
เซลล์
หน่วยพื้นฐานของชีวิต
 ผศ. ดร. เบญจมาศ จิตรสมบูรณ์
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
 benja@sut.ac.th

Cell

วัตถุประสงค์

- โครงสร้างภายในของเซลล์
- หน้าที่การทำงานขององค์ประกอบ
- Prokaryotic (vs) Eukaryotic cell
- เซลล์พืช (vs) เซลล์สัตว์
- การตอบสนองของเซลล์ต่อสิ่งแวดล้อม

ความสำคัญ

- ☑ เป็นโครงสร้างพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต
- ☑ เซลล์แต่ละชนิดมีองค์ประกอบระดับโมเลกุลที่แตกต่างกัน ———> เข้าใจคุณสมบัติที่เหมือน & ต่างกันของสิ่งมีชีวิต

CELL (cella = ห้องเล็ก ๆ)

- ☑ หน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิตที่ยังคงรักษาคุณสมบัติของสิ่งมีชีวิต
- ☑ โครงสร้างพื้นฐาน - สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วยเซลล์และผลิตภัณฑ์ของเซลล์
- ☑ เกิดจากการจัดระเบียบ organic macromolecules ———> เกิดเป็นคุณสมบัติของสิ่งมีชีวิต
- ☑ ความแตกต่างองค์ประกอบ ———> DIVERSITY
- ☑ โครงสร้าง&การทำงานเป็นผลจาก GENE & สิ่งแวดล้อม

การศึกษาเกี่ยวกับเซลล์

Light microscope



Electron microscope

visible light

optical lens

ลำแสง @

electromagnetic field

ประวัติของเซลล์

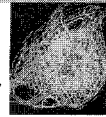
- ☑ Antony van Leeuwenhoek
 - > ฮอลันดา ประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์
- ☑ Robert Hooke
 - > อังกฤษ คนแรกที่ค้นพบและตั้งชื่อเซลล์
- ☑ Robert Brown
 - > อังกฤษ พบ & ให้ชื่อ nucleus ในเซลล์พืช
- ☑ Mattias Jakob Schleiden
 - > เยอรมัน พืชทุกชนิดประกอบด้วยเซลล์
- ☑ Theodor Schwann
 - > เยอรมัน สัตว์ทุกชนิดประกอบด้วยเซลล์
- ☑ Schleiden and Schwann
 - > ทฤษฎีเซลล์ (Cell Theory)

ทฤษฎีเซลล์ (Cell Theory)

- สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วย > 1 เซลล์
- เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต
- เซลล์ใหม่เกิดจากเซลล์ที่มีอยู่เดิมเท่านั้น

เทคนิคการศึกษาเซลล์

- การตรึงเซลล์ (Fixation)
เซลล์ทรงรูปเดิม การตกตะกอนของโปรตีน ใช้ alcohol, HCHO, CH₃COOH
- การย้อมสี (Staining)
โครงสร้างติดสีที่ต่างกัน hematoxylin, สี eosin



ขนาด & รูปร่างเซลล์

★ ขนาดต่างกันแล้วแต่ชนิดของเซลล์

- bacteria 0.2-1 μm
- virus 100 nm
- ไซนักรระจอกเทศ 7.5 cm
- คน 5-20 μm
- Acetabularia sp ยาว 5 cm



★ ข้อใดเปรียบที่เซลล์มีขนาดเล็ก ??

cell structure

โครงสร้างหลักไม่แตกต่างกัน

Cell membrane

Protoplasm = Cytoplasm + (N)

➡ เข้าใจกลไกการทำงานของเนื้อเยื่อ

เซลล์ในโลกแบ่งเป็น 2 พวก

- I Prokaryotic Cell
(pro = before karyon = (N))
- II Eukaryotic cell

Prokaryotes

Structure of a Bacterial Cell



Plasma membrane, cell wall
Cytoplasm - nucleoid region, ribosome
ไม่มี organelle ที่มีเยื่อหุ้ม

Plasma memberane

•หนา-75 A (angstrom) เยื่อเรียงเป็น 2 ชั้น (lipid bilayer)
 •semipermeable membrane
 •Phospholipid ,protein, CHO, Cholesterol
 ↳ polar head = hydrophile
 ↳ nonpolar tail = hydrophobic
 ↳ Unsaturated → 1 สภาพความเป็นของไหล (fluidity)

S.J. Singer & J. Lenard (1966) "The fluid mosaic model"

☐ เยื่อไขมัน 2 ชั้น
 ☐ มี Fluidity
 ☐ Protein แทรกอยู่ระหว่างโมเลกุลของ lipid (peripheral protein, glycoprotein, lipoprotein, cholesterol)
 ☐ มี interaction ระหว่าง lipid และ protein

หน้าที่ plasma membrane

- ✓ ป้องกัน protoplasm
- ✓ ควบคุมการผ่านเข้าออกของสาร
- ✓ สังเคราะห์สารบางอย่าง e.g. สร้าง nucleic acid
- ✓ มีวนตัวเป็น "mesosome" แยก replicated DNA ไปที่ขั้วทั้ง 2 ของเซลล์ (bacteria) เป็นที่เกิด reaction ที่ให้พลังงานใน photosyn bact, cyanobacteria, protein secretion

Cell Wall

- ❖ ผนังแข็ง หนา ~ 100 A
- ❖ ประกอบด้วย peptidoglycan (murein)
- ❖ ต่างจาก cell wall ในพืช ? (cellulose)
- ❖ หน้าที่ ป้องกัน protoplasm


Nucleoid region

- ✓ เส้นหนา ~ 3-5 nm ~ N แต่ไม่มีเยื่อหุ้ม ขดอยู่กลางเซลล์
- ✓ circular DNA ไม่มี protein
- ✓ บางชนิดมี plasmid

Ribosome

➢ ∅ ~250 A, 20,000-30,000 /cell
 ➢ ทำหน้าที่สร้าง Protein

Flagella & Pili



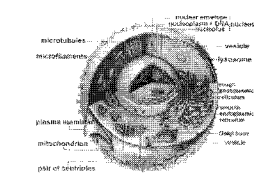
Flagella (flagellum)

- $\varnothing \sim 0.01-0.02 \mu m$ ยาว 10-11 μm
- protein flagellin พื่น ~ เชือก (ไม่มี microtubule - eukaryotes)
- หน้าที่ - เคลื่อนที่

Pili (Pilus)

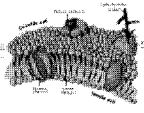
- แทะยื่นออกจากเซลล์
- ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเกาะกันระหว่างเซลล์
- ช่วยในการถ่ายทอดสารพันธุกรรม

Eukaryotes




- ☒ plasma membrane
- ☒ nucleus
- ☒ cytoplasm
 - organelles
 - cytoskeleton

Plasma membrane



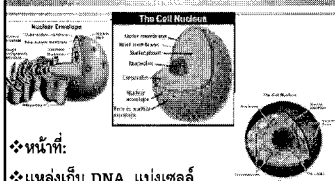
- compartmentation แยกเซลล์, แยก (N) organelles ออกจากกัน
- ควบคุมการผ่านเข้าออกของสาร
- เป็นที่สำหรับเกิดขบวนการชีวเคมี enzymes, สารต่าง ๆ มาเรียงตัวในตำแหน่งเหมาะสม
- ไม่มีการเกิดปฏิกิริยาให้พลังงานหรือการสังเคราะห์แสง ~ prokaryotes

Cell Wall



- พบเฉพาะในเซลล์พืช
- ป้องกันอันตราย
- ให้ความแข็งแรง - รักษารูปร่างเซลล์
- ประกอบด้วย cellulose

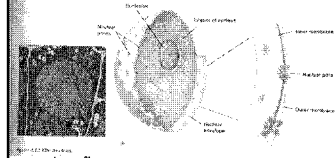
NUCLEUS



☒ หน้าที่:

- ☒ แหล่งเก็บ DNA, แบ่งเซลล์
- ☒ จำนวน > 1, Eukaryotes เกือบทุกชนิดมี (N)
- ☒ ประกอบด้วย 3 ส่วน :
 - > nuclear membrane
 - > nucleolus
 - > chromosome

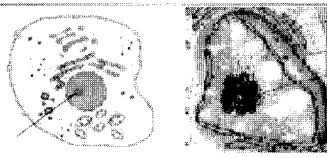
Nuclear Membrane (nuclear envelope)



- ☒ เยื่อ 2 ชั้น semipermeable membrane
- ☒ ขนาด 70 nm, 8 เหลี่ยมแบบมีขอบ
- ☒ เป็น protein channel ให้ protein ผ่าน
- ☒ subunit ของ ribosome ที่สร้างใน (N) ส่งไปยัง cytoplasm


หน้าที่ ควบคุมการเข้าออกของสารระหว่าง cytoplasm กับ Nucleoplasm (or nucleosome = ส่วนของ protoplasm ภายใน (N))

Nucleus



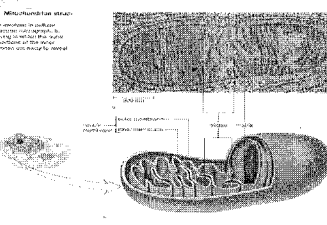
☒ กลุ่ม RNA + Protein ไม่มีเยื่อหุ้ม
หน้าที่ สร้าง rRNA & Protein ที่
เกี่ยวข้องกับ ribosome

Chromosome



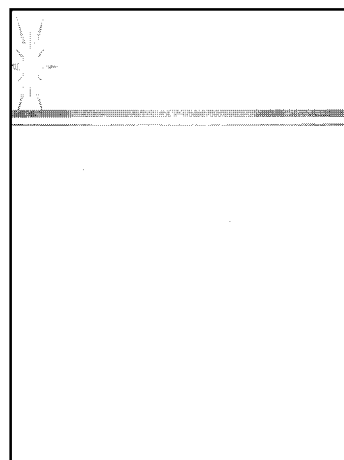
- Molecule DNA ที่จับกับโปรตีน (histone)
- จำนวนจำกัดตามชนิดของสิ่งมีชีวิต
 - (ข้าว 24, คน 46)
- Protein รักษาโครงสร้างเส้นใย, ควบคุมปฏิกิริยาของ DNA ระหว่างเส้นใย
- หน้าที่ เป็นที่ตั้งของ gene ควบคุมลักษณะการถ่ายทอดทางกรรมพันธุ์

Mitochondria



- ☐ organelle ที่มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น ชั้นนอกเรียบ ชั้นในมีการม้วนตัวของเยื่อยื่นเข้าไปภายใน = cristae
- ☐ มี DNA , ribosome ของตัวเอง (ต้นกำเนิดจาก symbiotic aerobic bact)

หน้าที่ แหล่งผลิตพลังงาน



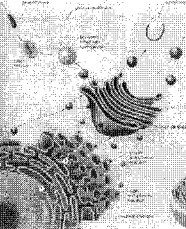
Origin of life

สิ่งแรกบนโลก — ที่มีเซลล์เดียว
Oparin 1936 : โลกเกิดใหม่ ๆ
และเย็นลง

- สังเคราะห์ Organic mol. ง่าย ๆ ขึ้นเอง
- เชื่อมเป็น Complex mol. (nucleoprotein)

“life” ——— (replication, reproduction)

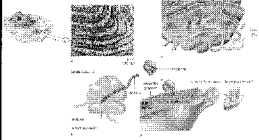
Endoplasmic Reticulum (Gr. Endon + reticulum)



- > cisterna -เยื่อที่ม้วนเป็นท่อ & ถุงเล็ก ๆ แบบ ๆ ซ้อนกัน
- > Vesicle-กระเปาะ
- > เชื่อมระหว่าง cell membrane, nuclear membrane, organelles

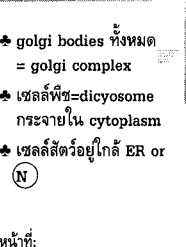
Rough ER ต่างจาก smooth ER ?

หน้าที่ Endoplasmic reticulum



- RER ทำงานร่วมกับ ribosome สร้าง & ลำเลียง protein ออก ER membrane
- SER + ช่วยในการสร้างไขมัน & steroid (มี ENZYMES ที่เกี่ยวข้อง)
- ที่ตับ detoxification ยา
- ที่อัณฑะ สร้าง testosterone

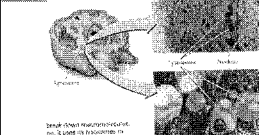
Golgi body



- ♣ golgi bodies ทั้งหมด = golgi complex
- ♣ เซลล์พืช=dicytosome กระจายใน cytoplasm
- ♣ เซลล์สัตว์อยู่ใกล้ ER or (N)

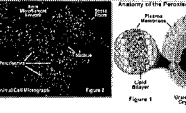
หน้าที่:
modify protein, ไขมัน ก่อนที่จะจัดลำเลียงออกไปนอกเซลล์ (modify, package, distribute)

Lysosomes



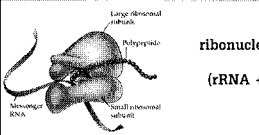
- ♣ Impermeable membrane ถุงเยื่อค่อนข้างกลม
- ♣ เก็บ enzymes ย่อย organic macromolecules
- ♣ ทำลายจุลินทรีย์
- ♣ ย่อยส่วนประกอบเซลล์ที่ชำรุด เซลล์ที่มีอายุ recycle protein
- ♣ มีกลไกป้องกันการย่อยสลายตัวเอง (ต้องใช้พลังงาน)
- ♣ Cell metabolically inactive เกิด autolysis

Peroxisomes/ Glyoxysomes



- ▼ ถุงเยื่อชั้นเดียว ~ lysosome
- ▼ เกิดจาก SER
- ▼ เก็บสะสม enzymes ที่ไขมัน → CHO และ oxidative enzymes ที่กำจัด H_2O_2 สลายสารพิษ
- ▼ $H_2O_2 \rightarrow H_2O + O_2$

Ribosome




ribonucleoprotein (rRNA + protein)

- ★ 40s + 60s (eukaryotes)
- ★ 70S = 30s + 50s (bacteria)
- ★ (S-Svedberg unit)
- ★ เกาะที่ผิว ER, Nuclear membrane mitochondria, chloroplasts, อีโสร


หน้าที่ แหล่งสร้าง protein ในเซลล์

Chloroplast



- Plastid ที่มี chlorophyll มากกว่าชนิดอื่น
- กำเนิดจาก symbiotic anaerobic photosynthetic bacteria
- ประกอบด้วย chlorophyll ไขมัน protein, DNA, RNA (สร้าง protein ที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง)
- หน้าที่ แหล่งสังเคราะห์แสง

Vacuoles



ขนาดในพืช >>> สัตว์
เซลล์แก่ >>> เซลล์ที่มีอายุน้อย
เซลล์แก่จำนวนมาก <<< เซลล์ที่มีอายุน้อย

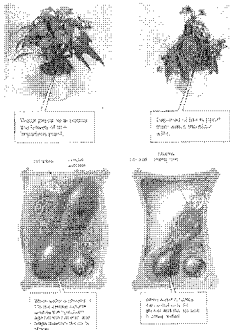
Organelle ที่โตกว่าส่วนอื่น

cell sap ใน cytoplasm ประกอบด้วย น้ำ inorganic & organic salts ions ของเสียจาก metabolism-gas กกรด

หน้าที่

- เก็บของเสียที่ละลายน้ำยาก
- พื้นที่กักอาหาร ของเสีย
- เพิ่มพื้นที่ผิวให้เซลล์


Central Vacuole และ Turgor Pressure ในพืช



Plasmolyzed cell (shriveled) - high solute potential, low water potential

Turgid cell (swollen) - low solute potential, high water potential

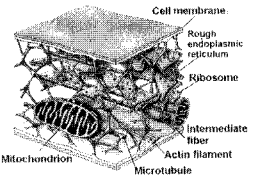
cytoskeleton



โครงสร้างของเซลล์, dynamic system ประกอบด้วย protein ชนิดต่าง ๆ

- microfilament - เส้นใย - actin
- microtubule - ท่อบาง ๆ - ในเซลล์ที่แบ่งตัว ยึดเกาะ organelles
- intermediate fiber - เชือกประสานกัน - เส้นของเซลล์

cytoskeleton



Cell membrane, Rough endoplasmic reticulum, Ribosome, Mitochondrion, Intermediate fiber, Actin filament, Microtubule

หน้าที่

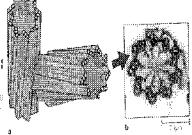
- รักษารูปร่างของเซลล์
- การเคลื่อนที่ของเซลล์ & organelles
- จำเป็นต่อการแบ่งเซลล์
- ยึดเกาะ (SCAFFOLD)-ENZYMES

Flagella & cilia



- ท่อ microtubule (9+2 array)
- Cilia, ขนาดสั้นกว่า flagella จำนวนมากกว่า
- หน้าที่ ใช้ในการเคลื่อนที่กินอาหาร

Centrioles Centrosome:



Microtubule รวมตัวเป็นทรงกระบอกอยู่เป็นคู่ตั้งฉากกัน ใก้ nuclear envelope

มี DNA ของตัวเอง แบ่งตัวก่อนการแบ่ง

หน้าที่

- ✓ ช่วยการแบ่งตัวเซลล์ใน plane ที่เหมาะสม
- ✓ สร้าง & จัดเรียง microtubules
- ✓ โรงงานผลิต ส.ป.ก. cytoskeleton

Inclusion

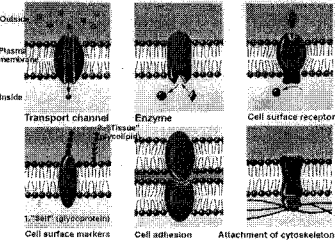
ส่วน cytoplasm ที่ประกอบด้วย by products ของ metabolism เช่น ของเสีย, อาหารที่สะสมไว้ ไขมัน โปรตีน CHO กลีโคเลรี pigments

หน้าที่

- สะสมสารต่าง ๆ (ทำให้ขบวนการต่าง ๆ ดำเนินไปตามปกติ)
- มีต่างกันในพืช & สัตว์
- น้ำตาลใน cell sap, starch grain,
- Ca oxalate ใน vacuole - เซลล์สัตว์

Cell & ENVIRONMENT

บทบาท PROTEIN ที่ plasma membrane

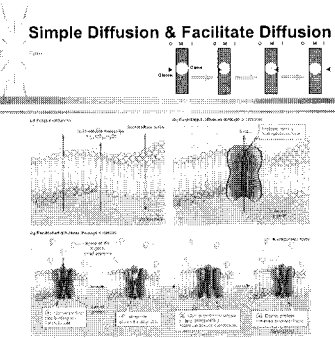


Labels: Outside, Plasma membrane, Inside, Transport channel, Enzyme, Cell surface receptor, Cell surface markers, Cell adhesion, Attachment of cytoskeleton

กลไกการผ่านเข้าออกของสารผ่าน MEMBRANE

- I ไม่อาศัยพลังงาน
 - Diffusion (การแพร่)
 - Osmosis
 - Facilitate Diffusion
- II MEMBRANE VESICLES
 - endocytosis
 - exocytosis
- III ACTIVE TRANSPORT
 - Sodium potassium pump
 - Proton pump
 - Coupled Channels

Simple Diffusion & Facilitate Diffusion

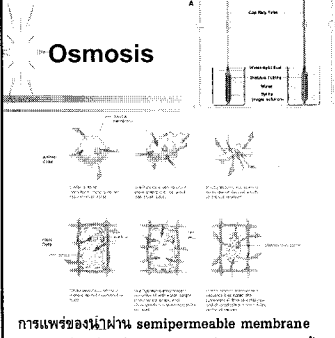


• การละลายตัวในไขมัน ไม่ใช่ ATP

• partition coefficient ปริมาณละลายในไขมัน ปริมาณละลายในน้ำ

• เคลื่อนที่จากความเข้มข้นสูงสุดต่ำ

Osmosis



การแพร่ของน้ำผ่าน semipermeable membrane T, P คงที่ เคลื่อนที่จากสารละลายที่มี conc. น้อย (น้ำมาก) ผ่านเยื่อไปสารละลายที่มี conc. มาก (น้ำน้อย) e.g. น้ำจากดิน _____ รากพืช

II ENDOCYTOSIS & EXOCYTOSIS

Endocytosis ลำเลียงสารเข้าเซลล์
 phagocytosis กลืนกินสารขนาดใหญ่
 pinocytosis กลืนกินสารขนาดเล็ก
 Exocytosis การปลดปล่อยสารออกจากเซลล์

Active Transport

- ข้อนความเข้มข้น อาศัย ATP
- COUPLED CHANNEL การลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์ โดยพ่วงกับการลำเลียงของสารอื่น
 DIRECT COUPLED AT ตัวลำเลียง & สลายATP เป็น ตัวเดียวกัน
 INDIRECT COUPLED AT ตัวลำเลียง & สลาย ATP เป็น คนละตัว
- Constant transport or antiport ลำเลียงสาร 2 ชนิดพร้อมกัน ออกในทิศทางตรงข้ามกัน เช่น $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ pump ($\text{Na}^+ : \text{K}^+ = 3 : 2$)
- Cotransport or Symport ลำเลียง glucose พ่วงกับ Na^+ กับเข้าสู่เซลล์

Proton pump

ลำเลียง H^+ จากเซลล์ผ่าน PROTON PUMP โดยใช้ ENERGY จากสารที่มีพลังงานสูง
 $\uparrow [\text{H}^+] \rightarrow$ กลับผ่านเยื่อโดยใช้ ATPase เกิดควมพร้อมกับการสร้าง ATP
 *** เป็นวิธีการสร้าง ATP ของเซลล์

ชนิดรอยต่อระหว่างเยื่อหุ้มเซลล์

Gap Junction-โดย protein channel สื่อสารแลกเปลี่ยนสารระหว่างเซลล์
 Adhering junction โดย intercellular filament อวัยวะที่ยึดติดตัวสูง
 Tight junction โดย protein ที่เยื่อหุ้มเซลล์ ปิดผนึกแน่น

เซลล์สัตว์ & เซลล์พืช

Copyright © 2001 Sinauer Associates, Inc. and W. H. Freeman & Co.

กลไกการผ่านเข้าออกของสารผ่าน
MEMBRANE

I Diffusion (การแพร่)
Simple (passive) & Facilitate diffusion

II Membrane vesicles
➢ endocytosis
➢ exocytosis

III Active Transport
Sodium potassium pump
Proton pump
Coupled Channels (Glucose - Na⁺)

ขอบคุณค่ะ



ขอบคุณค่ะ



โครงสร้างของเซลล์

- เยื่อหุ้มเซลล์
 - cell membrane or plasma membrane
 - cell wall
- NUCLEUS
 - chromosome
 - nuclear membrane or nuclear envelope
 - nucleolus
- INTERIOR STRUCTURE
 - ER
 - golgi complex
 - microtubules
 - Centrioles
 - Ribosomes
- ORGANELLES ที่มี membrane หุ้ม
 - Nucleus
 - mitochondria
 - Chloroplast
 - Lysosome
 - Vacuoles

โครงสร้างของเซลล์ (ต่อ)

โครงสร้าง	- microfilament - microtubule - intermediate fiber
ที่ประกอบด้วย	☆ centriole
Microtubule	☆ flagellum, cilia
Inclusion	☆ ผลิต glycogen starch

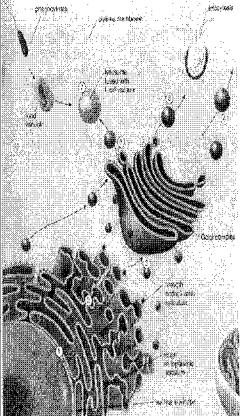





FIGURE 5-10 The flow of materials within the cell. The diagram shows the flow of materials from the nucleus through the Golgi body to the lysosome and vacuole. The chloroplast is also shown, which is involved in photosynthesis. The nucleus is the control center of the cell, and the Golgi body is the site of protein synthesis and transport.

Table 6-2 Components of the Cytoskeleton		
Structure	Protein Structure	Function
Microfilaments Twisted double strands, each consisting of α -actinin. Polymerizes to 4-7 nm diameter and up to several micrometers long in some cells.	Actin 	Muscle contraction, shape, cell motility, cell crawling, cytokinesis, movement of organelles.
Intermediate Filaments Composed of eight strands consisting of multiple protein subunits. 8-12 nm in diameter and 10-100 nm long.	Protein subunits with heads and tails 	Maintenance of cell shape, anchorage of organelles, mechanical strength, cell division, cell movement, cell adhesion.
Microtubules Tubular structure of open tubular protein subunits. 25 nm in diameter and can be 50 micrometers long.	Tubulin 	Movement of chromosomes, forces cell division, organization of organelles, cell motility, movement of the vesicles.