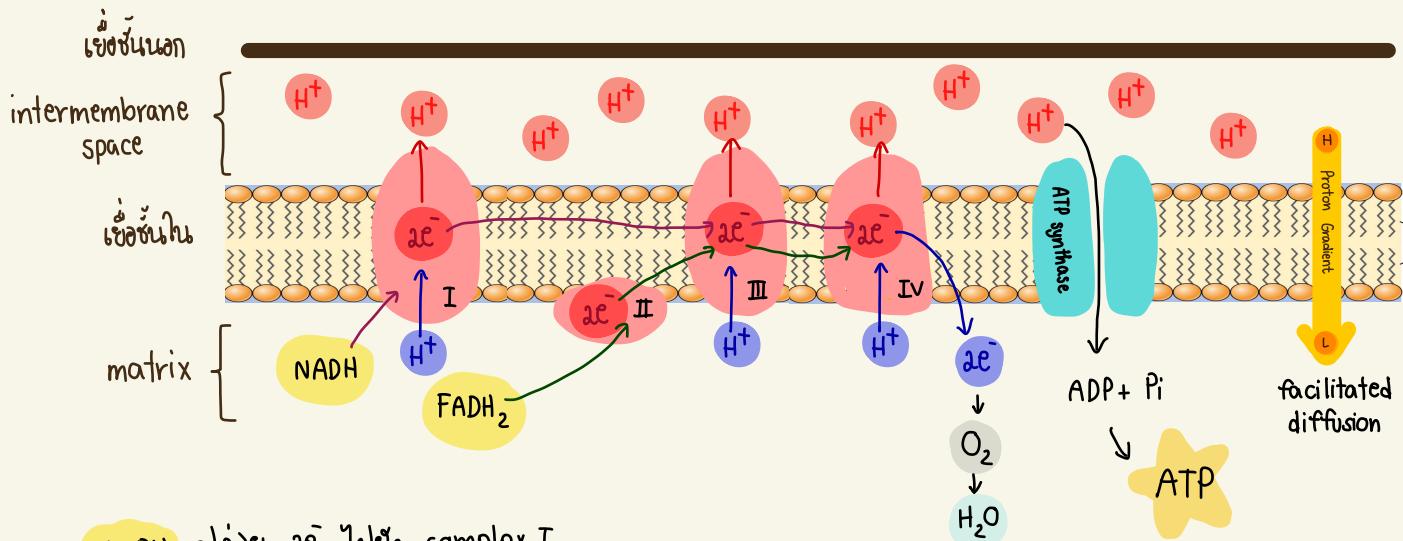
O_2 หันหน้าที่รับ e^- เป็นตัวสูดห้าม



2) Chemiosmosis

โปรตีน H^+ ในลักษณะ gradient

สร้าง ATP [$1NADH \rightarrow 3ATP$
 $1FADH_2 \rightarrow 2ATP$]



- NADH ปล่อย $2e^-$ ไปยัง complex I

จะมี H^+ ที่ไม่เคลื่อนที่ในส่วนเดียวไป charge กับ $2e^-$ ได้ H^+ ทำแบบเดิมๆ ที่ complex III, IV จะล่องจากนั้น $2e^-$ พลุ่งงานหมุนเวียนกลับมาจับกับ O₂ ได้ H₂O

- เข้าไปใน intermembrane space ที่ Proton gradient สูง จะเกิดการนำ proton H⁺ เข้ามาชั่ว Matrix โดย facilitated diffusion ผ่าน ATP synthase H⁺ จะจับกับ ADP + Pi ได้ ATP

- FADH₂ ปล่อย $2e^-$ ไปยัง complex II และจะ

ไม่มี H^+ ส่วนเดียวไป $2e^-$ เหลือจะเคลื่อนไปยัง

complex III, IV จะล่องจากนั้น $2e^-$ พลุ่งงานหมุนเวียนกลับมาจับกับ O₂ ได้ H₂O

Complex inhibitor → ซับซึ่งกันสร้าง ATP → cell死

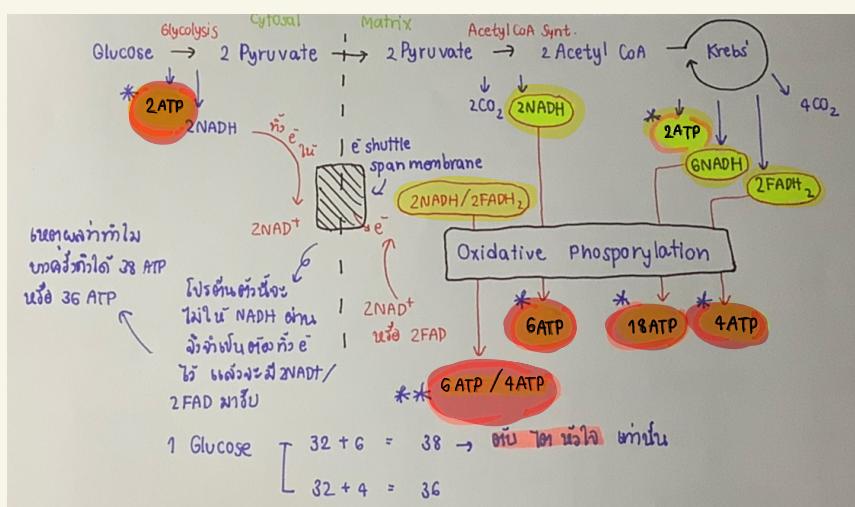
• I : Rotenone, Babbitrate

• III : Antimycin A

* IV : Cyanide (CN), Carbon monoxide (CO)

• ATP Synthase : Aurovertin, Oligomycin

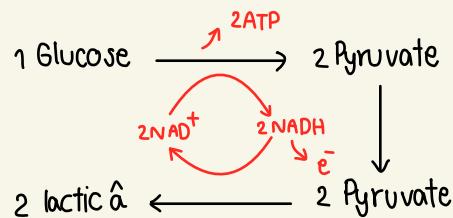
ผังลักษณะ



Anaerobic Respiration (ไม่มี O_2)

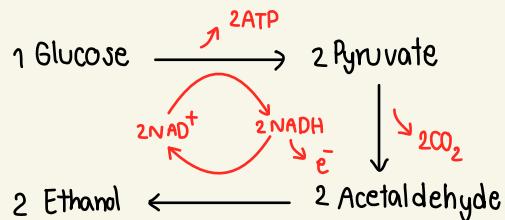
① Lactate fermentation

 សំគាល់, បែកកំរើយ



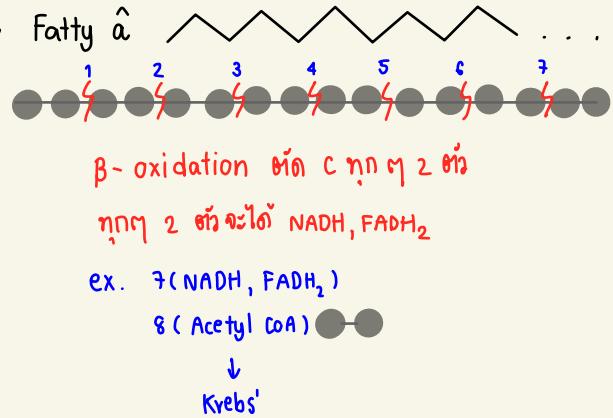
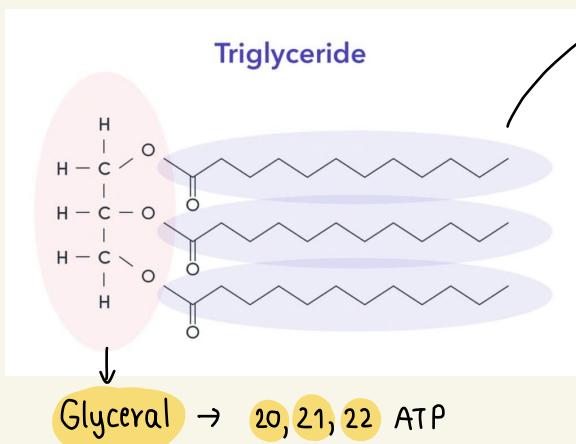
② Alcohol Fermentation

 ឯកសារ, ដុរ



ការលេងលាស្សនា

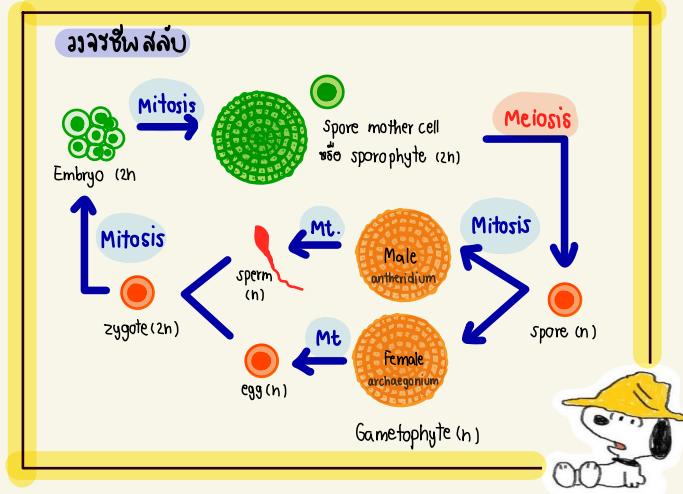
① ឱ្យវិន → β -oxidation



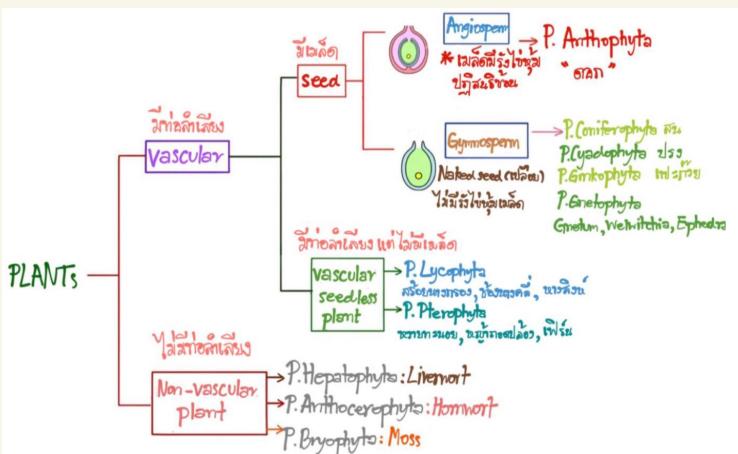
② ការតែង → ជាក្រត់ NH_3 (Deamination) លោកស្រាវជ្រាវ

ຝະ

- Autotroph Eukaryote
- ມີງຈະພໍລົບ : meiosis \rightarrow ຂຶ້ວຮ່າງ spore
 - Asexual ລົ້າງ spore
 - Sexual ລົ້າງ gamete
- Spore
 - Homo ບັນດາເກມ
 - Hetero ພົມຄອກໜ້າ \leftarrow micro \rightarrow sperm
 - \leftarrow mega \rightarrow egg



Phylum



① ກລຸ່ມໄມ່ທ່ອລ້າເລື່ອງ : Homospore

- P. Hepatophyta : Liverwort
- P. Anthocerophyta : Hornwort
- P. Bryophyta : Moss (ຫັວຕອກຖານ)



② ກລຸ່ມສ່ວນທ່ອລ້າເລື່ອງ ແຕ່ໄມ່ເມືລິດ Strobillus

P. Lycophyta

- Club moss "Lycophyta" : Homospore
- Spike moss "Selaginella" : Heterospore
- ກະເທິງນຳ . Heterospore



ຫ້ອງນາງຄ່ົມ



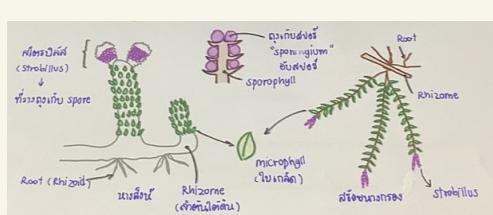
ສ່ວນທ່າງກຽມ



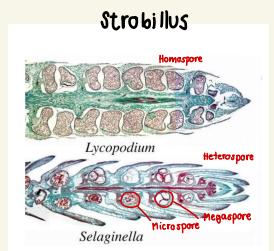
ນາງສິນລີ



ຫ້ອງທຳນອນ : Homospore



Strobillus

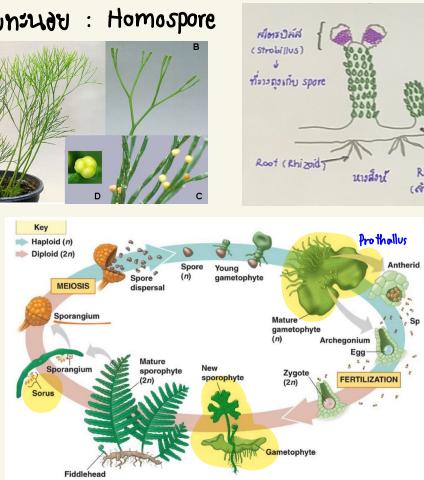


P. Pterophyta

ນັກຟັດຕປ່ອງ



ເຝີ່ນ : ສີ Sorus (ອັບສັບປົງ)



ເຜື້ນບັກ ສ້າງ Homospore

ຫ້າຫວາງຫລັງລາຍ ຮ້າຍຜ້າສີດາ

ຜັກງູດ ປຽງທອງ ຢ່ານລີເກາ

ເຜື້ນນຳ ສ້າງ Heterospore

(Microspore ແລະ Megaspore)

ຜັກແວນ ຈອກງູນຫຼຸ່ມ ແກ້ນແດງ

L ≠ H

(3) ពីរដែលត្រូវដោះស្រាយ

1) Gymnosperm → naked seed

• single fertilization

• P. Coniferophyta : សំណាក់សម្រាប់សំណាក់សម្រាប់ជំងឺ

• P. Cycadophyta : បំបាត់

• P. Ginkgophyta : ផែកក្បាច់

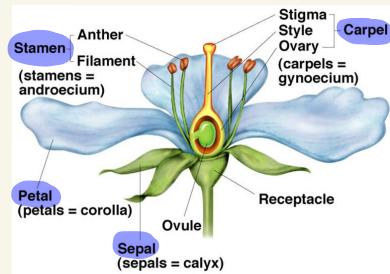
• P. Gnetaophyta : អំពើសិទ្ធិ អំពើសិទ្ធិ Welwitschia



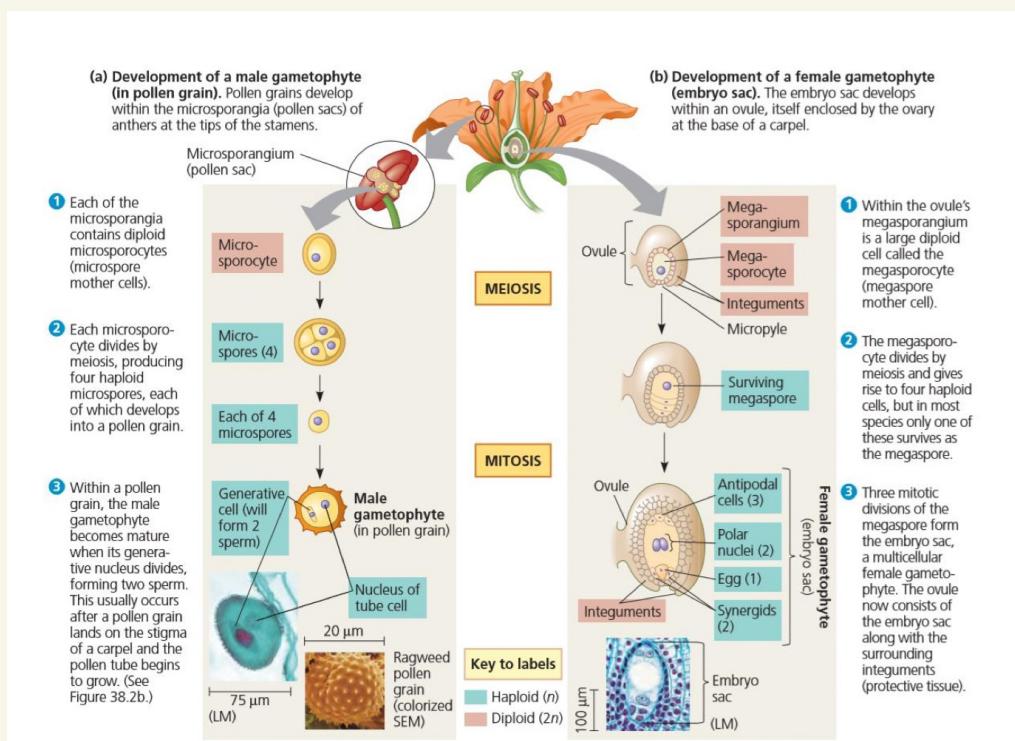
2) Angiosperm → ផែកសម្រួល

• Double fertilization

ផែកសម្រួល → Sepal + petal + stamen + carpel



ការសរោះ Gamete



Male

Microsporophyte ($2n$)

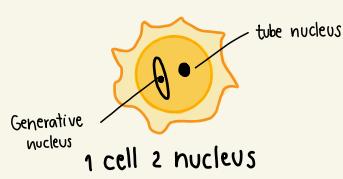
↓ Meiosis

Microspore (n)

↓ Mitosis

Gametophyte (n)

"pollen grain"



Female

Megasporophyte ($2n$)

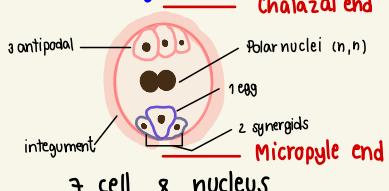
↓ Meiosis 7 គោល 4 រចន 1

Megaspore (n)

↓ Mitosis 3 រូប $2^3 = 8$ nucleus

Gametophyte (n)

"Embryo sac" Chalazal end



ကုပ္ပါဒ်ဆန်း fertilization

Single fertilization → sperm + egg → embryo ($2n$)

No sperm + polar nuclei

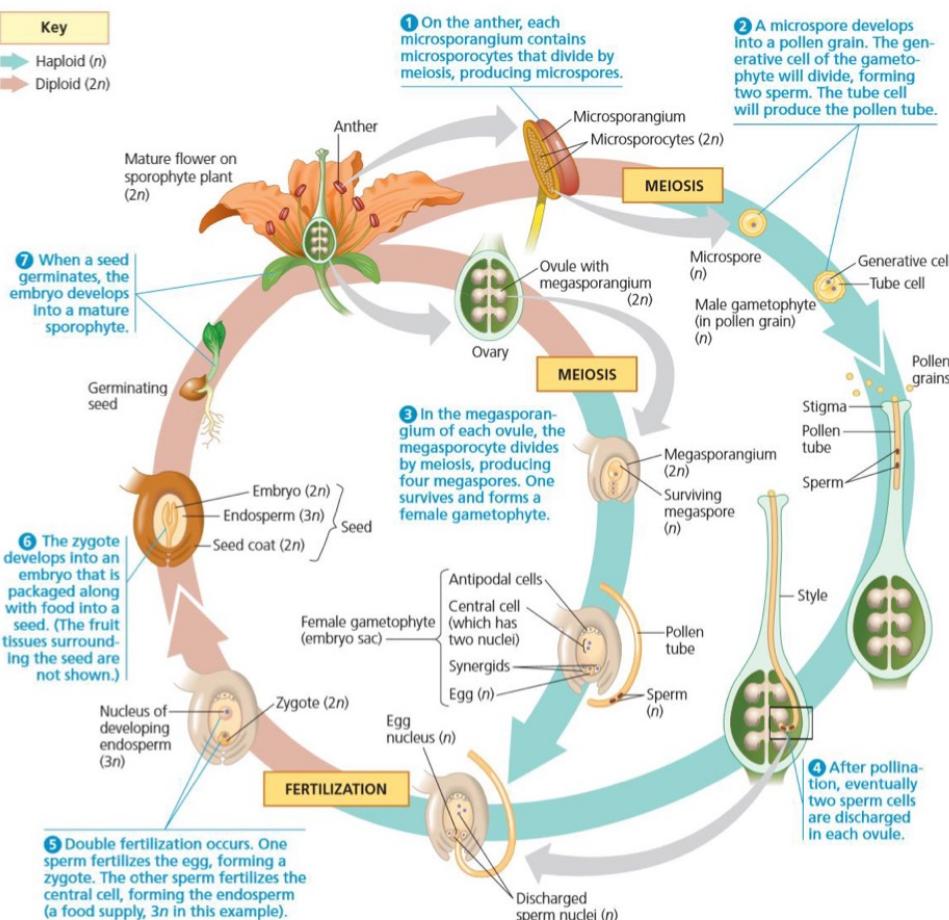
Double fertilization → sperm¹ + egg → embryo ($2n$)

sperm² + polar nuclei → endosperm ($3n$)

The life cycle of an angiosperm.

Key

- Haploid (n)
- Diploid ($2n$)



Post - fertilization

Ovule → seed

Ovary → fruit (မြတ်)

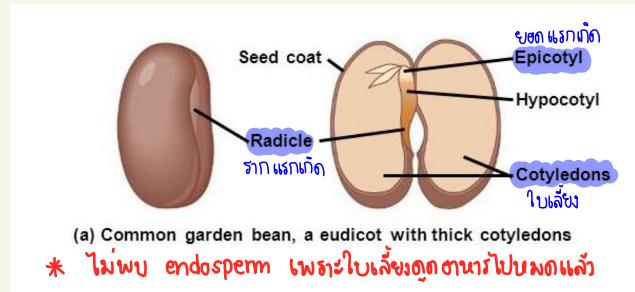
Ovary wall → pericarp (ပြောက်)

integument → seed coat

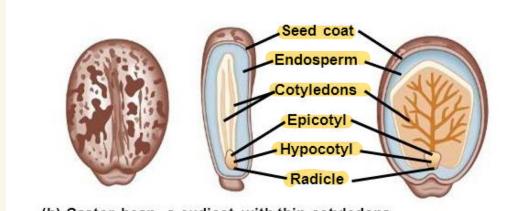


ເນັດຕີ

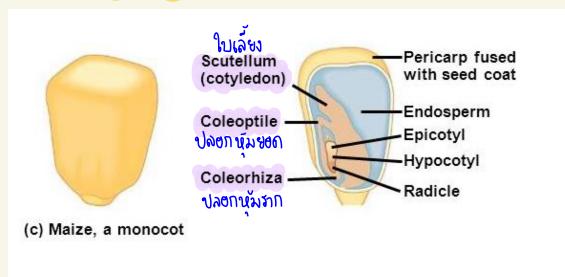
1. ເນັດຕີ (ໃບເລື່ອງຄູ່ຫົດພິເສດ)



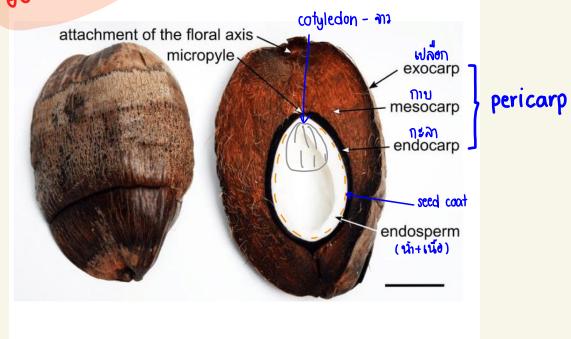
2. ເນັດຕີພື້ນໃບເລື່ອງຄູ່ກໍາໄປ



3. ເນັດຕີພື້ນໃບເລື່ອງເຕືອນ



ຂອກລ່ອບປັບປຸງ



ກາງອກຢູ່ງເສັດ

- ໜ້າ
 - ທ່ານທຳໃນເປົ້າ ເນັດອ່ອນ ນຸ່ມລົງ
 - ປະລັງ ສ່າງຢັບຢັ້ງກາງອາກອະເນັດ ກໍາມເຄີ່ອບຜົາຕັນອັກ
- ອອກໃຈເຈນ
- ອຸດັນງຽນ



ຜລ

Simple (ເຕື່ອງ)

1 ຫ້ານຄອກ 1 ສົງໄປ



ສັນ, ແຫງໂນ, ນັກເໝືອຫາດ,
ອຸ່ນ

Aggregate (ກລຸ່ມ)

1 ຫ້ານຄອກ ນລາຍມີໄປ



ລຕຣຕ່ວເບອຣີ໌, ຜັກນັງ
ຈຳປີ, ຈຳປາ, ນ້ອຍແກ,
ກຸນລາບ

Multiple (ຮອມ)

ກຮະ ລຸກອັດກັນນຳກັກ



ສັບປະຮົດ, ຂນຸນ, ສາເກ,
ລູກຍອ, ຈຳປາຄະ



สรุปโน้นพัช

ออกซิเจน

- การตอบสนองต่อแสงแดด และเรอโน้มก่วงโลก
- ขับยั่งการเจริญเติบโต
- กระบวนการขยายตัวของ cell



ไซโตกอโนน

- กระบวนการ cell division
- กระบวนการเกิดสาข



เอทีโนน

- เร่งการสัก
- กระบวนการปิดปากใบ
- ขับยั่งการเจริญเติบโต

การเคลื่อนไหว

1. Tropic movement

- หดหาย สัมผัสร์กับสิ่งเร้า ทางนอก
- ← หนี negative
เข้ามา positive
- ex. เห็บแลง, หนีแลง, หนัน

2. Nastic movement

- หดหายไม่สัมผัสร์กับสิ่งเร้า ขึ้นกับแรงดันต่างภายนอกมากกว่า
- ex. นุบบานงองตอกใบ

ATP Metabolism Enzyme

1. Metabolism

- Anabolism - เล็ก → ใหญ่ (คูณ)
- Catabolism - ใหญ่ → เล็ก (คาย)

2. ATP

1) ribose + adenine + phosphate group (3)

เชื่อมตัวๆ phospho anhydride bond

2) ก๊าซ phosphate หลุดออกเป็น Pi + ADP

ปลดปล่อยพลังงาน 7.3 kcal/mol

3) เกิดจาก phosphorylation, กระบวนการ

• ปฏิกิริยาเคมี

→ ตู้ = ใช้พลังงาน

→ คาย = ปลดปล่อยพลังงาน

3. Enzyme → ผลิต E_a หรือ = ผ้าเป็น Protein



lock and key Model

• ผ้าซักผ้าและต่อกรทำภารกิจ

- อุณหภูมิ → สูง Enz. จะเสียสมรรถภาพ
- pH → แต่ละอย่างทำภารกิจใน pH ต่างกัน
- conc. → conc. มาก R จะเพิ่ม
- ตัวชี้บrix

→ แห่งรัก - แห่งรัก Active site

ในแขวงขัน - จับบริเวณอื่น แต่ไม่สนใจ Enz. ลับ substrate ไม่ได้

วิวัฒนาการ

วิวัฒนาการ

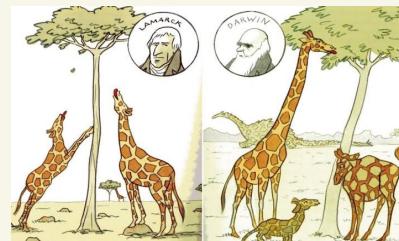
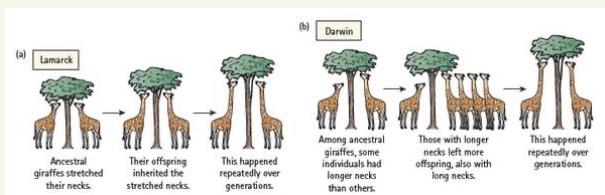
ทฤษฎี

1. Lamarck [use and disuse : อวัยวะที่ใช้จะแข็งแรง ส่วนไม่ใช้งานหายไป]

ถ่ายทอดลักษณะที่เกิดขึ้นในมี : การเปลี่ยนแปลงภายในชั้รุ่น จะถ่ายทอดให้รุ่นลูกได้

2. Darwin - Natural Selection : ตัวที่เน้นภัยกับสภาพ环境จะสืบทอด

ex industrial melanism ในผีเสื้อกวางคืน



หลักฐานทางวิวัฒนาการ

1. fossil
2. anatomy - โครงสร้างของร่างกายคล้ายกัน
3. embryology - เแบบแผนการในการเจริญของตัวอ่อนคล้ายกัน
4. Biochemistry (100%) - ลำดับสารชีวโน酇กุคล้ายกัน ex. คณ. ลิ่ง

ระดับวิวัฒนาการ

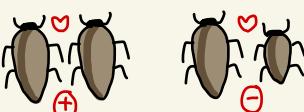
- Micro (จุลภาค) → การเปลี่ยนแปลงความถี่ชน [เกณฑาร้อยเปอร์เซนต์]
- Macro (มนภาค) → เกิด species ในมี → speciation

วิวัฒนาการระดับจุลภาค

▶ ปัจจัยที่ทำให้เกิดวิวัฒนาการ

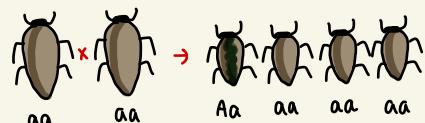
1. non-random Mating (ผสานพันธุ์ไม่สุ่ม)

→ เลือกคู่ส่ง [Positive - phenotype เช่นเดียวกัน
Negative - phenotype ต่างกัน]



2. Mutation *

~~สูญเสีย~~

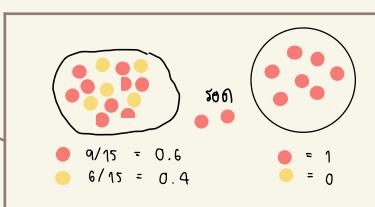
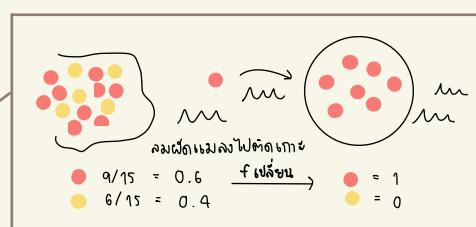


3. Genetic Drift

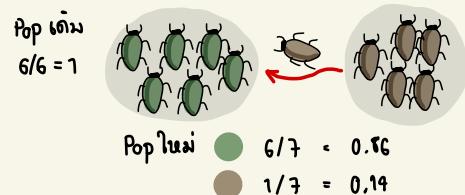
- Founder Effect "ปริมาณคนผู้ตั้งค่าน้ำ"

- the bottleneck Effect "คอดช่อง"

→ กัณฑ์ศี, สายເຢະ



4. Gene flow - ໂອນຫັບຄ່າຍໍ່ໃນໄປທ່ອນ
* ພົມງານ Gene flow ພະນາ ຈະເກີດ specie ໃນມາ
ex. ດັນໄກຍເຕັງການກັບ ຊຳກັດ



5. Natural Selection → คัดเลือก phenotype ที่มีการแกร่งแข็งเก่งกว่า แมลงส่วนอื่นๆ
คัดเลือก phenotype ที่ไม่แข็งแกร่งอ่อนล้า กะประชาก

- 1) សິນເຊື້ອຫາສີຄວາມແປຣຜັນກາງພັນຖຽມ 3) ກົດພາກຮຳກ່າວ
 2) ຜຳຕະລູກໄດ້ໂທກກໍາຈຳເນັນລູກທີ່ຮອດຄົງໂຕເຕີມວ່ຍ 4) ເກີດກາຮັບເງິນ ແກ່ງໄເປ່ງ

ลักษณะการระดับมนตรี

- ### 1. Allopatric speciation (ອຸປະນະລະດວກເວດນໍ້າ)

- លំណកយោរកតុវា Geographic barrier ប្រជាករចាញេភ័ព [Natural selection] \rightarrow speciation

- ## 2. Sympatric speciation (ສົກພບໃນພໍ່)

၁၂၁

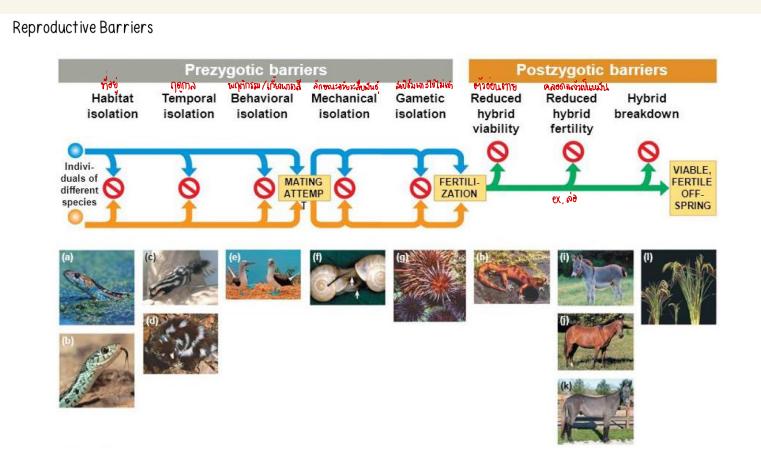
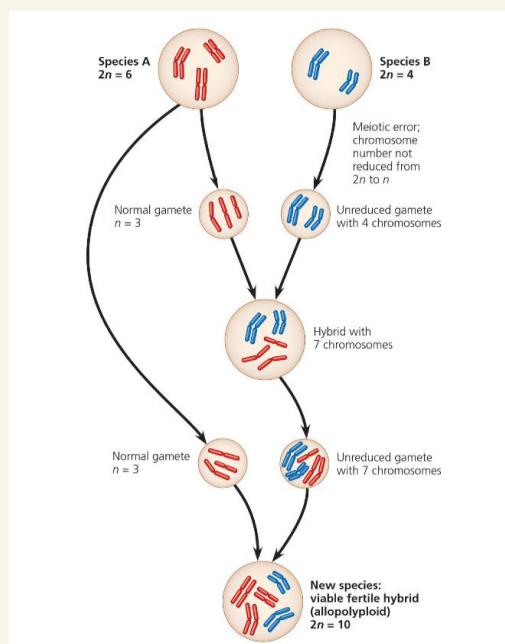
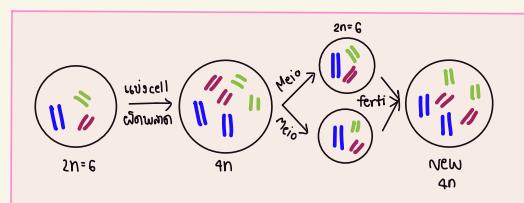
- 1) polyploid

- Autopoly ploid

(Chromosome > 2n , ພ່ອແນ່ມ່ຈະນີຕະເຖິງວກົນ)

- Allopolyploid

(Chromosome > 2n, พ่อแม่ต่างชั้นเดียวกัน) เกตุทางกัว



- 2) habitat differentiation
 - 3) sexual selection

ประชาก & ระบบบินเคน

ประชากค่าสหวัฒะระบบบินเคน

ประชาก " species + habitat + time "

1. ขนาดประชาก - ขึ้นกับอัตราเกิด/ตาย + immigration + emigration

2. ความแน่นแน่นประชาก ดี 2 ประมาท [แขขับ - เที่ยบกับ พท. ทั้งหมด
L การคำนวณ]
แข็งนิ่งศ - เที่ยบกับ พท. จริง

สูตร :

$$\frac{M_1 \times T}{M_2}$$

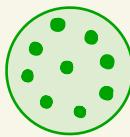
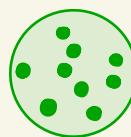
[ทางเดียว → ให้บันทึกไว้เรื่อยๆ ex. พืช]

mark and capture method → ใช้เป็นลักษณะ จับสัตว์มารับแรก M_1 , ต่อ ที่ mark แล้วปล่อยไปทั้งหมด จับมาอีกครั้ง T ต่อ ผู้จับงานสัตว์ที่มีเครื่องหมาย M_2 ต่อ

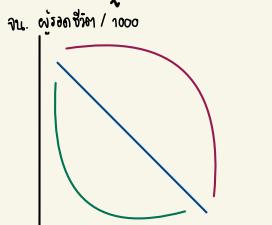
3. การแพร่กระจาย 3 รูปแบบ สัมพันธ์กับ limiting factors

- 1) random - factor ลูกอมล้มบูรدن์ อยู่ที่ไหนก็แพลง่อนกัน
- 2) clumped - factor กระหายไม่สม่ำเสมอ
- 3) Uniform - factor หาดเคลนถ้านที่ว่าง

ภายในสภาพ - pH ดิน น้ำ แสง
ภายนอกสภาพ - ผู้ล่า อาหาร
ภัยคุกคาม



4. อัตราการอซูรัดของประชาก



เจ็ง - เกิดรอดตัว ex. ปลา หน่าย

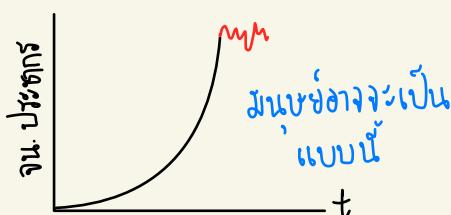
ม่วง - เกิดรอดลูก ex. คน mammal

หัวเงิน - อัตราการอซูรัดคงที่ ex. เช่า ไฟต์ฟิช นา

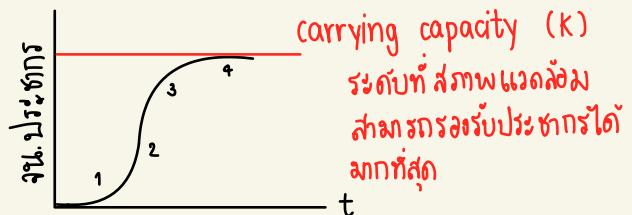
5. รูปแบบการเพิ่มขึ้นของประชาก → การลึบพันธุ์มีผล

1) exponential growth (J)

2) logistic growth (S)

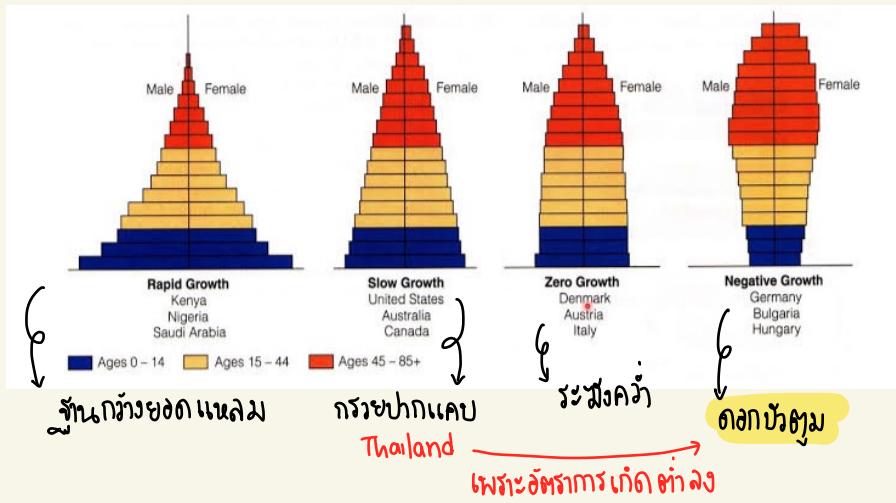


- ภาวะที่ไม่มีปัจจัยจำกัด " ศรีทันทานสั่งແກล้อม "
- ที่ปลาย J จะเริ่มเต้นไว้ สลับกัน สูงต่ำ irruptive growth



- 1) เพิ่มขึ้นอย่างต่ำ
- 2) เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว
- 3) เพิ่มขึ้นอย่างต่ำ
- 4) แทบไม่เพิ่ม
- ภาวะที่มีศรีทันทานสั่งແກล้อม.

๖. โครงสร้างประชากร



กลุ่มสัมผัสร่วม community - ประชากรน่วยชั้นต่อชั้นร่วมกัน มีปัจจัยร่วมกัน species

1. ปัจจัยร่วมกัน species

- Symbiosis → coevolution
- parasitism (+/-)
 - parasit [endoparasite - พยาธิ | host [principal = สัมผัสร่วมกันในนี้
 - ectoparasite - เนื้อ เน่า | intermediate = ไม่สัมผัสร่วมกันในนี้
 - intracellular parasite ไวรัส
 - commensalism (+/0) ex. เหาฉานกับฉาน , กบบนใบบัว
 - mutualism (+/+) **แยกไม่ได้** ex. ปลวกกับโพธิ์ชาติ
 - predation (+/-) ความลึมพันธุ์รูปแบบนี้มีประโยชน์มาก → ให้ความสัมภูมิ
 - proto cooperation (+/+) **แยกได้** ex. ตอกไก่มีกับแมลง
 - neutralism (0/0) เป็นกลาง (ไม่เกี่ยวข้อง)
 - antibiosis (0/-) ต้าน → หลังสารเคมีเข้มข้น อีกฝ่าย
 - competition (-/-) แก่งแข่ง

2. ปัจจัยร่วมกัน ใน species เดียวกัน

- competition
- communication สื่อสารผ่านกลิ่น เสียง ไฟฟ้า
- social interaction จัดระเบียบผสุก

3. การเปลี่ยนแปลงแทนที่กลุ่มสัมผัสร่วม

- primary ไม่เคยมีสัมผัสร่วมมาก่อน 例: ไลเดน บูกเบิก
- secondary พื้นที่ที่ถูกทำลาย 例: บูกเบิก

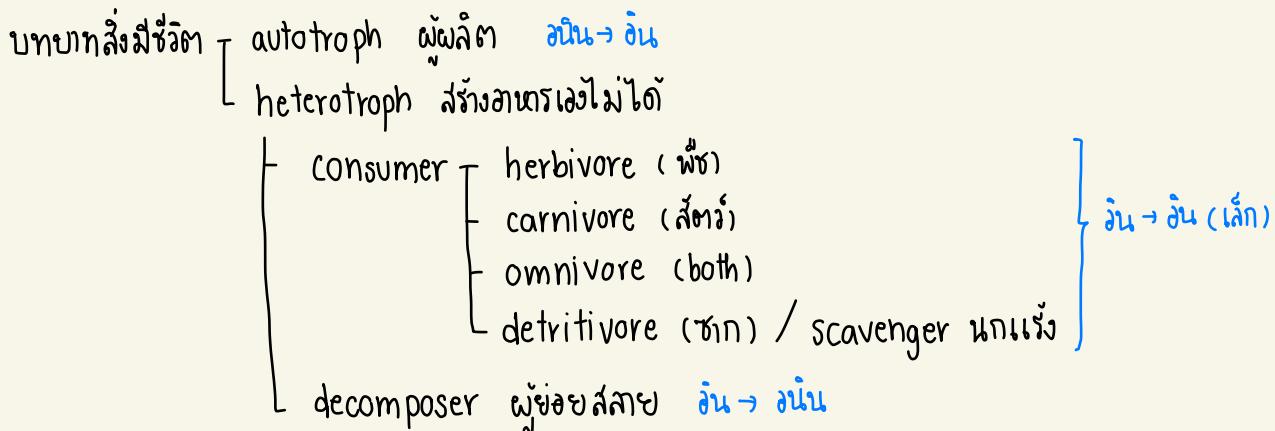


ระบบชุมชน (community + environment) กับแนวคิด "ปรัชญาพน + อุณหภูมิเคลื่อน"

1. การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อม

- 1) สัณฐานวิทยา - ปรับโครงสร้างให้สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ex. กระบวนการพาร์คเมือง
- 2) สิริวิทยา - การทำงานของร่างกาย ex. น้ำมันต่อเมือง เกลือ
- 3) พฤตกรรม - จำศีล, อะพอยด์

2. การถ่ายทอดพลังงาน (มาศัยกุ 10%)



จัดเป็น food chain → ซึ่งซ้อน → food web



3. พัฒนา

- 1) จำนวน (ตัว/พื้นที่)
- 2) มวลชีวภาพ (มวล / พื้นที่)
- 3) พลังงาน (พลังงาน/พื้นที่/เวลา) * ขั้นมากลับบัง *

* biomagnification ญี่ปุ่น มีสารพิษระดับสูง Cons. สุดท้ายมีสารพิษมากที่สุด *

มนุษย์ความชั่งชั่น

มลพิษทางน้ำ

$$\left\{ \begin{array}{l} DO = O_2 \text{ ที่ละลายน้ำ} < 3 \text{ mg/L} \text{ แห้งเสีย} \\ BOD = O_2 \text{ ที่} \text{ จุลินทรีย์} \text{ ใช้ละลายน้ำ} \text{ สารอินทรีย์} \text{ ในน้ำ} > 100 \text{ mg/L} \text{ แห้งเสีย} \\ COD = O_2 \text{ ที่} \text{ สารเคมี} \text{ ใช้ละลายน้ำ} \text{ สารอินทรีย์} \text{ ในน้ำ} \quad COD > BOD \text{ เช่นกัน} \end{array} \right.$$

O_2 ยังน้ำปากต์ สารอื่นย่อย น้ำเนมเน่า - **

ชนิดพันธุ์ต่างกัน

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ไม่รกราน} \rightarrow \text{ดีต่อเศรษฐกิจ} \\ \text{รกราน} \rightarrow \text{เดือดร้อนพันธุ์ท้องกัน} \end{array} \right.$$