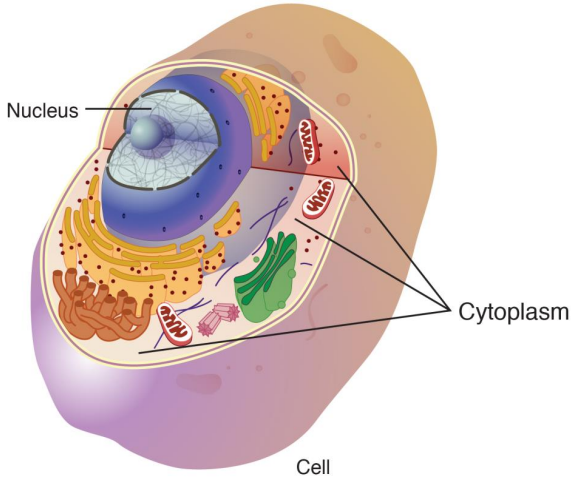
โพรโทพลาซึม

นิวเคลียส (Nucleus)

ไซโทพลาซึม (Cytoplasm)

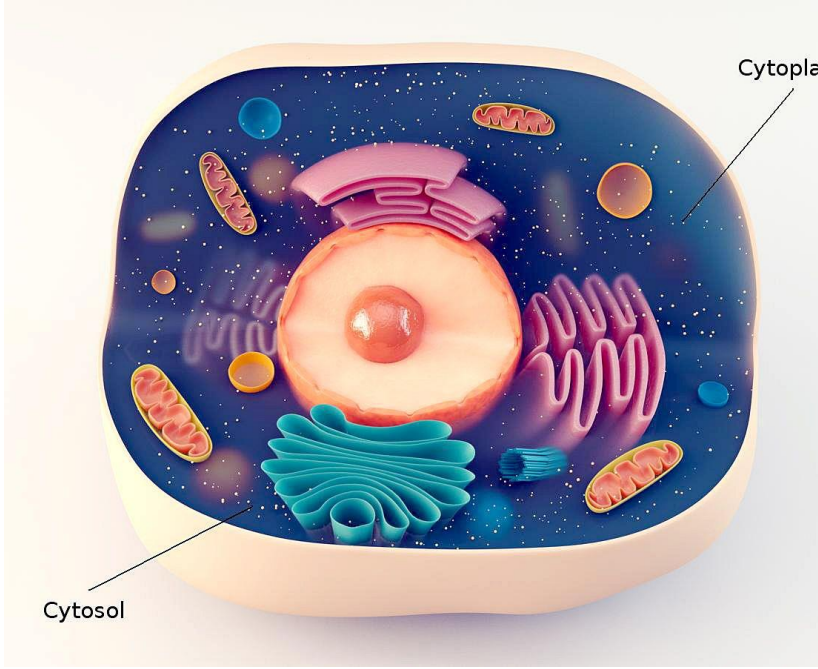
อยู่ระหว่างนิวเคลียสและเยื่อหุ้มเซลล์ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของเหลว (Cytosol) และส่วนของแข็ง (Organelle)

- ไซโทซอล (Cytosol) เป็นของเหลวที่ละลายด้วยเอนไซม์และสารอาหารต่าง ๆ
- ออร์แกเนลล์ (Organelle) เป็นอวัยวะของเซลล์เพราะเป็นองค์ประกอบที่ทำหน้าที่ต่าง ๆ

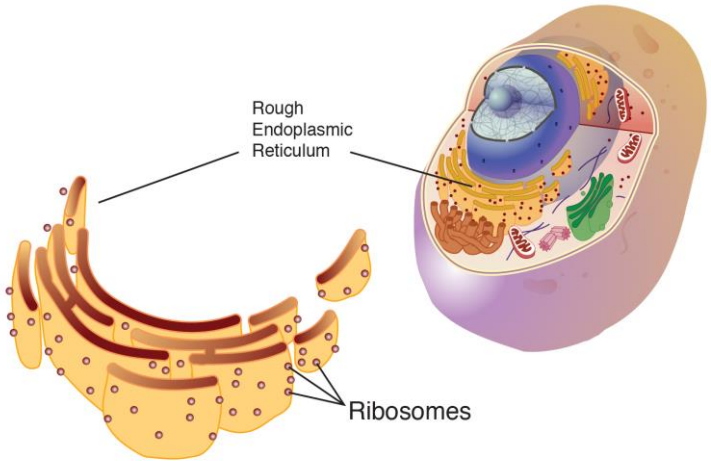


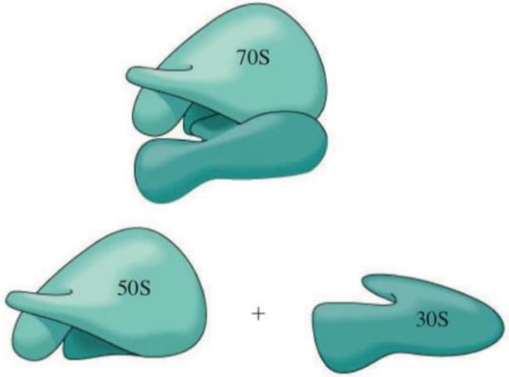
ไซโทซอล (Cytosol)

เป็นส่วนของไซโทพลาซึม มีลักษณะเป็นสารกึ่งแข็งกึ่งเหลว มีอยู่ประมาณร้อยละ 50-60 ของปริมาตรเซลล์ทั้งหมด ไซโทซอลที่อยู่ติดกับเยื่อหุ้มเซลล์เรียกว่า เอ็กโทพลาซึม (Ectoplasm) ไซโทซอลบริเวณด้านใน เรียกว่าเอนโดพลาซึม (Endoplasm) ไซโทซอลเป็นที่อยู่ของออร์แกเนลล์ต่าง ๆ และโครงสร้างอื่น ๆ เช่น เม็ดไขมัน เม็ดสี ในเซลล์สัตว์ ergastic substance ในเซลล์พืช

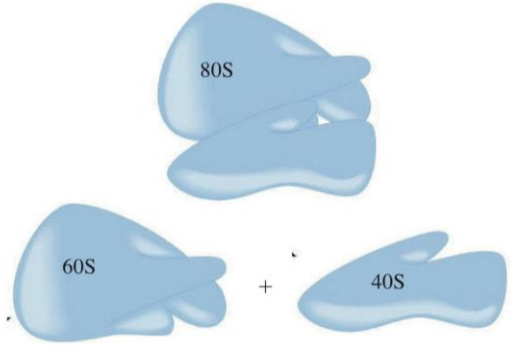


ออร์แกเนลล์ที่ไม่มีเยื่อหุ้ม (Nonmembranous organelle)

ชื่อออร์แกเนลล์	รายละเอียด
1. ไรโบโซม (Ribosome)  	- หน้าที่หลัก : สร้างโปรตีน ทั้งโพรคาริโอตและยูคาริโอต - หน่วยย่อย : มี 2 หน่วย คือ หน่วยใหญ่และหน่วยเล็ก - สร้างจากนิวคลีโอลัสในนิวเคลียส ประกอบด้วยโปรตีนและ RNA - ไรโบโซมที่เกาะกับ ER สร้างโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์หรือส่งออกนอกเซลล์ ส่วนไรโบโซมที่อยู่ในไซโทซอลทำหน้าที่สร้างโปรตีนที่ใช้ภายในเซลล์



ก. ไรโบโซมของเซลล์โพรแคริโอต



ข. ไรโบโซมของเซลล์ยูแคริโอต

โพรคาริโอตจะมีไรโบโซมขนาด 70s ยูคาริโอตจะมีไรโบโซมขนาด 80s

ไรโบโซมแต่ละหน่วยจะประกอบด้วย 2 หน่วยย่อย (subunit) ไรโบโซมที่มีขนาดใหญ่จะมีค่าความเร็วในการตกตะกอนมากกว่าไรโบโซมที่มีขนาดเล็ก

ค่าความเร็วในการตกตะกอนมีหน่วย เรียกว่า สวิดเบิร์ก (svedberg unit : S)

ตำแหน่งที่พบ

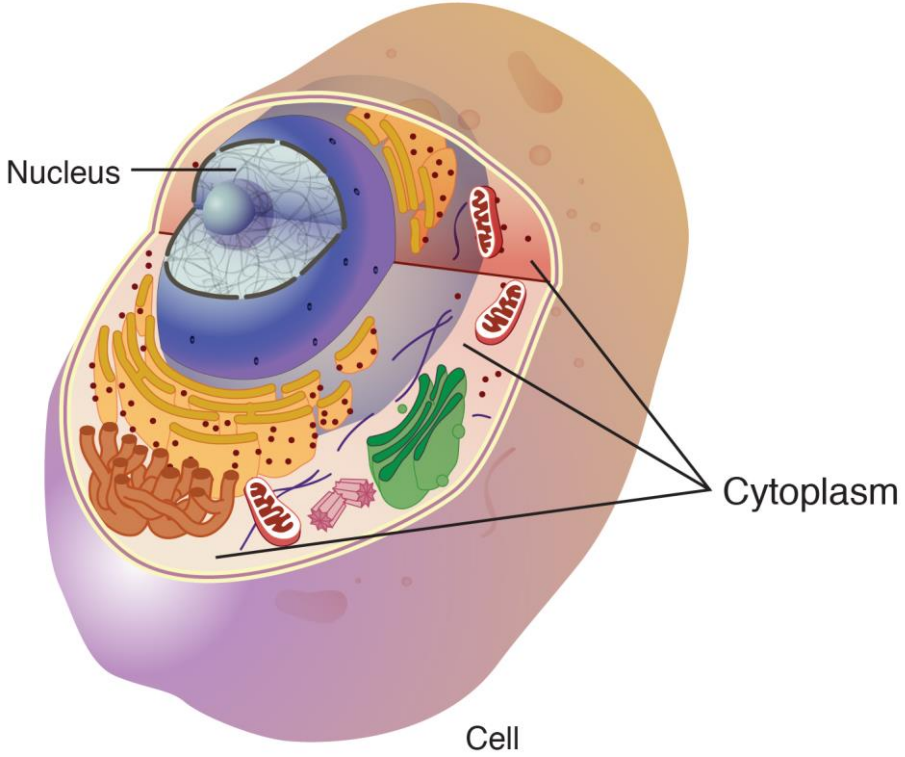
เกาะกับ RER (Fix ribosome)

ลอยอยู่ใน Cytoplasm (Free ribosome)

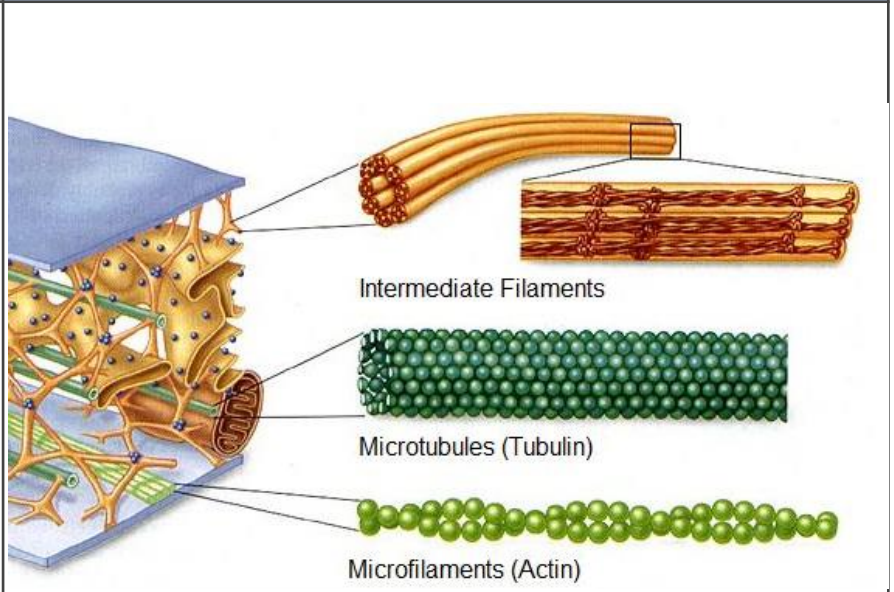
เกาะที่ Nuclear membrane

อยู่ใน Mitochondria (70S)

อยู่ใน Chloroplast (70S)



ออร์แกเนลล์ที่ไม่มีเยื่อหุ้ม (Nonmembranous organelle)

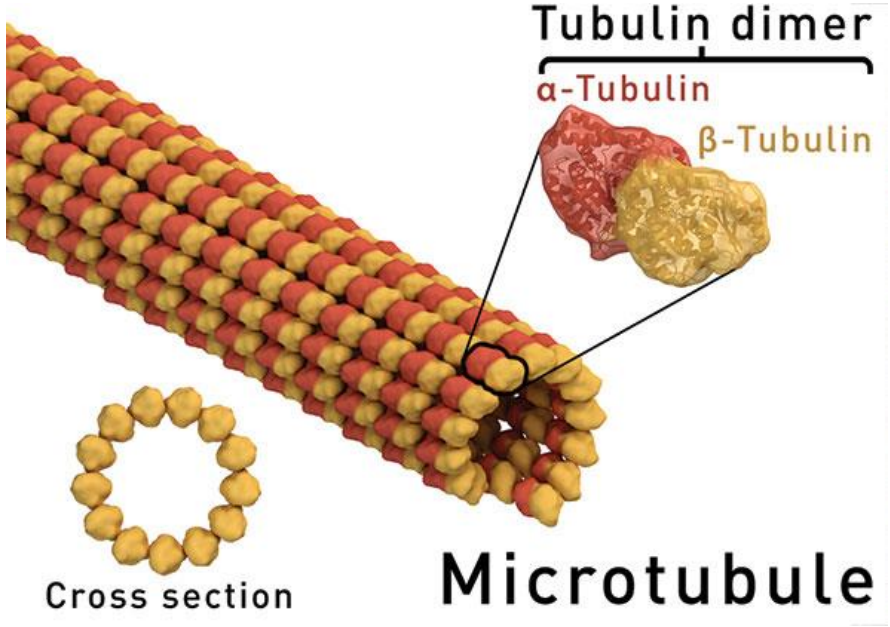
ชื่อออร์แกเนลล์	รายละเอียด
2. ไซโทสเกเลตอน (Cytoskeleton) มี 3 ชนิด เรียงตามขนาดใหญ่ไปเล็ก 1. ไมโครทูบูล (Microtubule) 2. อินเทอร์มีเดียทฟิลาเมนท์ (Intermediate filament) 3. ไมโครฟิลาเมนท์ (Microfilament)	

1. microtubule ขนาดใหญ่สุด

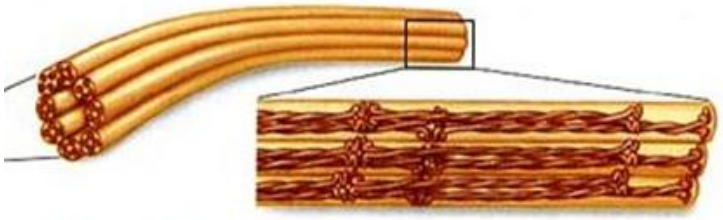
ประกอบจากหลอดโปรตีนขนาดใหญ่ชื่อโปรตีน tubulin พบใน cytoplasm centriole cilia flagellum

ทำหน้าที่เกี่ยวกับ

- ช่วยลำเลียงสารต่าง ๆ ในเซลล์ เช่น ลำเลียงถุง vesicle ลำเลียง organelle
- เป็นโครงสร้างให้แก่ flagellum, cilia, basal body, centriole
- เป็นเส้นใยสปินเดิล (spindle fiber) ช่วยในการแบ่งเซลล์



2. intermediate filament

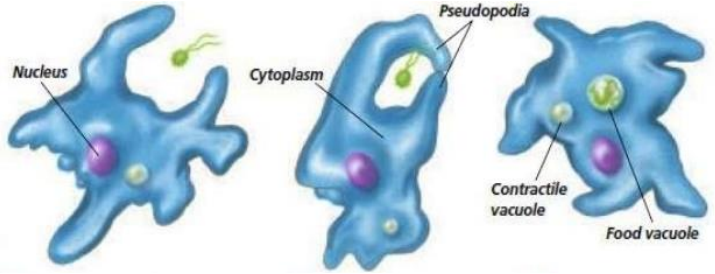

Intermediate Filaments

เป็นสายโปรตีน keratin เล็ก ๆ สี่สายพันบิดเป็นเกลียว

ทำหน้าที่เกี่ยวกับ

- ช่วยให้ออร์แกเนลล์ต่าง ๆ อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม และค้ำจุนเซลล์
- ช่วยสร้าง Gap junction

★ โปรตีน Keratin พบได้ใน ขน เล็บ



3. microfilament

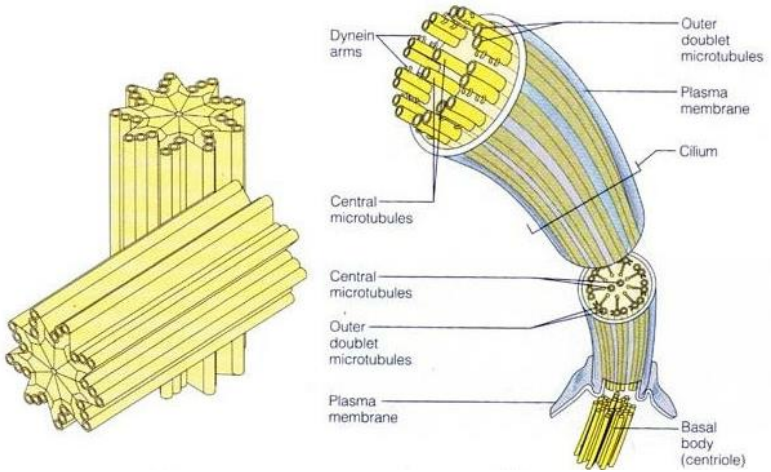
ประกอบด้วยเส้นใยโปรตีน actin ที่มีขนาดเล็ก (อาจเรียกว่า actin filament)

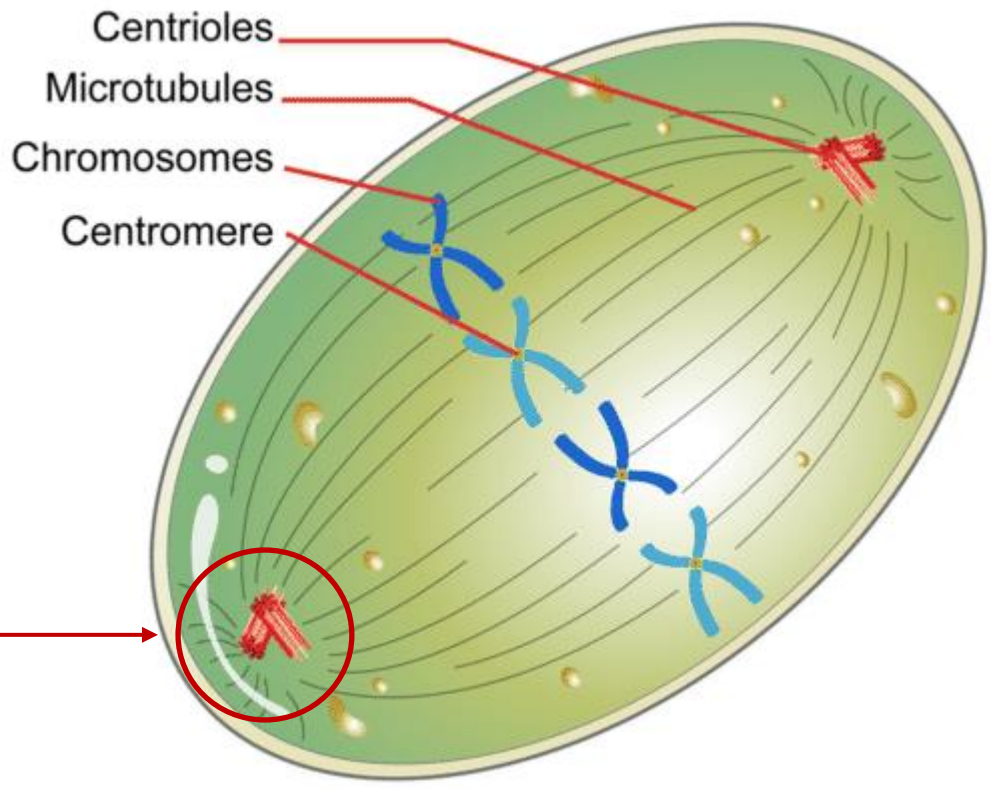
ทำหน้าที่เกี่ยวกับ

Microfilaments (Actin)

- ช่วยค้ำจุน Microvilli ของลำไส้เล็ก
- ช่วยในการไหลเวียนของ cytoplasm เรียก cyclosis หรือการสร้างเท้าเทียม pseudopodium (เช่น การเคลื่อนที่แบบ amoeboid ของอะมีบา หรือการกินเชื้อโรคของ macrophage)

ออร์แกเนลล์ที่ไม่มีเยื่อหุ้ม (Nonmembranous organelle)

ชื่อออร์แกเนลล์	รายละเอียด
3. เซนทริโอล (centriole) 	- มีลักษณะเป็นทรงกระบอก ประกอบจากหลอด microtubule 2 อัน วางตั้งฉากกัน - หน้าที่ สร้าง spindle fiber (microtubule) ช่วยดึงโครโมโซมให้แยกออกจากกันได้ในขณะแบ่งเซลล์



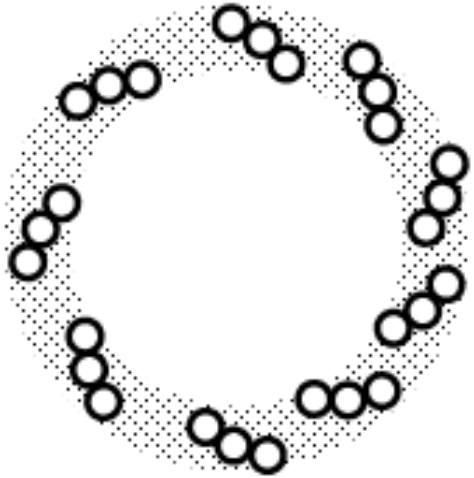
centrosome คือบริเวณรอบ ๆ centriole

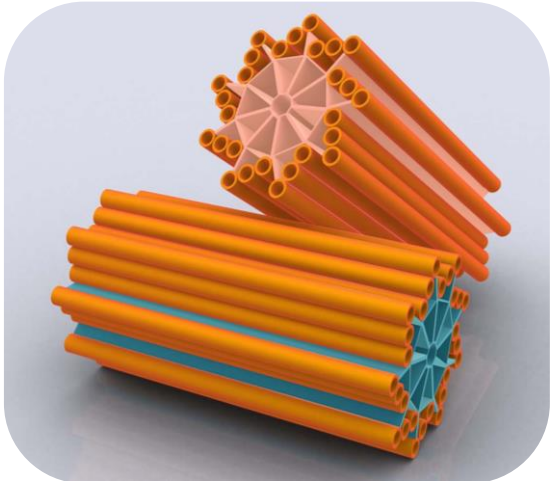
พืชไม่มี centriole แต่ยังมี centrosome จึงพบการสร้างเส้นใยสปินเดิลได้

centriole ประกอบด้วย

หลอดโปรตีน microtubule 9 ชุดด้านนอก (ชุดละ 3 หลอด) ตรงกลางไม่มีหลอด microtubule

เรียกสูตรการเรียงตัวนี้ว่า 9+0 = 27

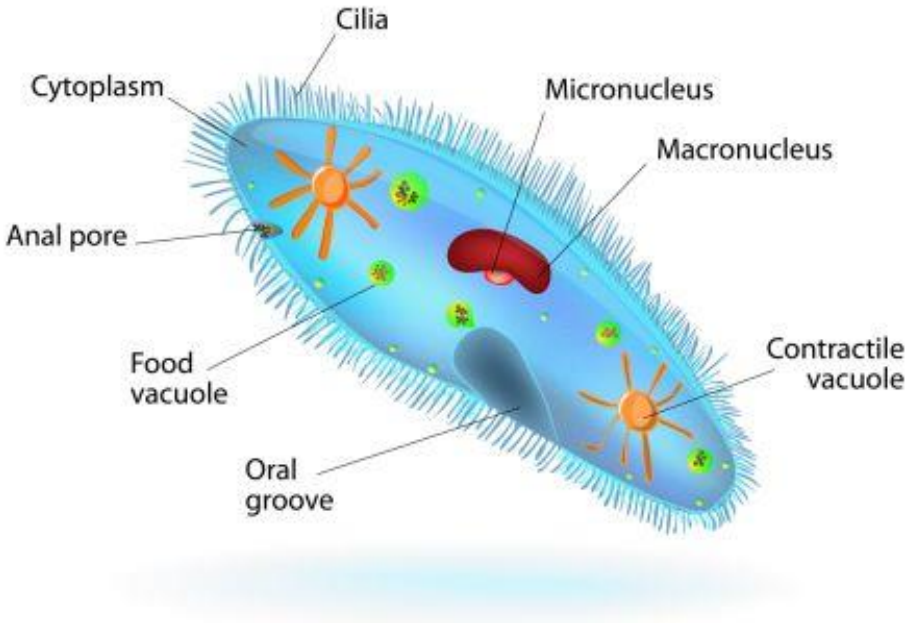




การเรียงตัวนี้ยังพบได้ที่ส่วนฐานของ cilia และ flagella (เรียกว่า basal body)

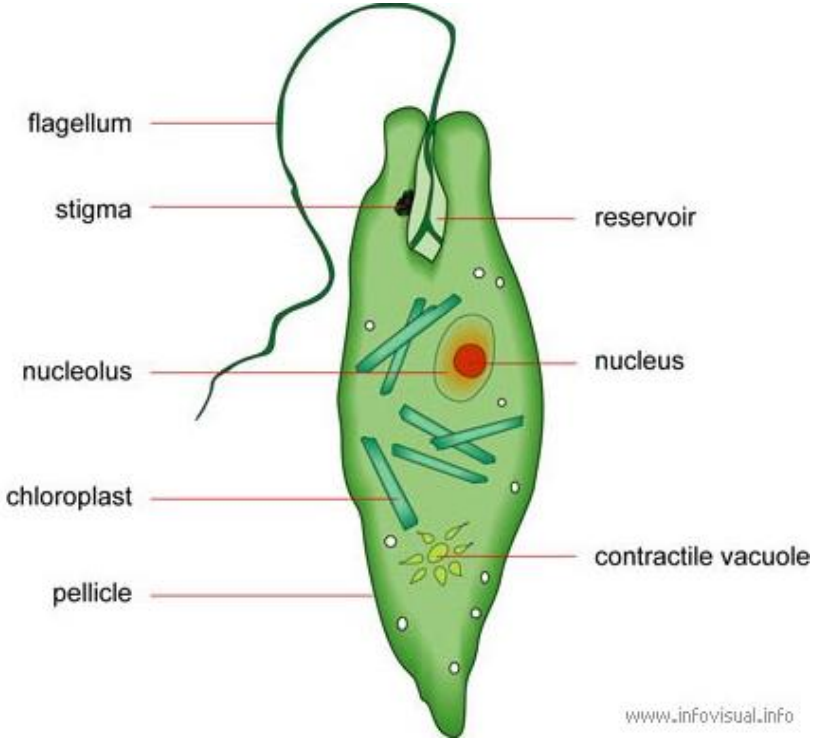
cilia

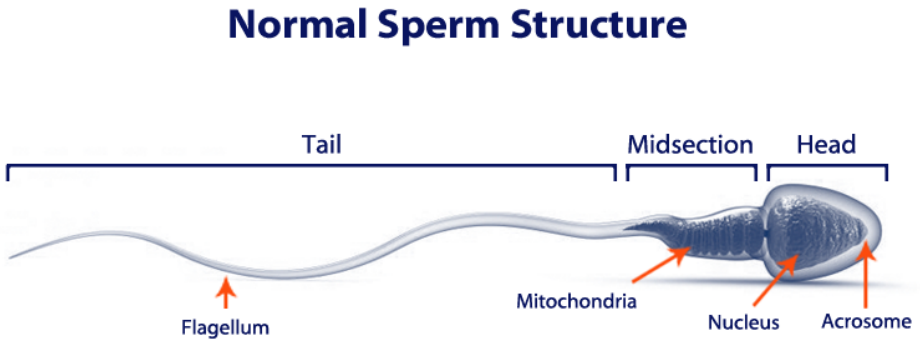
โครงสร้างที่ช่วยในการเคลื่อนที่ของ Paramecium ในคนพบที่หลอดลม (พัดเสมหะออก)
ท่อนำไข่ (พัดไข่ให้ไปมดลูก)



flagellum

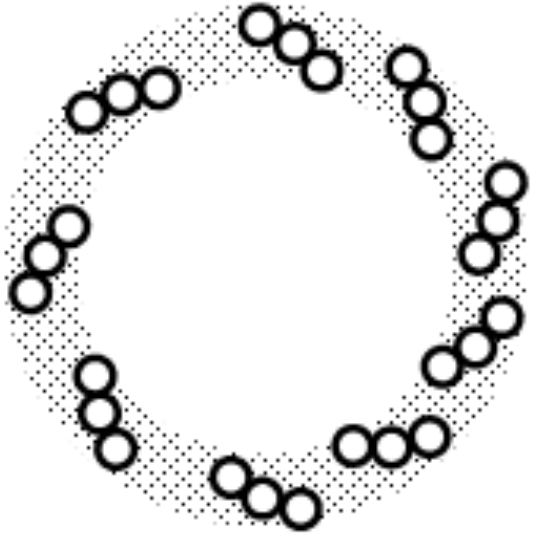
โครงสร้างที่ช่วยในการเคลื่อนที่ของ Euglena, Sperm และ Bacteria



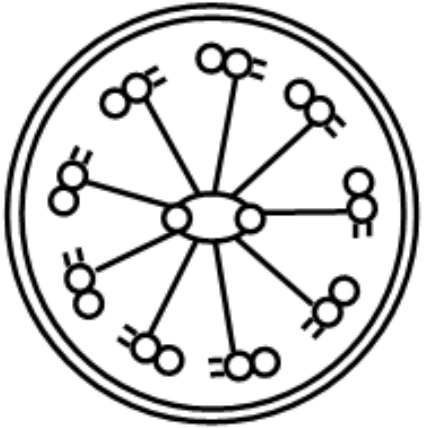


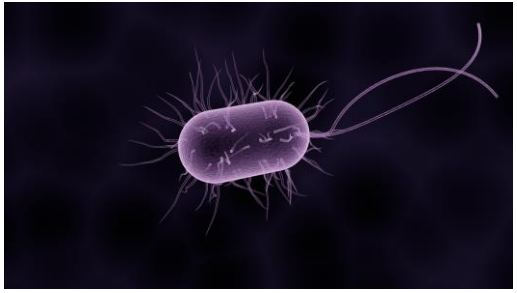
cilia และ flagella ก็ประกอบจาก microtubule เหมือนกัน แต่จะเรียงตัวต่างกันในแต่ละส่วน

โดยส่วนฐาน (basal body) จะเรียงเหมือน centriole คือ 9+0 = 27



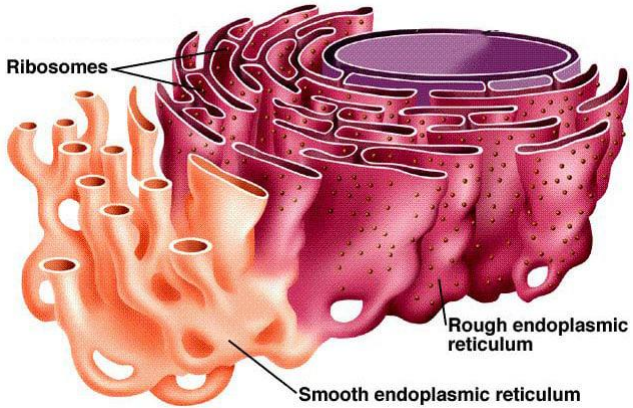
ส่วนอื่น ๆ จะเรียงเป็น 9+2 = 20





flagella ของ Bacteria ไม่ได้สร้างมาจาก microtubule

ออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 1 ชั้น (Unimembranous organelle)

ชื่อออร์แกเนลล์	รายละเอียด
4. เอนโดพลาสมิก เรติคูลัม (endoplasmic reticulum; ER)  	แบ่งย่อยได้อีก 2 ชนิด 1. แบบผิวเรียบ smooth (SER) 2. แบบผิวขรุขระ rough (RER)

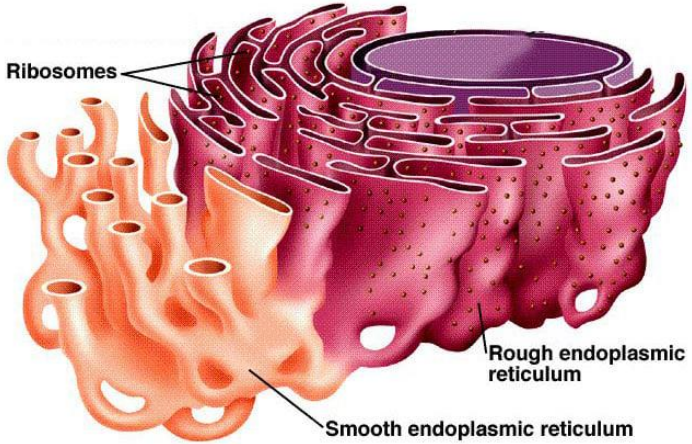
rough endoplasmic reticulum (RER)

คือ ER ผิวหยาบ เพราะติดอยู่กับนิวเคลียสมากกว่า SER จึงมี ribosome มาเกาะที่ผิวด้วย

<u>หน้าที่สำคัญของ RER</u>

1. สังเคราะห์โปรตีนเพื่อส่งออกนอกเซลล์ (การนำสารออกนอกเซลล์เรียกว่า exocytosis)
2. ลำเลียงสารต่าง ๆ จากเซลล์ไปนอกเซลล์โดยผ่าน Golgi body

RER พบมากที่ เซลล์สร้างน้ำย่อย เช่น เซลล์ในตับอ่อน เซลล์ต่อมน้ำลาย เซลล์ผนังกระเพาะ WBC

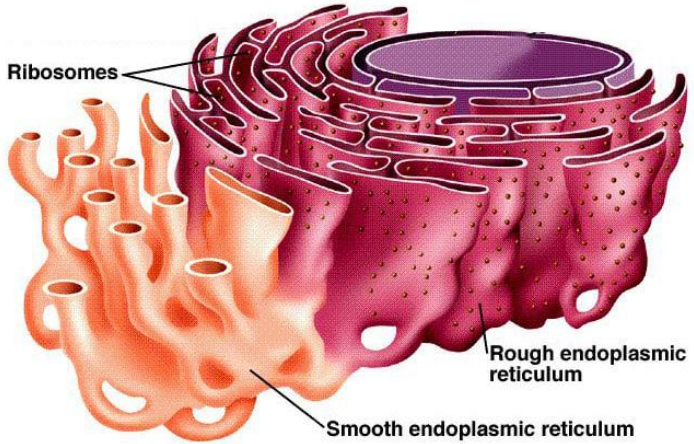


smooth endoplasmic reticulum (SER)

คือ ER ผิวเรียบ เพราะไม่มี ribosome มาเกาะ อยู่ห่างกับนิวเคลียสมากกว่า RER

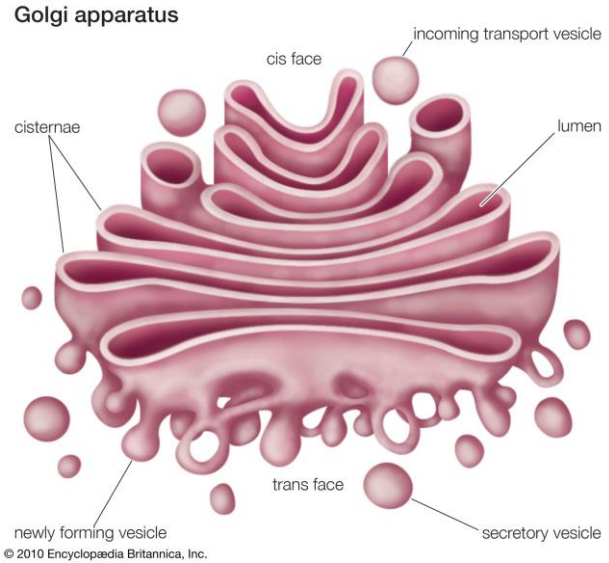
<u>หน้าที่สำคัญของ SER</u>

1. ช่วยกำจัดสารพิษจากยาบางชนิด หรือแอลกอฮอล์
2. สังเคราะห์สเตียรอยด์ เช่น ฮอร์โมนเพศ วิตามินดี องค์ประกอบของน้ำดีแล้วส่งออกนอกเซลล์ผ่าน Golgi body ได้เหมือน RER
3. ควบคุม Ca ในเซลล์กล้ามเนื้อ



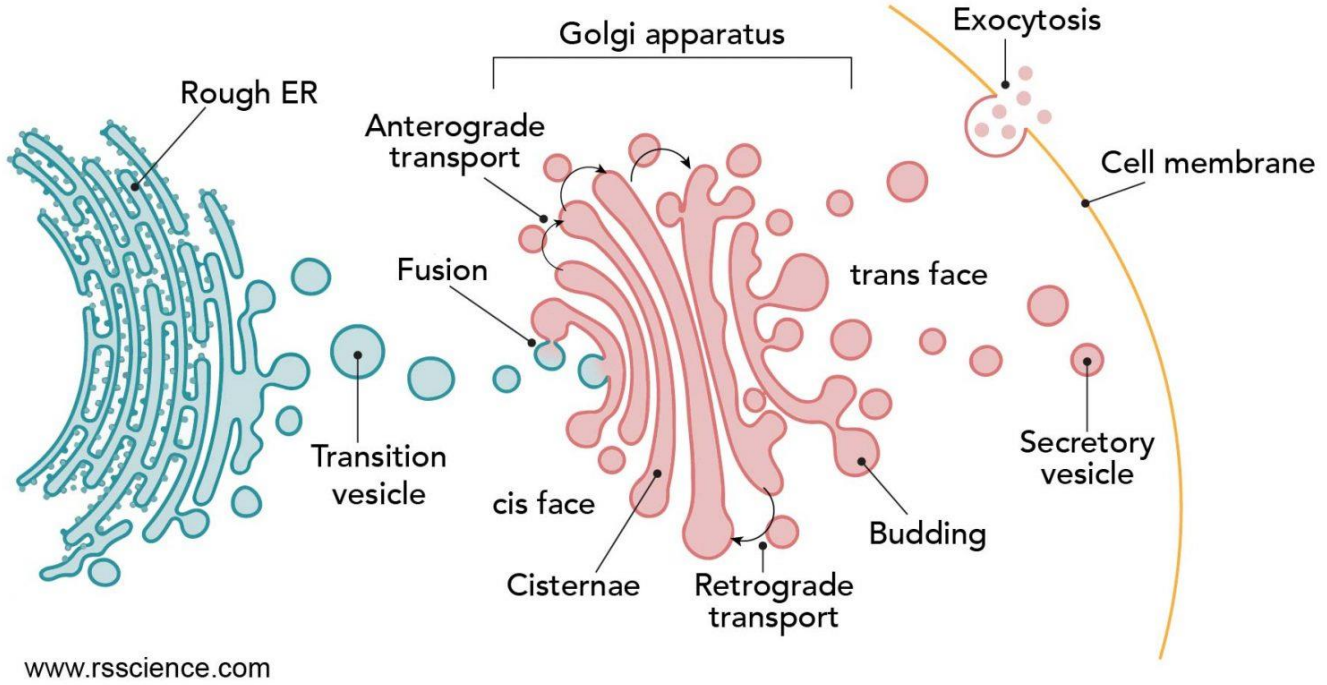
SER พบมากใน อวัยวะเพศ เลย์ดิกเซลล์ในเพศชาย รังไข่ในเพศหญิง ต่อมหมวกไตชั้นนอก ตับ (ตับช่วยกำจัดยาและสารพิษ)

ออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 1 ชั้น (Unimembranous organelle)

ชื่อออร์แกเนลล์	รายละเอียด
5. กอลจิคอมเพล็กซ์ (Golgi complex /Golgi body/Golgi apparatus)  	เป็นกลุ่มเยื่อหุ้มชั้นเดียวเรียงพับซ้อนกัน จนมีรูปร่างคล้ายจานหลายใบมาซ้อนกัน ด้านหนึ่งเป็นถุงแบน ๆ ด้านหนึ่งเป็นถุงโป่ง ๆ

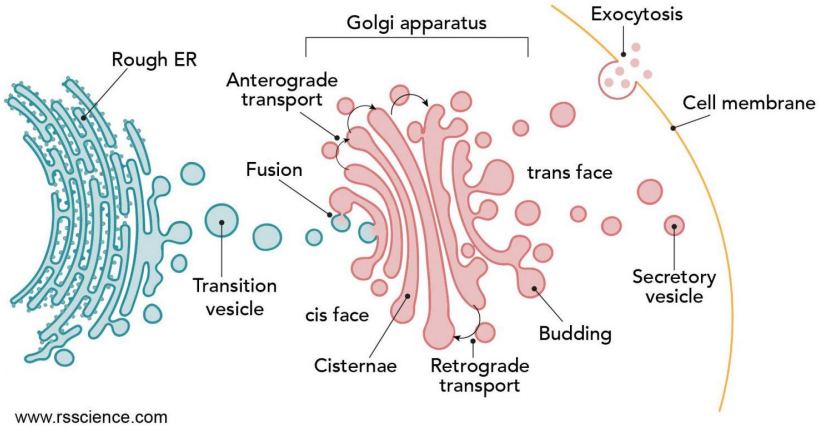
หน้าที่

1. สะสมสารต่าง ๆ เช่น รับโปรตีนที่ RER หรือสเตียรอยด์จาก SER แล้วส่งออกไปนอกเซลล์
2. เติมสารต่าง ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรตเข้าไปใน vesicle ก่อนนำส่งออกนอกเซลล์

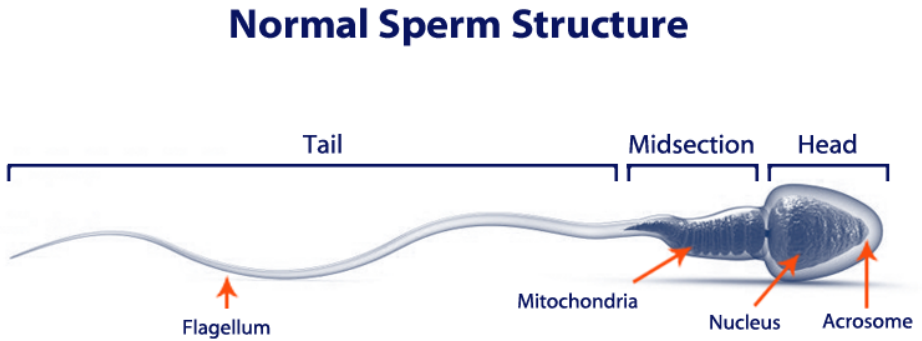


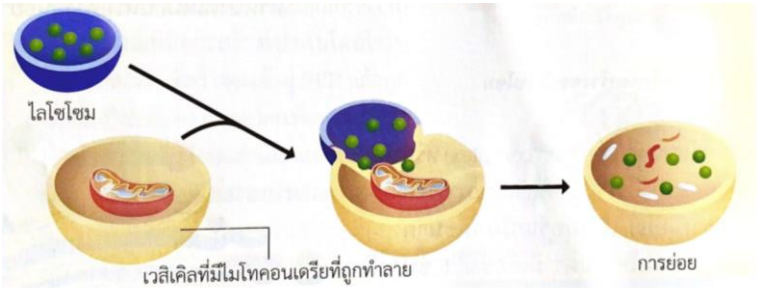
หน้าที่

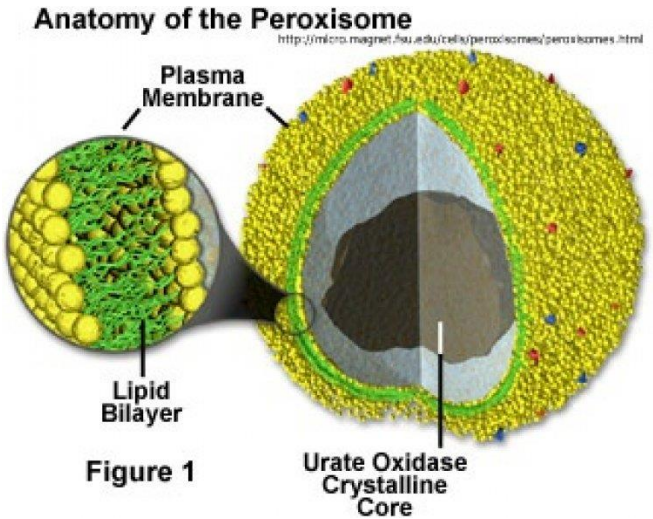
3. เกี่ยวกับการสร้าง acrosome ให้ sperm
4. เกี่ยวกับการสร้างเมือกต่าง ๆ และ enamel เคลือบฟัน
5. เกี่ยวกับการสร้าง lysosome
6. เกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ของเซลล์พืช
7. ทำงานร่วมกับ ER ในการสร้าง cell membrane



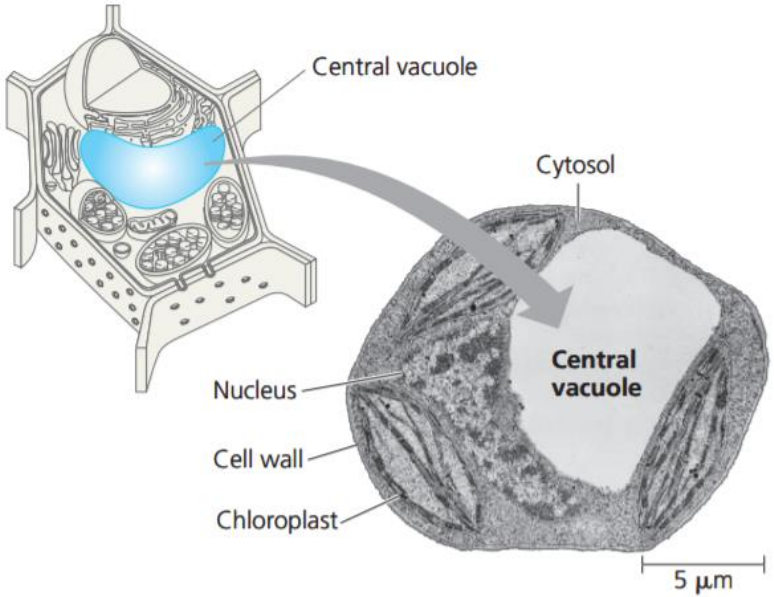
Golgi body พบมากที่เซลล์ที่มีการหลั่งสาร เช่น เซลล์ต่อมต่าง ๆ



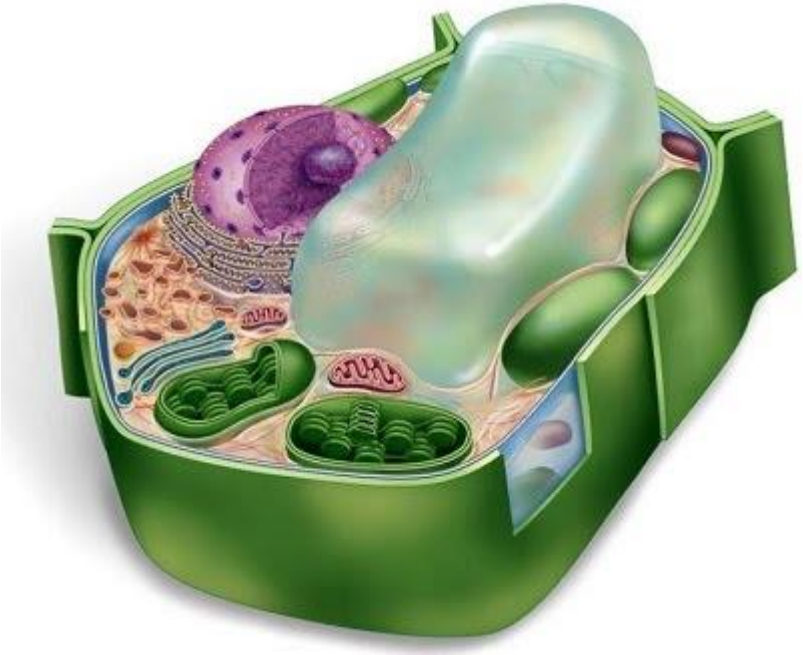
ออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 1 ชั้น (Unimembranous organelle)	
ชื่อออร์แกเนลล์	**รายละเอียด**
6. ไลโซโซม (lysosome)  	- สร้างมาจาก Golgi body - หน้าที่หลัก ย่อยสารและสิ่งที่เซลล์ไม่ต้องการ - ย่อยอาหาร โดยรวมกับ food vacuole ที่มีอาหารอยู่ - ย่อยเซลล์ตัวเอง โดยรวมกับ vesicle ที่บรรจุออร์แกเนลล์หมดอายุ หรือแตกออกเพื่อย่อยเซลล์ตัวเอง เช่น ลูกอ๊อดย่อยหางตัวเองทิ้งเพื่อเจริญต่อไปเป็นกบ (autolysis)

ออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 1 ชั้น (Unimembranous organelle)	
ชื่อออร์แกเนลล์	**รายละเอียด**
7. เพอร็อกซิโซม (peroxisome)  Figure 1	- สร้างมาจาก Golgi body - ภายในมีเอนไซม์ Catalase ใช้ในการสลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ซึ่งเป็นสารพิษให้กลายเป็นออกซิเจนและน้ำ หรือรวบรวมสารที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาที่ให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และเอนไซม์ต่างๆ ไว้ในเพอร็อกซิโซม เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตราย

ออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 1 ชั้น (Unimembranous organelle)

ชื่อออร์แกเนลล์	รายละเอียด
8. แวคิวโอล (vacuole)  	- คล้าย vesicle แต่ใหญ่กว่า มีหลากหลายหน้าที่ - food vacuole ใส่อาหารที่กินเข้ามาของโพรทิสต์บางชนิด - sap vacuole พบในพืช บรรจุสารต่าง ๆ เช่น รงควัตถุ เกลือแร่ - contractile vacuole รักษาดุลยภาพของน้ำ พบในอะมีบา พารามีเซียม

Sap vacuole



พบในพืชชั้นสูง สาหร่าย และราบางชนิด

เยื่อหุ้มชั้นเดียวมีชื่อเฉพาะว่า tonoplast

ภายในบรรจุของเหลว

Sap vacuole ของเซลล์พืชที่มีอายุมากจะมีขนาด 90% ของพื้นที่ทั้งหมด จะเรียกว่า Central vacuole

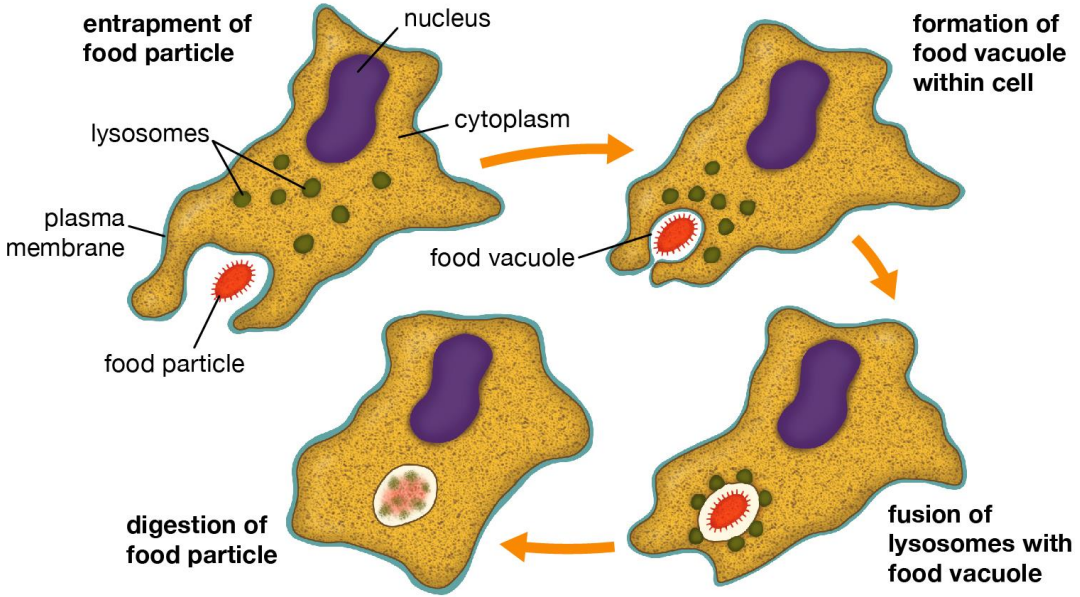
สารต่าง ๆ ใน Sap vacuole ประกอบด้วย

1. แก๊สต่าง ๆ 2. น้ำตาล 3. รงควัตถุ (pigment) 4. สารพิษ

Food vacuole

เป็นแวคิวโอลที่ใช้สำหรับลำเลียงสารอาหารเพื่อนำไปย่อยภายในเซลล์แต่ไม่ได้มีหน้าที่เก็บสะสม พบในเซลล์เม็ดเลือดขาวบางชนิดและโพรทิสต์บางชนิด

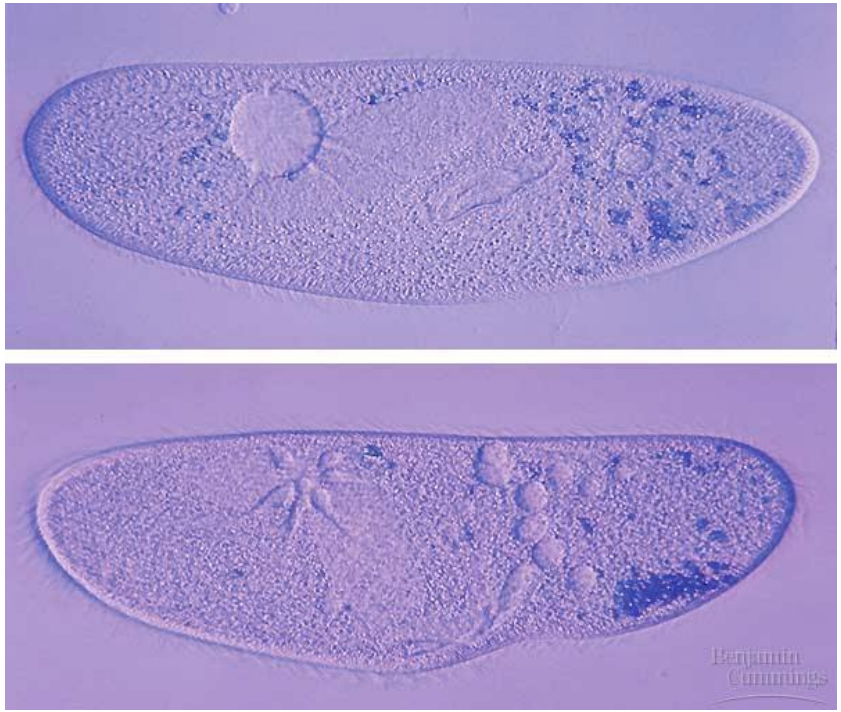
การกินอาหารของ Amoeba



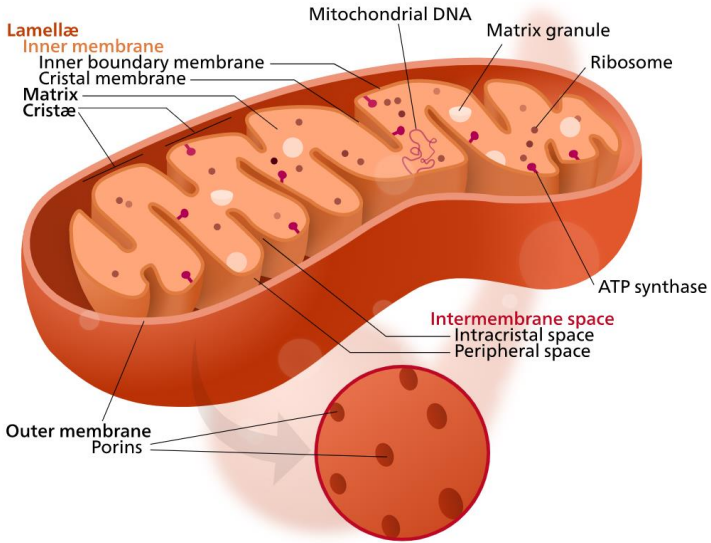
© Encyclopædia Britannica, Inc.

Contractile vacuole

พบเฉพาะในโพรซัว เช่น อะมีบา พารามีเซียม ช่วยรักษาดุลยภาพของน้ำ



ออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น (Bimembranous organelle)

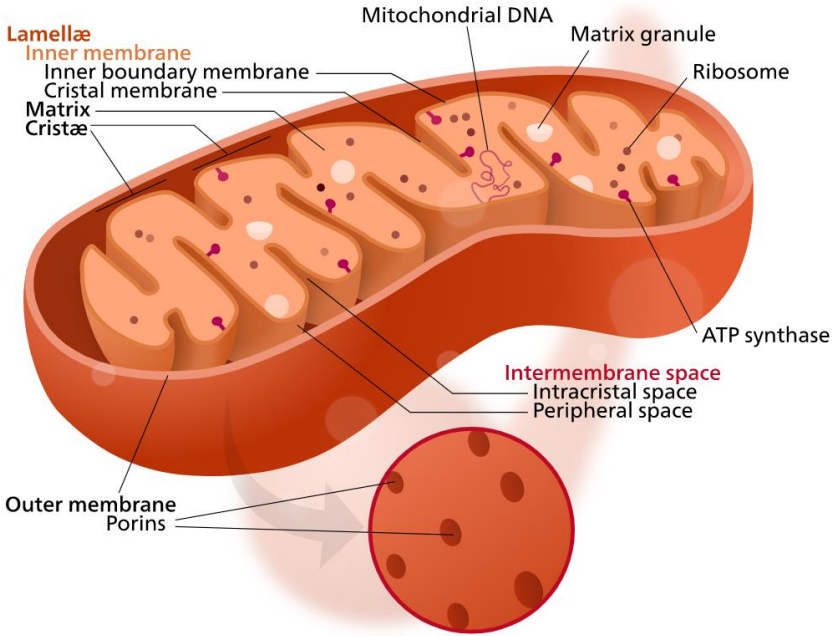
ชื่อออร์แกเนลล์	รายละเอียด
9. ไมโทคอนเดรีย (mitochondria)  	- หน้าที่หลัก เป็นแหล่งสร้างพลังงานของเซลล์ (ATP) โดยกระบวนการหายใจระดับเซลล์ - พบได้ทั้งในเซลล์สัตว์และพืช ไม่พบในเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์แบคทีเรีย - มี DNA เป็นของตัวเองแต่เป็นรูปวงแหวนและมีไรโบโซมอยู่ภายในด้วยแต่เป็นชนิด 70s เหมือนแบคทีเรีย - พบมากในเซลล์ตับ เซลล์กล้ามเนื้อ เซลล์ประสาท

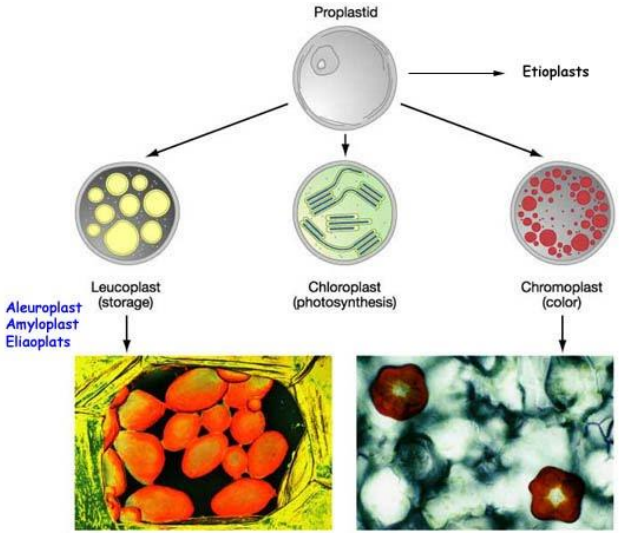
ชั้นนอก Outer membrane มีผิวเรียบ ควบคุมชนิดและปริมาณของสารที่จะผ่าน

ชั้นใน inner membrane มีส่วนที่พับเข้าไปข้างในคล้ายนิ้วมือ เรียก cristae

ช่องระหว่างเยื่อหุ้มสองชั้นเรียก intermembrane space เยื่อชั้นในเป็นแหล่งผลิต ATP

ภายใน Mitochondria มีของเหลวอยู่ เรียกว่า matrix



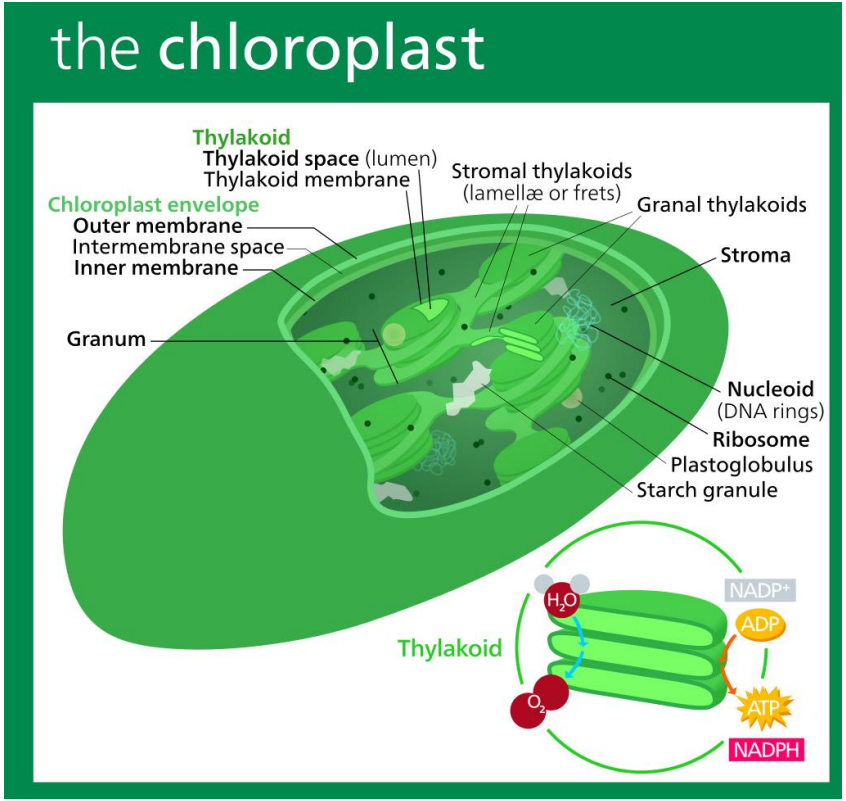
ออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น (bimembranous organelle)	
ชื่อออร์แกเนลล์	**รายละเอียด**
10. พลาสติด (plastid)  	ลิวโคพลาสต์ (leucoplast) ไม่มีสี มีหน้าที่สะสมแป้ง น้ำมัน หรือโปรตีน โครโมพลาสต์ (chromoplast) มีสีส้มแดง เพราะมีรงควัตถุพวกแคโรทีน (carotene) หรือมีสีน้ำตาลเหลือง เพราะมีรงควัตถุพวกแซนโทฟิลล์ (xanthophyll) คลอโรพลาสต์ (chloroplast) มีสีเขียว จะมีรงควัตถุพวกคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) มีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

Chloroplast มี DNA ของตัวเองแต่เป็นรูปวงแหวน และมีไรโบโซมอยู่ภายในด้วย แต่เป็นชนิด 70s เช่นเดียวกับไมโทคอนเดรีย

เยื่อชั้นนอก Outer membrane จะทำหน้าที่เหมือนของ mitochondria

เยื่อชั้นใน inner membrane เยื่อจะยื่นเข้าไปและซ้อนกันเป็นแผ่น ๆ คล้ายจานมาซ้อน ๆ กันเรียกว่า granum แต่ละชั้นที่ซ้อนกันเรียก thylakoid ซึ่งเป็นที่อยู่ของ chlorophyll

ของเหลวใน chloroplast เรียกว่า stroma



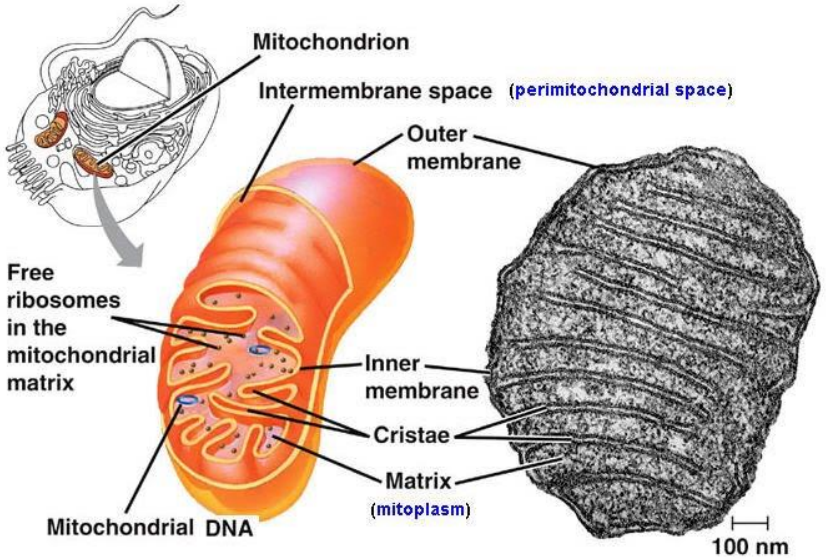
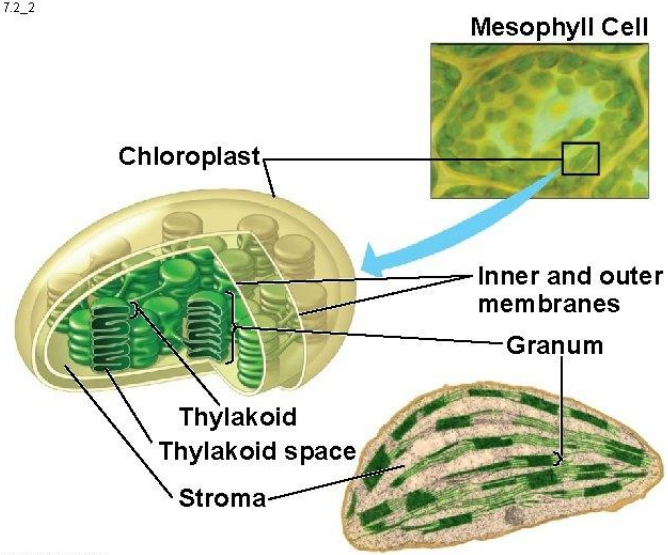


Figure 7.2_2



© 2018 Pearson Education, Inc.

นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าไมโทคอนเดรีย และ คลอโรพลาสต์ เป็นสิ่งมีชีวิตพวกโพรคาริโอต ซึ่งมีขนาดเซลล์เล็กกว่ายูคาริโอตมาก เข้ามาอาศัยอยู่ในเซลล์ยูคาริโอต และมีวิวัฒนาการร่วมกันมายาวนานจึงอยู่ร่วมกันตลอดมา โดยหลักฐานที่สนับสนุนแนวคิดดังกล่าว มี 3 ประการ คือ

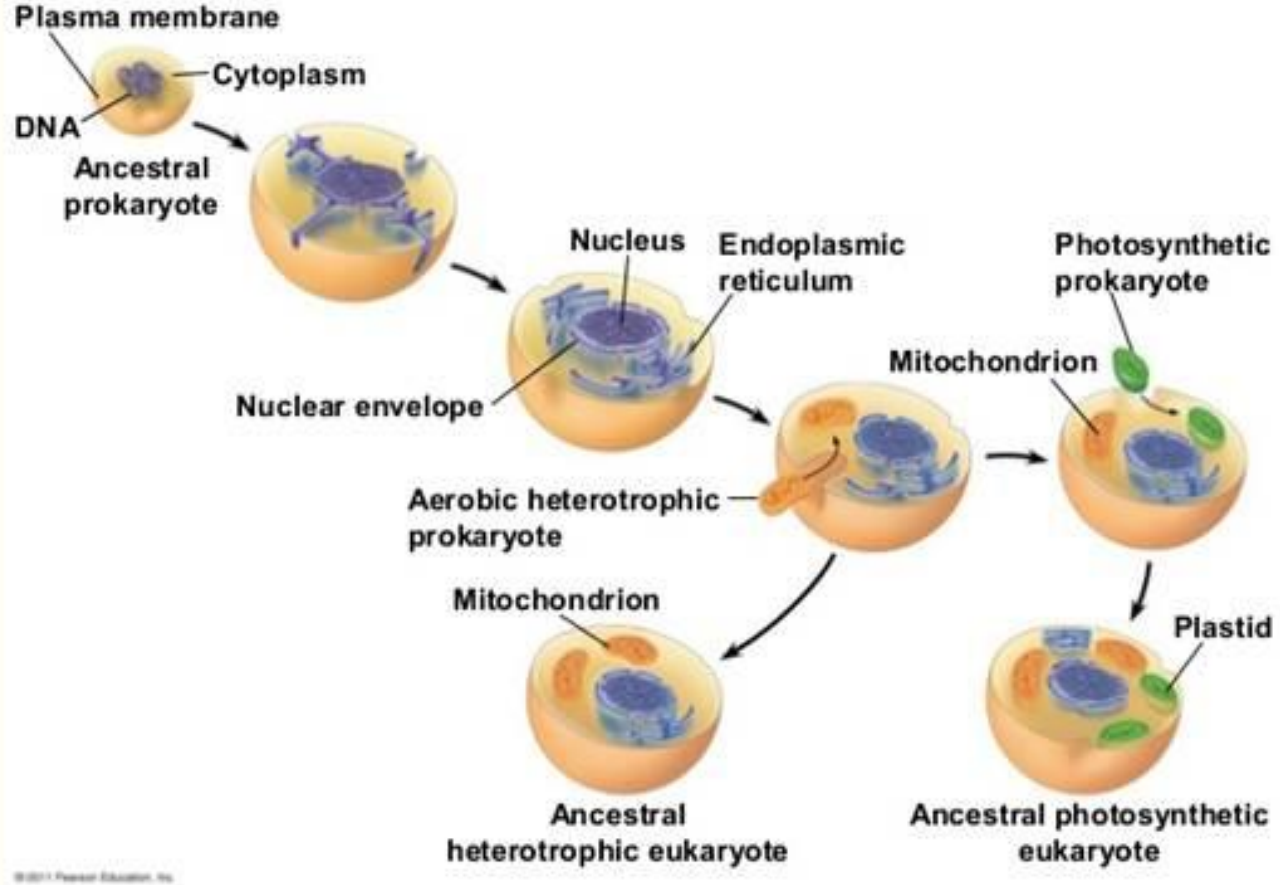
ประการที่หนึ่ง ไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์ มี DNA เป็นของตัวเอง

ประการที่สอง ไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์มีเยื่อหุ้มสองชั้นซึ่งค่อนข้างจะแตกต่างจากออร์แกเนลล์อื่นๆซึ่งมีเยื่อหุ้มเพียงชั้นเดียว โดยนักวิทยาศาสตร์วิเคราะห์ว่า เยื่อหุ้มชั้นนอกเปรียบเหมือนผนังเซลล์ ของเซลล์พวกโพรคาริโอต ส่วนเยื่อหุ้มชั้นในเปรียบเสมือนเยื่อหุ้มเซลล์นั้นเอง

และประการที่สาม ไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์สามารถเพิ่มจำนวนตัวเองได้

ซึ่งทั้งสามประการนี้แสดงให้เห็นว่าไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์เคยเป็นสิ่งมีชีวิตพวก โพรคาริโอต ที่ดำรงชีวิตแบบอิสระมาก่อนแล้วค่อยมาอาศัยอยู่ในเซลล์ยูคาริโอตแบบพึ่งพา

Figure 25.9-3


Plasma membrane
Cytoplasm
DNA
Ancestral prokaryote
Nucleus
Endoplasmic reticulum
Photosynthetic prokaryote
Mitochondrion
Nuclear envelope
Aerobic heterotrophic prokaryote
Mitochondrion
Plastid
Ancestral heterotrophic eukaryote
Ancestral photosynthetic eukaryote

คำถามชวนคิด ?

1

ออร์แกเนลล์ใดที่มีเยื่อหุ้มชั้นเดียว

1. ไลโซโซม

2. ไมโทคอนเดรีย

3. คลอโรพลาสต์

4. นิวคลีโอลัส

คำถามชวนคิด ?

2

ร่างแหเอนโดพลาซึมชนิดผิวขรุขระ (RER) พบมากในอวัยวะส่วนใด

1. เซลล์ผิวหนัง

2. เซลล์ตับอ่อน

3. เซลล์ประสาท

4. เซลล์ต่อมหมวกไต

คำถามชวนคิด ?

3

ถ้าขาดโครงสร้างใดของเซลล์จะส่งผลโดยตรงต่อกระบวนการหายใจระดับเซลล์

1. ไลโซโซม

2. แวคิวโอล

3. กอลจิบอดี

4. ไมโทคอนเดรีย

คำถามชวนคิด ?

4

ออร์แกเนลล์ใดที่สามารถเพิ่มจำนวนตัวเองได้

1. เซนทริโอล แวคิวโอล

2. ไมโทคอนเดรีย ไลโซโซม

3. ไมโทคอนเดรีย คลอโรพลาสต์

4. กอลจิคอมเพล็กซ์ คลอโรพลาสต์

คำถามชวนคิด ?

5

ข้อใดมีความสัมพันธ์กัน

1. ไรโบโซม - ขนส่งสาร

2. เซนทริโอล - การแบ่งเซลล์

3. ร่างแหเอนโดพลาซึม (ER) - ลำเลียงสาร

4. กอลจิคอมเพล็กซ์ - สังเคราะห์โปรตีน