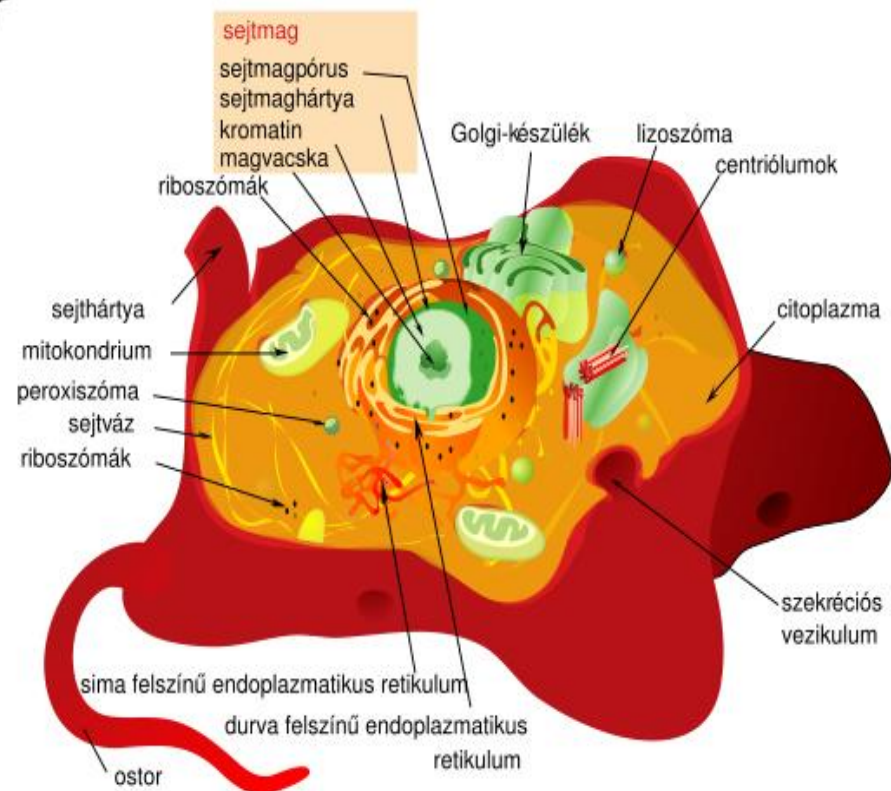
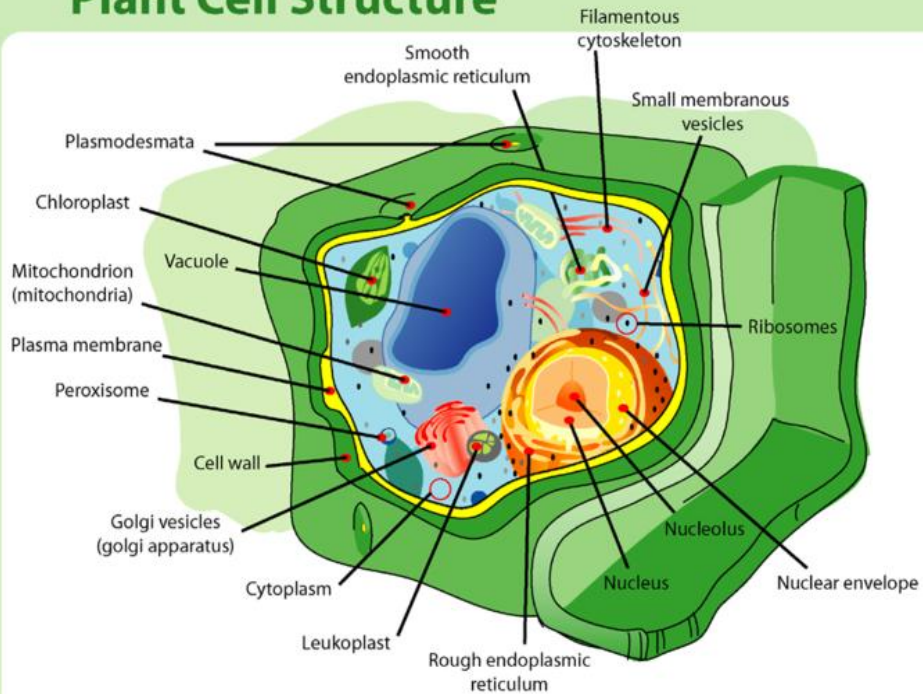


**Sejttan**

# Növényi sejt – Állati sejt

## Plant Cell Structure



# A SEJT FŐBB ALKOTÓRÉSZEI

## 1. Sejtmembránnal határolt sejszervecskék

- plazmamembrán ↗ sima
- endoplazmatikus retikulum

↘ szemcsés

- riboszóma
- Golgi készülék
- mitokondrium
- lizoszóma
- fagoszóma, peroxiszóma, maradványtest

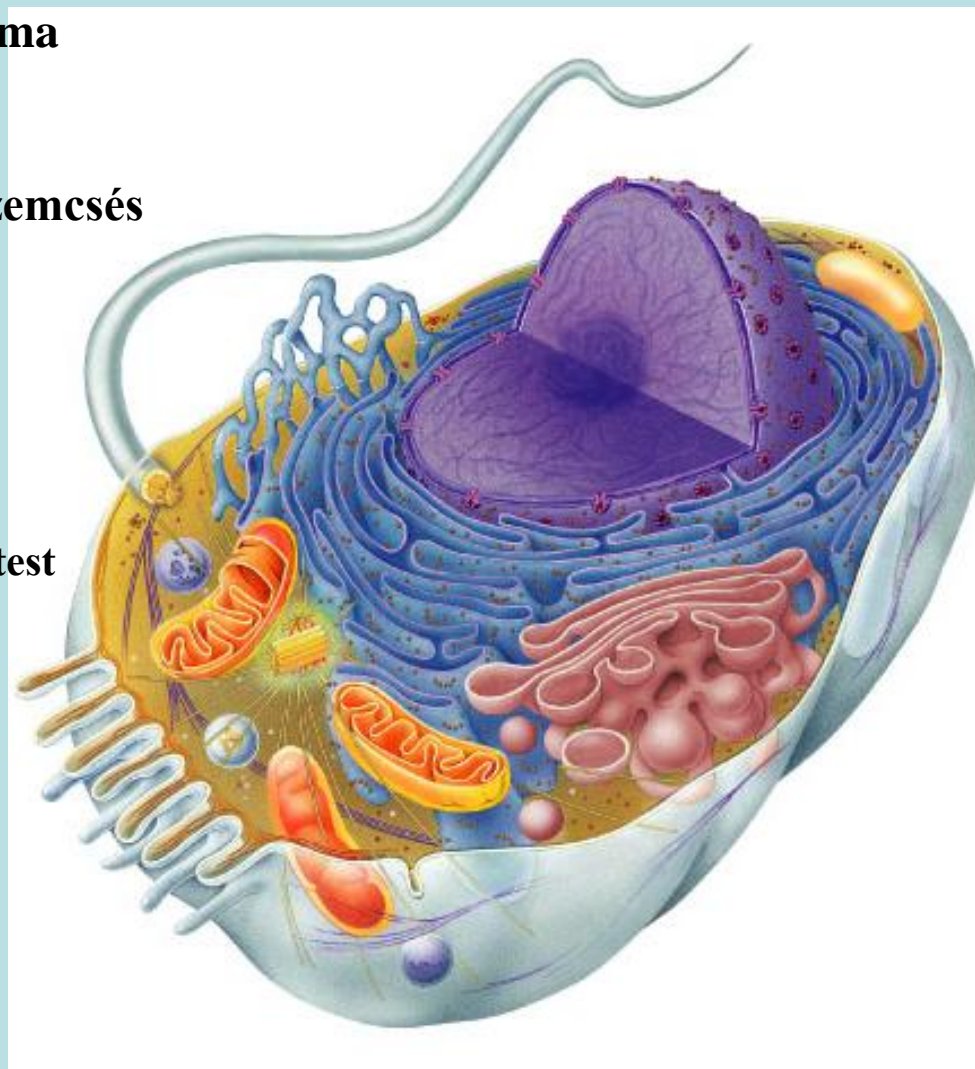
↗ kromoszóma

- sejtmag ↗ sejtmagplazma

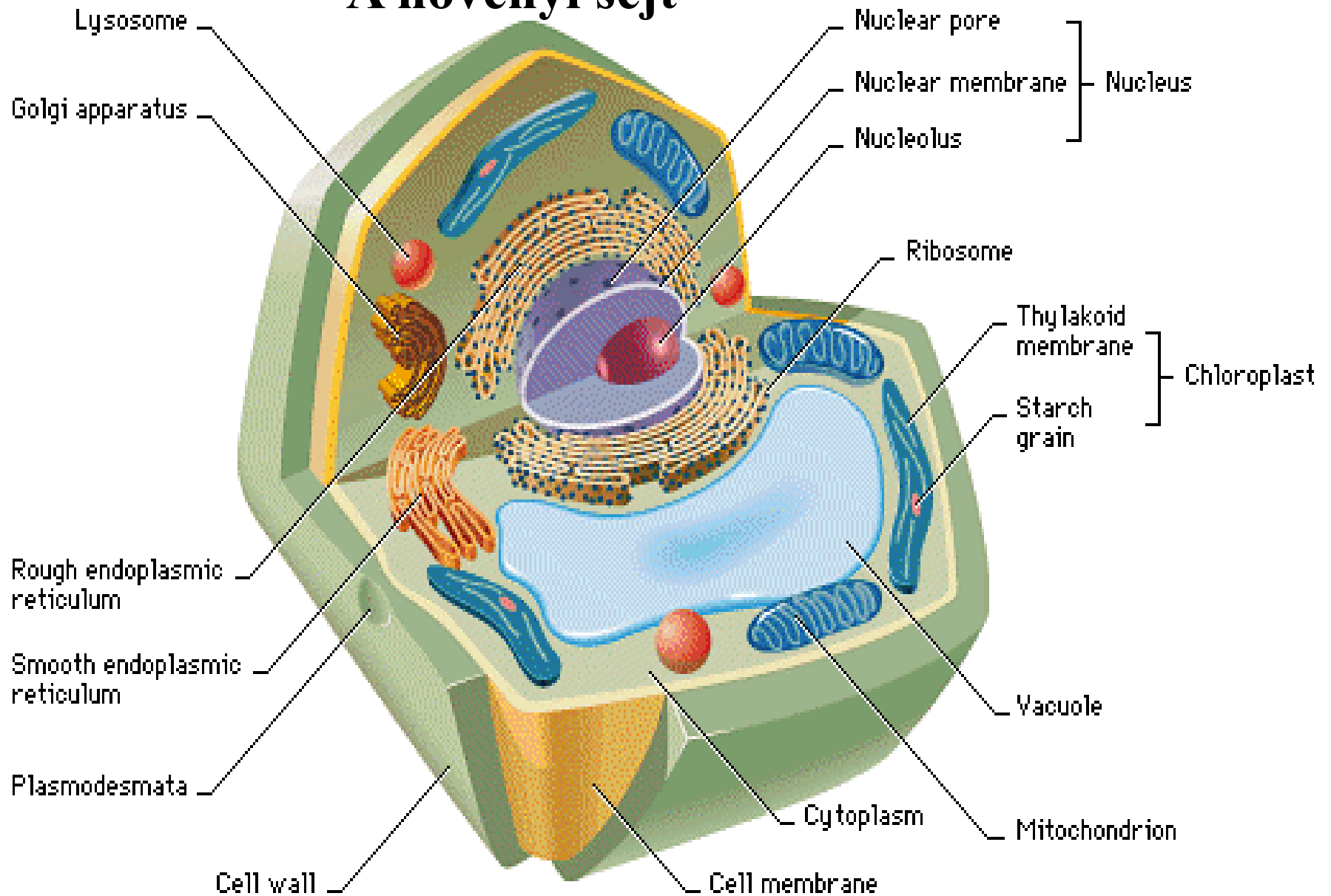
↘ sejtmagvacska

## 2. Egyéb sejtalkotók

- sejtplazma
- setközpont
- csilló, ostor



# A növényi sejt



# A protoplaszt

- **Életfolyamatok színtere**
- **Biztosítja az életfolyamatok zavartalanságát**
- **Az enzimreakciók időbeni egymásutánosságát**
- **Rendezettséget mutat - membránrendszer**

# **Biológiai membránok**

- **Valamennyi sejtet körülveszik**
- **Belső membránrendszereket alkotnak**
- **Organelumokat határolnak**

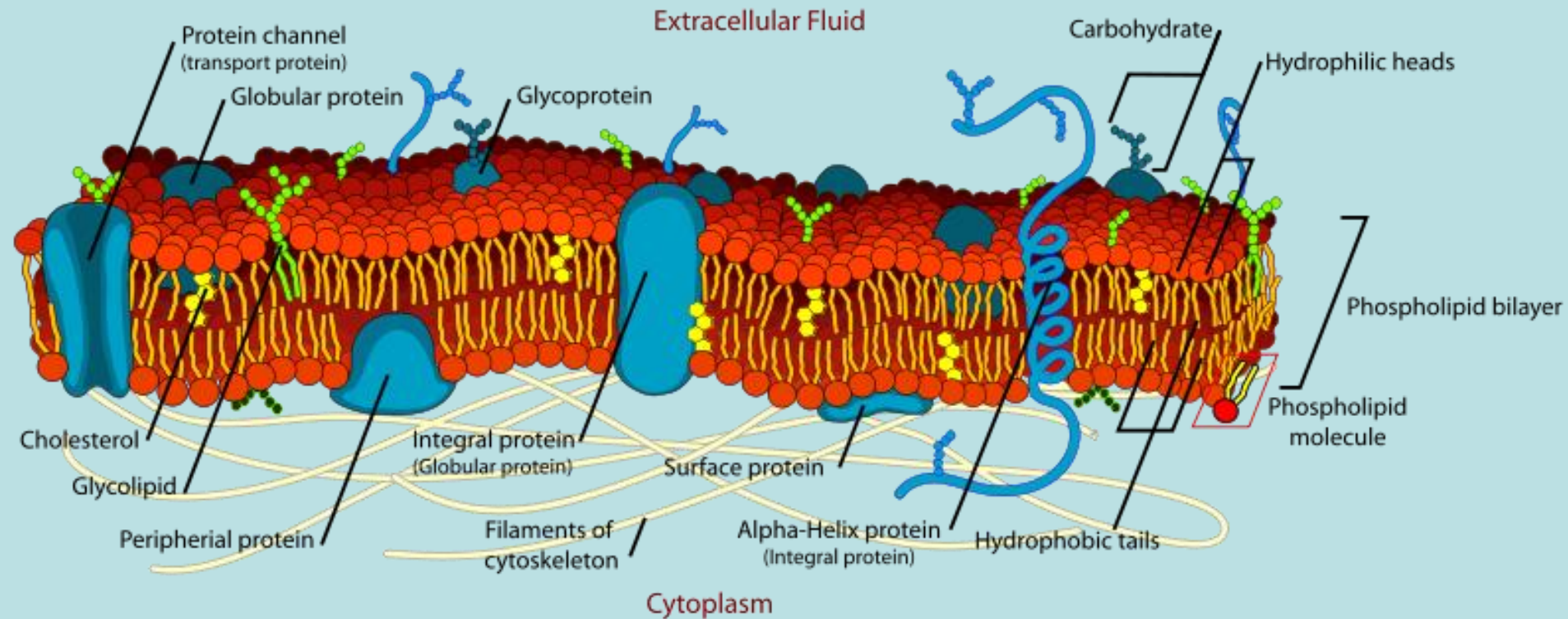
**Í G Y**

- **Zárt reakciótereket különítenek el**
- **Egyben biokémiai transzportrendszerek**

# **Biológiai membránok**

- **kettős foszfolipidréteg (5-9 nm)**
  - **glicerofoszfolipidek,**
  - **szfingolipidek,**
  - **szterolok**
  
- **fehérjemolekulák**

# Biológiai membránok





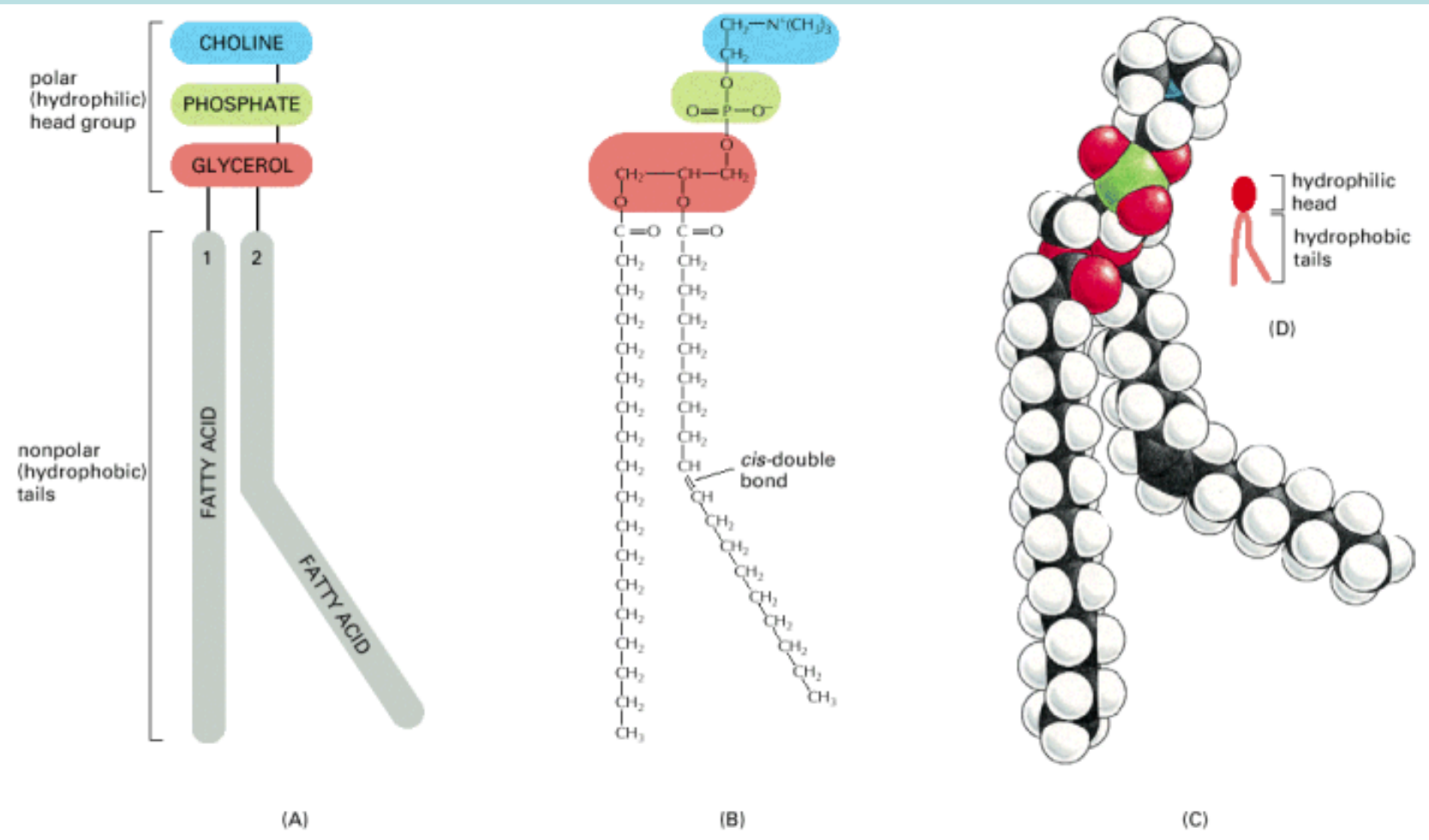
# Biológiai membránok

Fosfolipid – *amfifil!!!*

hidrofób - hidrofil rész

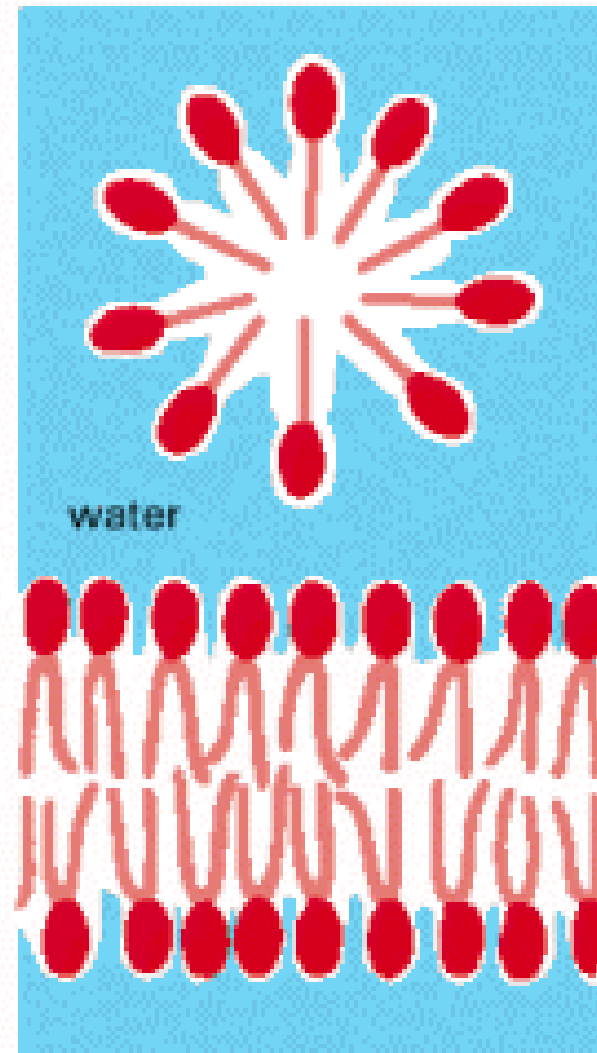
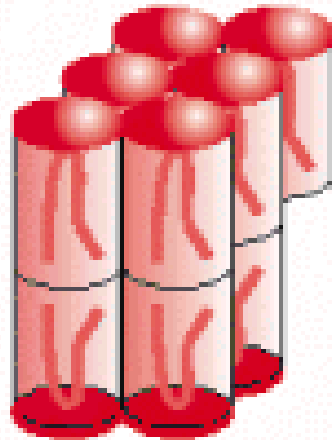
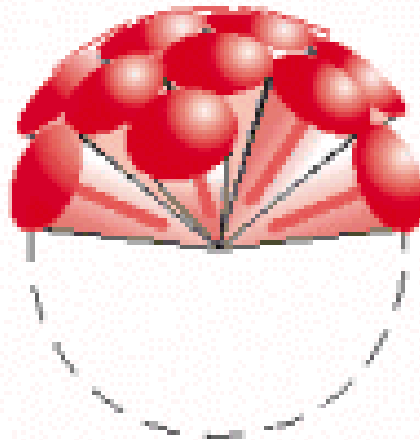
- *hidrofób* molekulavégek egymáshoz kapcsolódnak
- *hidrofil* részek vizes közeg felé tekintenek

**Figure 10-2. The parts of a phospholipid molecule.** This example is phosphatidylcholine, represented (A) schematically, (B) by a formula, (C) as a space-filling model, and (D) as a symbol. The kink resulting from the *cis*-double bond is exaggerated for emphasis.



shape of lipid molecule

packing of lipid molecules



lipid micelle

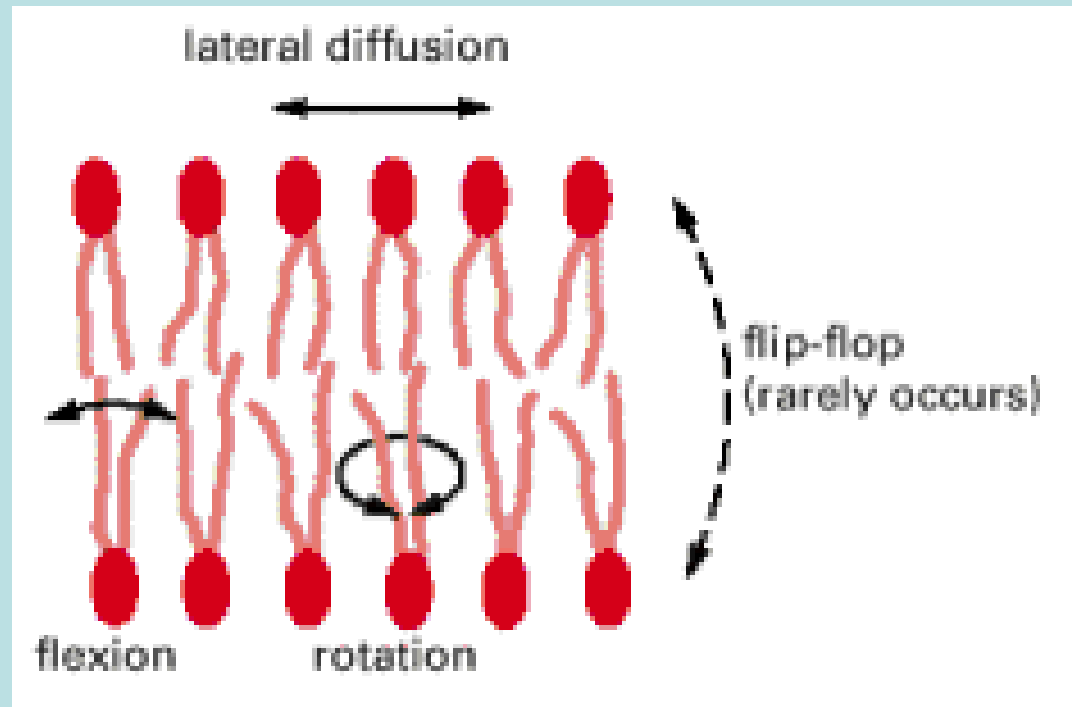
lipid bilayer

(A)

(B)

**Figure 10-4. Packing arrangements of lipid molecules in an aqueous environment.**

(A) Wedge-shaped lipid molecules (*above*) form micelles, whereas cylinder-shaped phospholipid molecules (*below*) form bilayers. (B) A lipid micelle and a lipid bilayer seen in cross section. Lipid molecules spontaneously form one or other of these structures in water, depending on their shape.



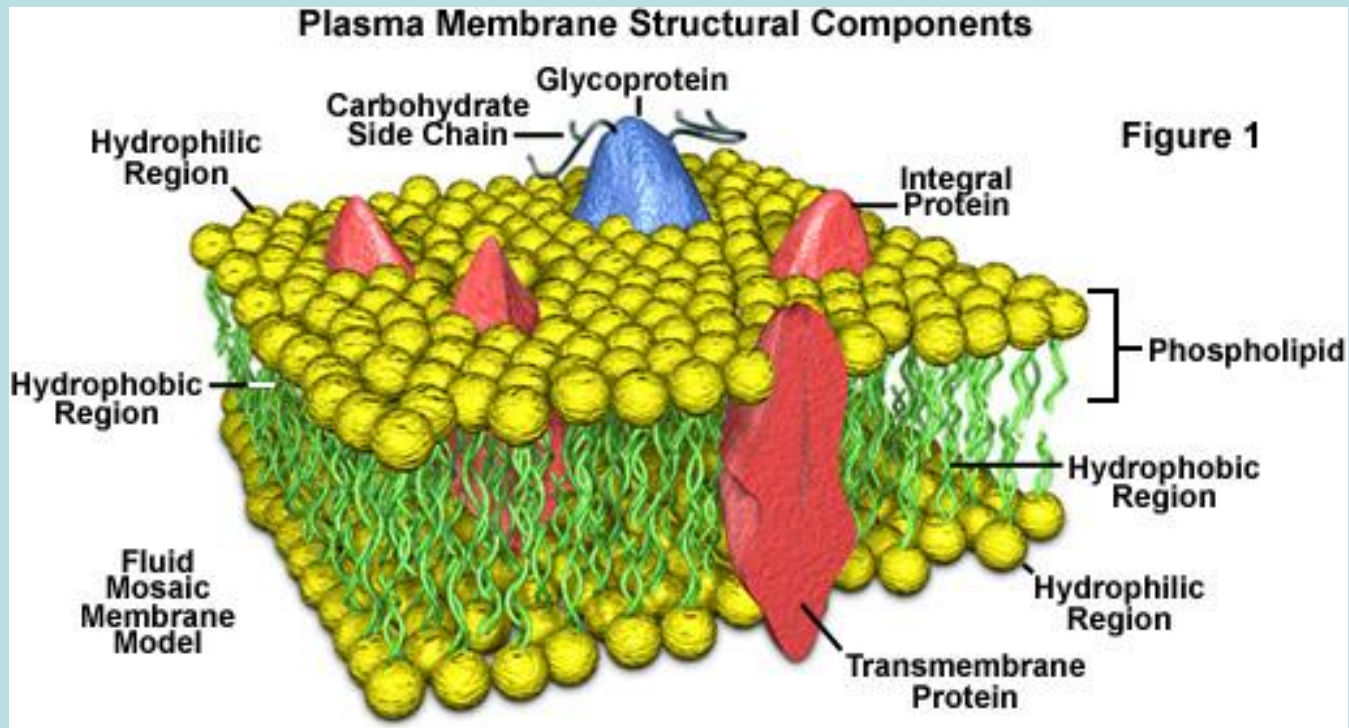
**Figure 10-8. Phospholipid mobility.** The types of movement possible for phospholipid molecules in a lipid bilayer.

# Biológiai membránok

A kettős lipidréteg (szénhidrogén belseje miatt) átjárhatatlan!!!

# Biológiai membránok

A membránbarrier átjárhatóságát  
fehérjemolekulák biztosítják –  
pórusok/karrierek - transzportfehérjék



# Cell

Extracellular fluid

Nucleus  
Cytoplasm

## Cell membrane

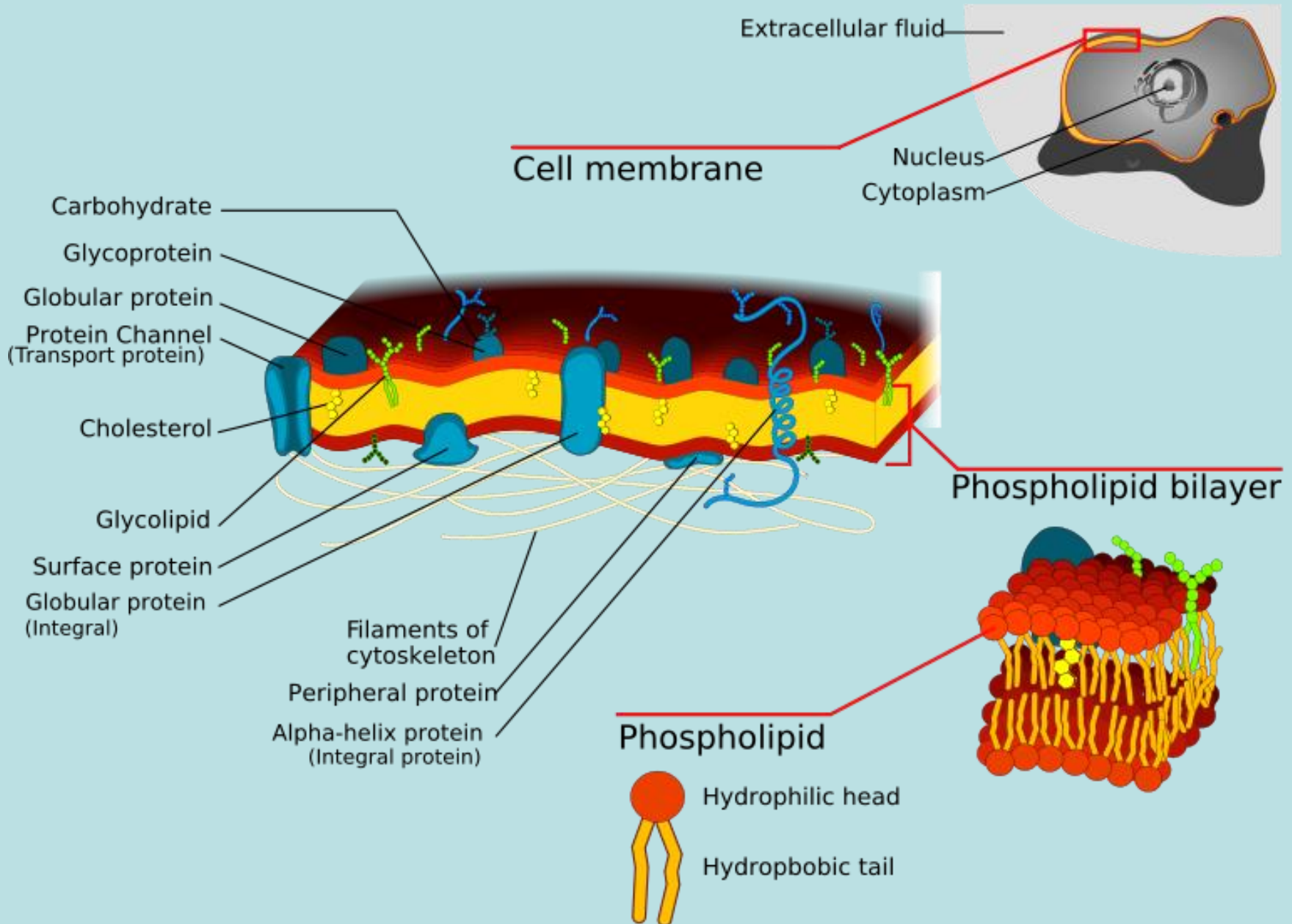
Carbohydrate  
Glycoprotein  
Globular protein  
Protein Channel  
(Transport protein)  
Cholesterol  
Glycolipid  
Surface protein  
Globular protein  
(Integral)

Filaments of  
cytoskeleton  
Peripheral protein  
Alpha-helix protein  
(Integral protein)

## Phospholipid bilayer

## Phospholipid

Hydrophilic head  
Hydrophobic tail



# A protoplaszt membránjai

- **Egyszeres elemi membránok - citoplazma organelumai (kiv. szferoszóma)**
  - lehetnek:
    - a. sík membránszerkezetek**
    - b. vezikulomok**
    - c. vakuólumok**
    - d. tubulusok**
    - e. ciszternák**



# A protoplaszt membránjai

- **Félmembránok – szferoszóma**
- **Kettős membránok**
  - a. sejtmag**
  - b. plasztiszok**
  - c. mitokondriumok**

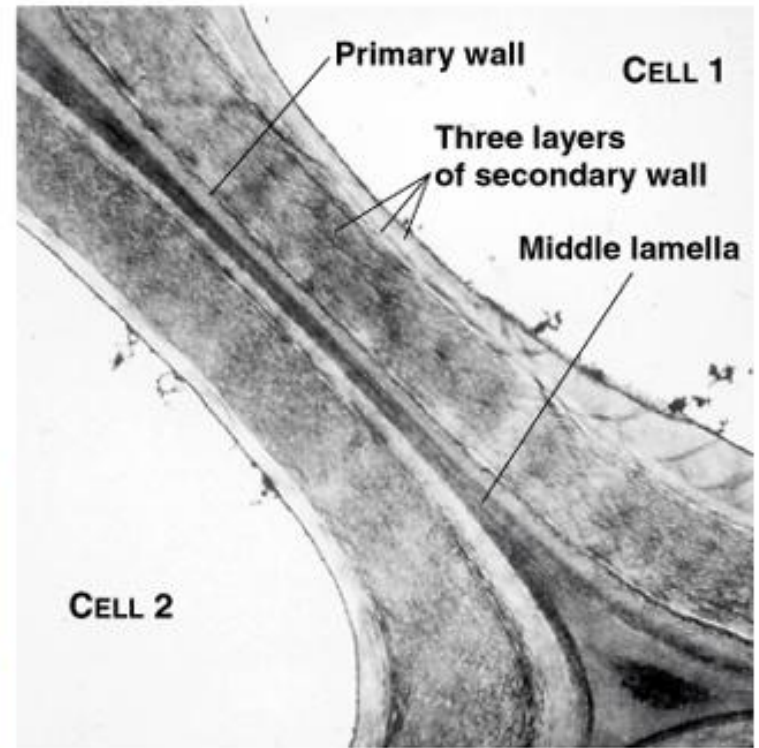
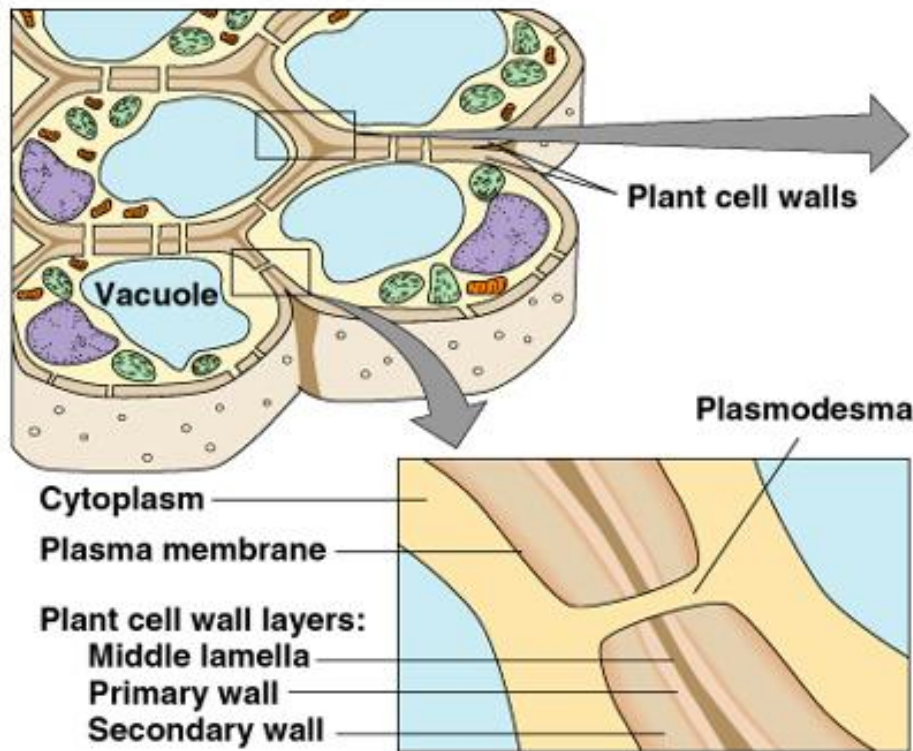
# Plazmalemma

- **8-12 nm**
- **Aszimmetrikus – glikokalix**

# Plazmodezmosz

- **30-60 nm**
- **dezmotubulus:**
  - **Anyagtranszport**
  - **Sejtfal mikrofibrillumainak szintézisének koordinálása**
  - **Hormonális jelek közvetítése**
  - **szimplaszt**

# Plazmodezmoz



1  $\mu\text{m}$

# Protoplaszt

## 1. Citoplazma:

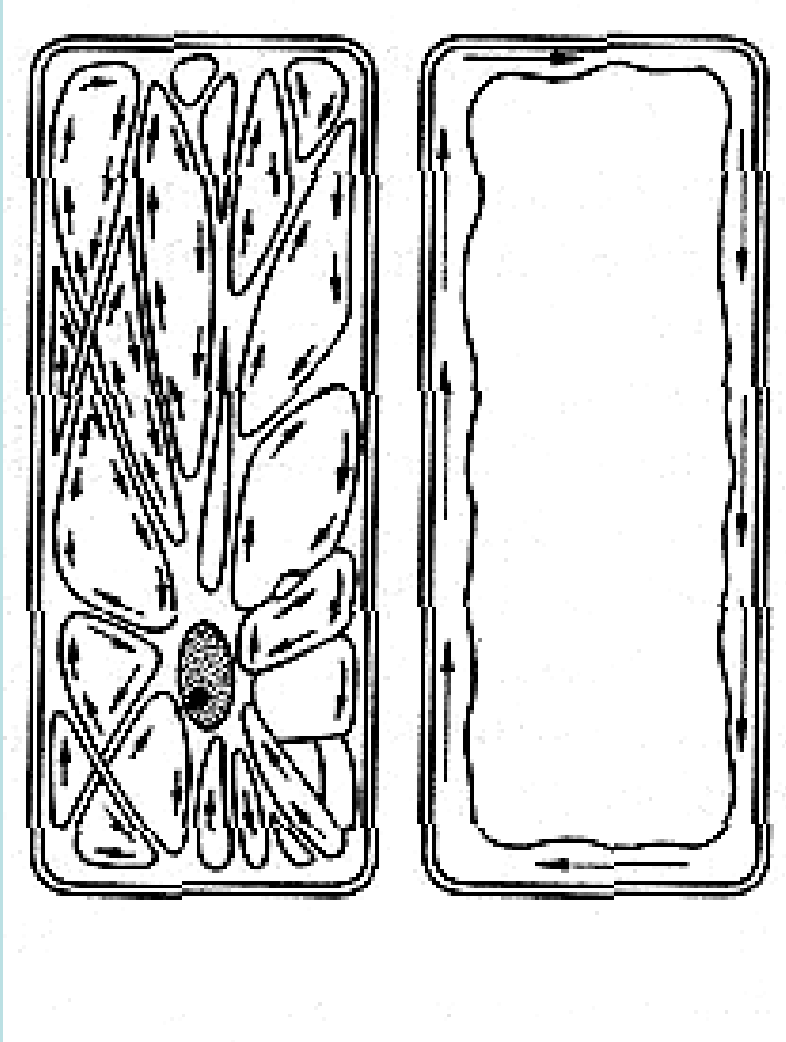
- alapállomány / citoszol
- citoplazma organellumai

## 2. Sejtmag

## 3. Plasztiszok

## 4. Mitokondriumok

# Citoplazma



## Citoplazmaáramlás:

- *exoplazma*: nagy viszkozitás
- *endoplazma*: kis viszkozitás

## Típusai:

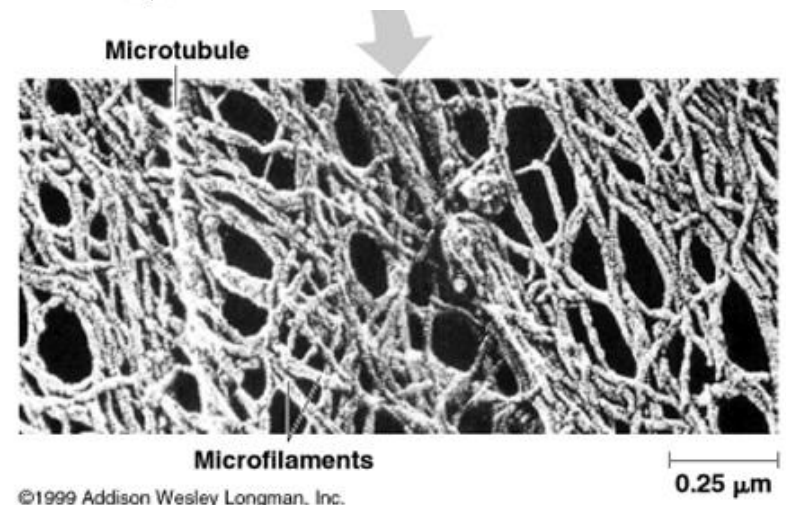
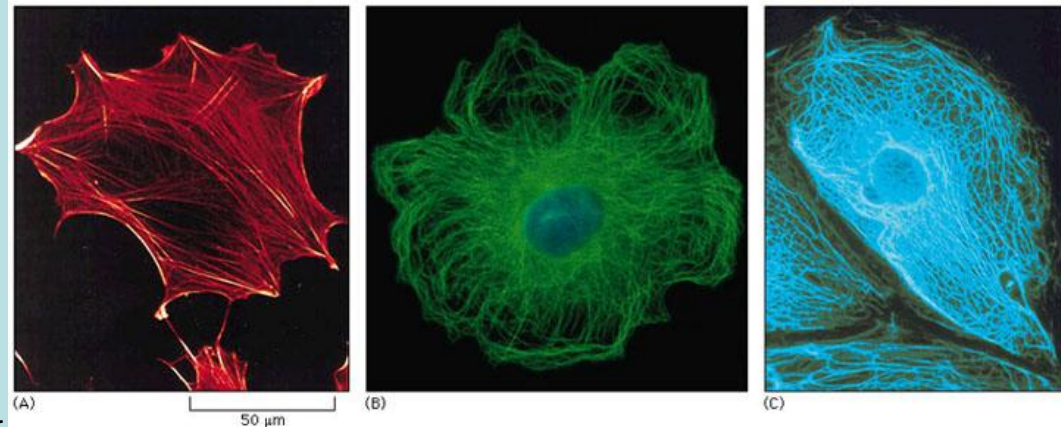
1. *rotáció*
2. *cirkuláció*
3. *citoplazmafolyás*
4. amőboid mozgás
5. agitáció
6. szökőkútszerű

# Citoplazma

- **Három fázisú diszperz rendszer:**
  - 1. víz**
  - 2. kolloidok**
  - 3. szervetlen v. szerves vegyületek**

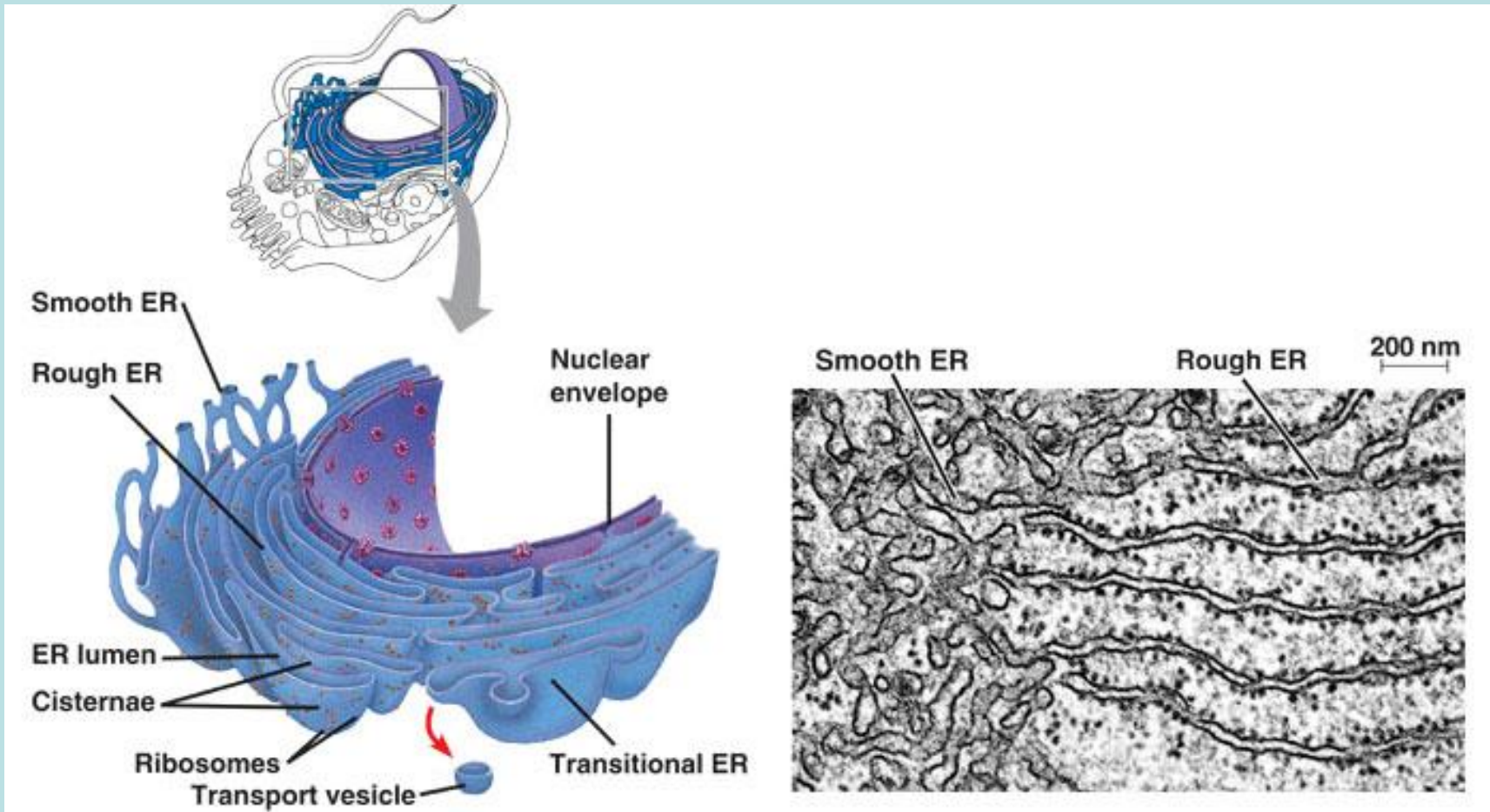
# Citoszol struktúrái

1. Fibrilláris – fehérjészálak  
- citoszkeleton
2. Globuláris
3. Tubuláris –  
mikrotubulusok,  
centriolumok, ostorok
4. Membranózus -  
organellumok



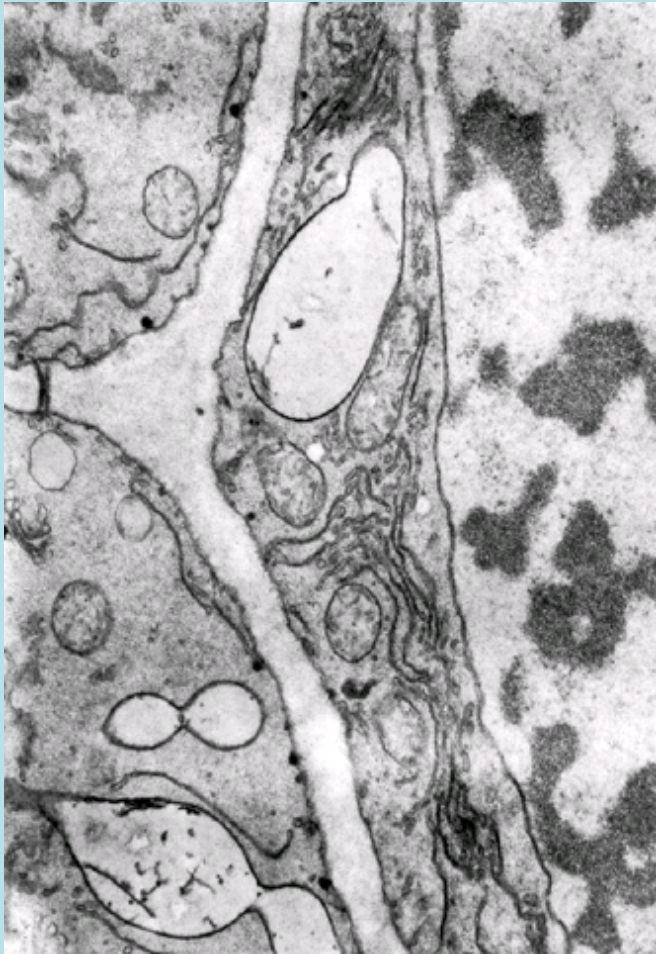
# Citoplazma organelleumai

## *Endoplazmatikus retikulum*





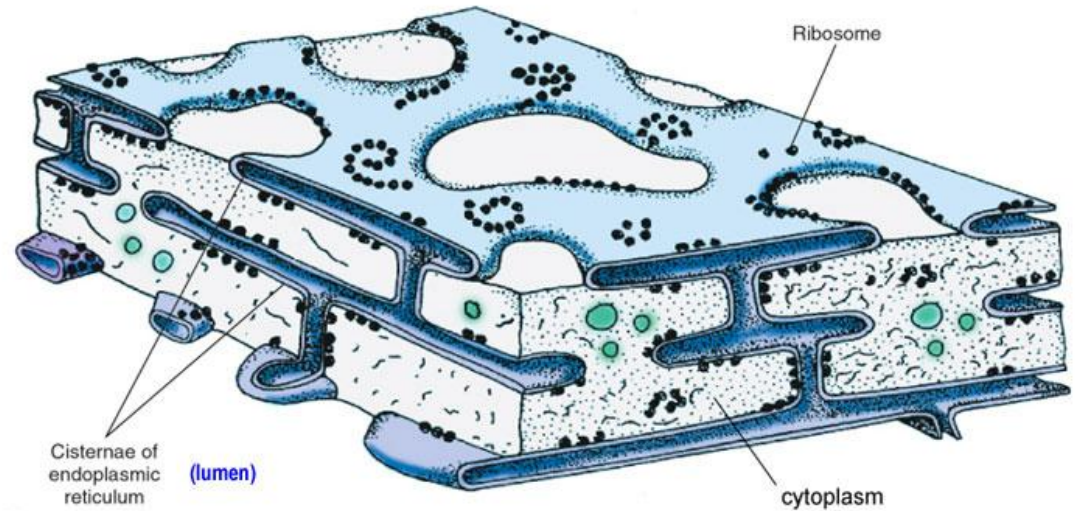
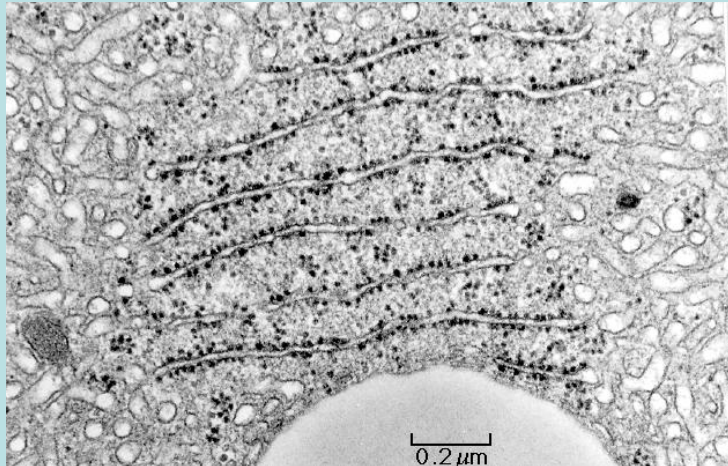
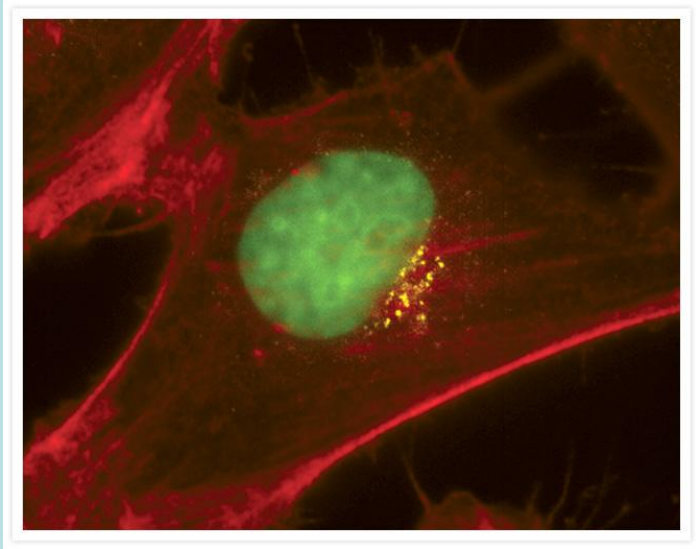
# *Sima endoplazmatikus retikulum*



- kb. 50 nm átmérőjű csövek szövődéke
- a citoplazma szélén helyezkedik el
- szénhidrát- és lipidszintézisben játszik szerepet – intenzív anyagcseréjű sejtek!

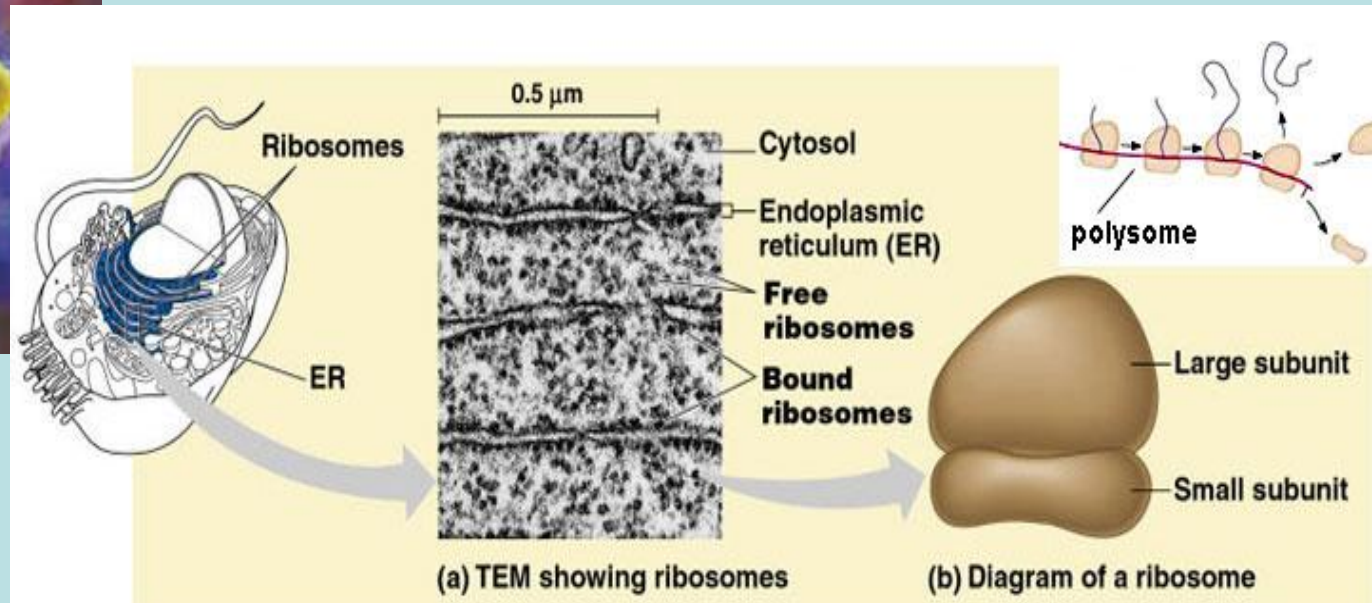
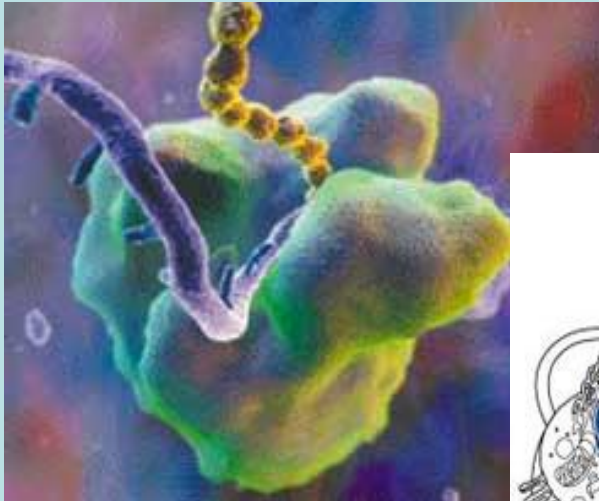
# *Durva endoplazmatikus retikulum*

- Lapos ciszternákból áll
- Szoros kapcsolat a sejtmaghártyával
- Riboszómák – poliszómák
- Aktív fehérjeszintézis – osztódó sejtek!



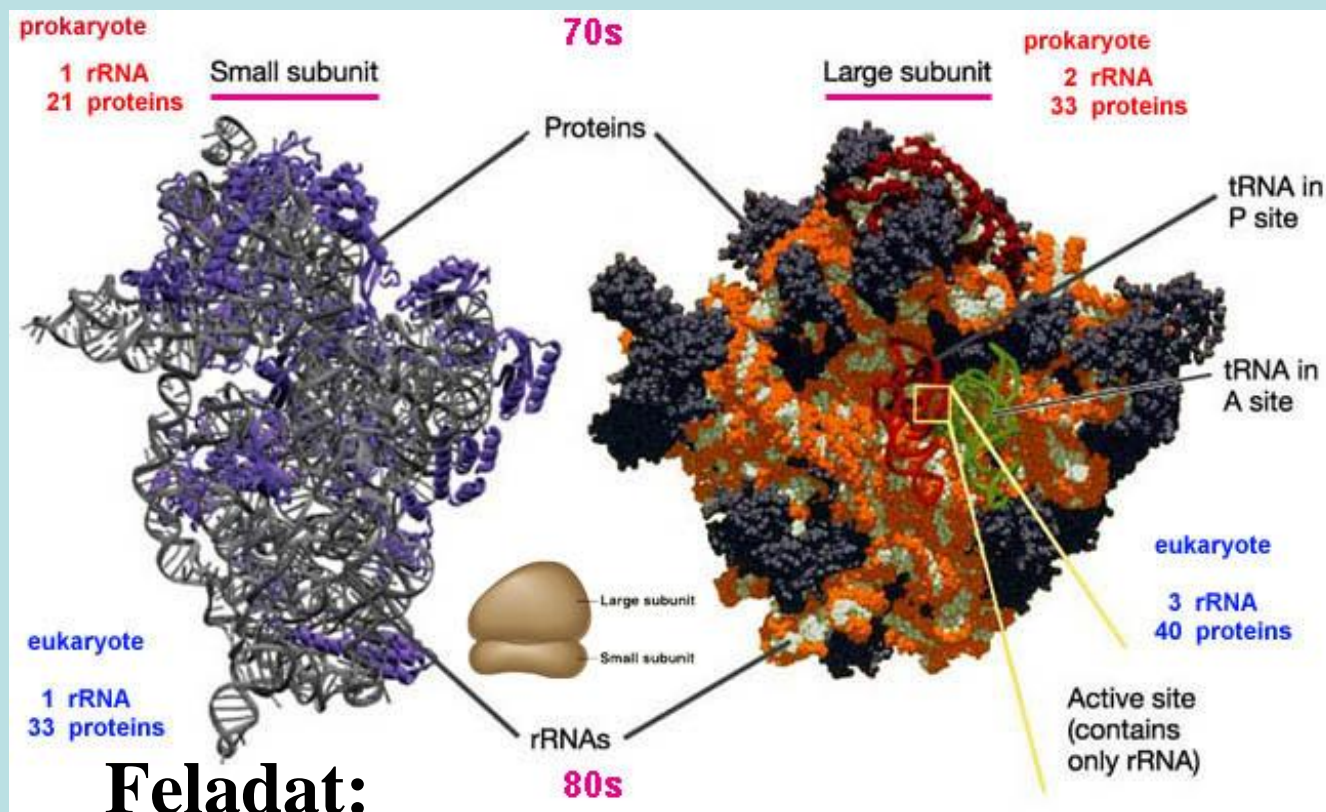
(a)  
Copyright 1999 John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

# Riboszómák



- **Határolóhártya nincs**
- **Szabadon:** citoszol (fiatal sejt), kloroplasztisz, mitokondrium
- **Kötötten:** RER (idős sejt), kevés a sejtmag, kloroplasztisz, mitokondrium, Golgi-készülék membránján

# Riboszómák



## Feladat:

1. Mikrotubulusok tubulinjának,
2. Glükolízis enzimeinek,
3. Riboszómális fehérjéknek,
4. Sejtmag fehérjeinek szintézise

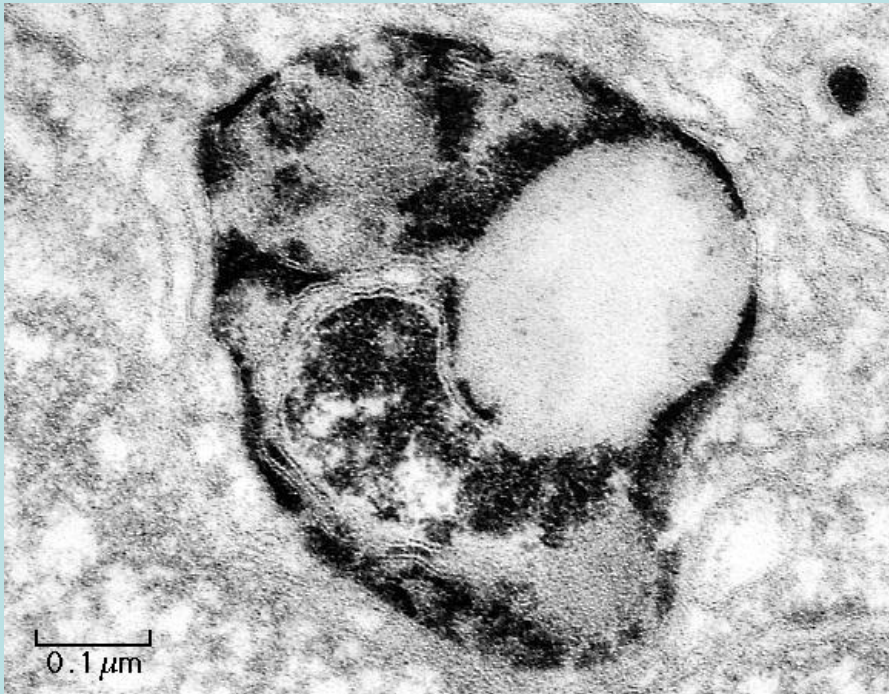
# **DIKTIOSZÓMA**

## ***(Golgi-készülék)***

### **Feladata:**

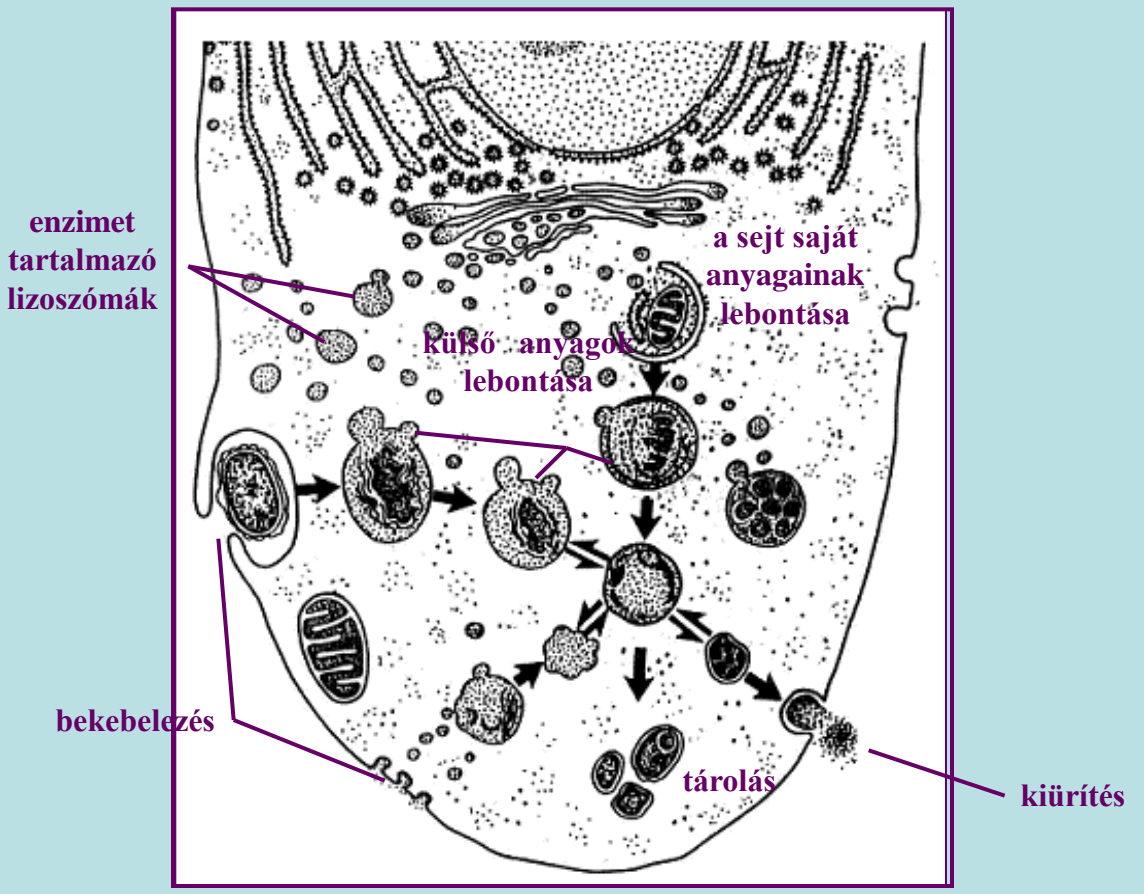
- a. szekrétumok szintézise és elszállítása a plazmalemmához**
- b. glikokalix készítése**
- c. sejtfalalkotók (hemicellulóz, pektin, nyálka, mézga) polimerizációja – szerep a sejtlemmez formálásában**
- d. felszínén auxin-receptorok vannak**

# Lizoszómák



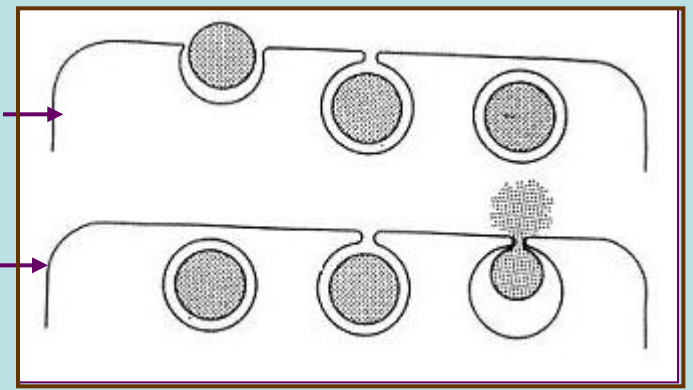
- **Feladat:**
  1. intracelluláris emésztés - savas hidroláz enzimek (foszfatáz, ribonukleáz, proteináz)
  2. a felszabadított építő molekulák visszajuttatása a citoplazmába
  3. az endocitózissal felvett anyagok feldolgozása
- **Származás:** ER, vagy Golgi-apparátus

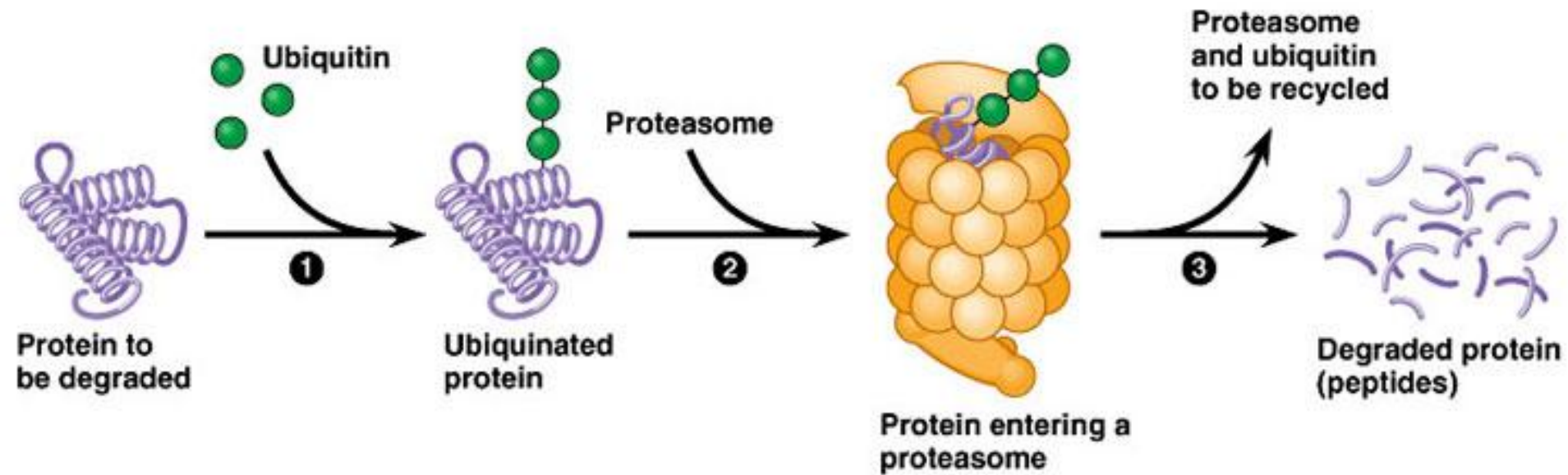
# A LIZOSZÓMÁK ÉS MŰKÖDÉSÜK



az endocitózis folyamata

az exocitózis folyamata







# Endomembránrendszer

- Részei:**
- 1. sejtmaghártya**
  - 2. ER**
  - 3. Golgi-apparátus**
  - 4. citoplazmatikus vezikulomok**

**Feladat: anyagtranszport**

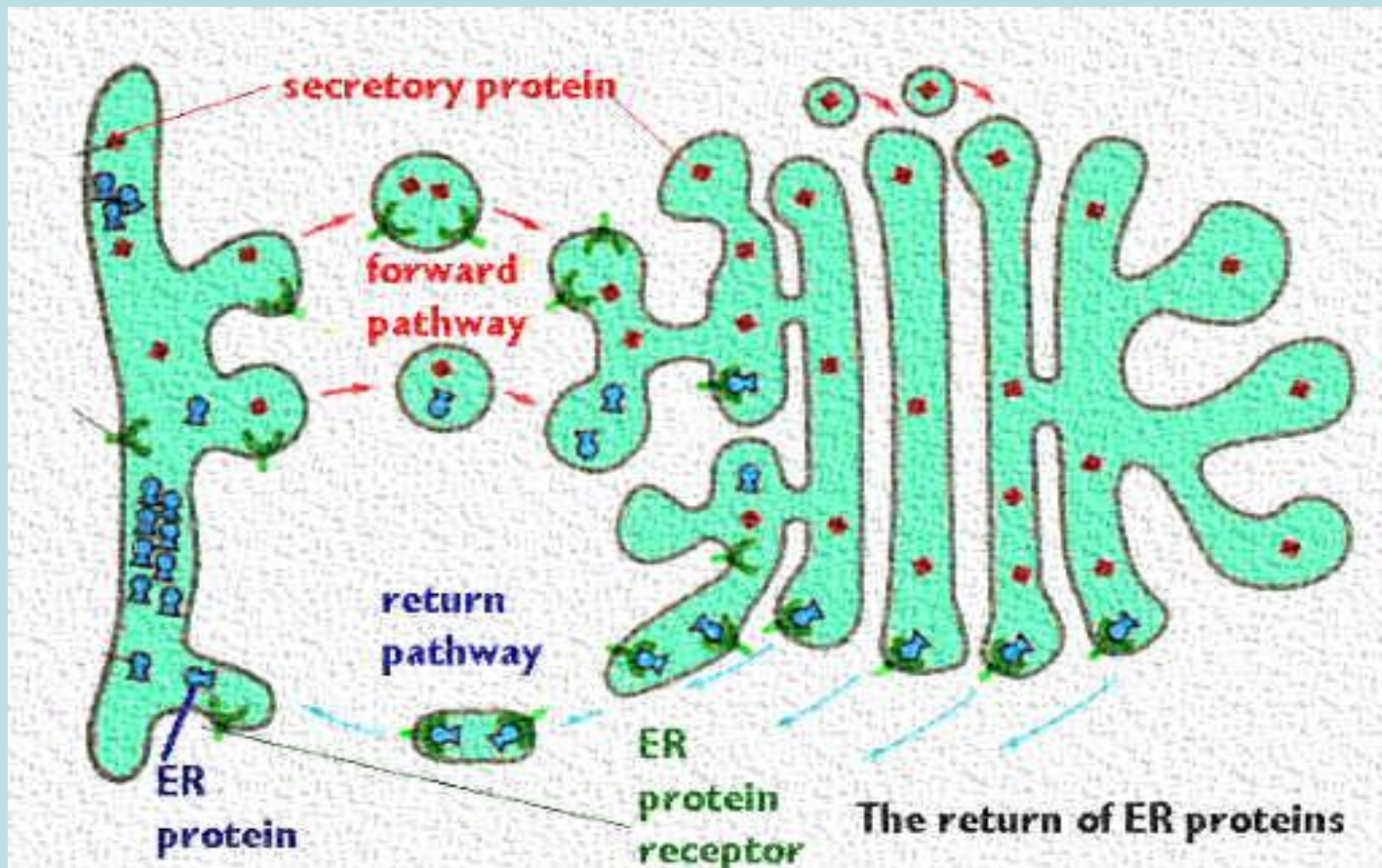
- 1. Kiinduló pont: sejtmaghártya és ER**
- 2. Végállomás: plazmalemmán át a sejtfal v. a vakuólum**

# GERL-rendszer

1. **ER** és a **sejtmaghártya** között *közvetlen membránösszeköttetés*
2. Az **ER** és a **Golgi-készülék** között *tubuláris transzferelemek*
3. A **Golgi** és a **plazmalemma** között *vezikuláris transzferelemek*
4. A Golgiról **lizoszómák** fűződnek le, szekréciós termékeik a vakuólumba ürülnek

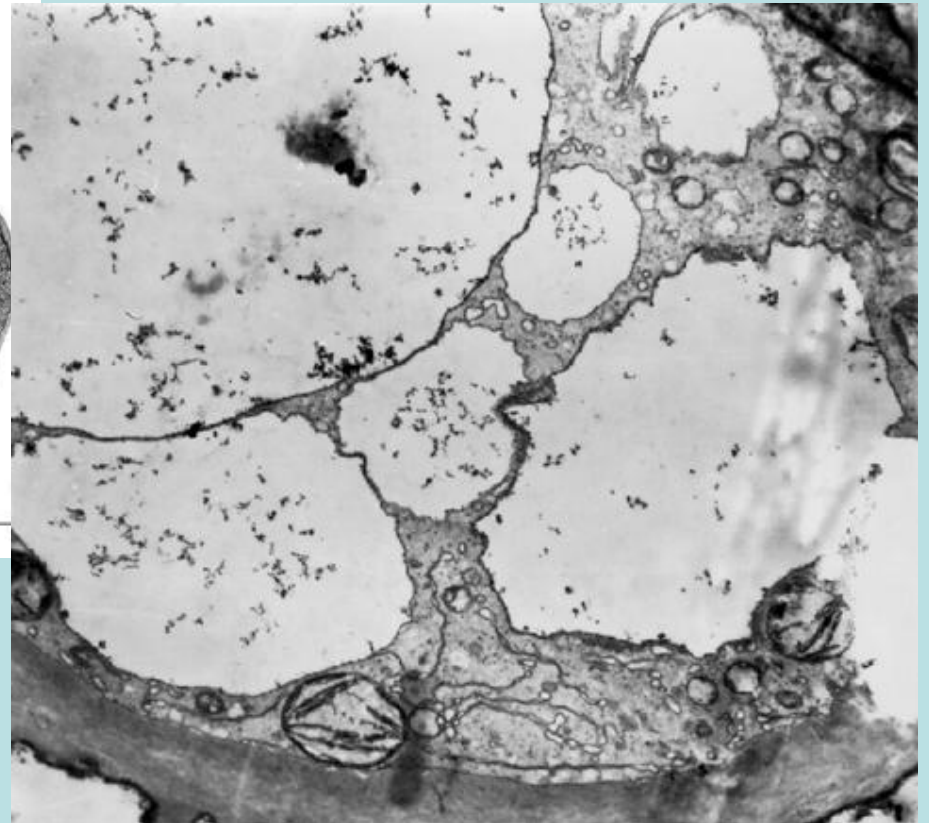
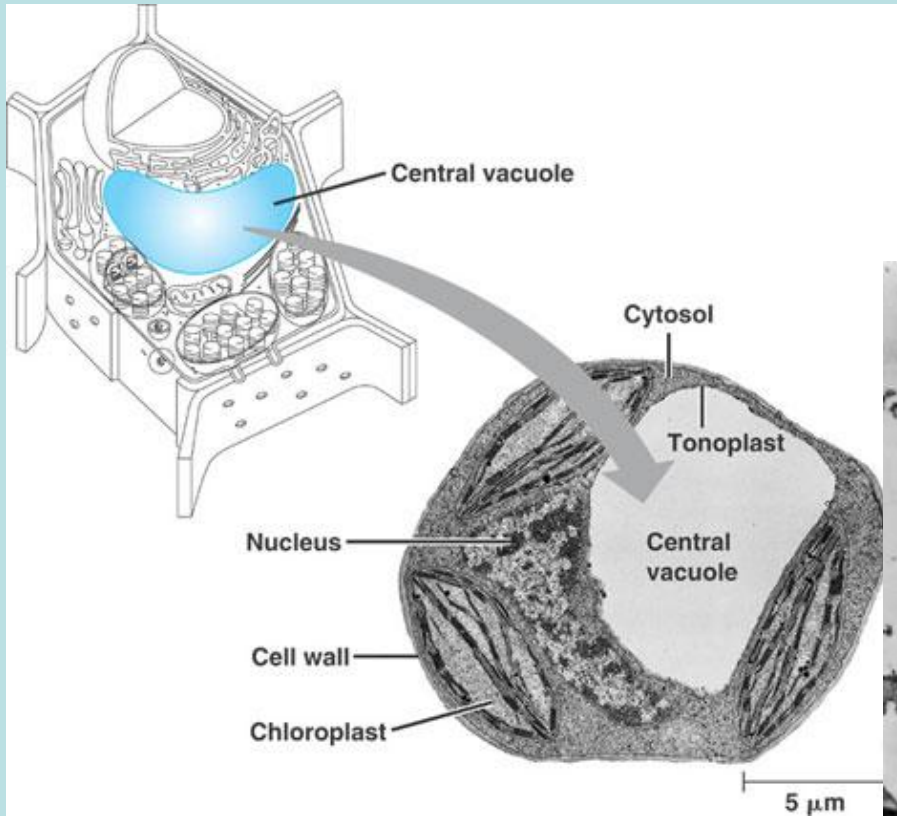
**GOLGI – ER - LIZOSZOMÁK**

# Az ER és a Golgi készülék kapcsolata



**Az ER-ből a Golgi készülékbe jutnak a frissen szintetizált anyagok *mellett* az ER fontos alkotóelemei (pl. enzimek, lipidek) is. Ezek a Golgiról lefűződő vezikulumokkal jutnak vissza az ER-ba**

# Vakuólum



# Vakuólum

**Határhártya: tonoplaszt**

**Részei: - sejtnedv**

**- alakos tartalmi részek**

**Mérete: öregedéssel nő**

# Sejtnedv - Feladat

- 1. Pillanatnyilag felesleges anyagok raktározása**
- 2. Gyűjtő- és közömbösítő hely**
- 3. Vízfelvétel – endozmózis**
- 4. Turgor**
- 5. Pusztuló sejtekben a protoplaszt megemésztése**

# Sejtnedv

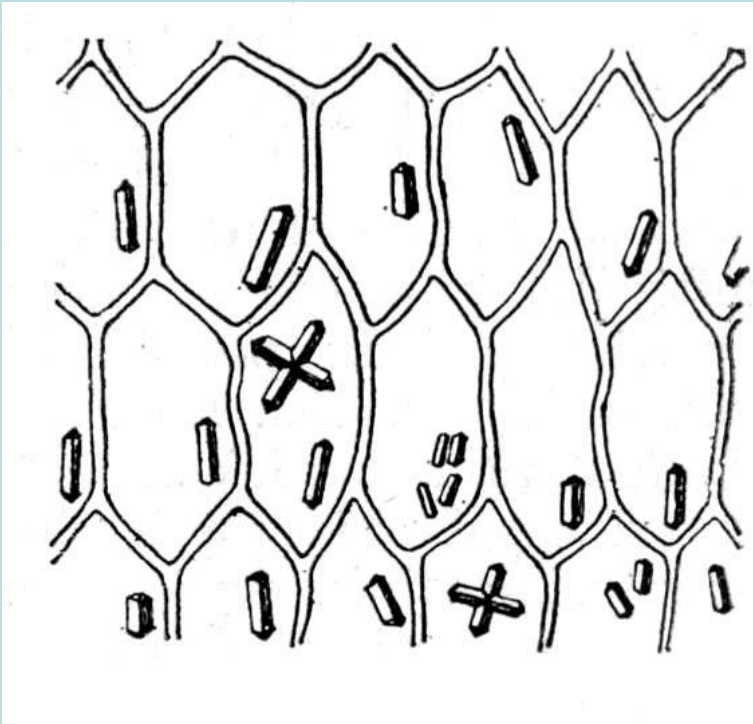
1. **Ásványi sók**
2. **Szénhidrátok**
3. **Szerves savak – sók**
4. **Aminosavak**
5. **Fehérjék – aleuron**
6. **Glükózidok –  
észterek,  
festékanyagok,  
flavonok,  
cseranyagok**
7. **Alkaloidok**
8. **Éterikus olajok,  
illóolajok, balzsamok,  
gyanták**
9. **Polifenolok**
10. **Tejnedv**

# Kristályzárványok

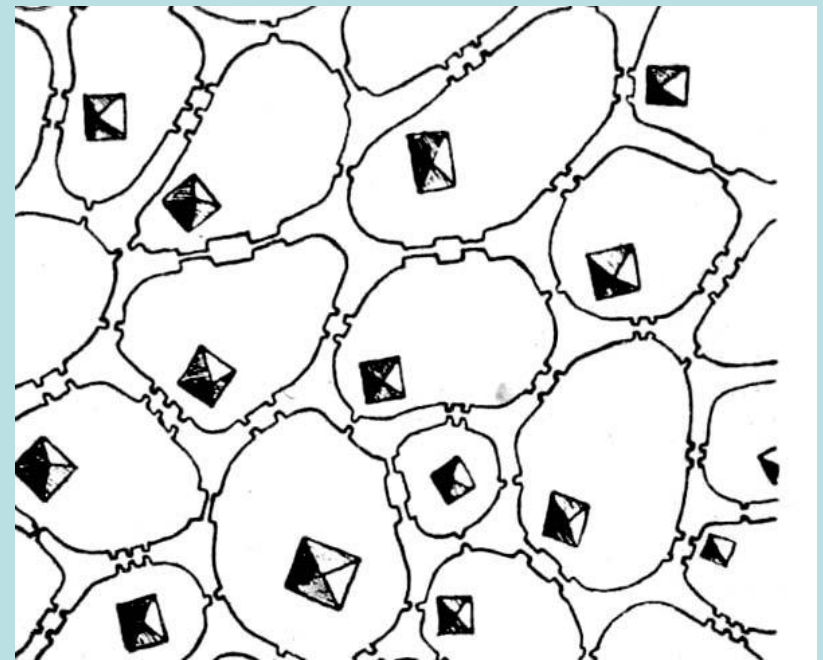
( $\text{Ca}(\text{COO})_2$ ,  $\text{Mg}(\text{COO})_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ )

## Kálcium-oxalát

### a. Tetragonális oszlopok, piramisok



*Allium cepa* – száraz buroklevél



*Vanilla planifolia* – epidermisz-nyúzat



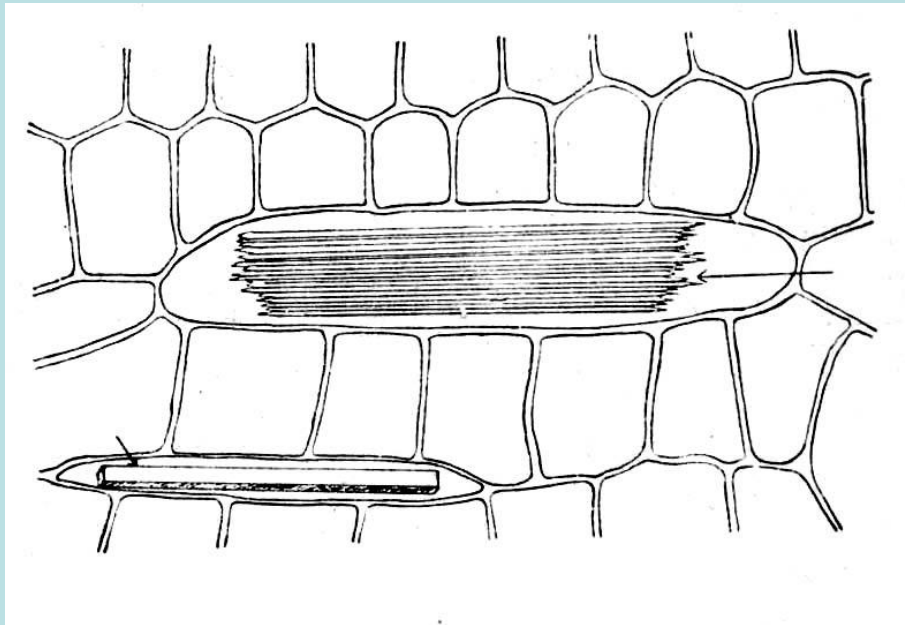
# Kristályzárványok

## Kálcium-oxalát

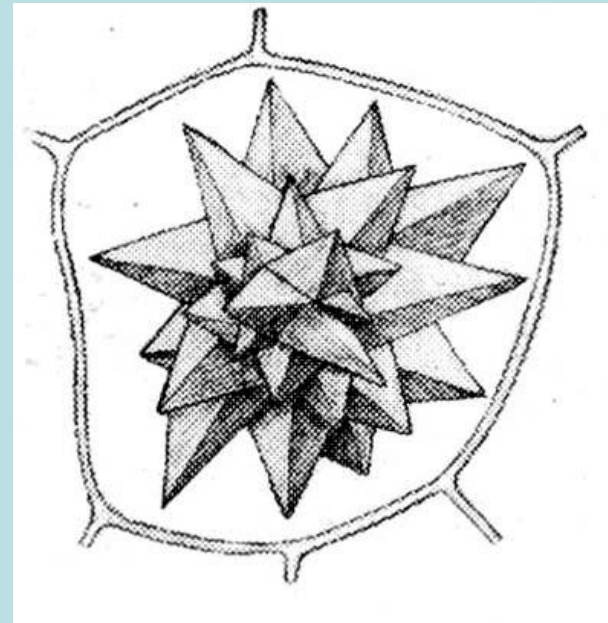
**b. Kristályhomok**

**c. Kristálytűk – rafid**

**d. Rozetta**



*Agave sp.*

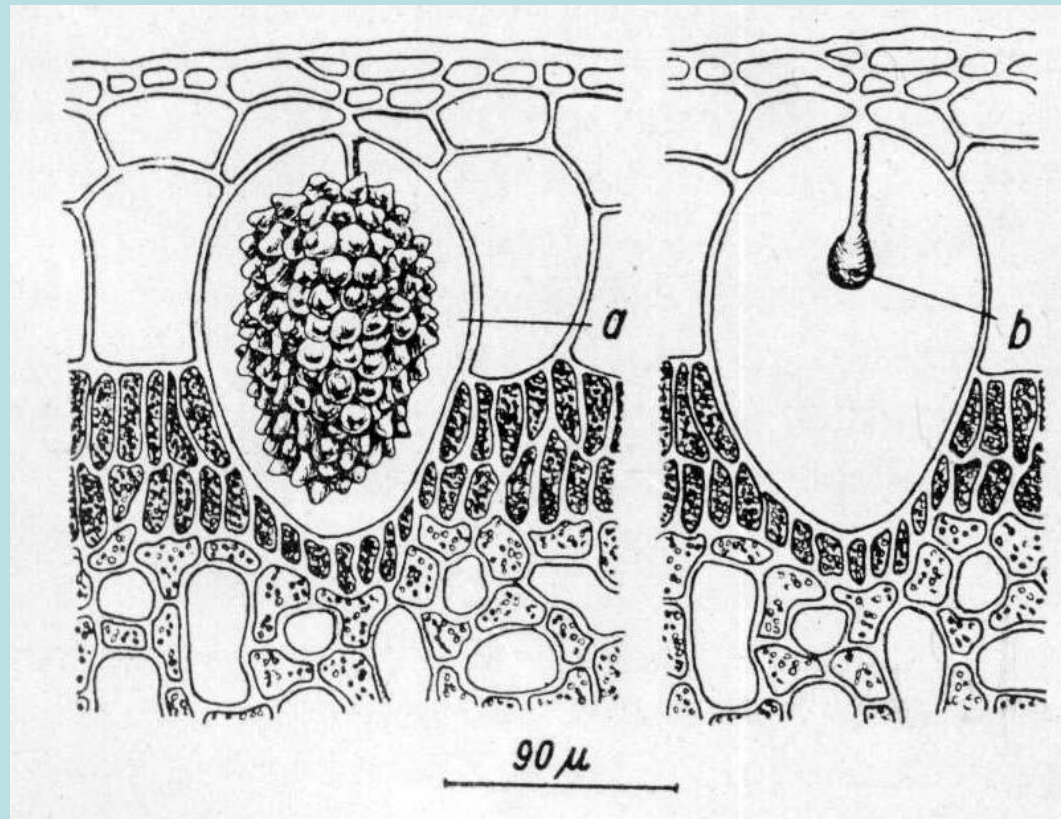


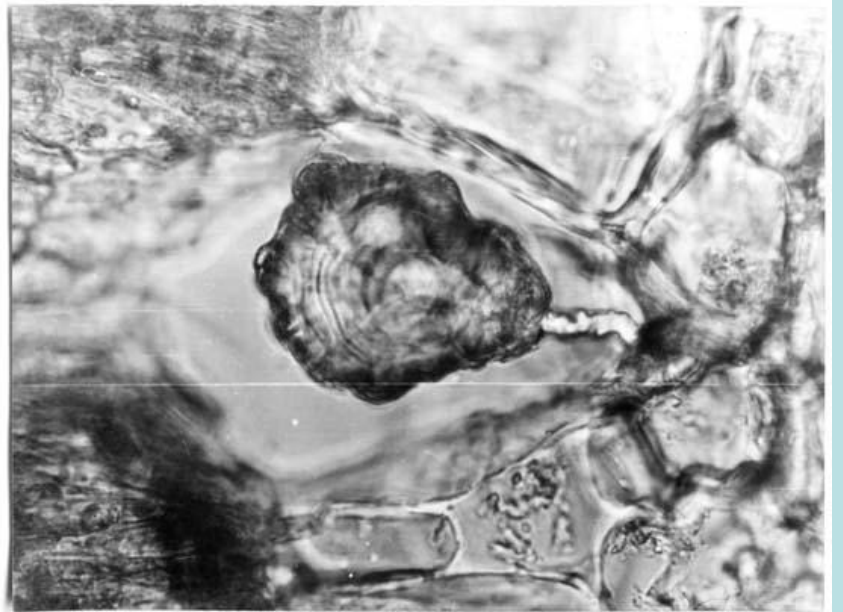
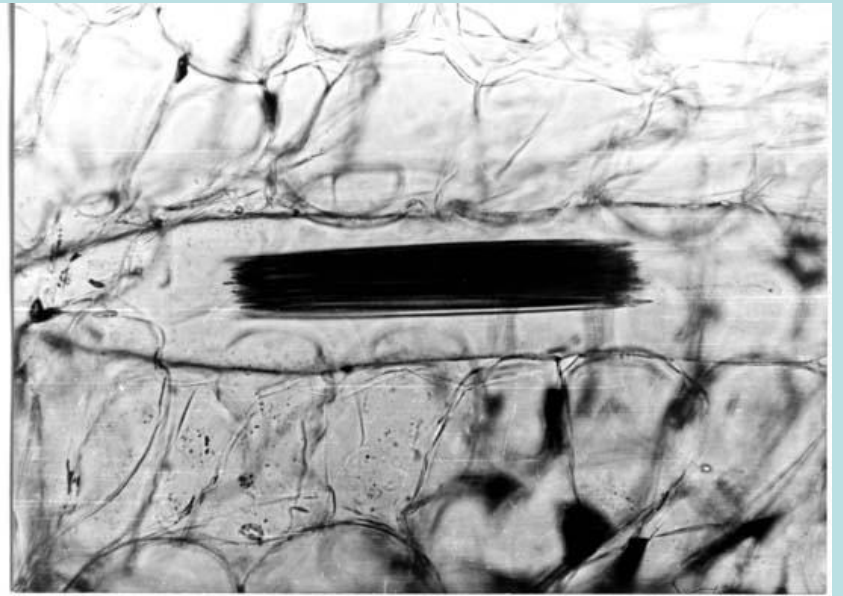
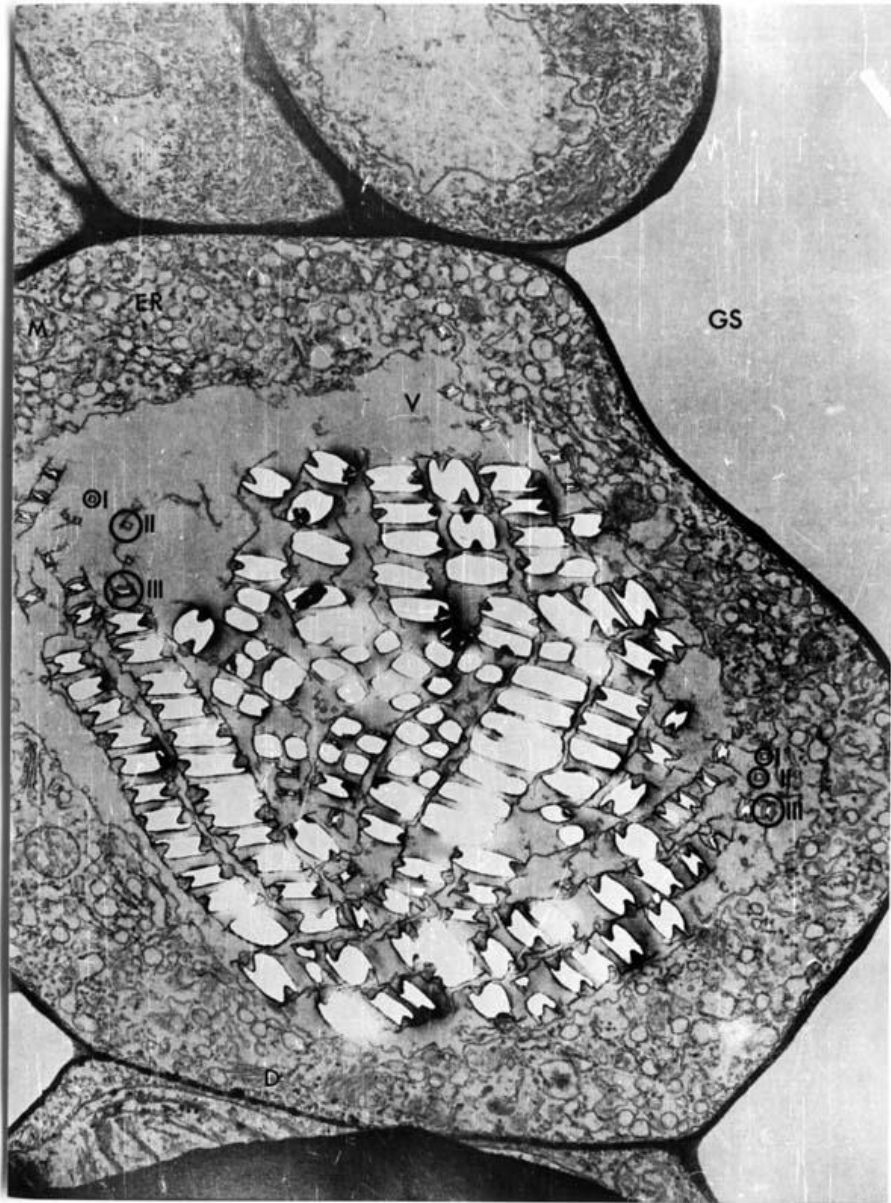
*Opuntia sp.* – kladódium

# Kristályzárványok

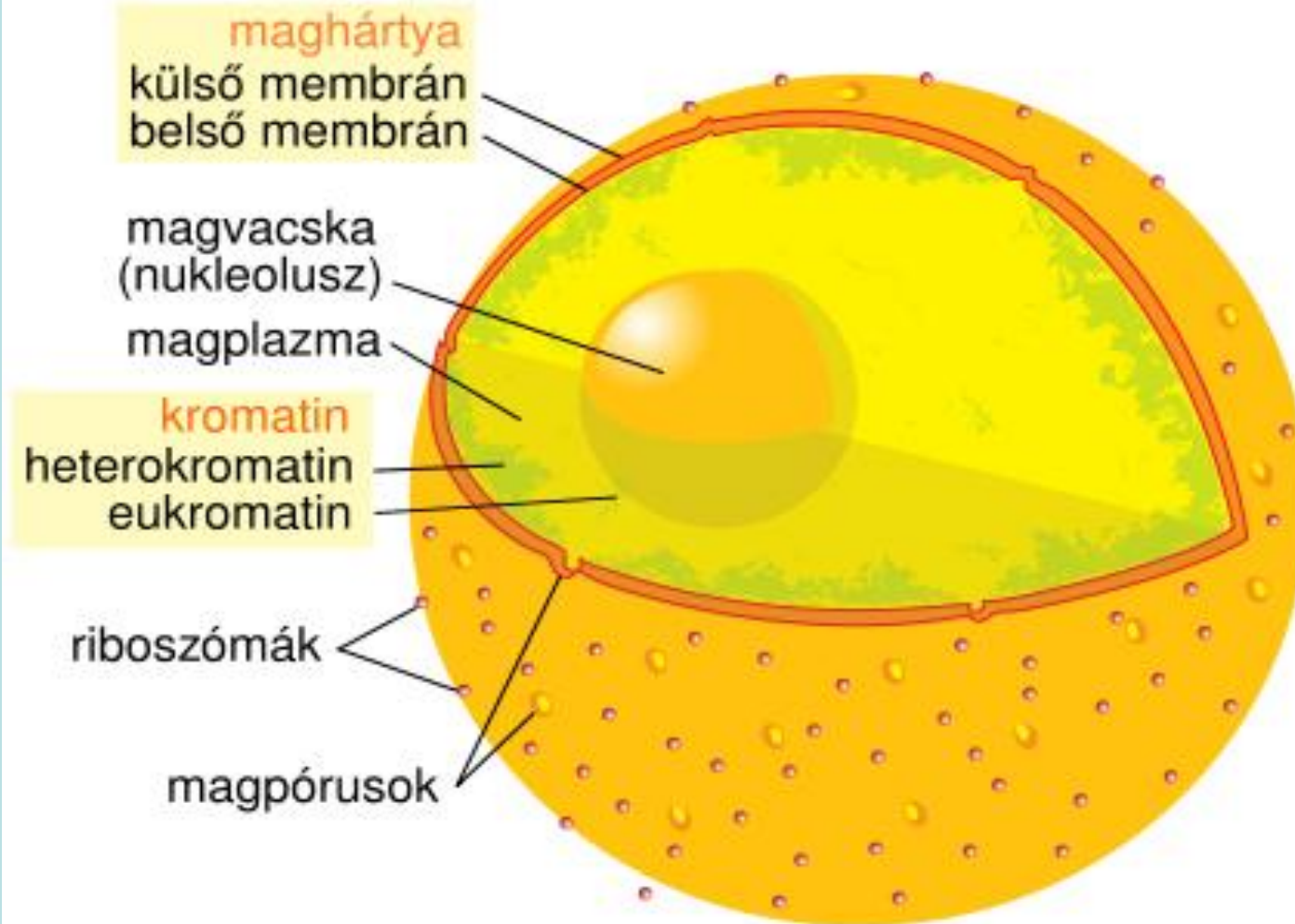
## Kálcium-karbonát

- a. Sejtüregben mint tartalmi rész (szil, bükk)
- b. Rárákódás sejtüregbe hatoló nyúlványra (*Ficus* sp.)



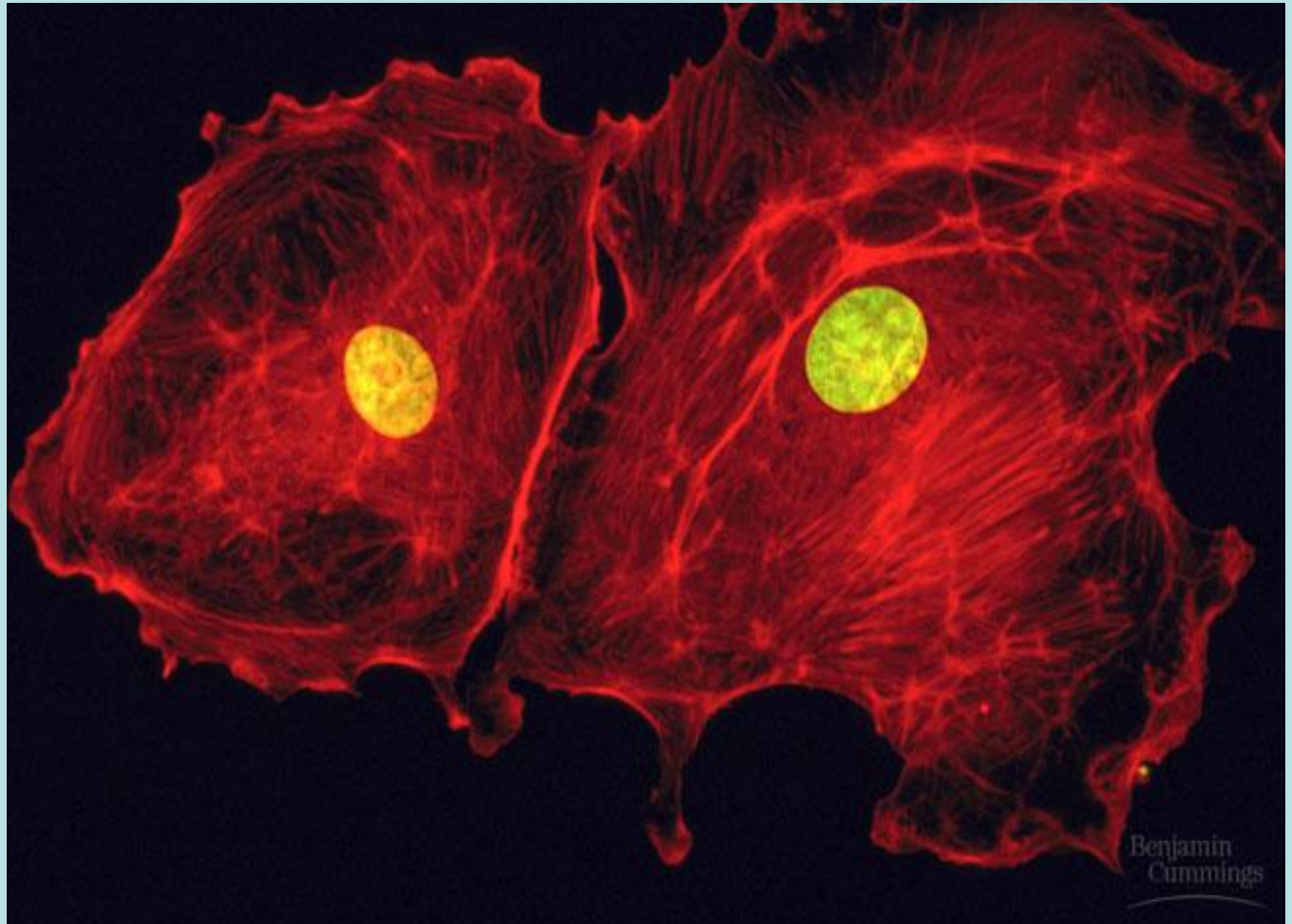
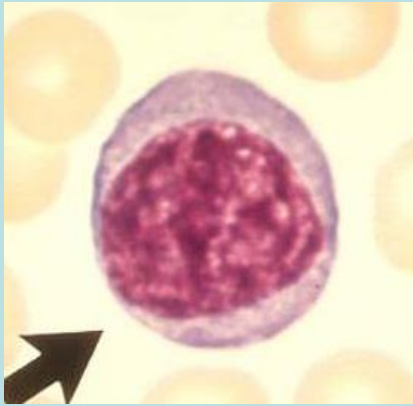


# Sejtmag

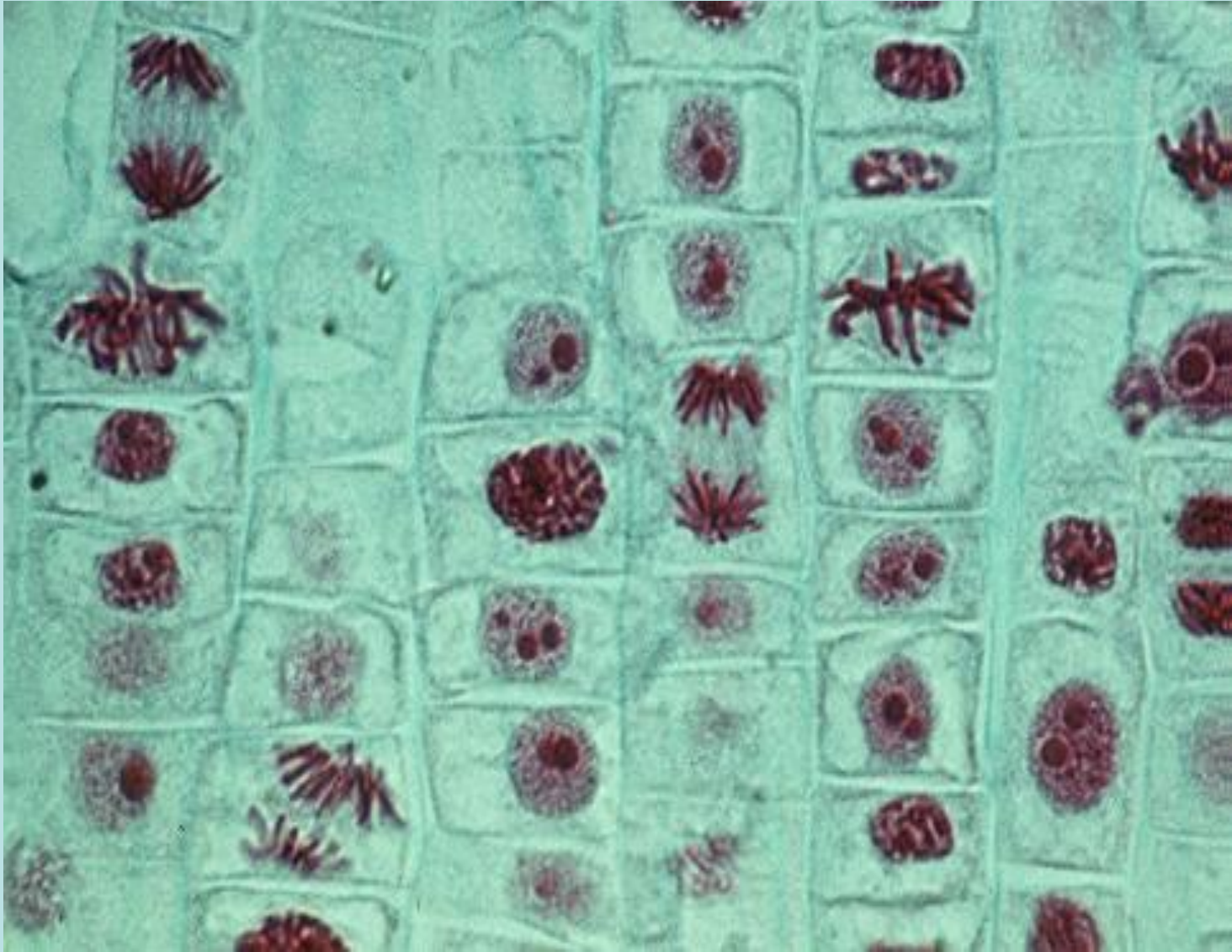


# A sejtmag

**Az aktív sejtekben a citoplazma sokkal nagyobb térfogatú, mint a nyugvó sejtekben. A naív limfocita (nyíl) szinte teljes térfogatát kitölti a mag, ellentétben pl. egy endotél sejttel.**



# Sejtmagok és osztódás



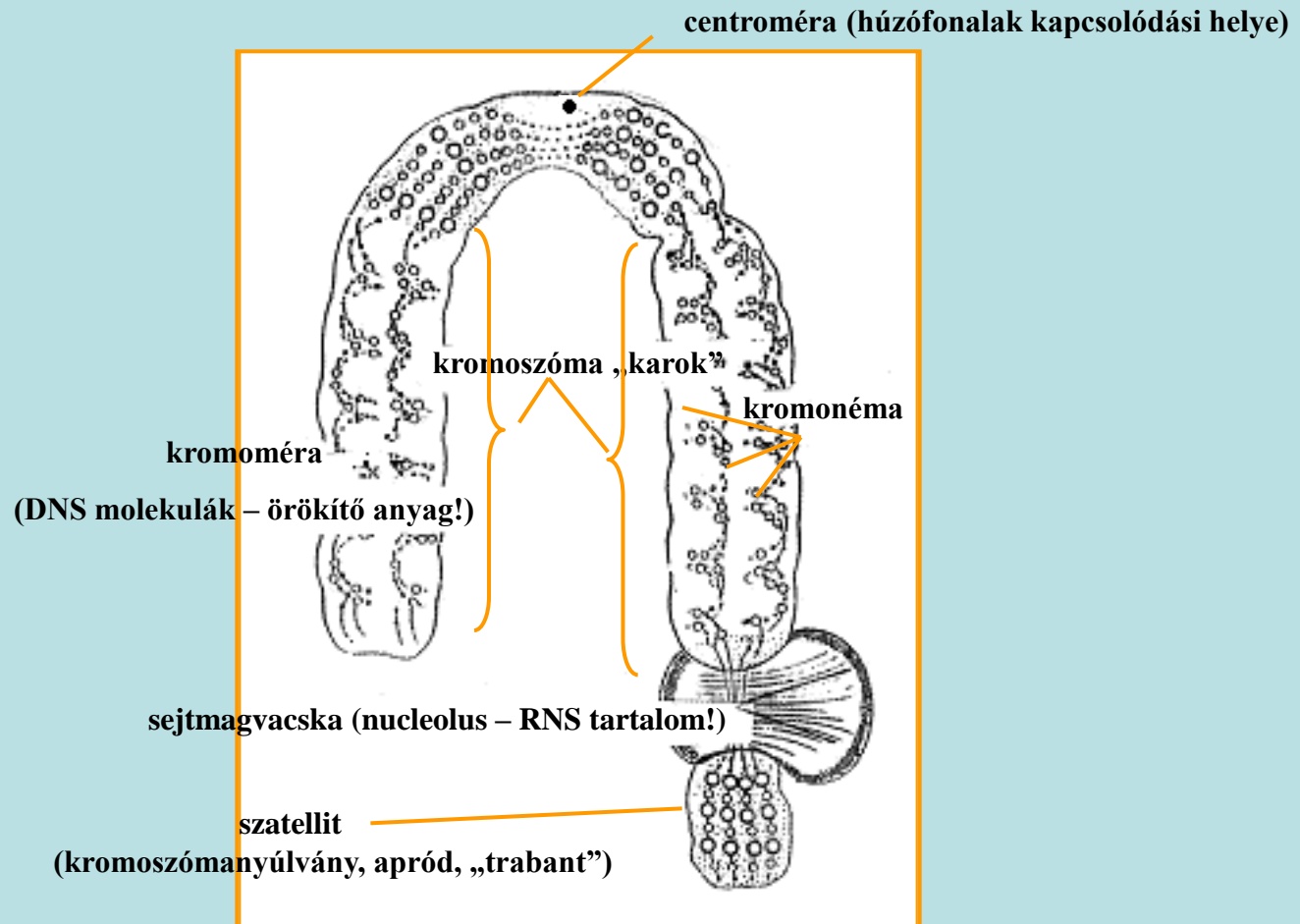
# A KROMOSZÓMA FINOMSZEREZETE

kromoszóma →

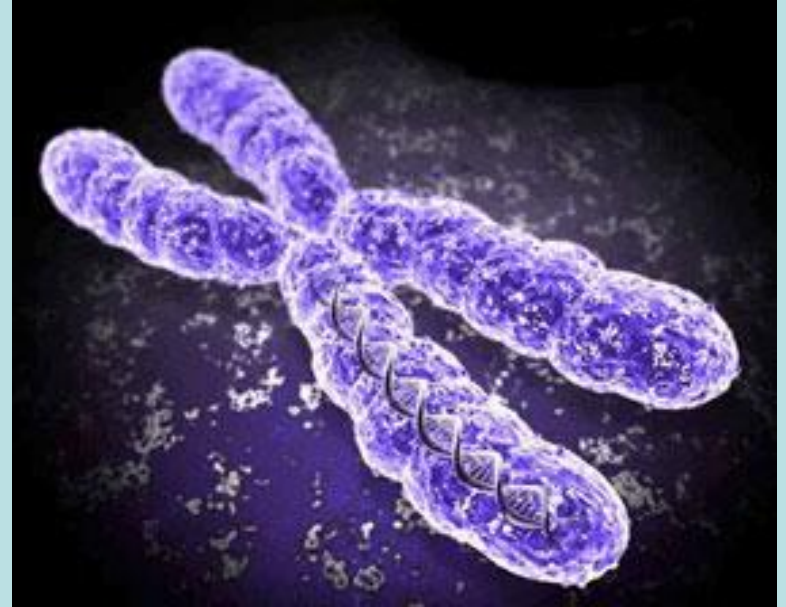
kromosz: színes

szóma: test

(Waldeyer, 1888)



# A KROMOSZÓMÁK JELLEMZŐI



- a kromoszómák fajra jellemző örökítő anyag (DNS) hordozói!
- számuk: 1-több száz  
(pl.: baktériumok: 1, ember: 46, ló: 66, szarvasmarha: 60, kutya: 78, macska: 38, házityúk: 78)
- haploid sejt (ivarsejt): a teljes kromoszómaszám felét ( $n$ ) tartalmazza
- diploid sejt: a fajra jellemző teljes ( $2n$ ) kromoszómaszámot tartalmazza  
→ testi sejtek, pl.: simaizomsejt
- a kromoszómaszám megváltozása → rendellenes fejlődés (pl.: Down-kór)



# A SEJTEK OSZTÓDÁSA



## A MITÓZIS szakaszai

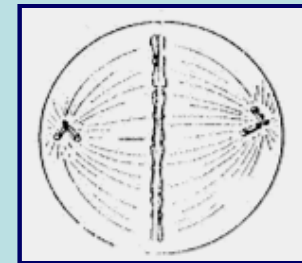
### 1. előszakasz (*profázis*)

egygomoly állapot → *monospirema*



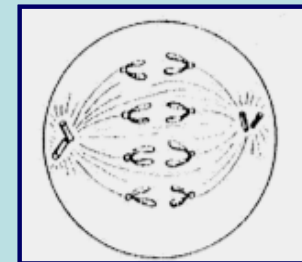
### 2. középszakasz (*metafázis*)

egycsillag állapot → *monoaster*



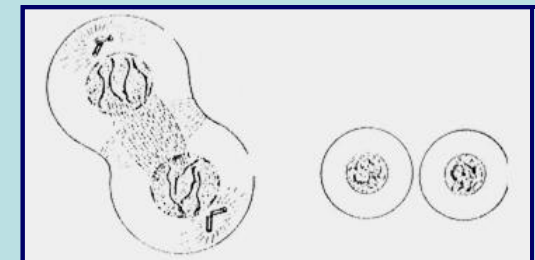
### 3. utószakasz (*anafázis*)

kétszillag állapot → *diaster*



### 4. végszakasz (*telofázis*)

kétszillag állapot → *dispirema*



# A MEIÓZIS szakaszai

Anyasejt: diploid ( $\rightarrow$  ivarképző sejtek)  $2n!$

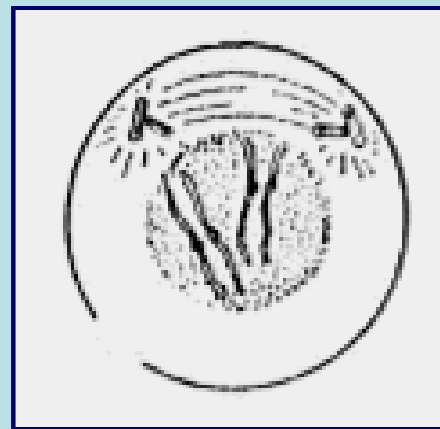
## I. REDUKCIÓS SZAKASZ (első főszakasz)

### 1. előszakasz (*profázis*)

egygomoly állapot  $\rightarrow$  *monospirema*

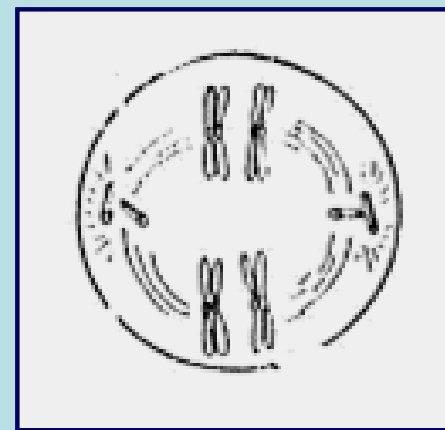
több alszakasz  $\rightarrow$  tetrádképzés  $\rightarrow$

kromoszóma darabok kicserélődése  $\rightarrow$  mutáció



### 2. középszakasz (*metafázis*)

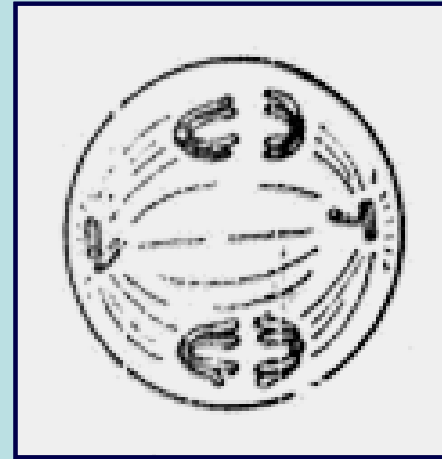
egycsillag állapot  $\rightarrow$  *monoaster*



3. utószakasz (*anafázis*)

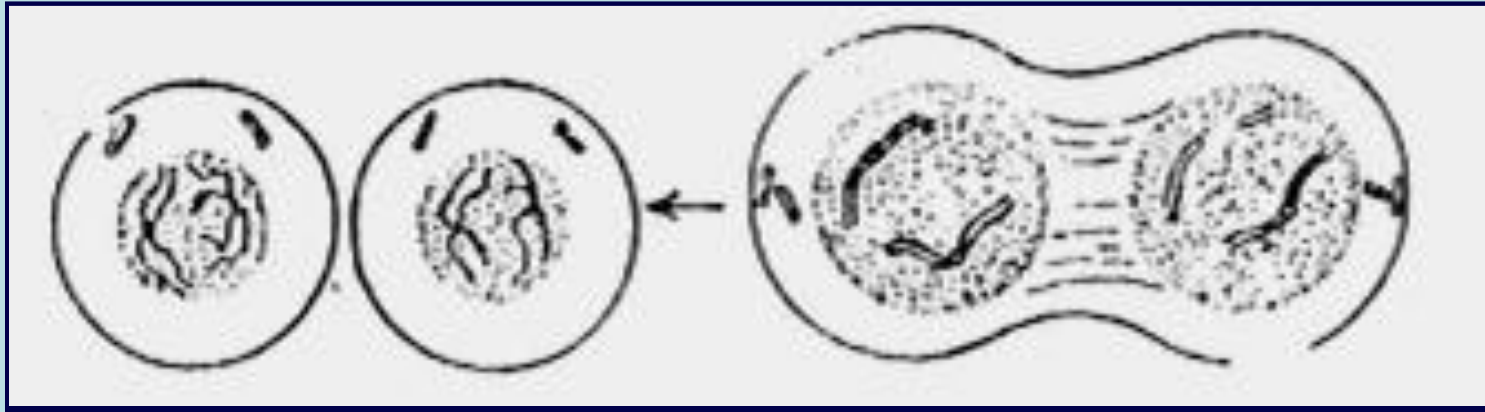
kétsillag állapot → *diaster*

**REDUKCIÓ!** Egész kromoszómák  
vándorolnak a sejt két pólusa felé.



4. végszakasz (*telofázis*)

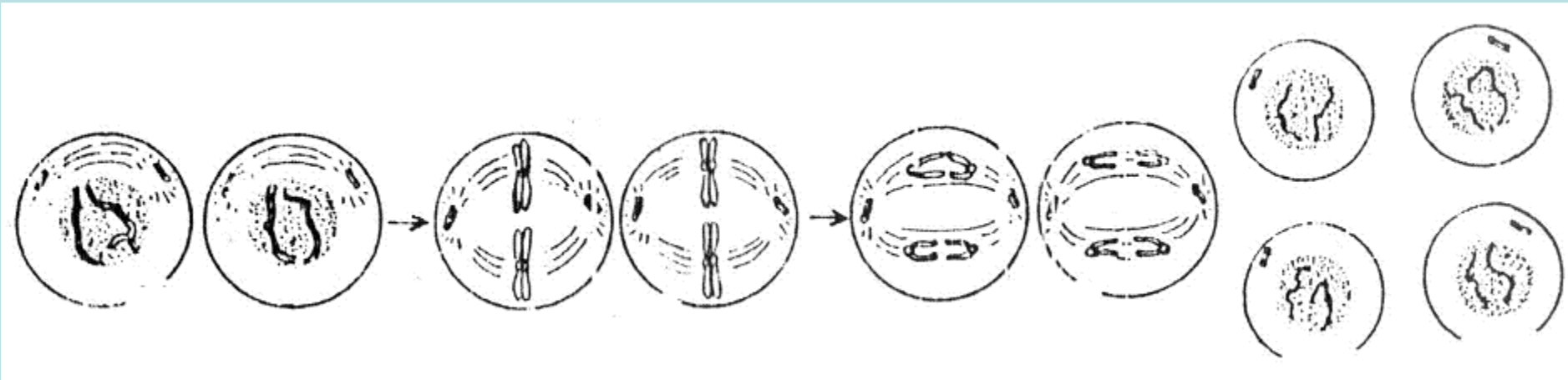
kétdomoly állapot → *dispirema*



Az osztódás eredménye: két utódsejt →  $n$  kromoszómaszám

## II. SZÁMTARTÓ SZAKASZ (második főszakasz)

A sejtosztódás mitotikus jellegű.



Az osztódás eredménye: négy utódsejt → n kromoszómaszám

# A MEIÓZIS JELENTŐSÉGE

1. Az ivarsejtek „n” kromoszómaszámmal rendelkeznek. A meiózis biztosítja a kromoszómaszám viszonylagos faji állandóságát!
  2. Az apai és anyai eredetű kromoszómák véletlenszerűen keverednek → tulajdonságok maximális változékonyságának biztosítása!
  3. A kromoszómák egyes darabjainak kicserélődése (*crossing over*) miatt újabb tulajdonságok jöhetnek létre.
- pl.: ember esetében: 23 pár kromoszóma →  $2^{23}$  → 8.388.608 féle gaméta keletkezhet

# Mitokondrium

(1  $\mu\text{m}$  széles, 1-3  $\mu\text{m}$  hosszú)

## Mitochondria Structural Features

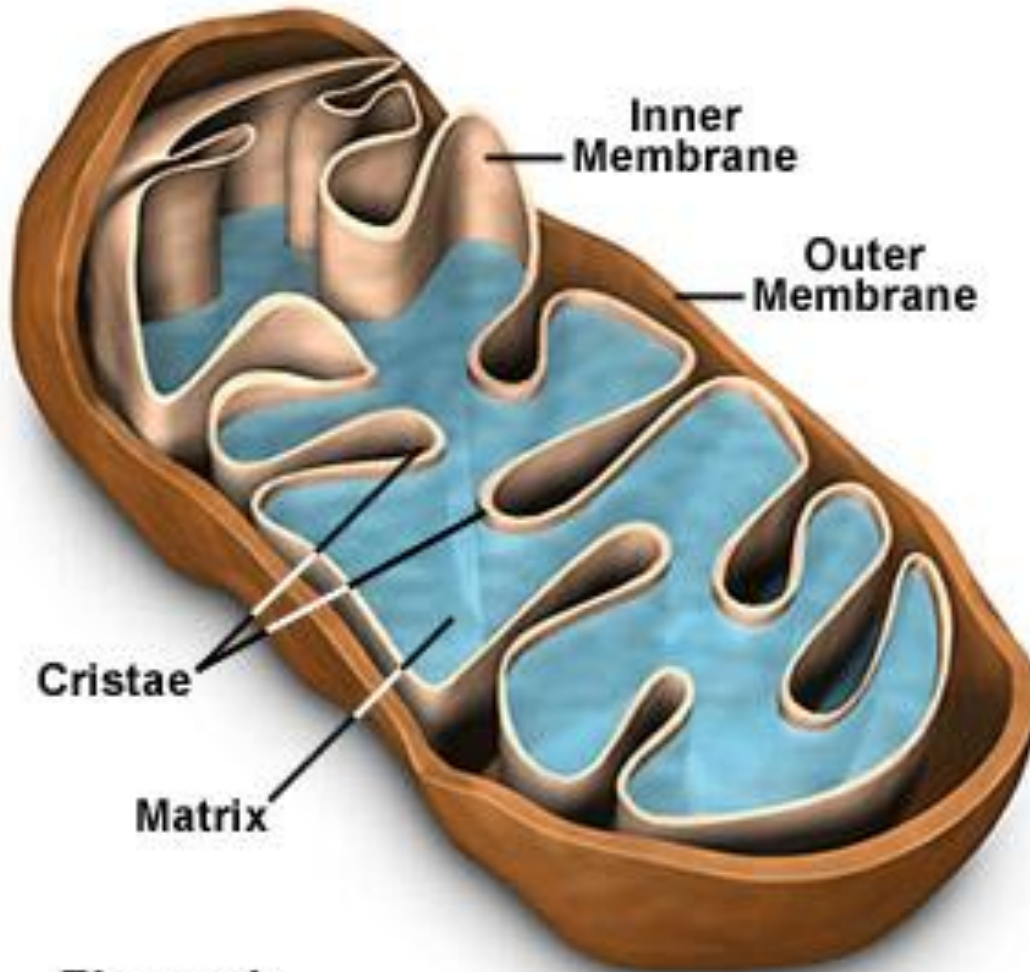
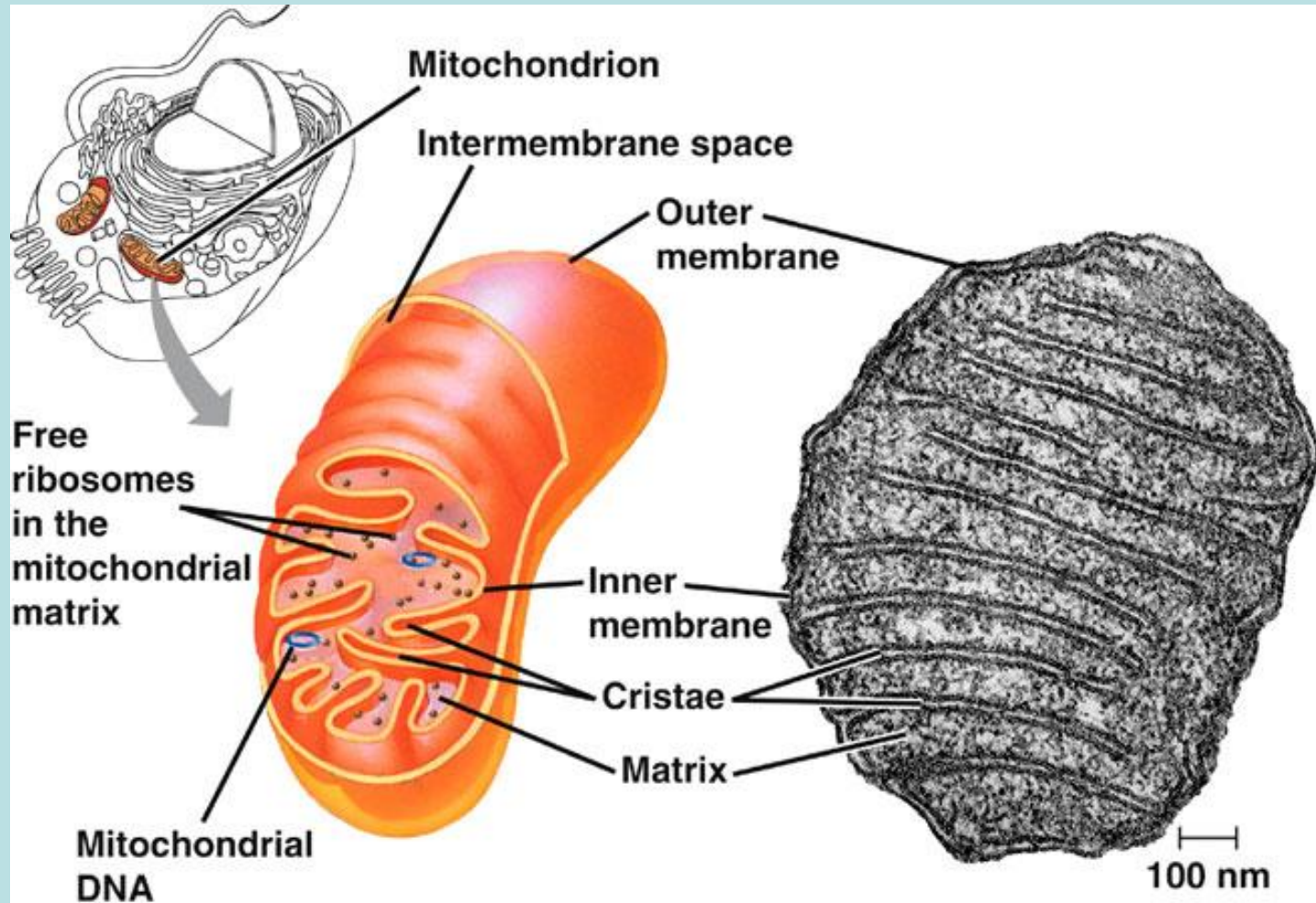


Figure 1

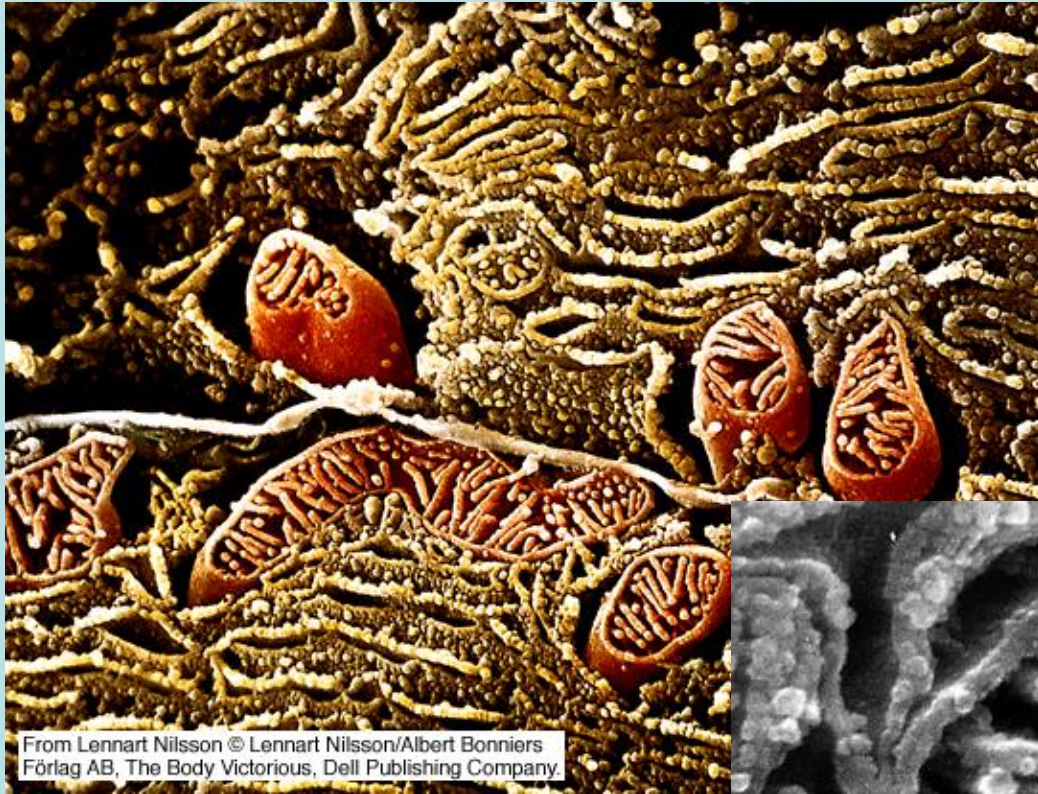
# Mitokondrium

(1  $\mu\text{m}$  széles, 1-3  $\mu\text{m}$  hosszú)

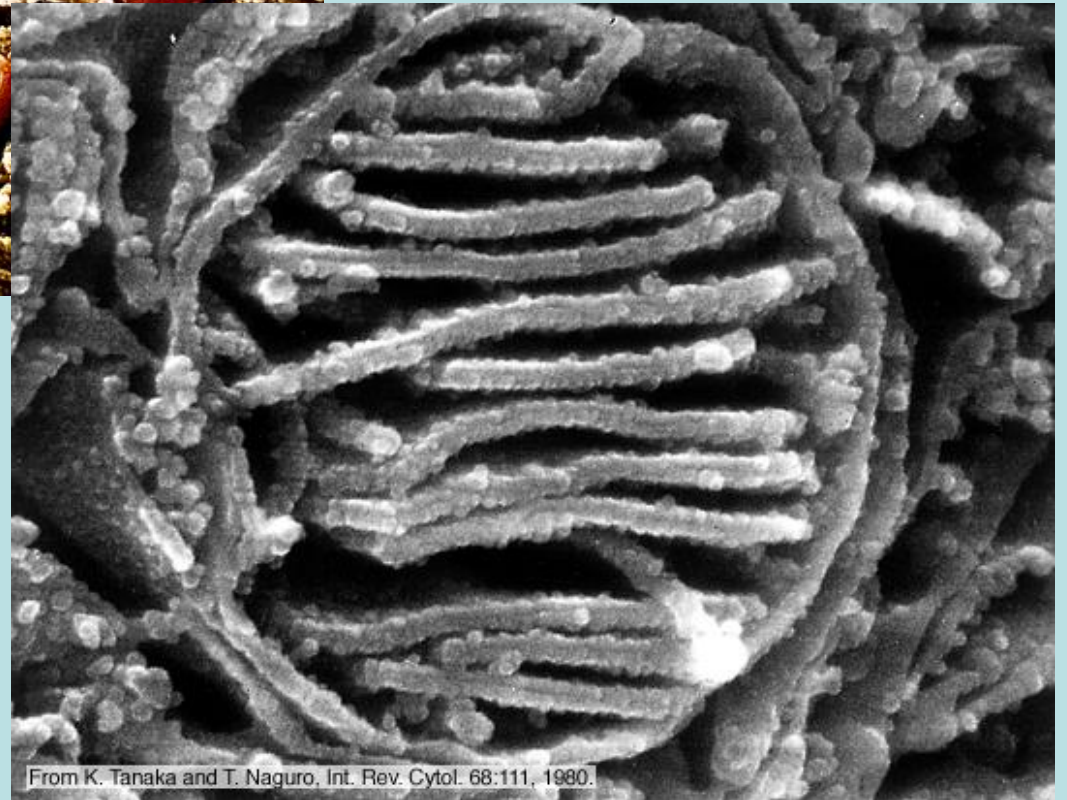
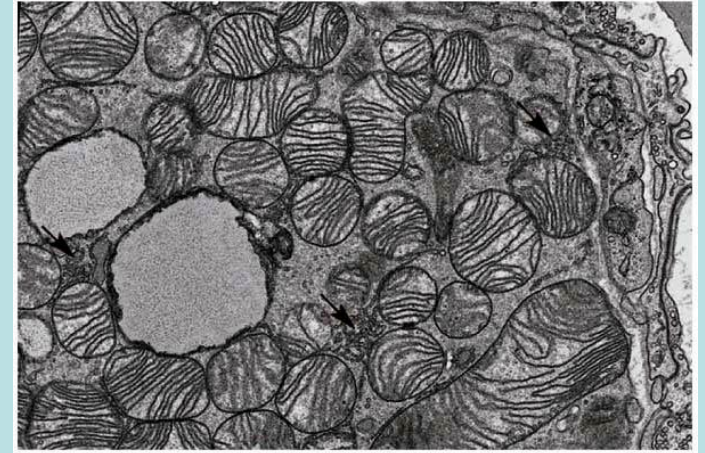


- **Kettős membrán**
- **Kriszta**
- **Mátrix**
- **Lehet:**
  - a. lamelláris – inaktív sejt
  - b. tubuláris – aktív sejt

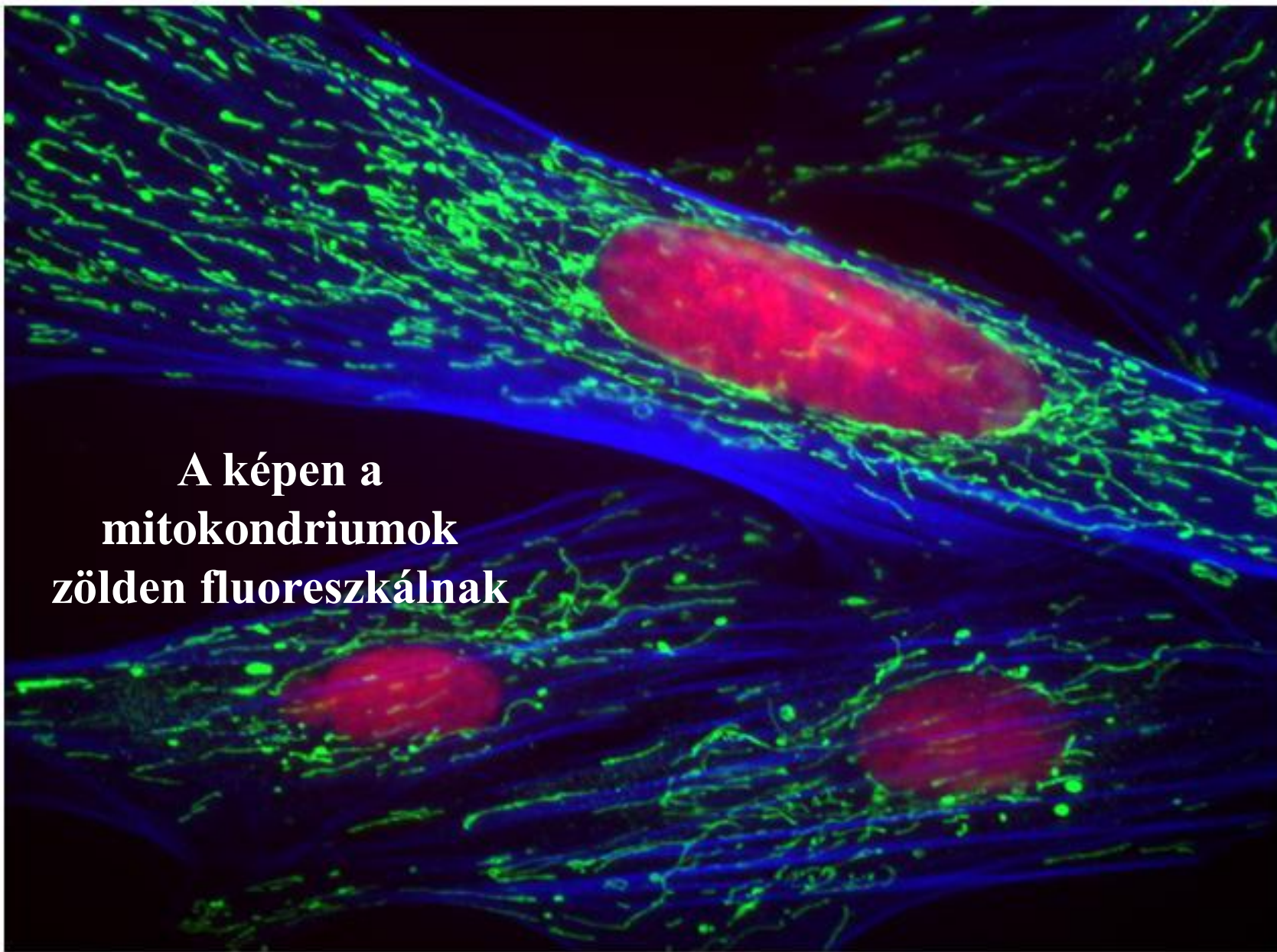




From Lennart Nilsson © Lennart Nilsson/Albert Bonniers Förlag AB, The Body Victorious, Dell Publishing Company.



From K. Tanaka and T. Naguro, Int. Rev. Cytol. 68:111, 1980.



**A képen a  
mitokondriumok  
zölden fluoreszkálnak**

# Mitokondrium

## *Funkció*

- 1. Citromsav-ciklus, terminális oxidáció --- energia-felszabadítás, energiadús anyagok oxidációja, ATP nyerés**
- 2. Ca-ionok energiaigényes tárolása**
- 3. zsírsavak, glutaminsav, szteroidhormonok bioszintézise**

# Mitokondrium

## *anyagcsere-terek*

### *1. Külső membrán:*

- kevés enzim,
- kisebb molekulák áteresztése

### *2. Membránok közti tér*

- ozmotikusan és enzimatikusan aktív (vízben oldott molekulák révén!)

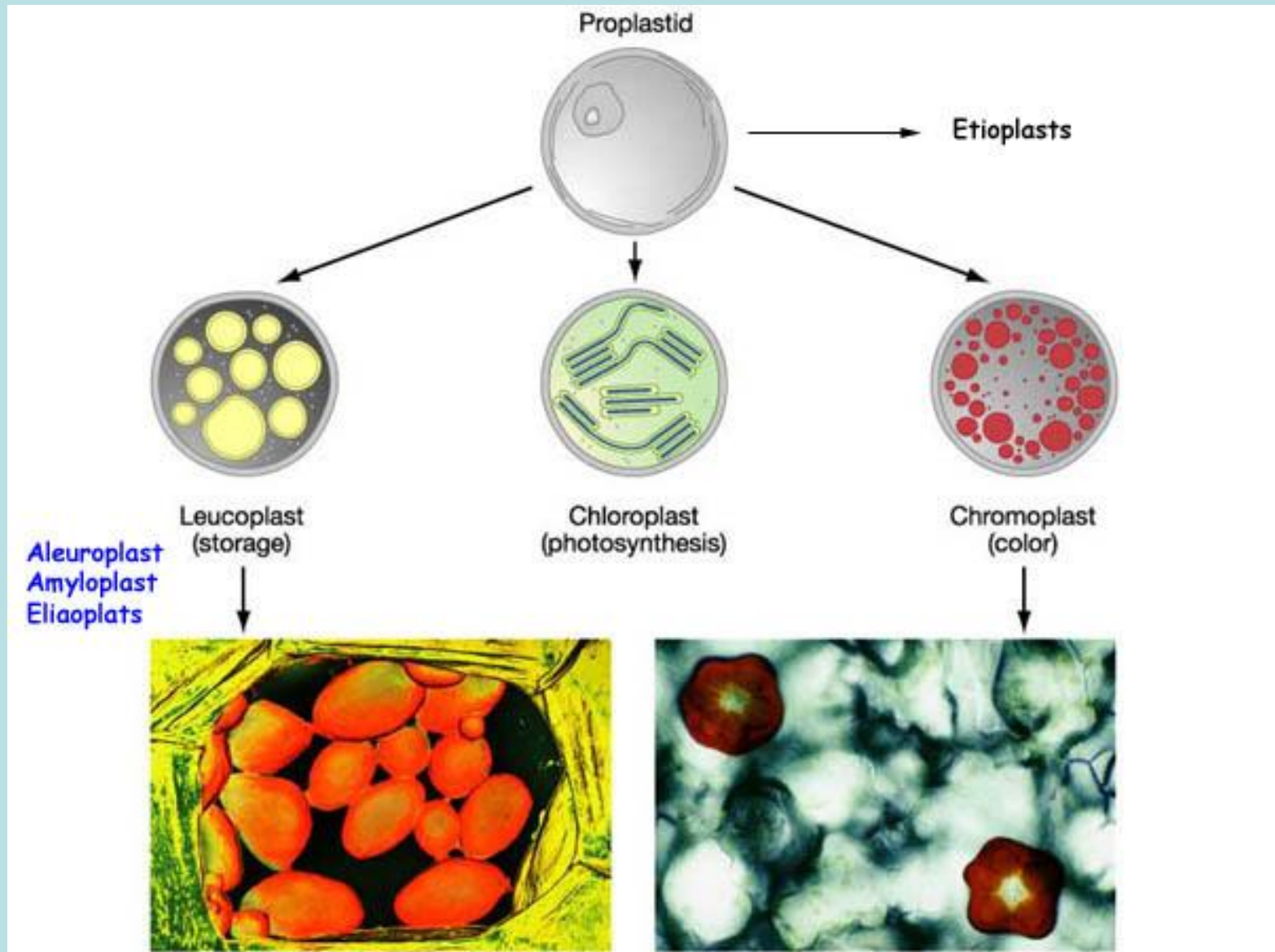
### *3. Belső membrán*

- áteresztőképessége csekély
- légzési transzportlánc --- ATP szintézis

### *4. Mátrix*

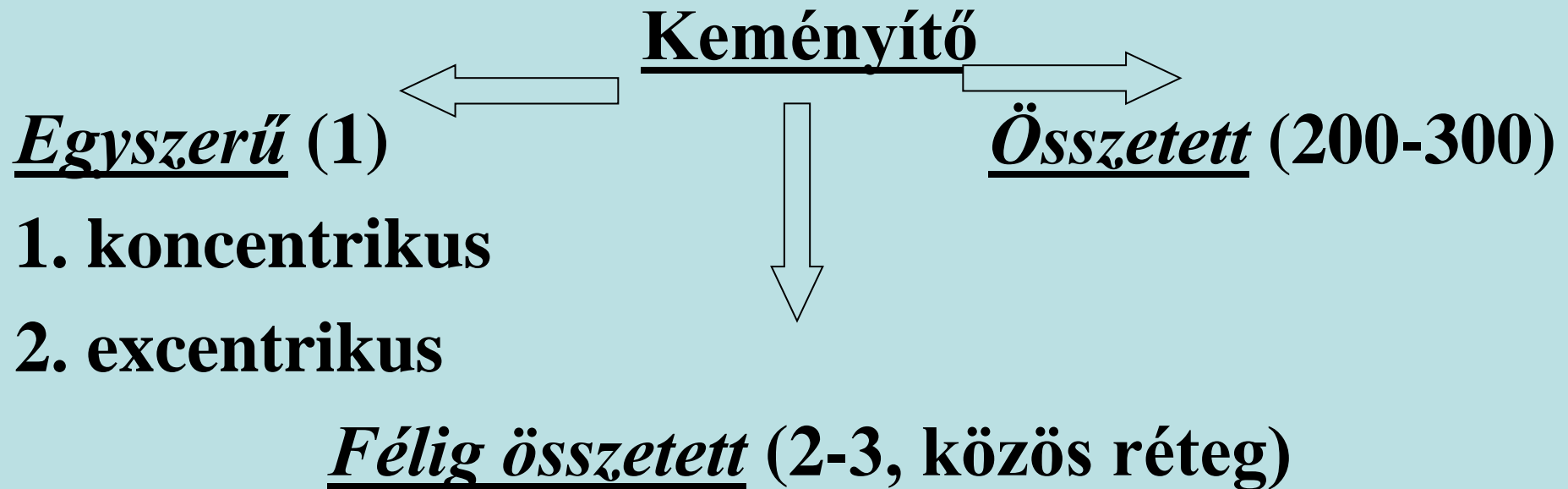
- gél-szerű, gyűrű alakú DNS

# Plasztiszok



# Leukoplasztiszok

- a. Etioplasztisz --- *prolamelláris test*  
(tubuláris membránok kristályrácsai)
- b. Amilo-, proteino-, elaioplasztisz



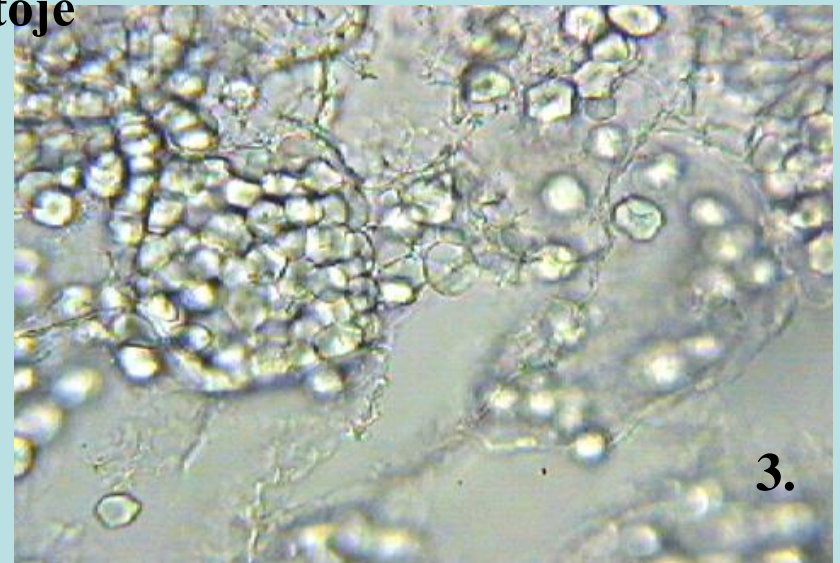


1.



2.

1. *Solanum tuberosum* excentrikus keményítője
2. *Phaseolus vulgaris* koncentrikus keményítője
3. *Zea mays* összetett keményítője



3.

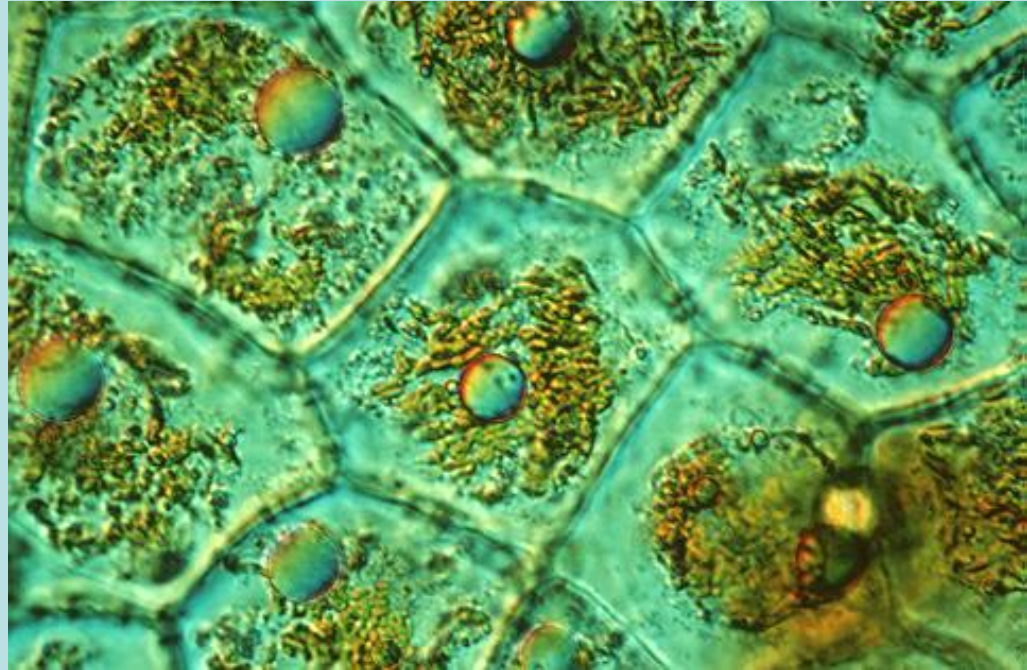
# Kromoplasztisz

**Keletkezés: pro-, kloro-,  
vagy  
amiloplasztiszokból**

**Színanyag: karotin,  
xantofl**

**Szerep: rovarcsalogatás,  
megporzás  
termésterjesztés**

**Ősz: *gerontoplasztisz***

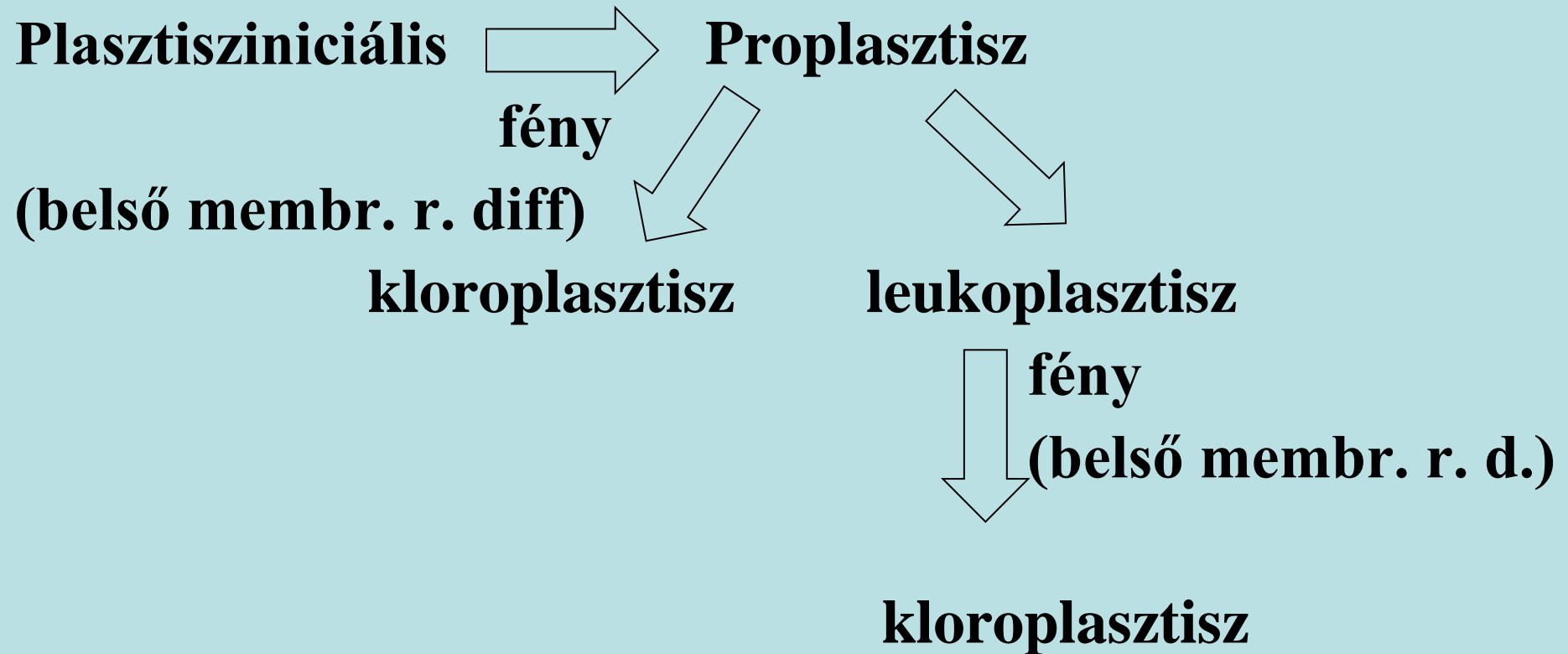




# Kloroplasztiszok

(5 $\mu$ m hosszú, 2  $\mu$ m széles, 1-2  $\mu$ m vastag)

## Keletkezés



# Kloroplasztiszok

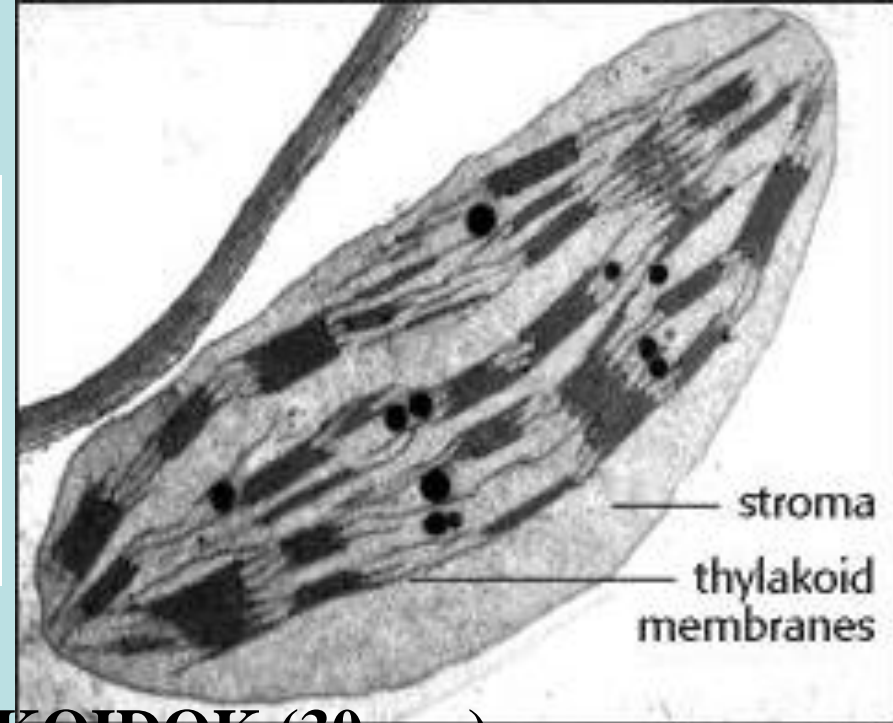
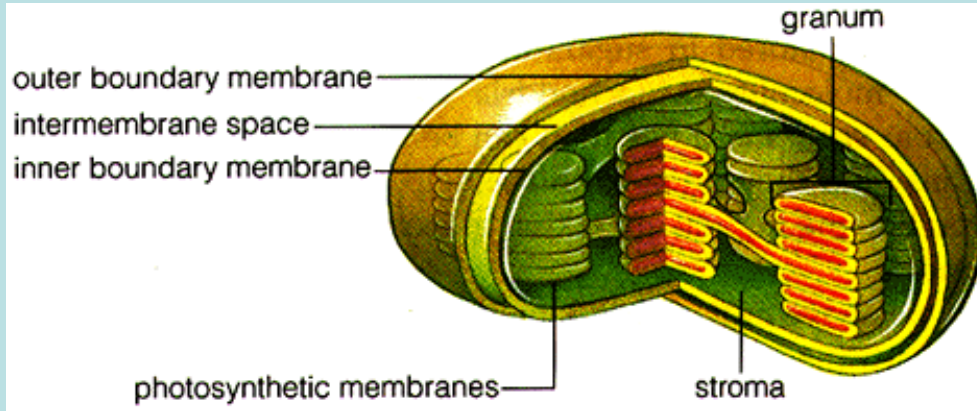
## 1. Külső kettős határhártya – PERISZTRÓMIUM

- anyagforgalom a citoplazma felé --- 10-20 nm

## 2. Alapállomány – SZTRÓMA

- fotoszintézis sötét reakciója
- CO<sub>2</sub> redukció
- nukleoid: világos udvarral körülvett DNS rész
- poliriboszómák - fehérjeszintézis

# Kloroplasztiszok



## 3. Belső kettős membrán – TILAKOIDOK (30 nm)

- lapos ciszternák hidrofil proteínállománnyal

a. gránum tilakoid    b. sztróma tilakoid

- fotoszintetikus pigmentek, fotoszintetikus elektrontranszportlánc --- fényreakció

- pigment-protein komplexek --- kvantoszómák – fotoszintézis fotokémiai reakciói

# Plant Cell Chloroplast Structure

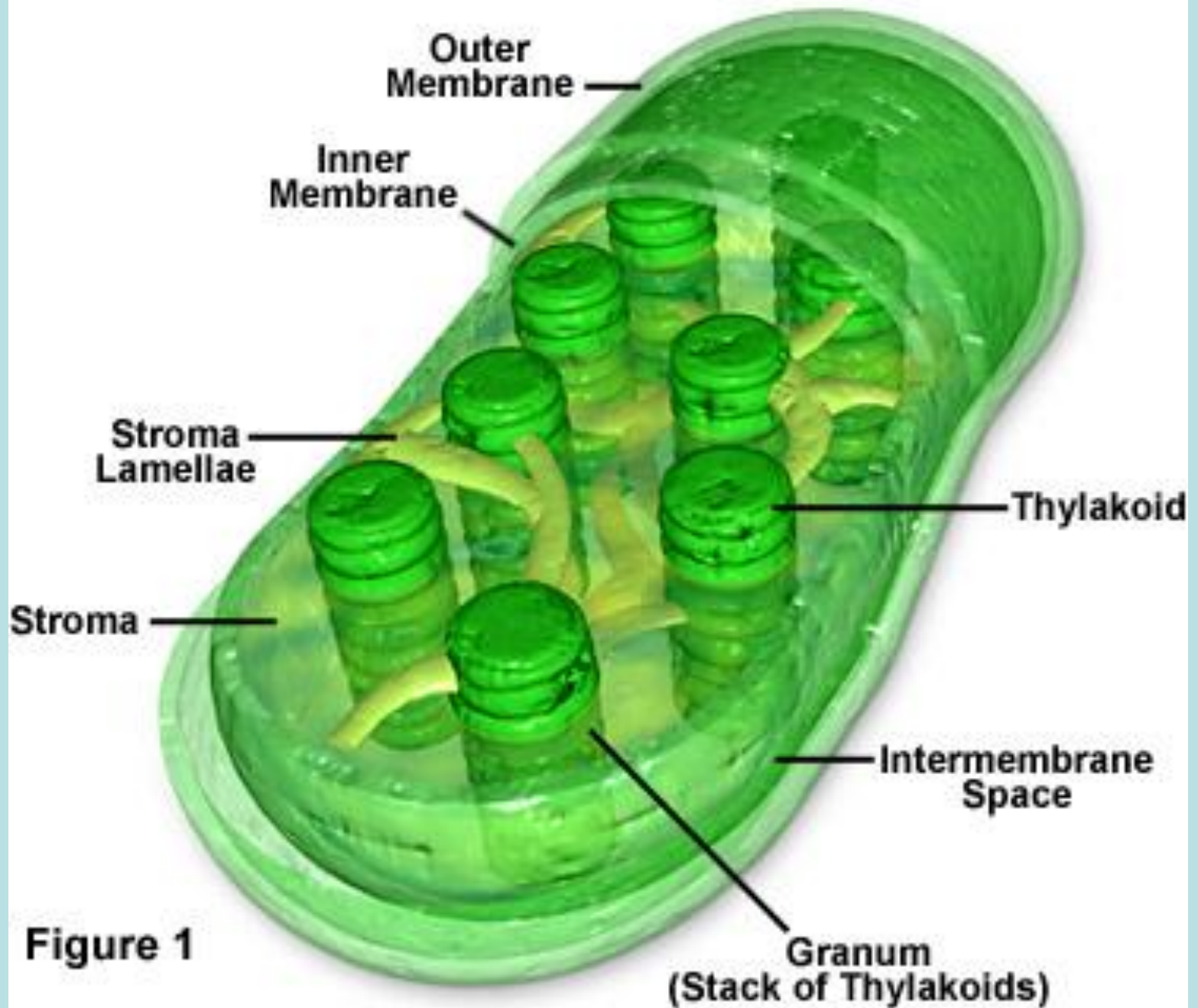
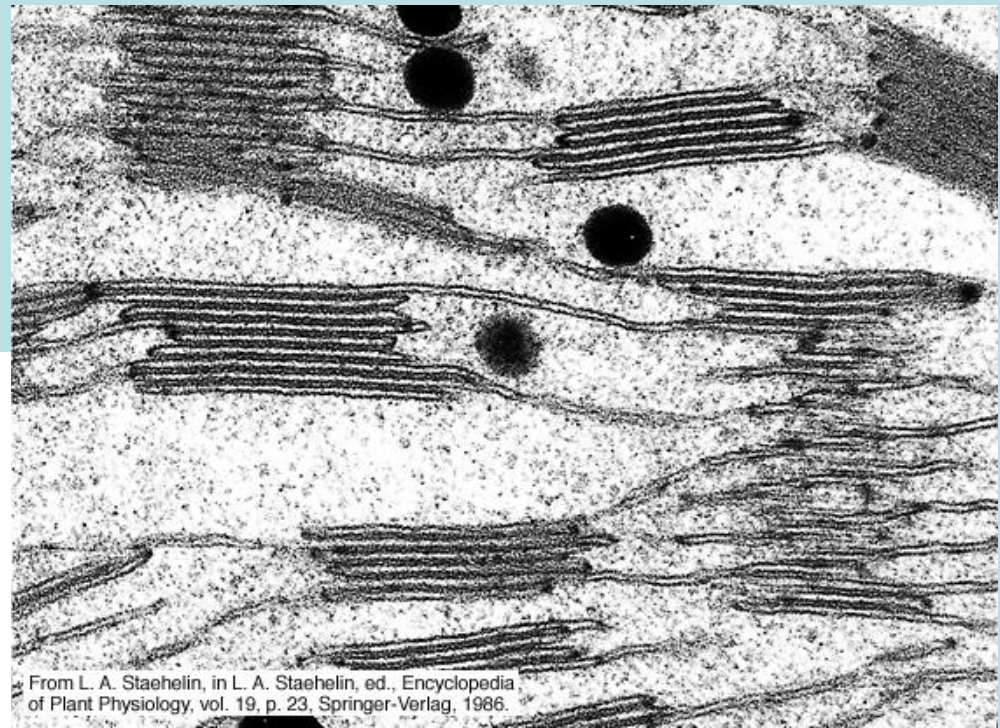
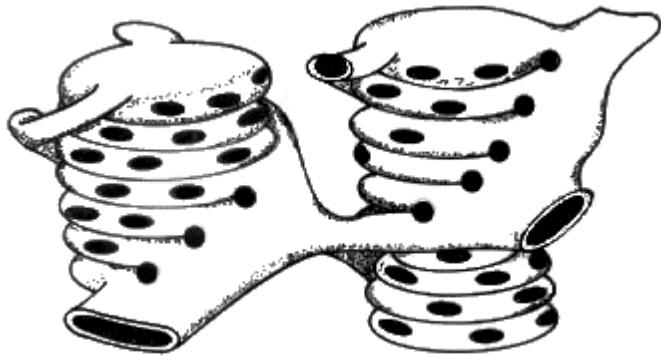
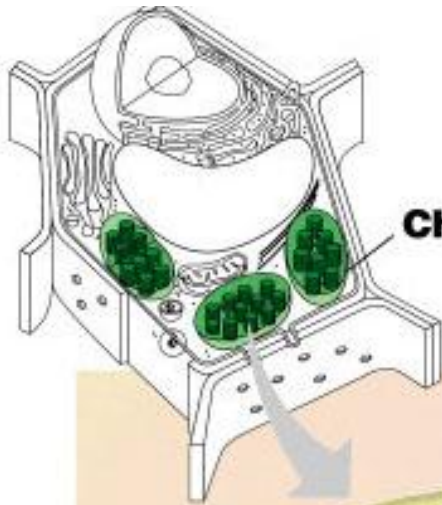


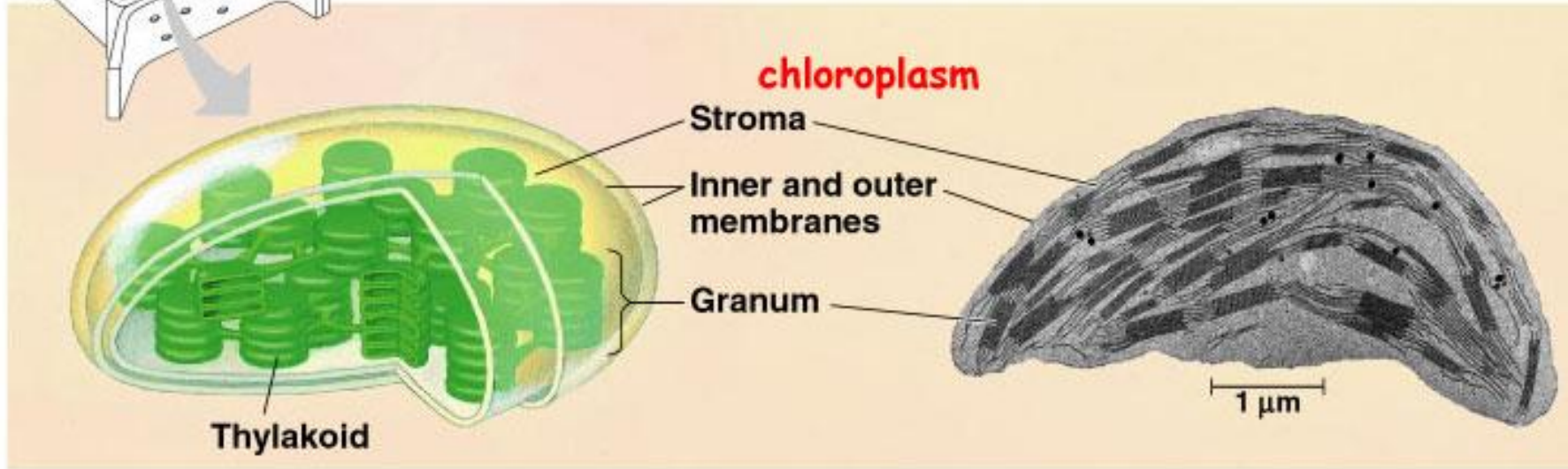
Figure 1



From L. A. Staehelin, in L. A. Staehelin, ed., Encyclopedia of Plant Physiology, vol. 19, p. 23, Springer-Verlag, 1986.



**Chloroplast**



**chloroplast**

**Stroma**

**Inner and outer membranes**

**Granum**

**Thylakoid**

**1 μm**

# Kloroplasztiszok

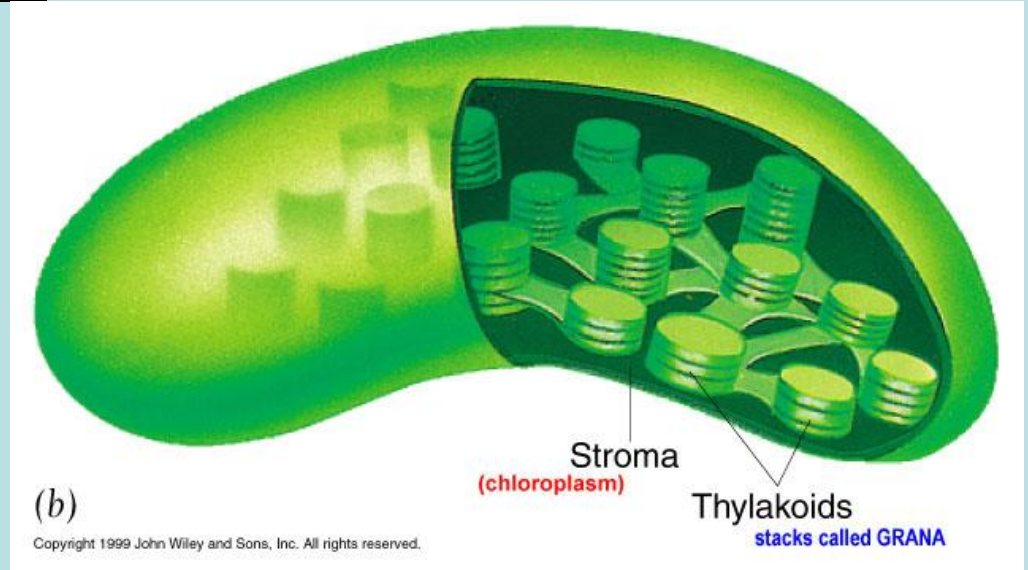
## *Típusok*

### 1. Gránumos kloroplasztisz

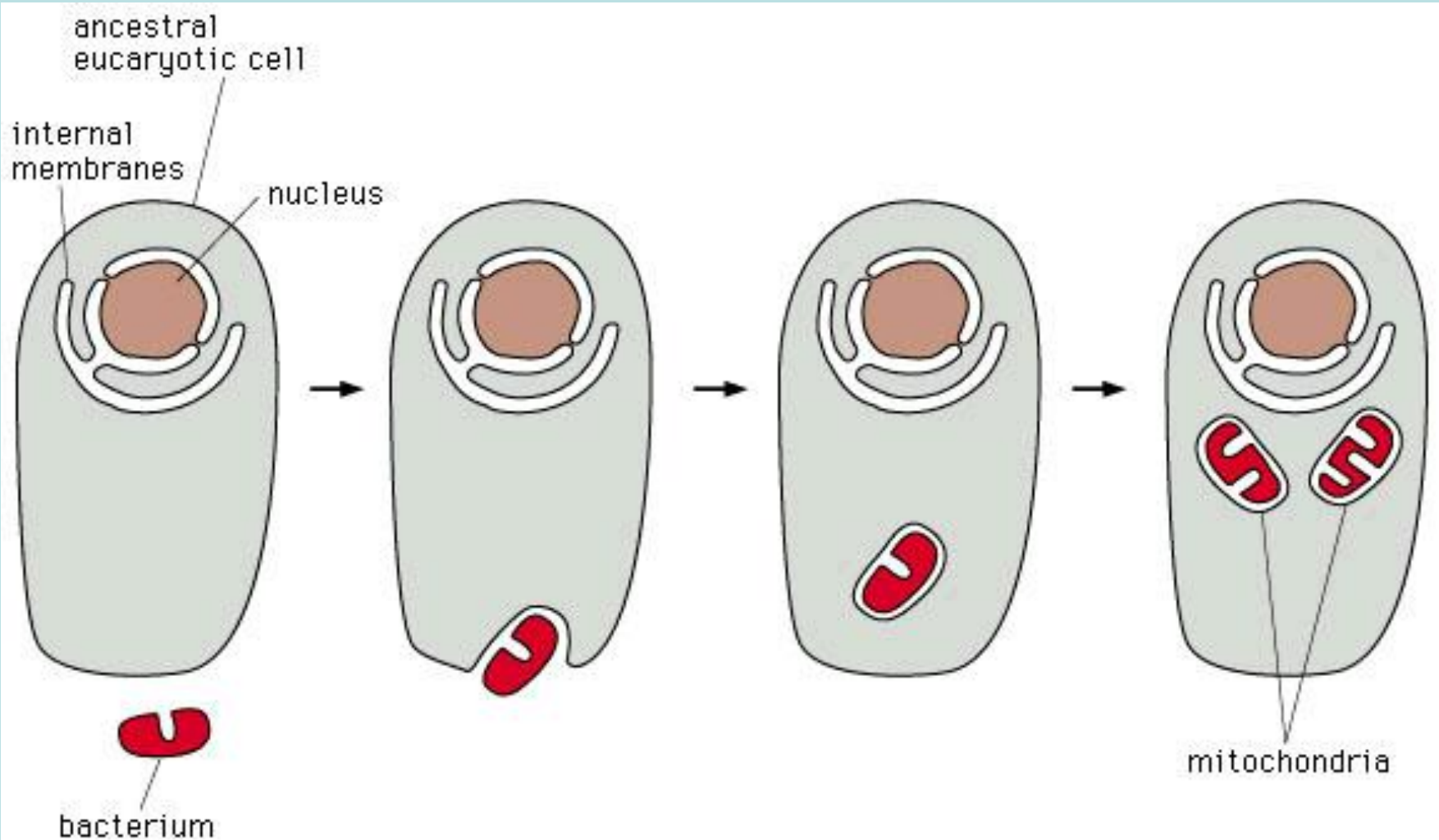
- gránumtilakoid
- sztrómatilakoidok

### 2. Lemezes kloroplasztisz

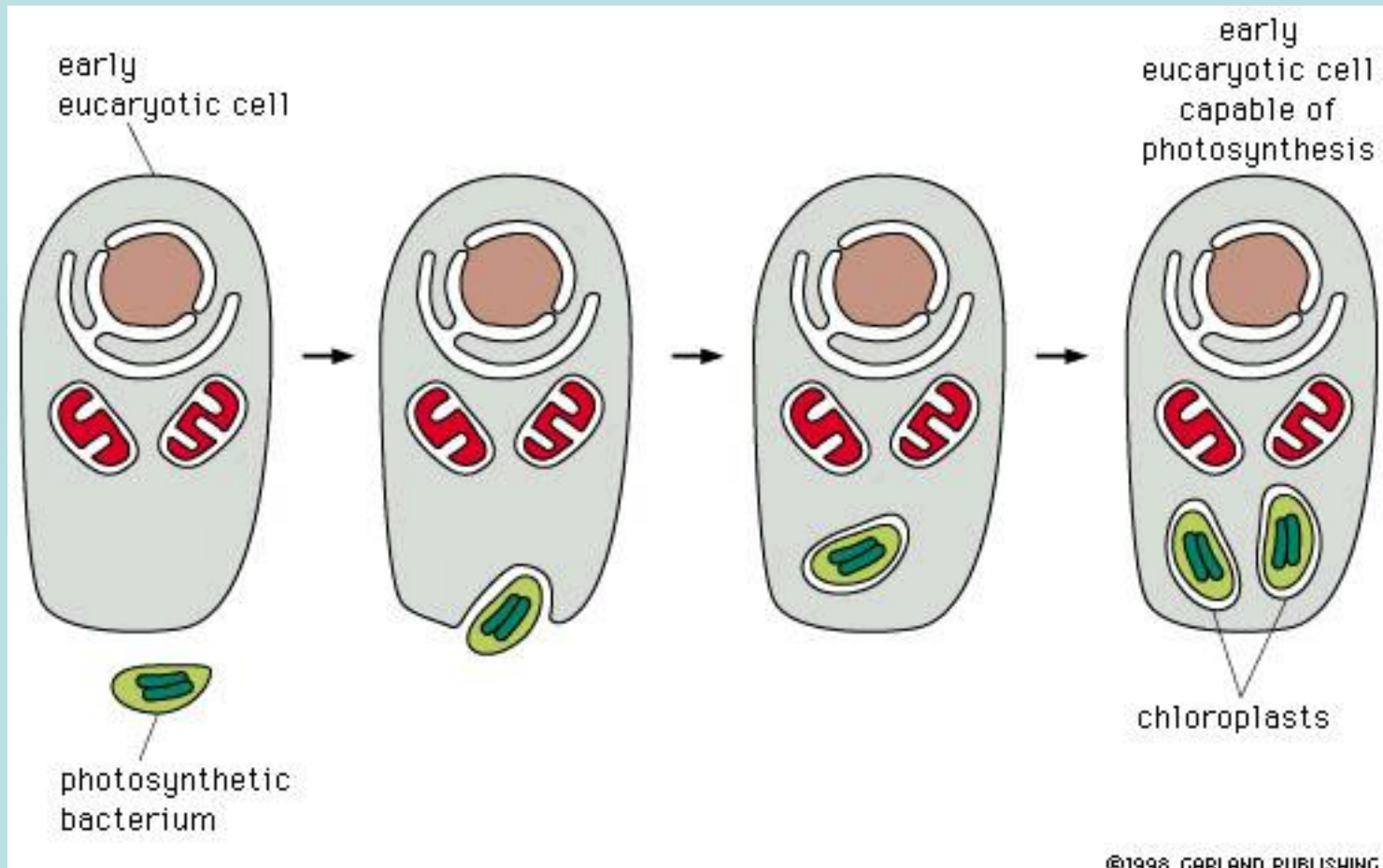
- gránum nélküliek
- csak sztrómatilakoidok jellemzik pl.: kukorica nyalábhüvelysejtjei



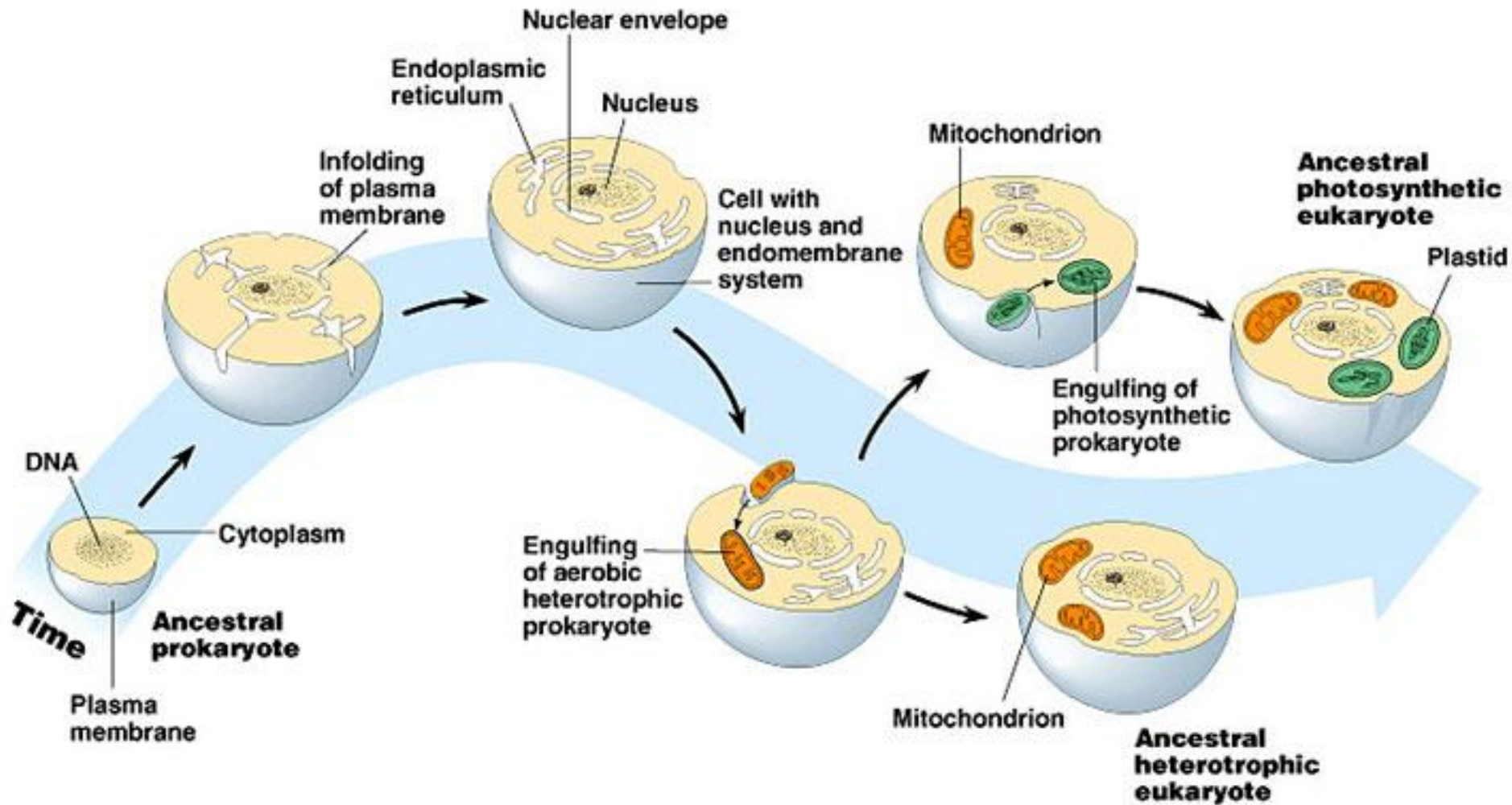
# Endoszimbiionta elmélet



# Endoszimbiionta elmélet







# Sejtfal

## *Kialakulása*

- 1. Mitózis telofázisa: fragmoplaszt --- sejtlemez --- kalcium-pektát berakódás --- középlemez**
- 2. Leánysejtek Golgi-készüléke: pektin, hemicellulóz, cellulóz --- elsődleges sejtfal**
- 3. További pektin és cellulóz ráarakódás --- másodlagos sejtfal (tracheidák, tracheák, kollenchima-, szklerenchima sejtek)**

# Az elsődleges sejtfal

- **Pektin, hemicellulóz, cellulóz, fehérje alkotja sejtfal réteg**

**fibrillum**

- **Alapja: cellulóz mikrofibrillum** (cellulóz – hemicellulóz – pektin)

**15-21 elemi rost (micelláris fonat)**

**100 cellulóz - micella**

# Másodlagos sejtfal - Sejtfalvastagodás

a. Centrifugális/ a fal kifelé vastagodik

## 1. Ráakódással

pl.: pollenek

## 2. Beékelődéssel

pl.: növényi szőrök

b. Centripetális/ a fal befelé vastagodik

## 1. Helyenkénti

pl.: csapos, léces, létrás, hálózatos, gyűrűs, spirális – tracheidák

## 2. Részleges

pl.: lemezes-, sarkos kollencima

## 3. Általános

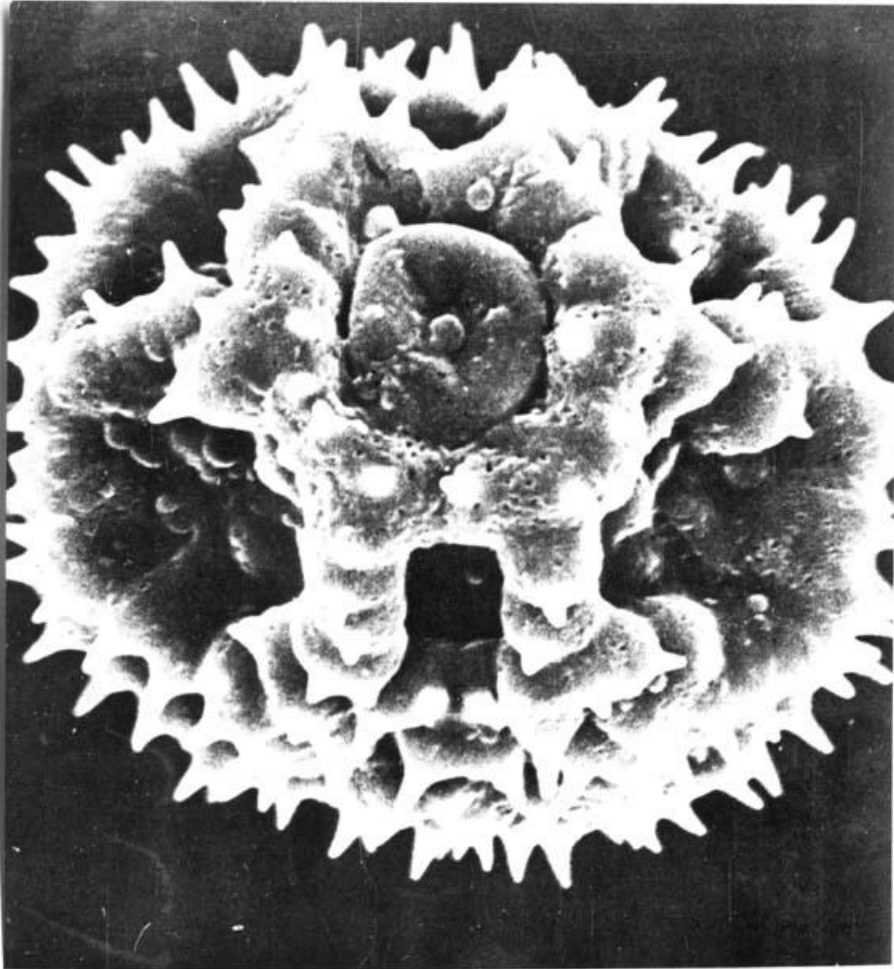
pl.: gödörkés, udvaros gödörkés, csatornás – kősejtek

## 4. Teljes

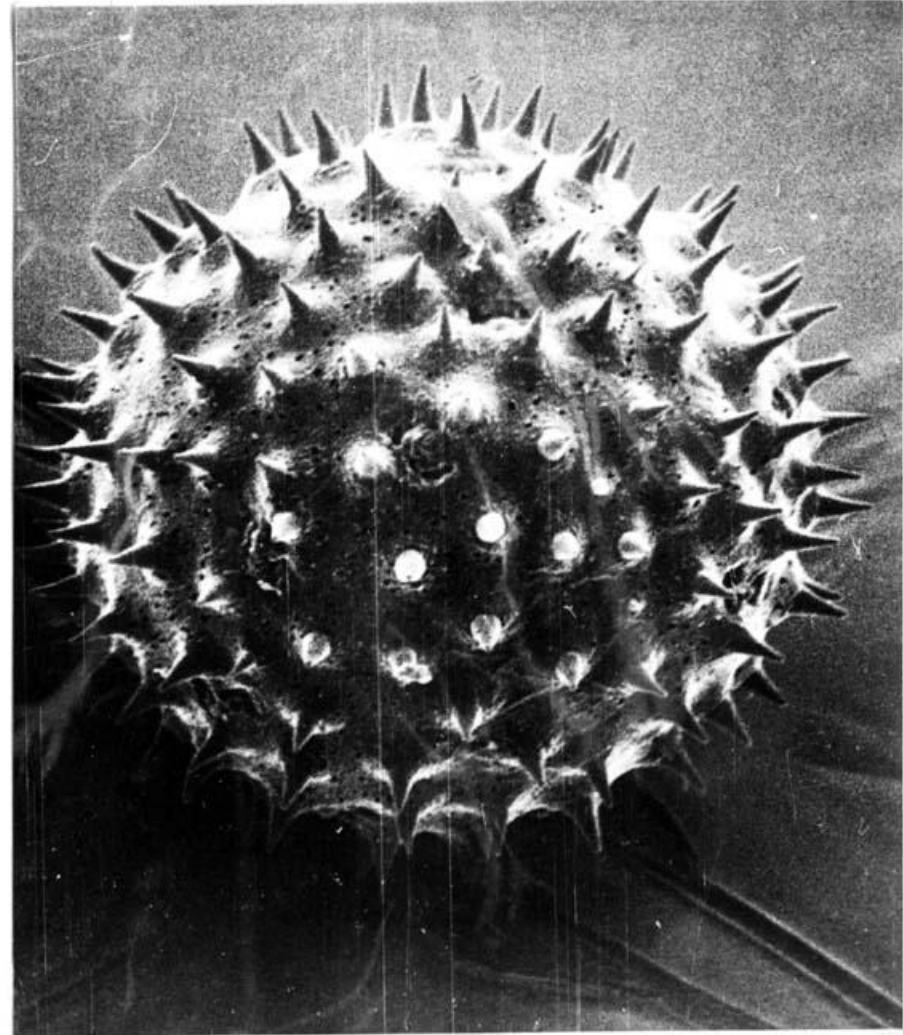
pl.: szklerenchima

# *Taraxacum officinale*

# *Gossypium hirsutum*

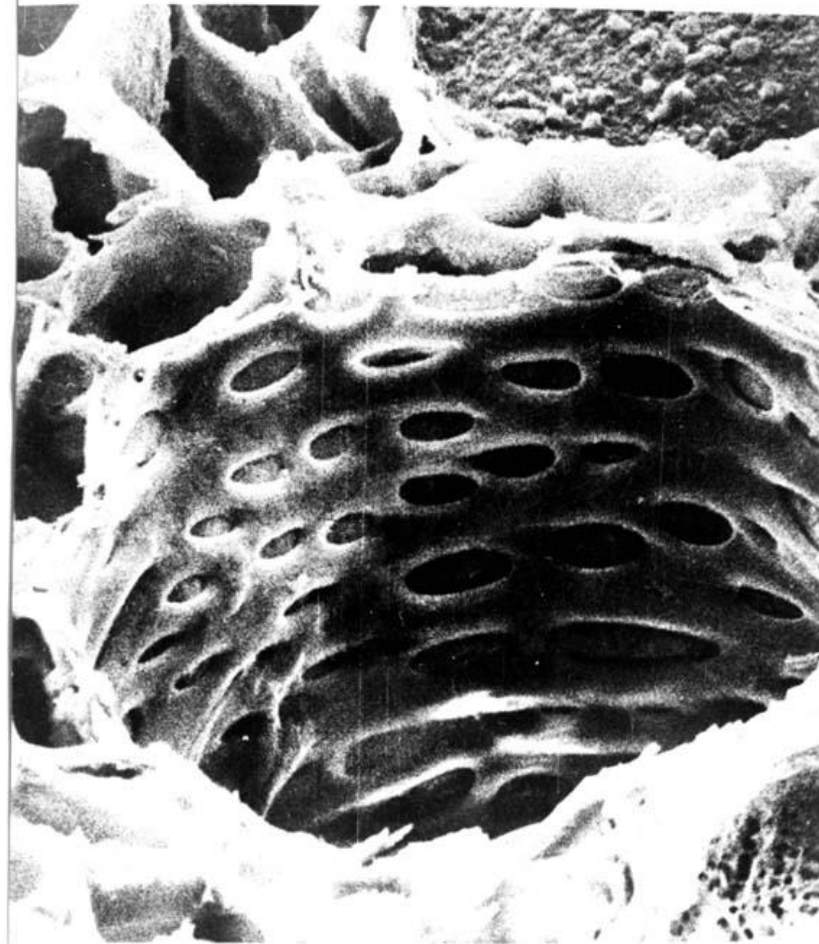
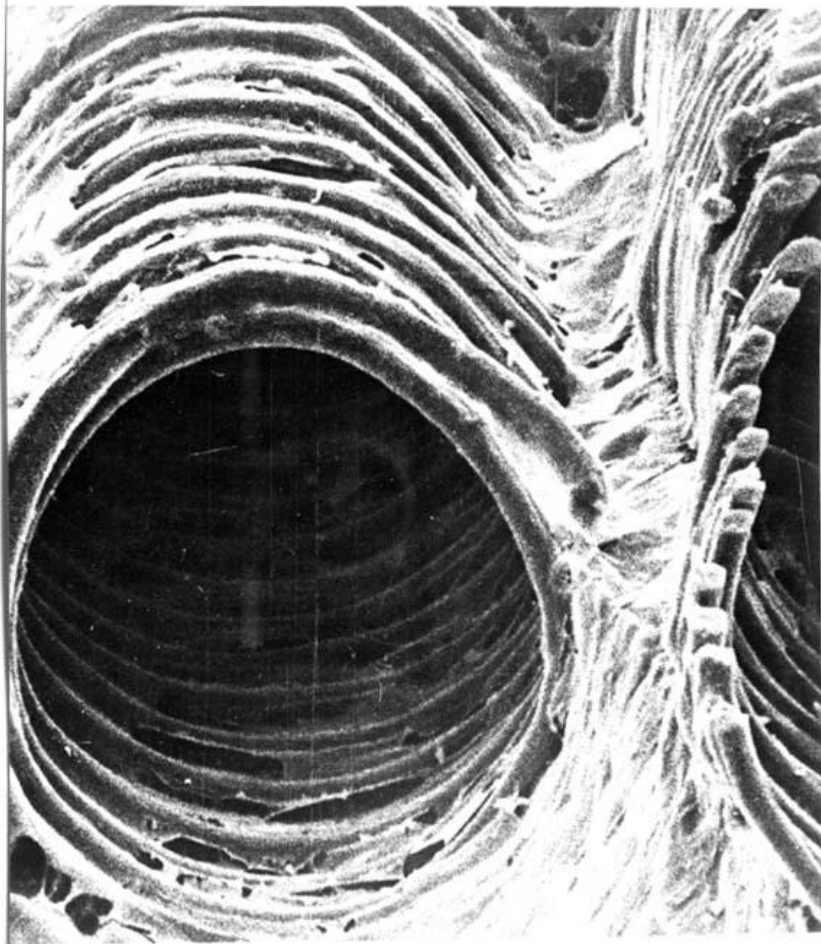


Pollen grain of the common dandelion, *Taraxacum officinale*.

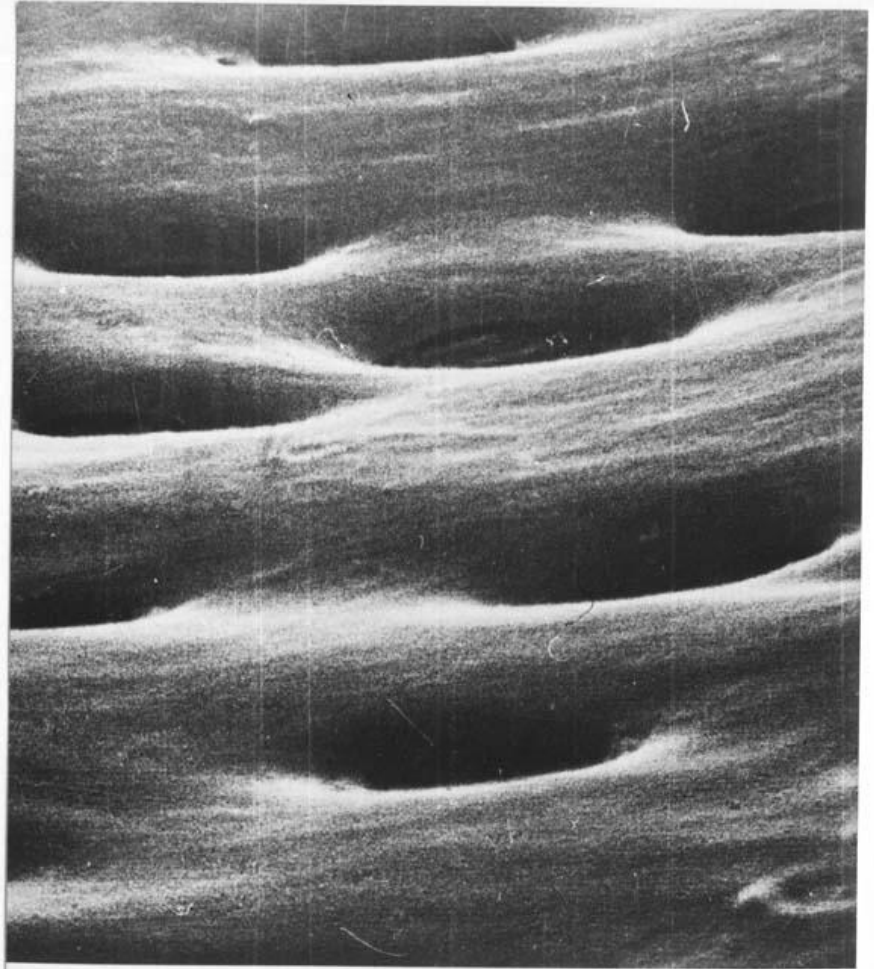


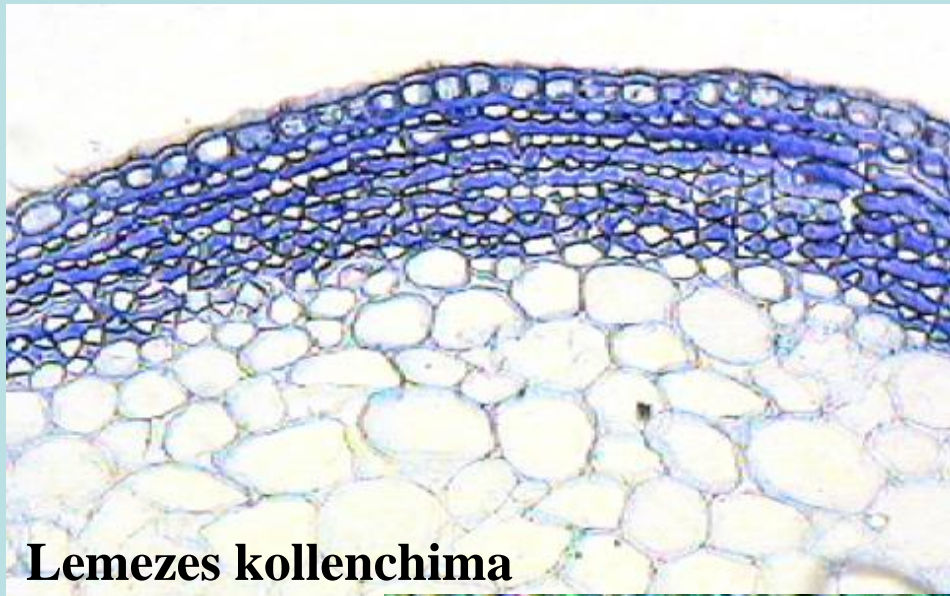
# Spirális és gödörkés sejtfalvastagodás a *Cucumis sativus* tracheáiban

Spiral secondary thickenings in a xylem vessel from a cucumber stem. The thin primary wall in these vessels has been broken in places between the spiral secondary thickenings of the secondary wall. The nature of the spiral thickenings can be seen very clearly in the cut ends of the vessel on the right of the photograph.

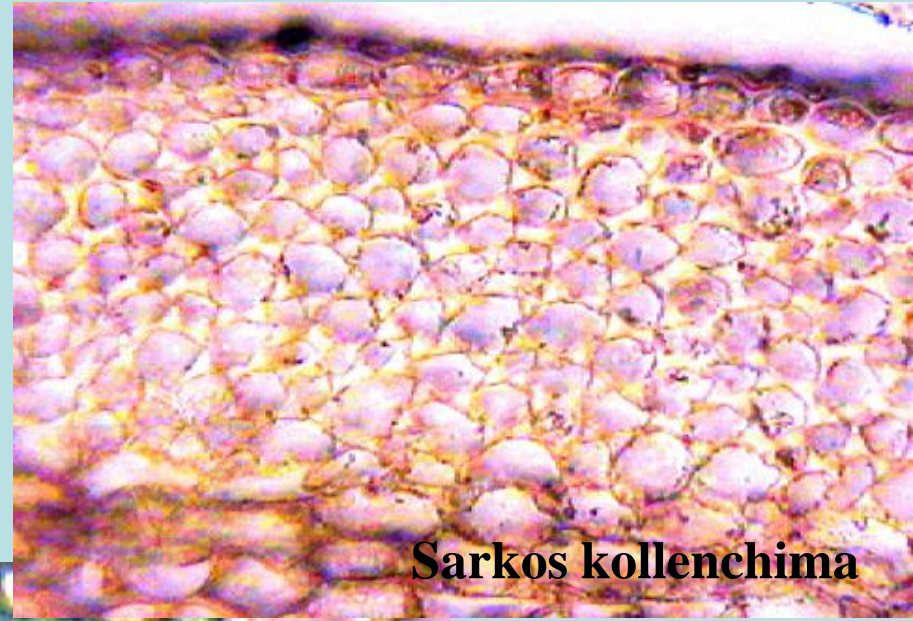


# Lépcsős és gödörkés sejtfalvastagodás a *Cucumis sativus* tracheáiban

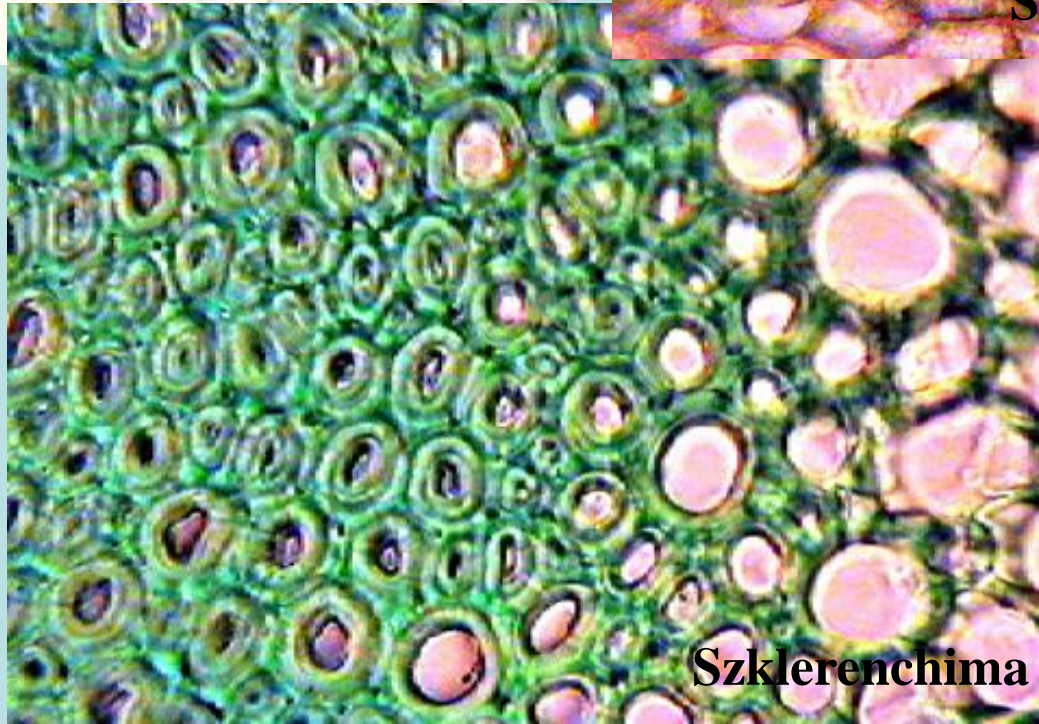




**Lemezes kollenchima**



**Sarkos kollenchima**



**Szklerenchima**



# Berakódó anyagok

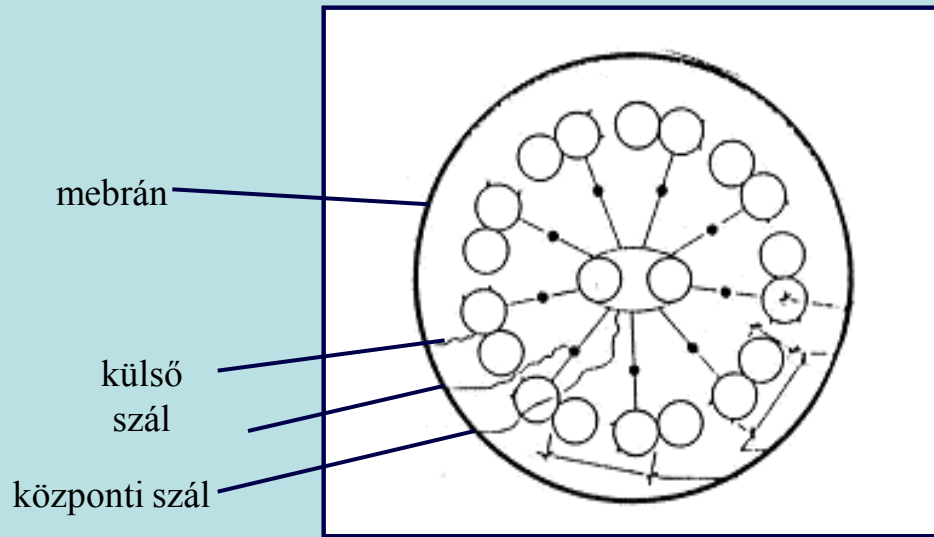
- 1. Lignin – növeli a növényi részek merevségét, szilárdságát --- kedvezőtlen!**
- 2. Kallóz**
- 3. Kova**
- 4. Fafestő anyagok**
- 5. Mézga**
- 6. Nyálka**

# Berakódó anyagok

- 1. Kutin**
- 2. Para**
- 3. Viasz**
- 4. Sporopollenin**

# A CSILLÓK SZERKEZETE ÉS MOZGÁSA

A csilló keresztmetszete



A csilló mozgása

