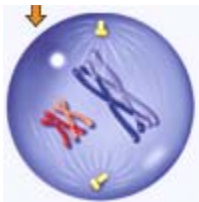
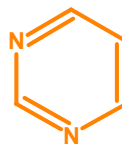


Segédanyag a



Biológia II.

tantárgyhoz

Pestiné Rácz Éva Veronika
SZE Környezetmérnöki Tanszék



Diffúzió

- részecskék áramlása a nagyobb koncentrációjú hely felől a kisebb koncentrációjú hely felé

- **Fick I. törvénye**

S anyagmennyiség

D diffúziós áll.

A felület

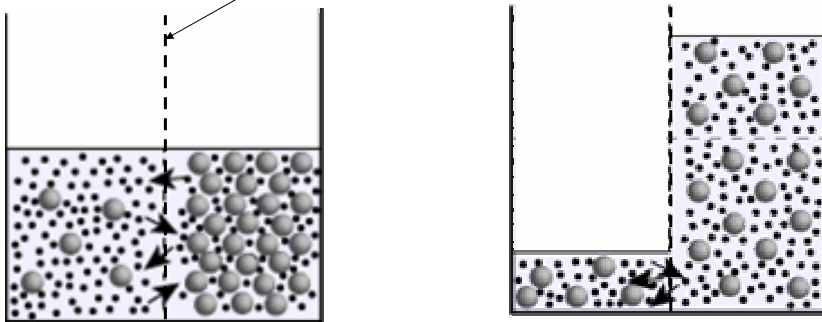
c koncentráció

x távolság

$$\frac{dS}{dt} = -DA \frac{dc}{dx}$$

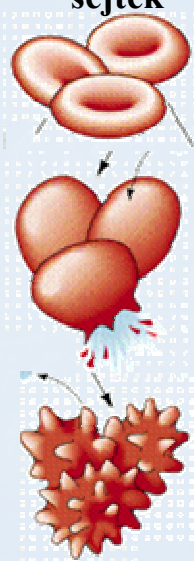
Ozmózis

Félig áteresztő (szemi-permeábilis) fal



- Oldószer
- Oldott anyag

Állati, emberi
sejtek



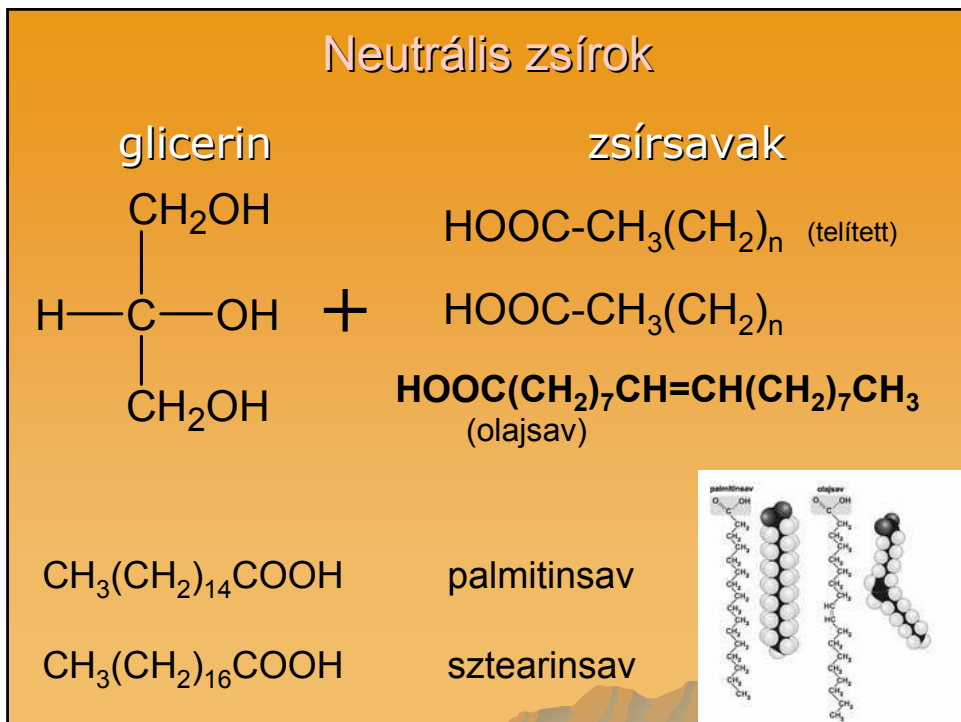
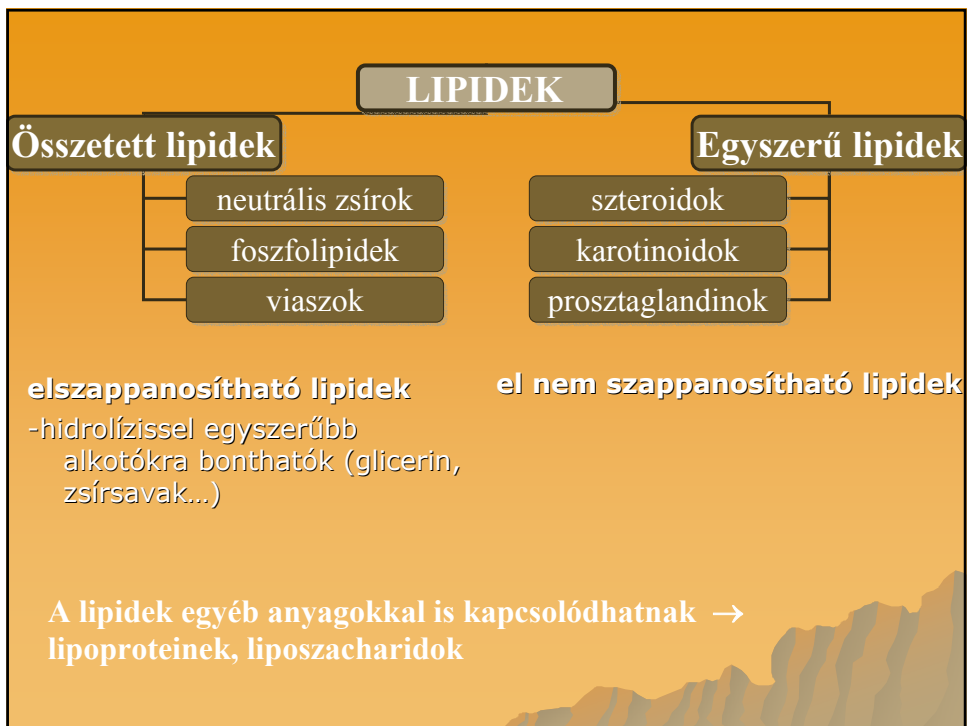
Izotóniás oldatban

Hipotóniás oldatban

Hipertóniás oldatban

Növényi sejtek



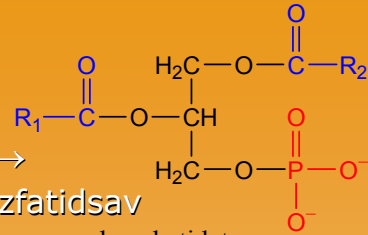


Foszfolipidek

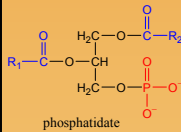
glicerín + 2 zsírsav + foszforsav →

foszfatidsav

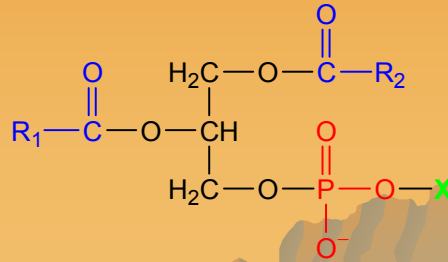
phosphatide



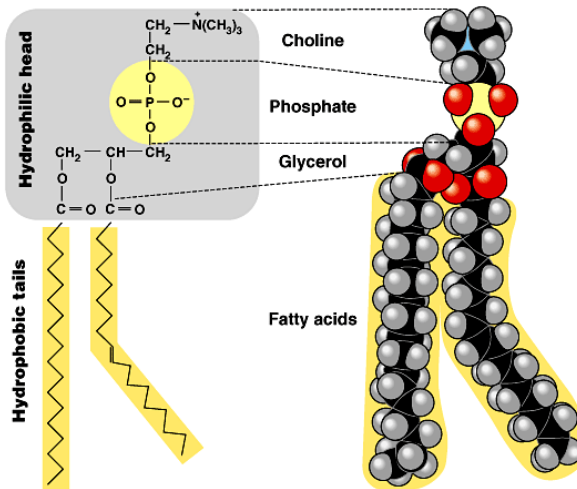
foszfatidsav + alkohol → foszfatid (foszfoglicerid)



+ HO-X →



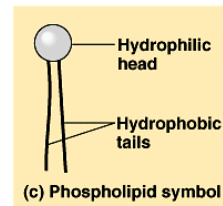
glycerophospholipid



(a) Structural formula

(b) Space-filling model

**Amfipatikus
molekula**



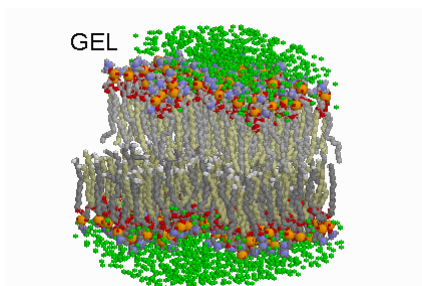
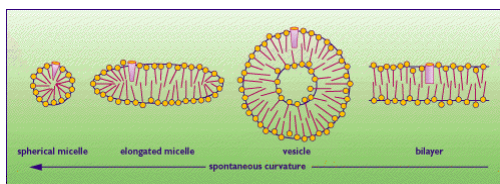
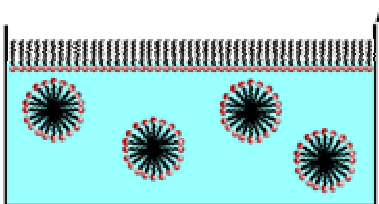
(c) Phospholipid symbol

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

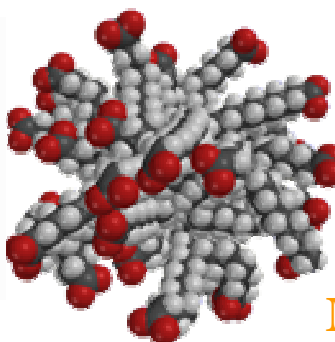
Foszfatidil-kolin (lecitin)



Foszfatidok poláris oldószerben



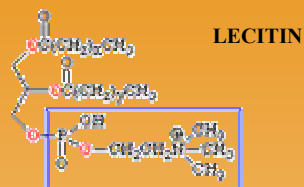
Határhártyák



Micellák

Membránalkotó lipidek

- ◆ Foszfolipidek
lecitin, kefalin



- ◆ Szfingolipidek

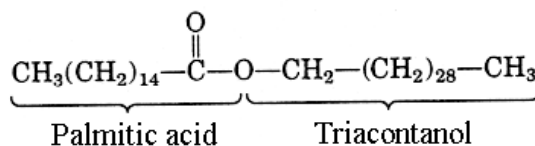
különösen idegsejtek
nyúlványaiban

szfingomielin



Viaszok

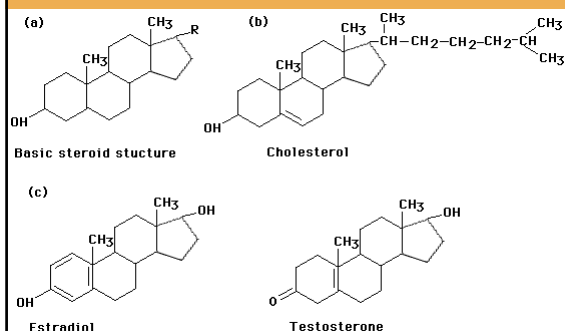
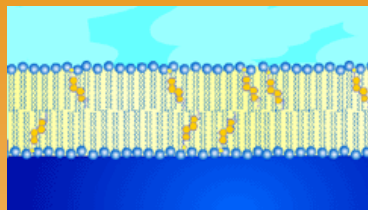
- ◆ hosszú láncú zsírsavak és hosszú láncú alkoholok észterei
- ◆ alacsony olvadáspontú szilárd anyagok
- ◆ méhviasz
- ◆ növényi viaszok



Egyszerű lipidek

1. Szteroidok

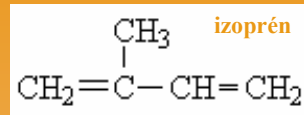
szteránvázás vegyületek



koleszterin
 fitoszteroidok
 epesavak
 D-vitamin előanyagai
 ivari hormonok
 (ösztrogén, progeszteron,
 tesztoszteron)

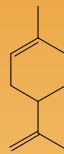
2. Terpének és származékaik - karotinoidok

- ◆ terpénvázas vegyületek izoprén egységekből

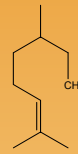


- ◆ sárgászöld színű

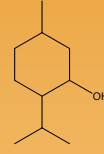
- illóolajok
- A-, E-, K-vitaminok
- xantofill
- β-karotin
- likopin
- retinol (A vitamin)



limonene



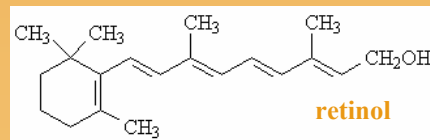
citronellal



menthol

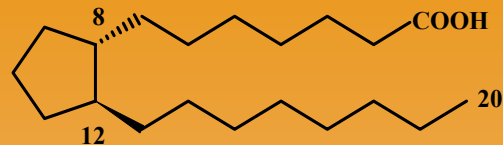


camphene



retinol

3. Prostaglandinok

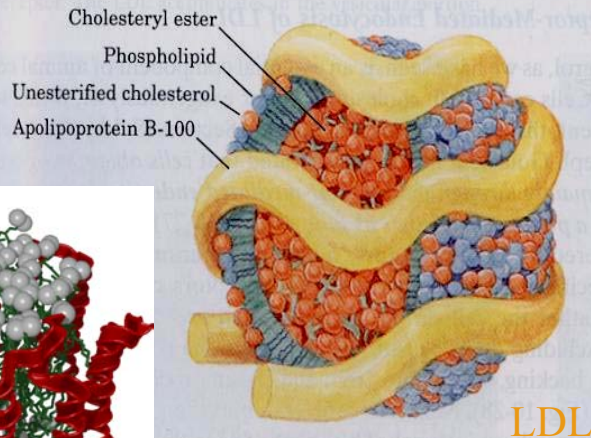
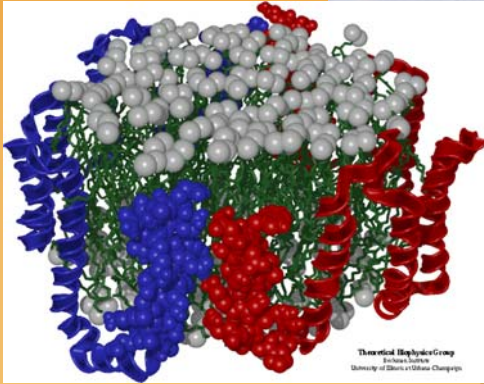


- ◆ telítetlen zsírsavszármazékok
- ◆ simaizom kontrakció fokozása
- ◆ értágítás, véralvadás gátlás
- ◆ gyulladáscsökkentés
- ◆ gyomornedv elválasztás gátlás

Lipidszármazékok

◆ lipoproteinek

fehérjék
+
lipidek



apoA-I

Szénhidrátok

Monoszacharidok

Aldehidek

glicerinalehid

ribóz, xilóz

glükóz,
mannóz,
galaktóz

Ketonok

dihidroxi-
aceton

ribulóz

fruktóz

•**triózok**

•**pentózok**

•**hexózok**

Diszacharidok

maltóz

laktóz

cellobióz

szacharóz

Poliszacharidok

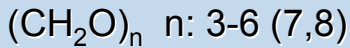
keményítő

cellulóz

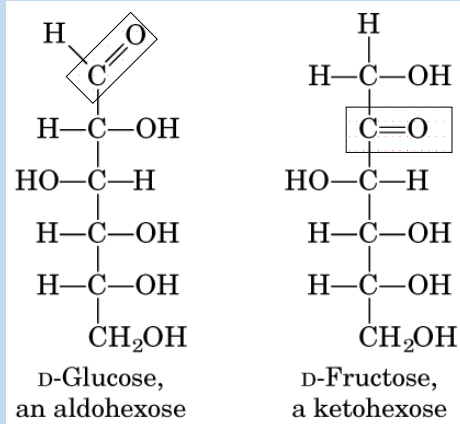
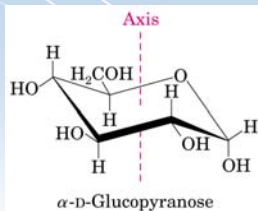
glikogén

kitin

Monoszacharidok



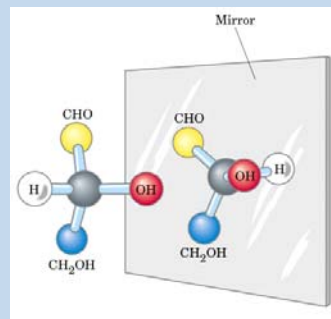
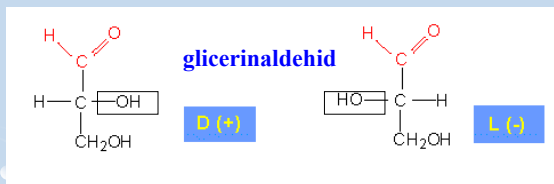
- Triózkod
- Pentózkod
- Hexózkod



Sztereoizomerek

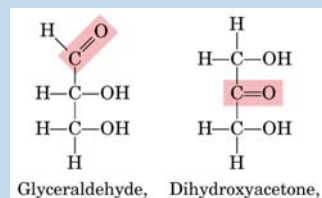
Minden monoszacharidban (kivéve DHA) van egy vagy több (n) aszimmetriás szénatom.

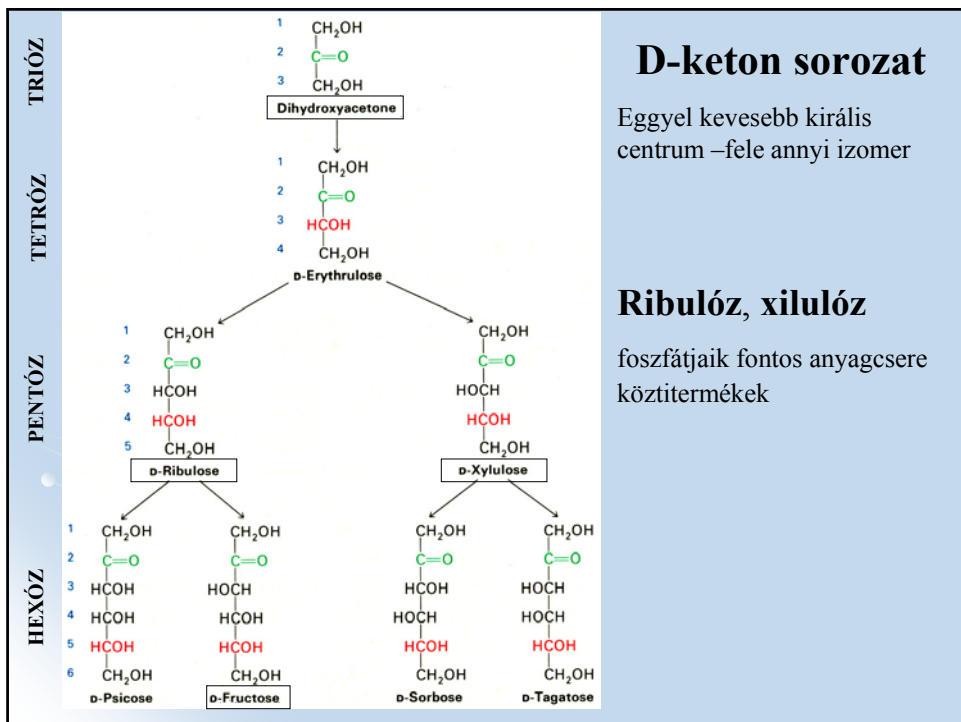
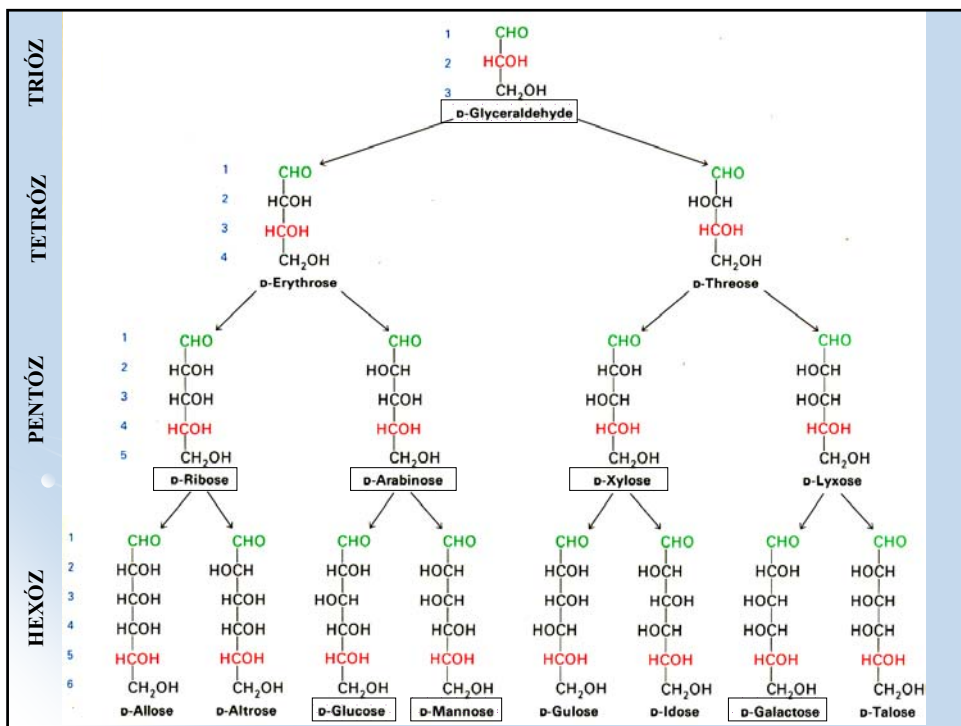
2^n féle sztereoizomer



Triózkod

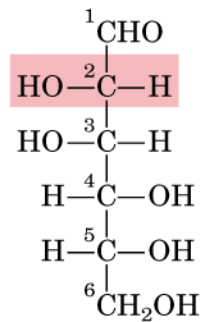
- gliceraldehyd (anyagcsere folyamatokban)
- dihidroxi-aceton (DHA)



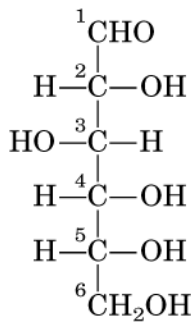


Epimerek

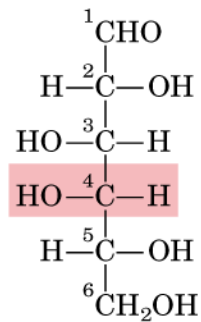
Olyan cukrok, amelyek konfigurációja csak egy szénatomon különbözik.



D-Mannose
(epimer at C-2)



D-Glucose



D-Galactose
(epimer at C-4)

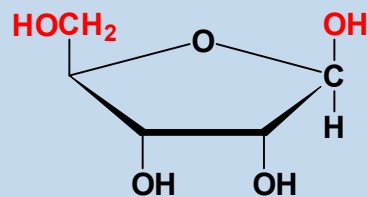
Pentózok

- Aldózok

ribóz, arabinóz, xilóz

RNS és DNS felépítésében

β-D ribóz

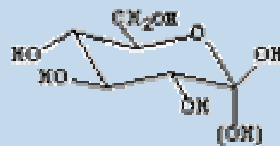


- Ketózok

ribulóz, xilulóz

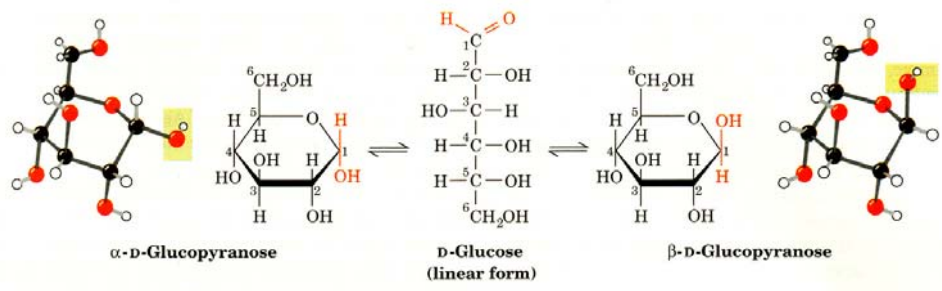
ribulóz 1,5 difoszfát a fotoszintézisben a CO₂ felvevője

Glükóz

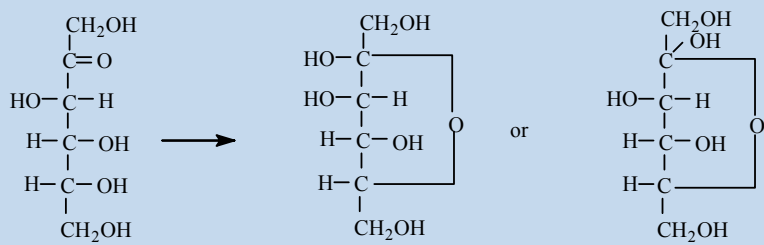


- gyűrűs szerkezet
 - hidroxil csoport helyzete szerint (α) ill. β
- vizes oldatban izomeráció:

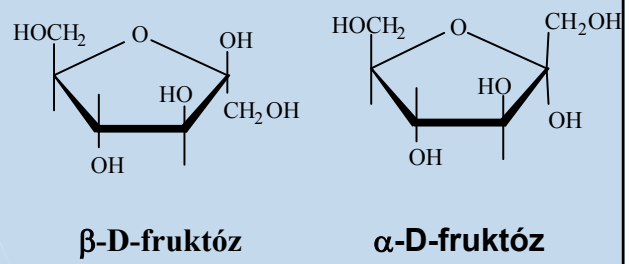
$\alpha \approx 37\%$ nyílt $<<1\%$ $\beta \approx 63\%$



Fruktóz



gyümölcsnedvek
méz
diszacharidok



Diszacharidok

Redukáló

az egyik monoszacharid
glikozidos HO- csoportja a
másik monoszacharid alkoholos
OH csoportjával reagál

cellobióz, maltóz, laktóz

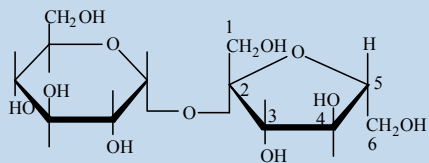
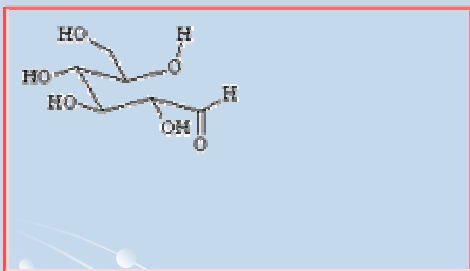
Nem redukáló

két monoszacharid glikozidos
hidroxilcsoportjai reagálnak
egymással

szacharóz

Szacharóz (répacukor, nádcukor)

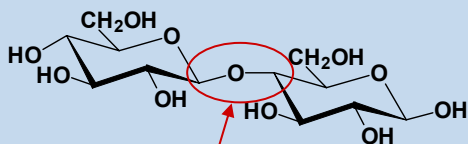
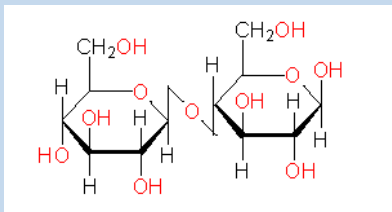
1-2 kötésű α -D-glükóz + β -D-fruktóz



- ❖ kizárólag elemi állapotban
- ❖ növényvilágban legelterjedtebb diszacharid

Cellobióz

2 db β -D-glükóz

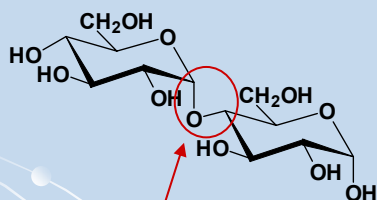
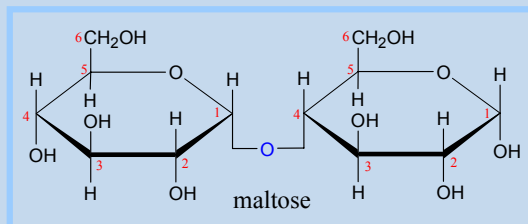


**1,4'- β -glikozidos
kötés**

cellulóz dimerje
elemi állapotban
nem fordul elő

Maltóz

2 db α -D-glükóz

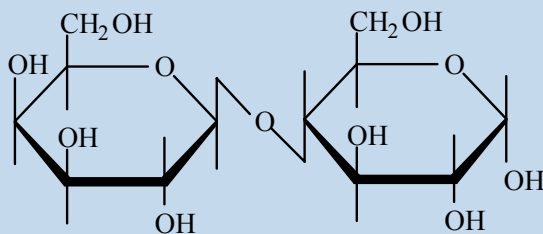


**1,4'- α -glikozidos
kötés**

keményítő dimerje
elemi állapotban
is elő fordul:
pl. magvakban

Laktóz (tejcukor)

1-4 kötésű β -D-galaktóz + α -D-glükóz



emlősök tejében

Poliszacharidok

Homopoliszacharidok

azonos egységekből

keményítő

glikogén

cellulóz

kitin

Heteropoliszacharidok

többféle monomerből

(heteroglükánok,
glükózaminoglükánok)

mukopoliszacharidok

(pl. hialuronsav)

kondroitin

heparin

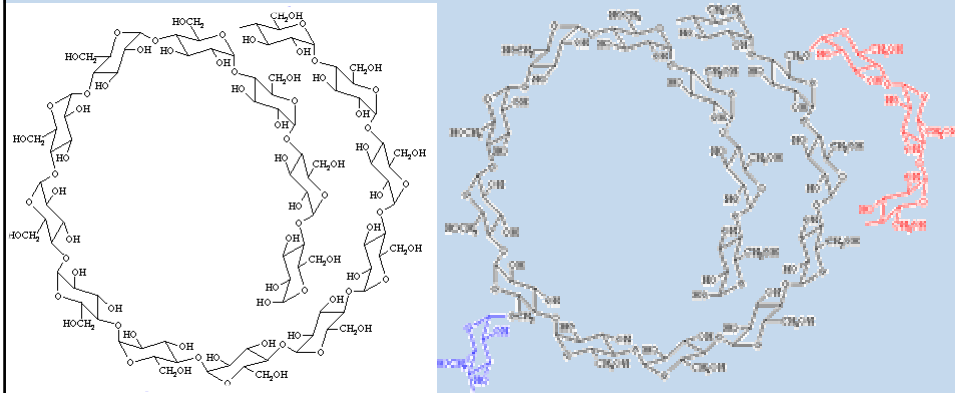
murein

Keményítő

- A növények tartalék tápanyaga
- amilóz + amilopektin (mindkettő α -D-glükózból, több 100)

amilóz: $\alpha(1 \rightarrow 4)$ kötésű elágazás mentes lánc

amilopektin: kb. 12 glükózegységenként $\alpha(1 \rightarrow 6)$ kötésű elágazás



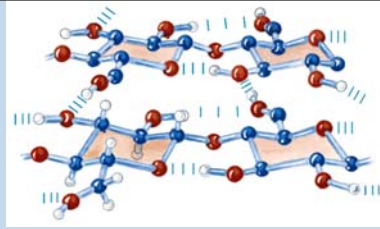
Glikogén

- állati sejtek raktározott üzemanyaga
- májban és izomban raktározódik
- amilopektinhez hasonló, de több elágazás (8-10 glükózonként)

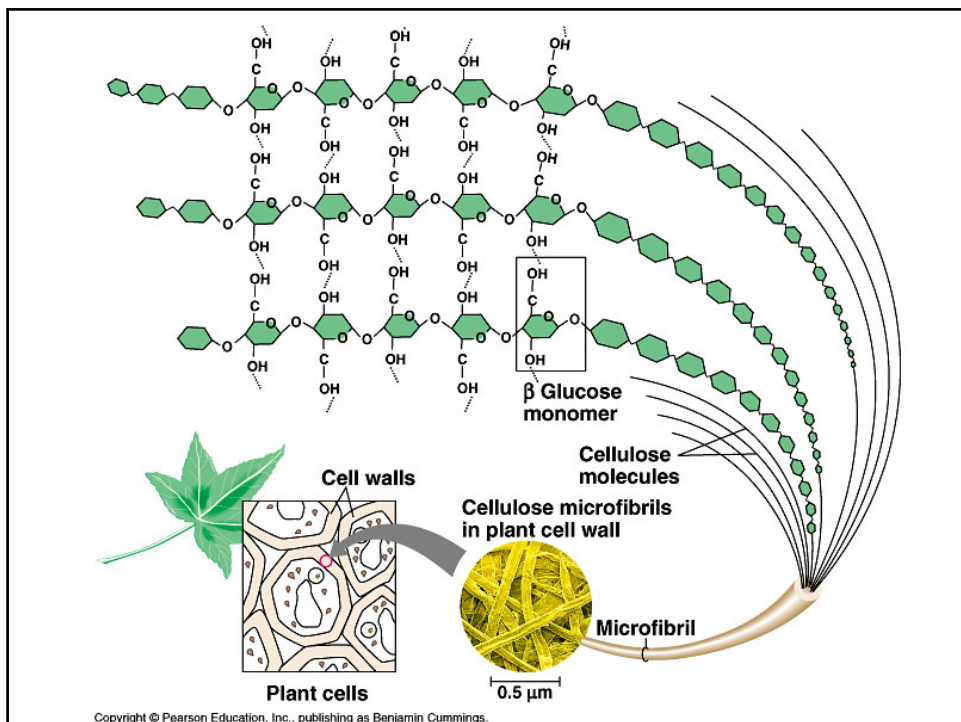
DEXTRÁN

- keményítő és glikogén bontása (amiláz) közben keletkező közepes molekulású anyagok
- Elágazásból *határdextrin*.

Cellulóz



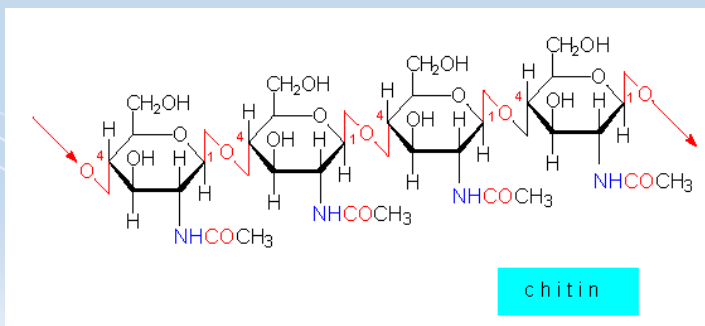
- több 1000 β -D-glükóz monomerből
- $\beta(1-4)$ kötésekkel, elágazás nélkül
- kevesen bontják (celluláz: baktériumok, egysejtűek, gombák, csigák)
- cellulóz molekulák párhuzamos kötegekbe rendeződnek –szilárd sejtfal



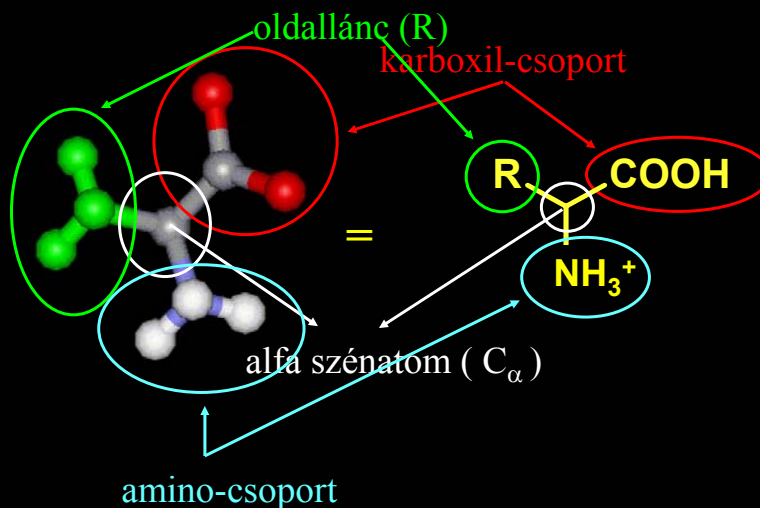
Kitin

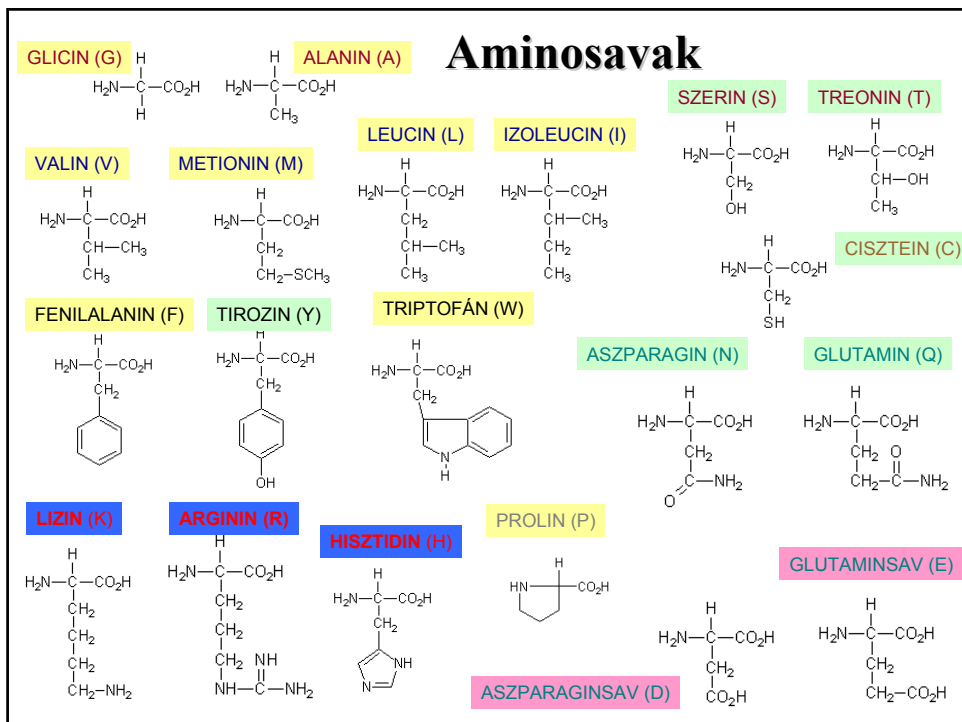
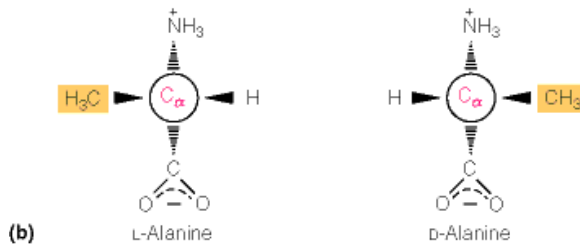
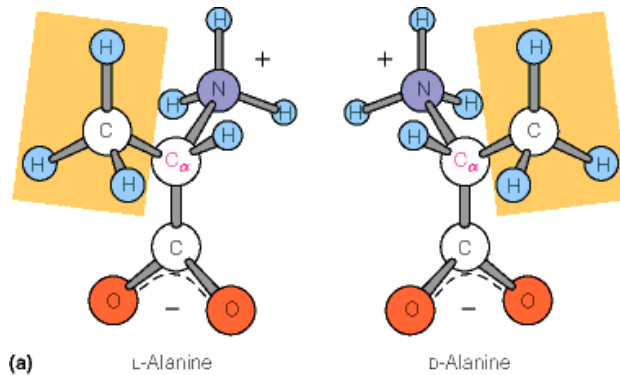


N-acetil-D-glükózamin monomerekből

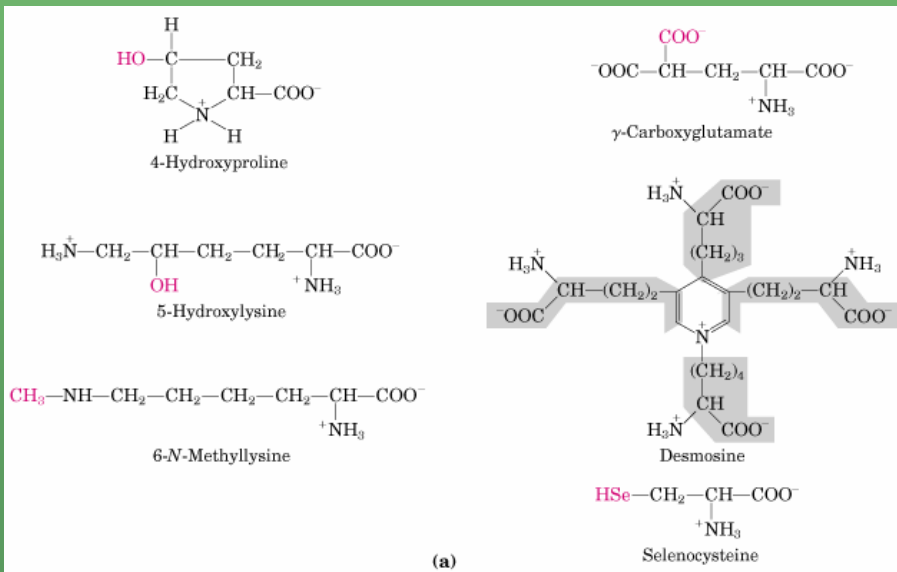


Aminosavak – a fehérjék építőkövei

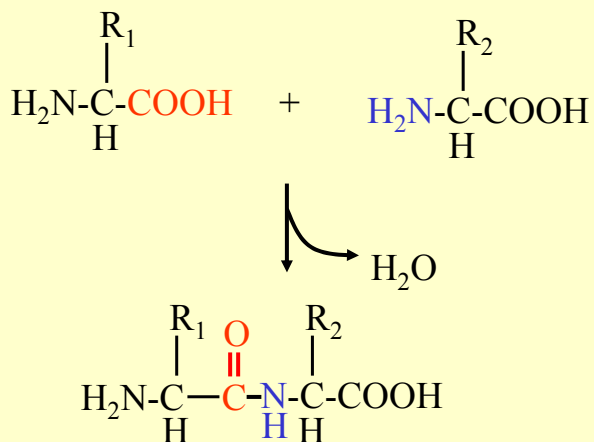




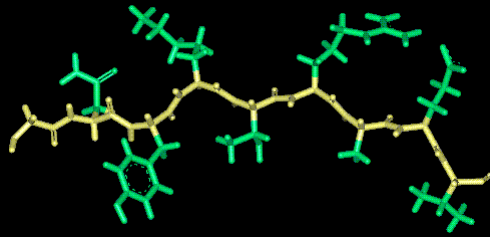
Ritka aminosavak



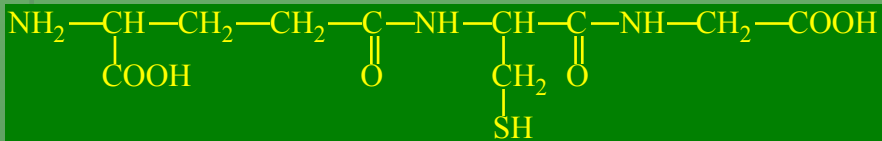
Peptidkötés



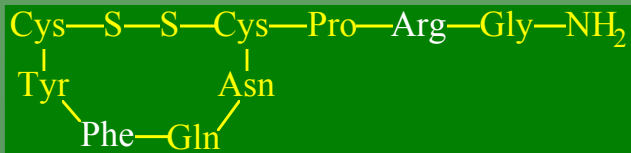
PEPTIDEK



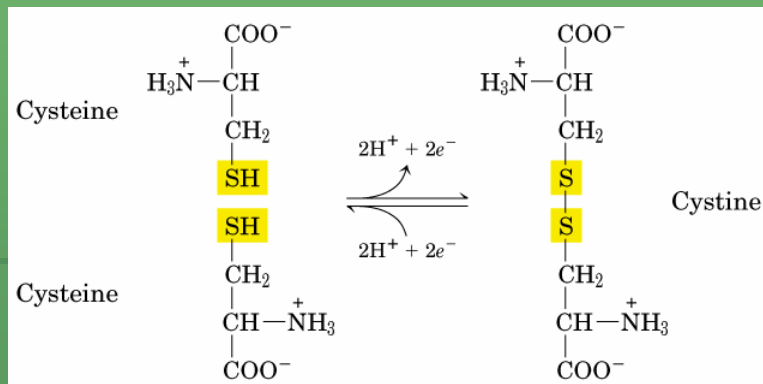
- glutation (Glu-Cys-Gly)



- oxitocin
- vazopresszin

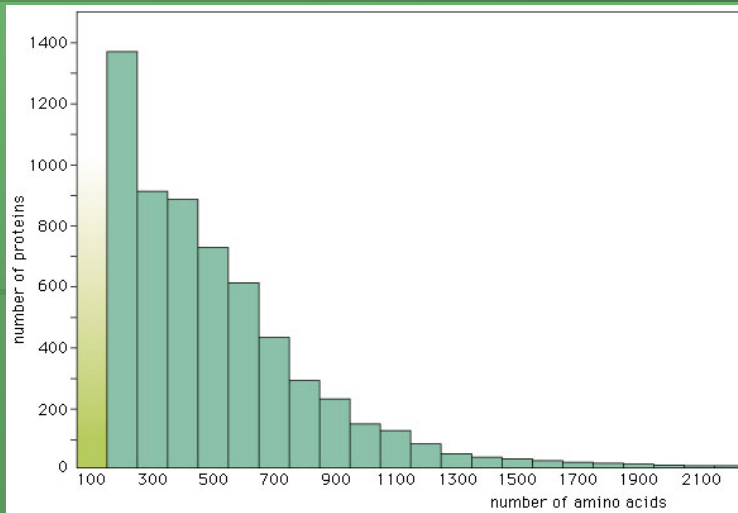


Diszulfid híd



A fehérjék szerkezete

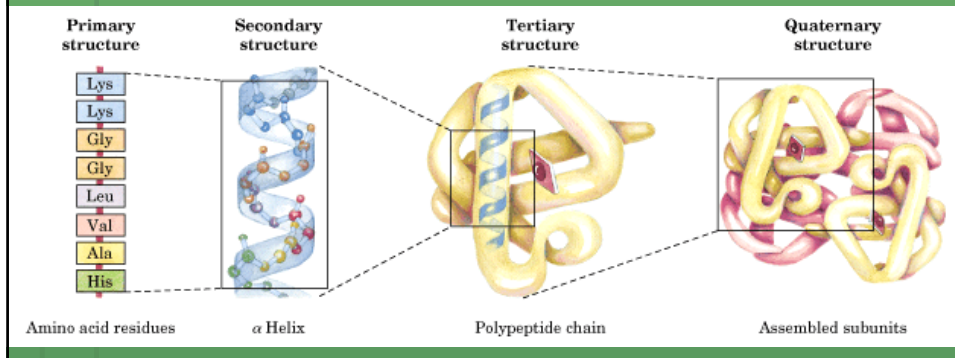
100 - több 100 AS → polipeptidlánc



A fehérjék szerkezete

100 - több 100 AS → polipeptidlánc

- Elsődleges, másodlagos, harmadlagos és negyedleges szerkezet



Elsődleges (primer) szerkezet

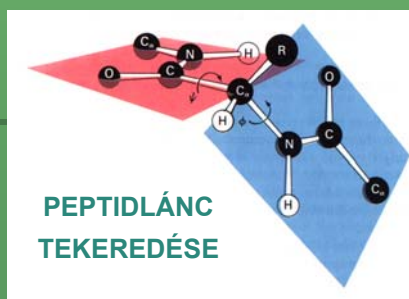
- AS sorrend - szekvencia

Másodlagos (szekunder) szerkezet

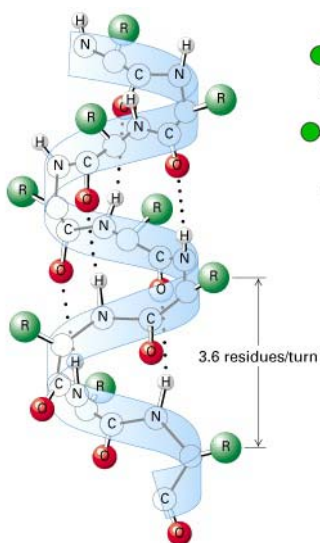
- láncszakaszok
elrendeződése

α -hélix

β -redő (lemez)

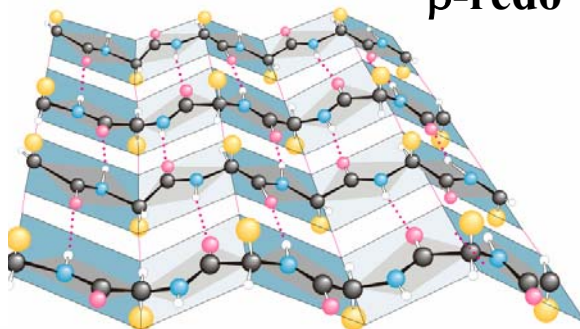


Másodlagos (szekunder) szerkezet

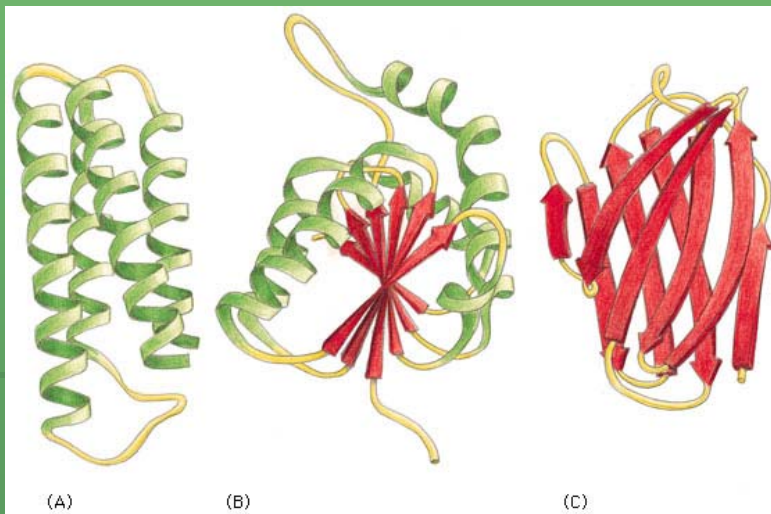


α -hélix

β -redő



Harmadlagos szerkezet

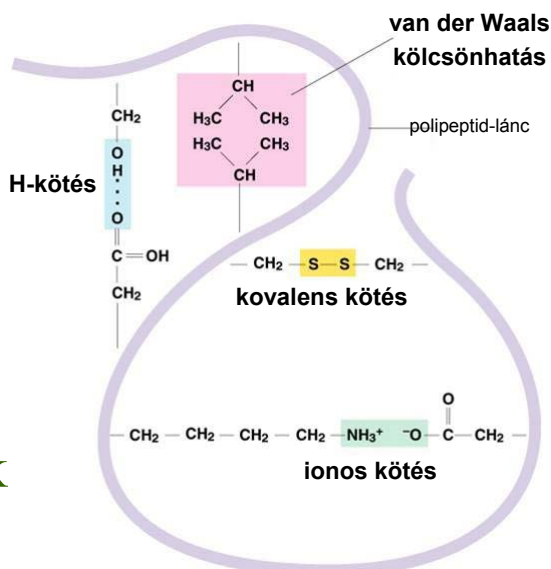


citochrom b_{56}

tejsav dehidrogenáz
NAD-kötő domain

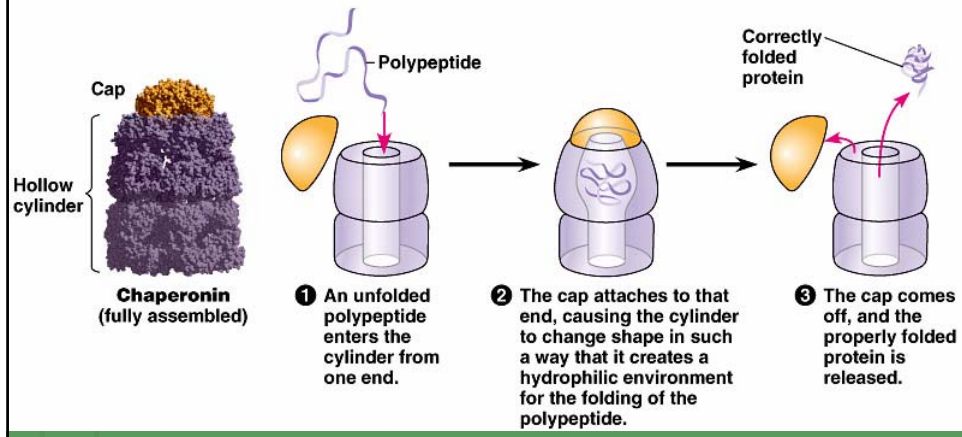
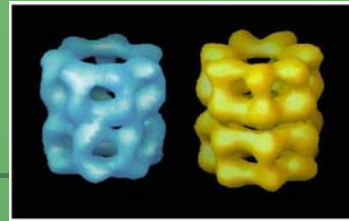
IgG könnyű lánc

A fehérjék
harmadlagos
szerkezetét
stabilizáló
kötések,
köölcsönhatások



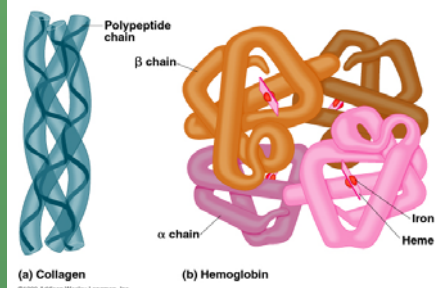
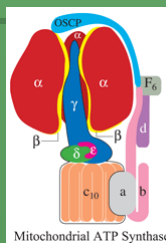
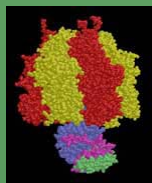


Chaperonok



Negyedleges (alegység) szerkezet

- kémiaailag és funkcionálisan is azonos egységekből
- funkcionálisan azonos, de kémiaailag különböző
- funkcionálisan és kémiaailag különböző
- enzimkomplexek



A fehérjék csoportosítása

1. Funkció szerint

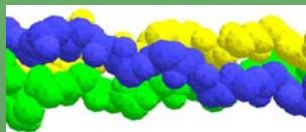
- enzimek (pl. tripszin, RNS polimeráz)
- transzport fehérjék (pl. hemoglobin, szérum albumin)
- védőfehérjék (pl. ellenanyagok, fibrinogén)
- toxinok (pl. kígyómérgek, Clostridium botulin toxinja)
- hormonok (pl. inzulin, növekedési hormon)
- receptor fehérjék
- tartalék fehérjék (pl. ovalbumin, kazein)
- struktúrfehérjék (pl. kollagén, keratin)
- kontraktilis fehérjék (pl. aktin, miozin, dinein)
- egyéb (pl. hisztonok)

A fehérjék csoportosítása

2. Összetétel szerint

❖ Egyszerű fehérjék (proteinek)

Csak AS-akból. pl. albuminok, kollagén, miozin



❖ Összetett fehérjék (proteidek)

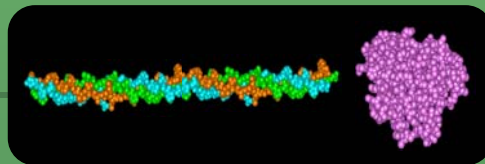
❖ **Összetett fehérjék (proteidek)**

- **Metalloproteidek** pl. amiláz (Ca),
alkohol-dehidrogenáz (Zn), citochrom oxidáz (Cu)
- **Foszfoproteidek** pl. kazein
- **Kromoproteidek** pl. hemoglobin
- **Glükoproteidek** pl. γ -globulinok, membránfehérjék,
fibrinogén
- **Lipoproteidek** pl. membránalkotók, LDL
- **Nukleoproteidek** pl. riboszómák, vírusok

A fehérjék csoportosítása

3. Alak szerint

- **Fibrilláris** (fonalas)
csak másodlagos szerkezet
pl. fibroin, keratin, kollagén

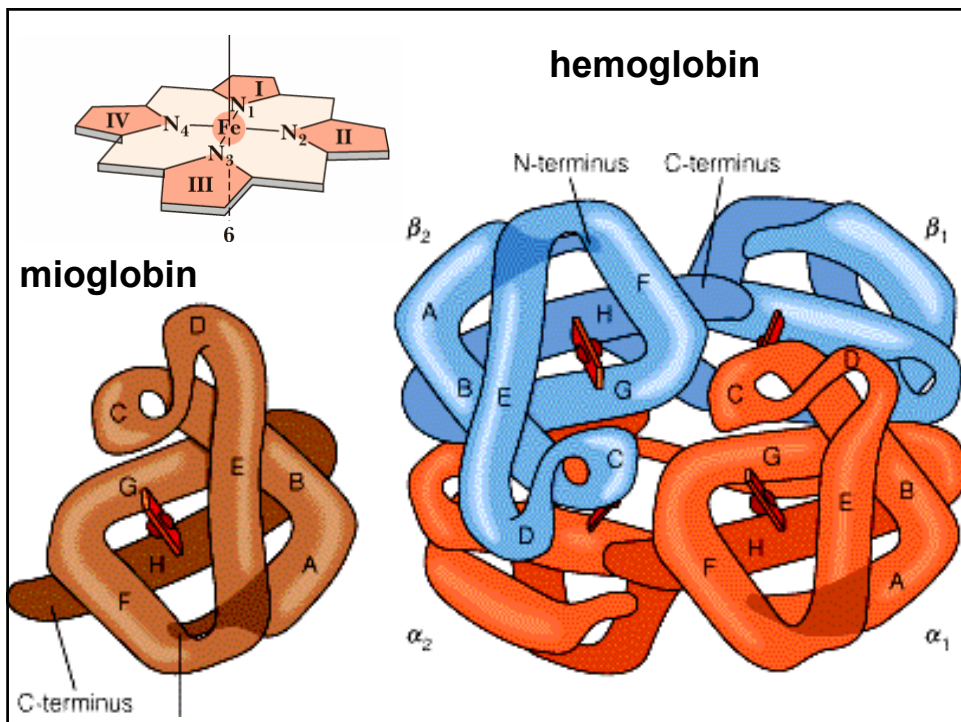


- **Globuláris**
harmadlagos és negyedleges szerkezettel rendelkező
pl. hemoglobin

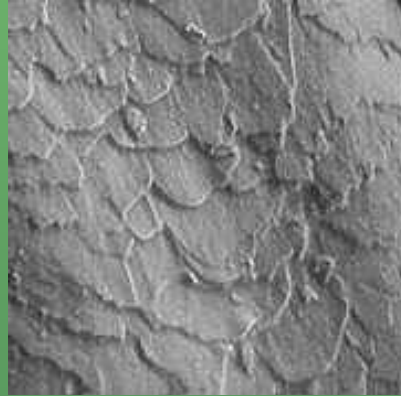
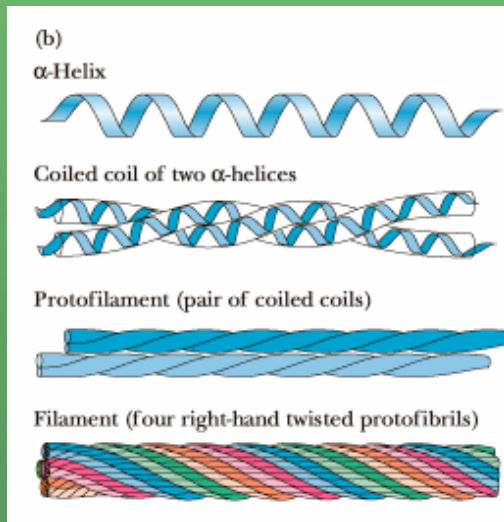
A fehérjék csoportosítása

4. Oldhatóság szerint

- **Albuminok** (desztillált vízben és híg sóoldatokban)
pl. szérumalbumin
- **Globuláris** (híg sóoldatokban)
- **Hisztonok** (híg savakban)
- **Szkleroproteinek** (semmilyen közönséges oldószerben nem oldódnak)
pl. kollagén, keratin



α -keratin

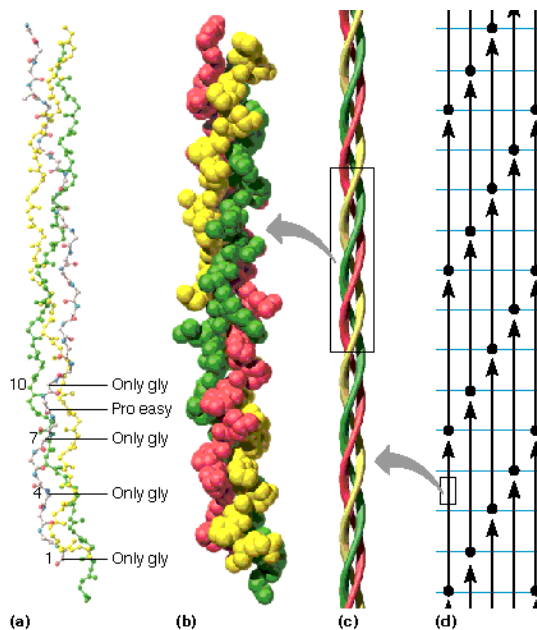


Kollagén

tripla
hélix
szerkezet

Betegségek:

- Ehler-Dahnllós szindróma (gumiember)
- dermatosparaxis
- skorbut





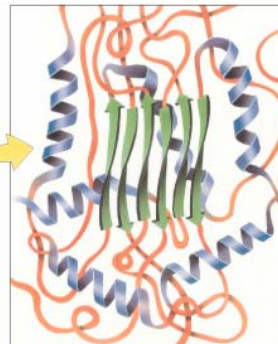
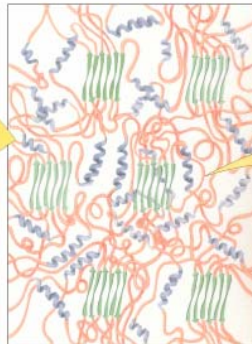
A pókok fonala



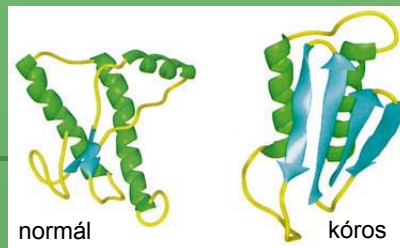
(a) Spider web



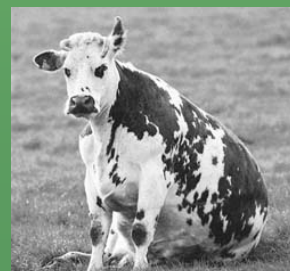
(b) Radial strand



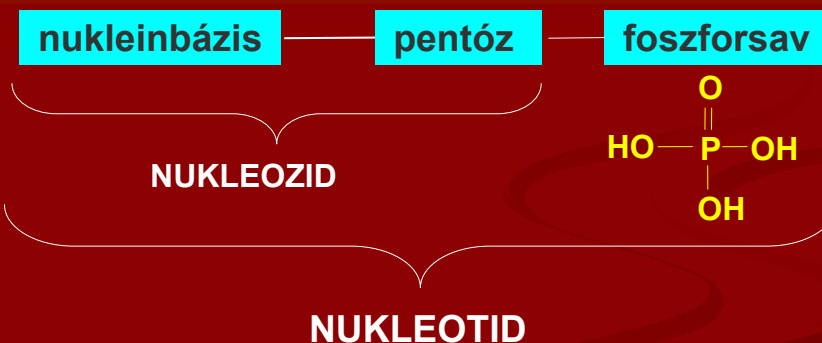
Prionok



- kis fehérjetestek, amelyek betegséget okoznak
- nem tartalmazznak nukleinsavakat
- lehet örökletes
pl. Creutzfeldt-Jakob betegség
- lehet szerzett
pl. Kuru, kergemarha-kór

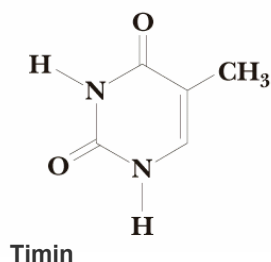
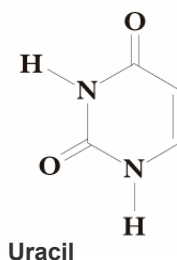
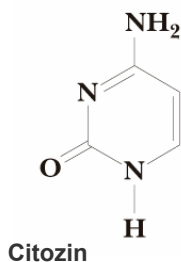
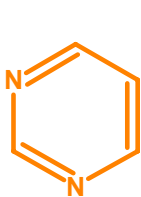


Nukleotidok

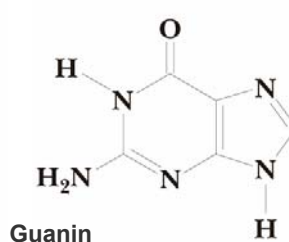
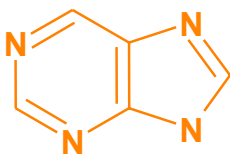


Bázisok

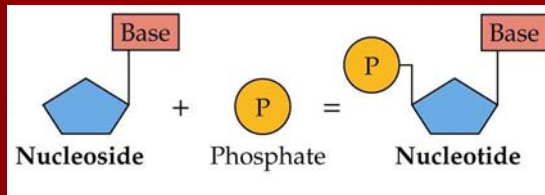
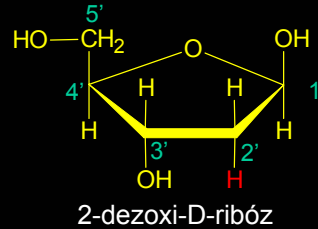
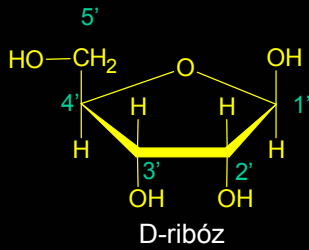
Pirimidin bázisok



Purin bázisok



Nukleotidokat felépítő pentózok



Nukleozid-foszfátok

adenozin-5'-foszfát

adenozin-monofoszfát

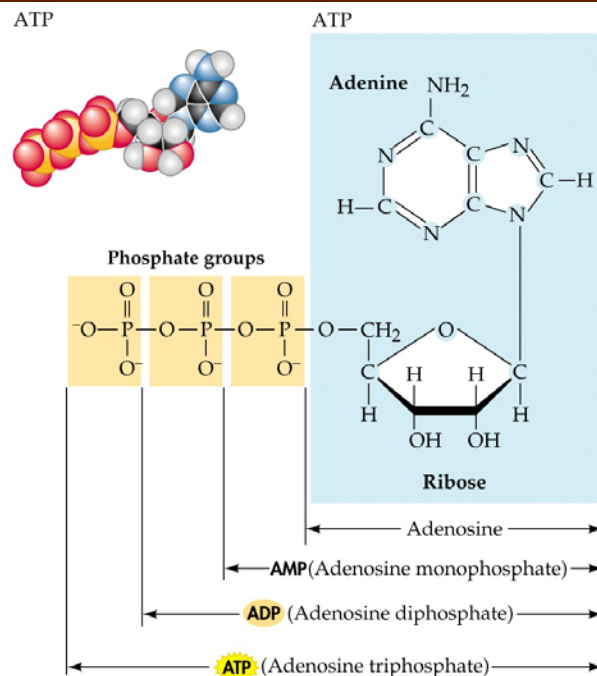
adenilsav AMP

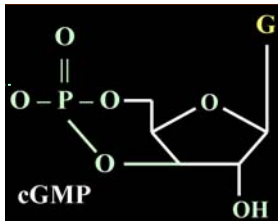
adenozin –difoszfát

ADP

adenozin-trifoszfát

ATP





Ciklikus nukleotidok

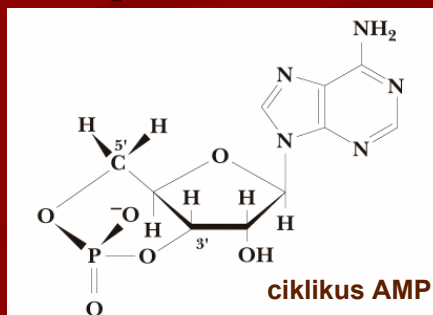
- sejten belüli folyamatok szabályozói, másodlagos hírvivők

- cAMP (adenilát ciklázon keresztül megvalósuló szignáltranszdukció),

- cGMP

(enzimkapcsolt receptorokon keresztülmenő

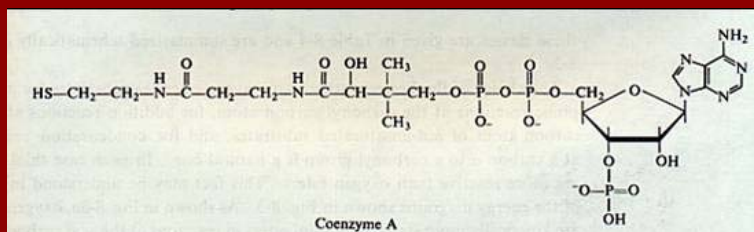
szignáltr. pl. látás)



Nukleotid-tartalmú koenzimek

- koenzim A (CoA)

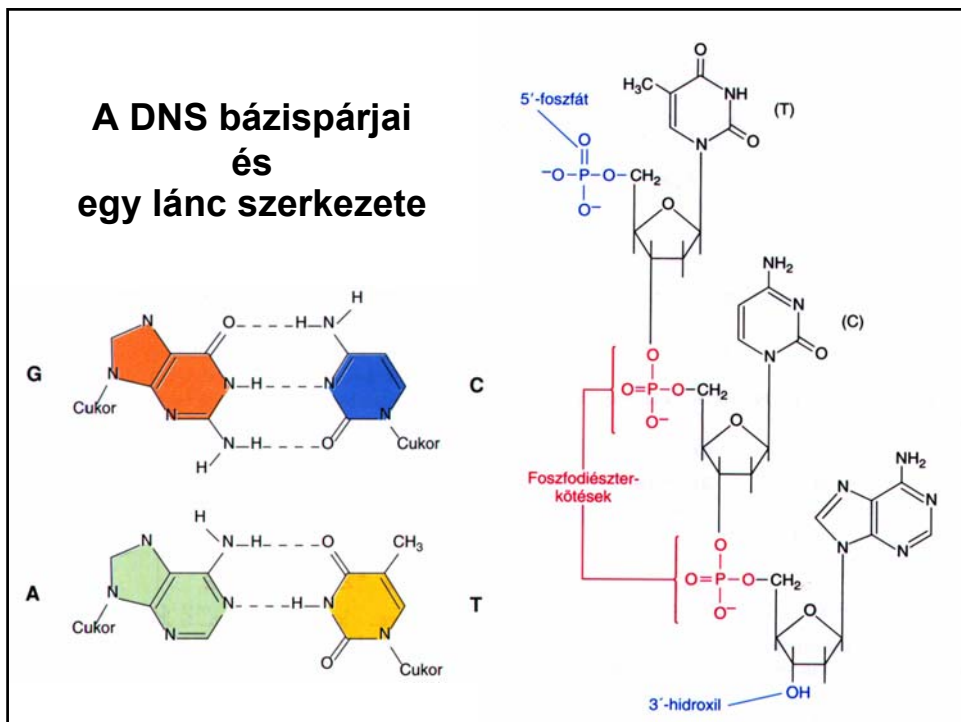
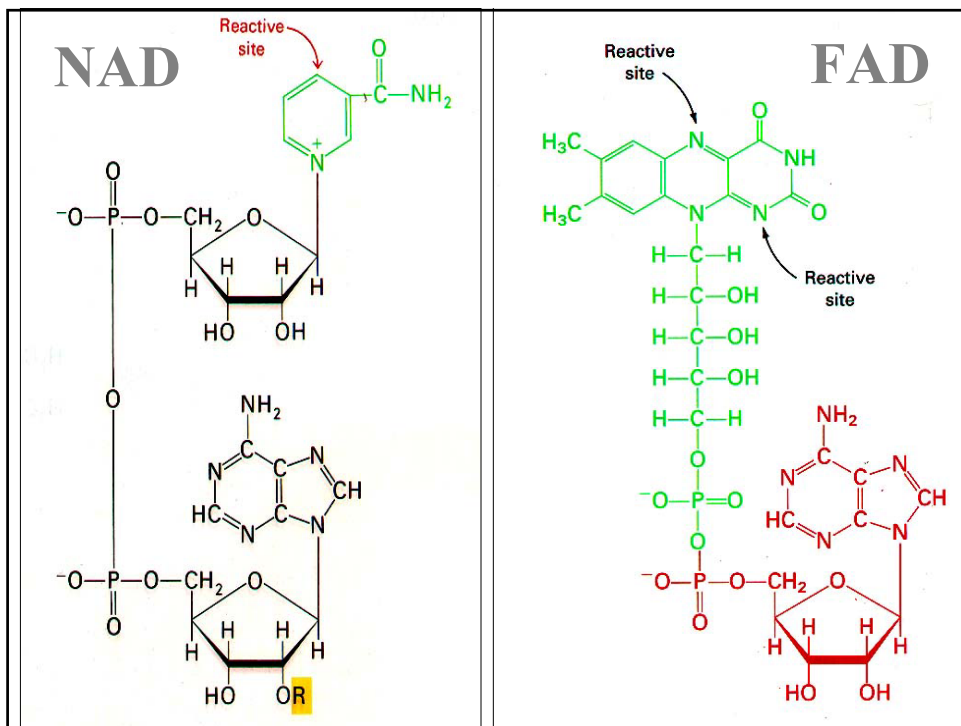
acetyl-csoport szállítója



- NAD (nikotianamid-adenin-dinukleotid)

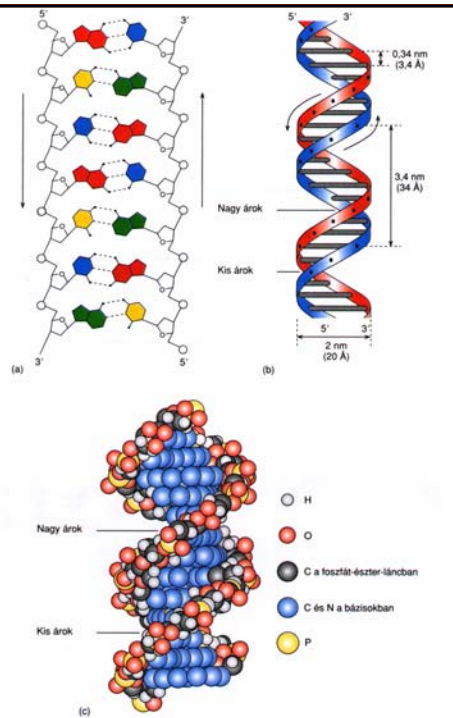
- FAD (flavin-adenin-dinukleotid)

hidrogénszállítók



A DNS szerkezeti modelljei

- a szálak lefutása antiparalel
- cukorfoszfát gerinc
- bázispár létrafokok
- 10 bp/fordulat
- $6 \cdot 10^9$ bp/emberi sejt
- 2 m DNS



2. A DNS funkciója

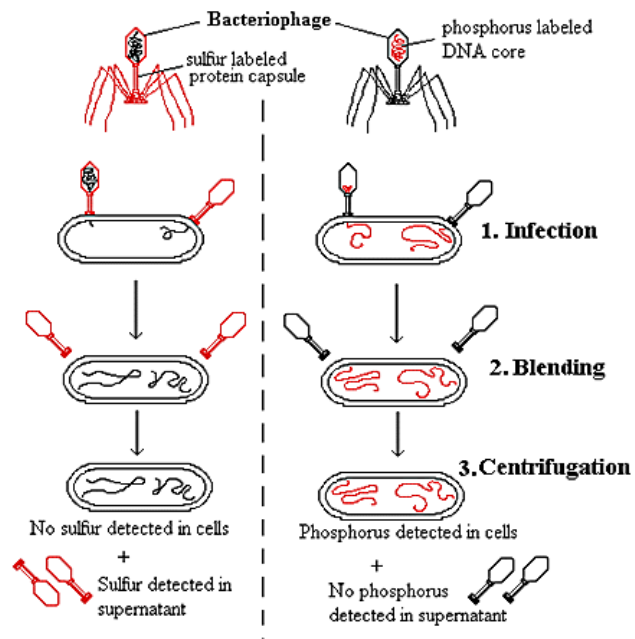
Örökítőanyag

■ Griffith transzformációs kísérletei (1928)

Streptococcus pneumoniae virulens (tok), avirulens törzs
Hővel elölt virulens+élő ártalmatlan elpusztította a kísérleti egereket.

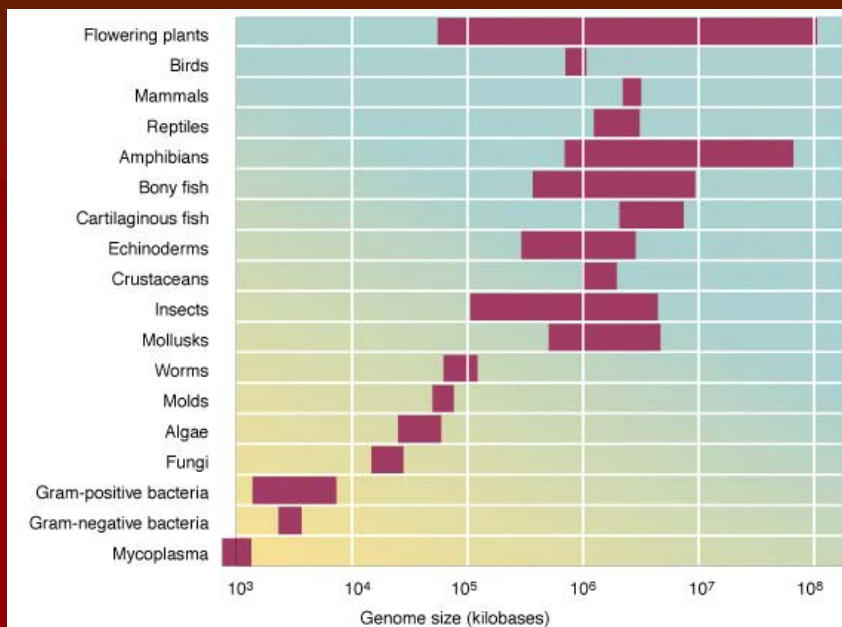
■ Hershy-Chase kísérlet (1952)

T2 E. coli fág ^{35}S -el jelölt fehérjeburok, ^{32}P -vel jelölt DNS



The Hershey-Chase Experiment

A C érték paradoxon



Vírus genomok

RNS vírusok

- egyszálú RNS

pl. DMV

- duplaszálú RNS

pl. reovírus

DNS vírusok

- egyszálú

lineáris: pl. parvovirus

cirkuláris: pl. ϕ X174, M13

- kétszálú

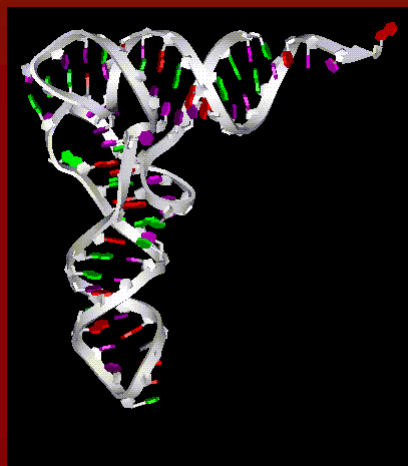
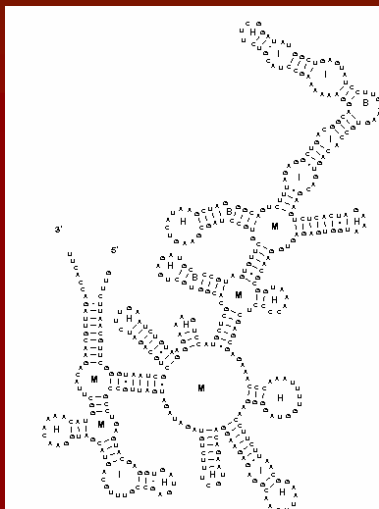
lineáris: pl. T4, herpes

cirkuláris: pl. SV40

kapcsolt: pox



RNS-ek



Az RNS elsődleges, másodlagos és harmadlagos szerkezete

Primary structure: *The sequence of nucleotides*



Secondary structure:



Stem-loop



Hairpin

Tertiary structure: *Pseudoknot*

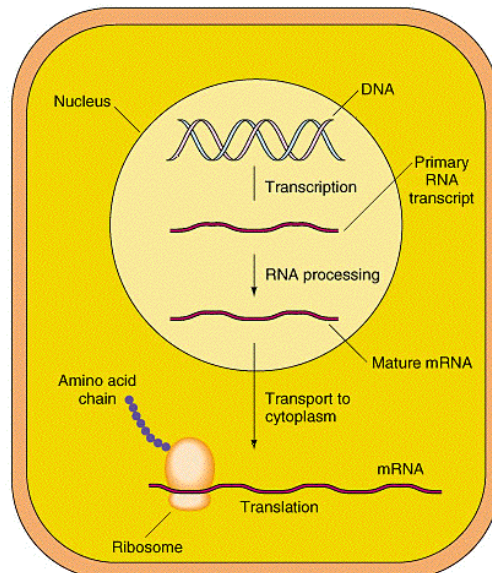


folding



Az RNS-ek fajtái

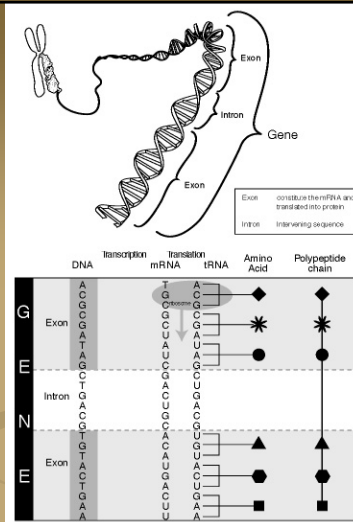
- mRNS
messenger (hírvivő)
- tRNS
transzfer
- rRNS
riboszómális



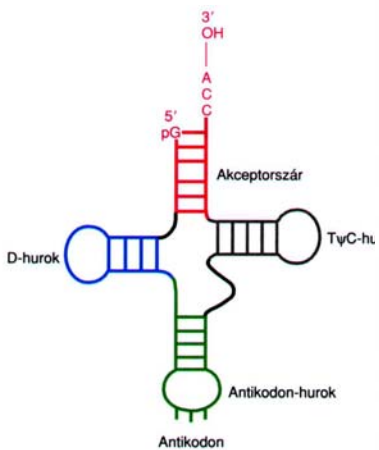
Az mRNS

- „másolat” a DNS-ről
 - jellegzetes kezdő és záró szekvencia
 - érés (splicing)
- intronok kivágódnak

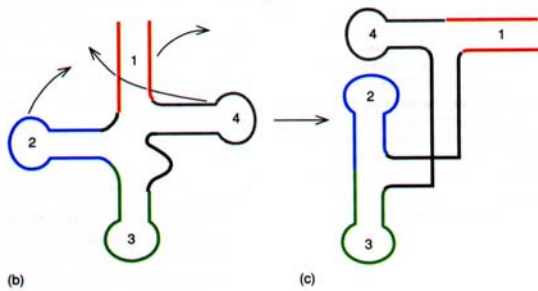
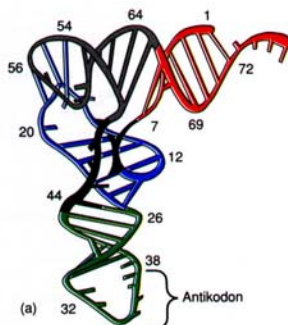
miRNA transcript



A tRNS



Ψ pszeudouridin
D dihidrouracil





Az rRNSeK és a riboszómák



PROKARYOTIC RIBOSOMES (*E. coli*)

Ribosome $(2.52 \times 10^6 \text{ D})$	
Subunits	
$(0.93 \times 10^6 \text{ D})$	$(1.59 \times 10^6 \text{ D})$
RNA	
16S RNA (1542 nucleotides)	23S RNA (2904 nucleotides) 5S RNA (120 nucleotides)
Protein	
21 proteins	31 proteins

EUKARYOTIC RIBOSOMES (Rat)

Ribosome $(4.22 \times 10^6 \text{ D})$	
Subunits	
$(1.4 \times 10^6 \text{ D})$	$(2.82 \times 10^6 \text{ D})$
RNA	
18S RNA (1874 nucleotides)	28S + 5.8S RNA (4718 + 160 nucleotides) 5S RNA (120 nucleotides)
Protein	
33 proteins	49 proteins

Az anyagcsere

- élőlények és környezetük között állandó anyag- és energia- és információáramlás.
- Szűkebb értelemben a sejt biokémiai reakcióinak összessége.

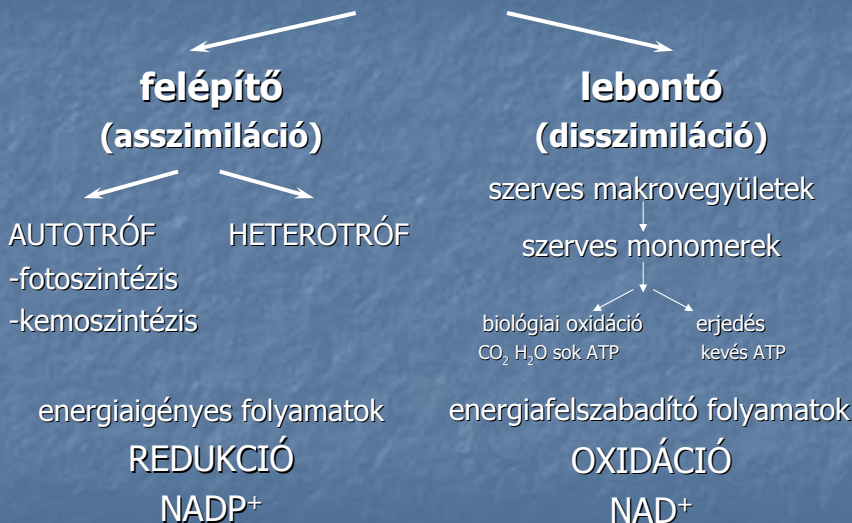
Az élők nyílt rendszerek -> anyagcsere

Az alapvető anyagcsere-folyamatok az egész élővilágban hasonlóan játszódnak le.

Az anyagcsere funkciói

- élő rendszer kémiai energiaellátása
- tápanyagok egyszerű építőelemekké való alakítása
- építőelemekből (prekurzorok) makromolekulák szintézise
- igényeknek megfelelő gyors lebontás és felépítés

Anyagcsere-folyamatok



acetyl-CoA

Biokatalízis

- reakciók végbemeneteléhez átmeneti **aktivált állapot**-magasabb energiaszint szükséges

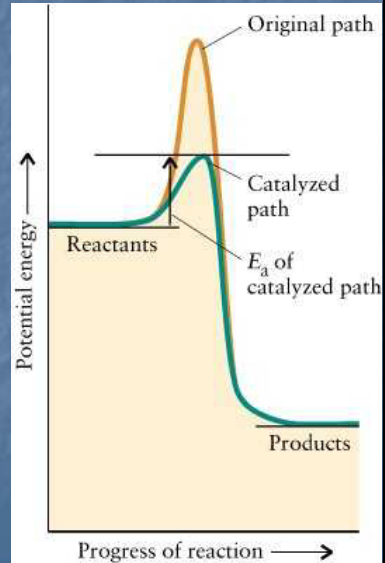
- $E_{\text{aktiválási}} = E_{\text{aktivált}} - E_{\text{kezdési}}$

- speciális katalizátorok



kisebb aktiválási energiát igénylő út

ENZIMEK



ENZIMEK

Biokatalizátorok, amelyek lehetővé teszik, hogy a sejtekben zajló kémiai átalakulások végbemenjenek (adott állandó hőmérsékleten, nyomáson, pH-n).

- kis energiaigényű utat nyitnak
- növelik a reakciósebességet
- proteinek és proteidek

nem fehérje jellegű rész

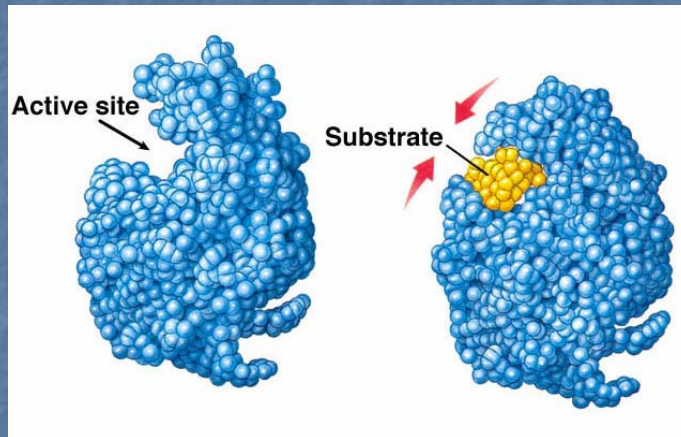
-KOENZIM

könnyen ledisszociál

-PROSZTETIKUS CSOPORT

stabilan kötődik

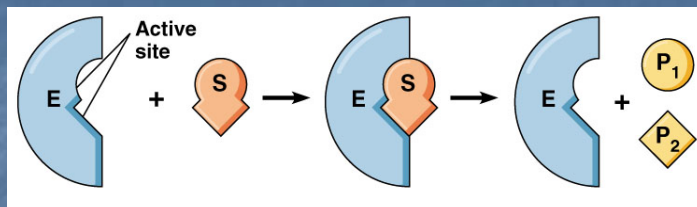
Az enzim és a szubsztrát kapcsolata



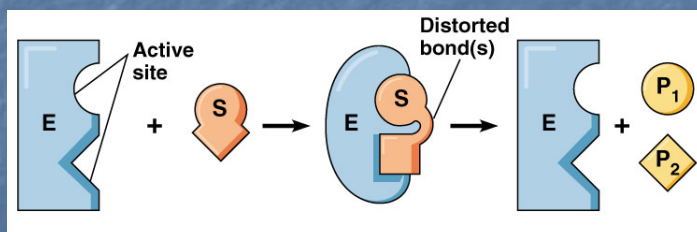
■ aktív centrum

■ szubsztrát

1. kulcs a zárba



2. indukált illeszkedés



Enzimek elnevezése

- hagyományos név

tripszin, pepszin

- tudományos név

szubsztrátnév+reakciónév+áz

alkohol dehidrogenáz

glikogén szintetáz

Enzimek csoportosítása

- **oxidoreduktázok**

redoxifolyamatok

pl. dehidrigenázok

- **hidrolázok**

vízbelépéssel kötésbontó

pl. pepszin

- **liázok**

kötésbontó

pl. fumaráz

- **transzferázok**

csoportok szállítása

pl. transzaminázok

- **izomerázok**

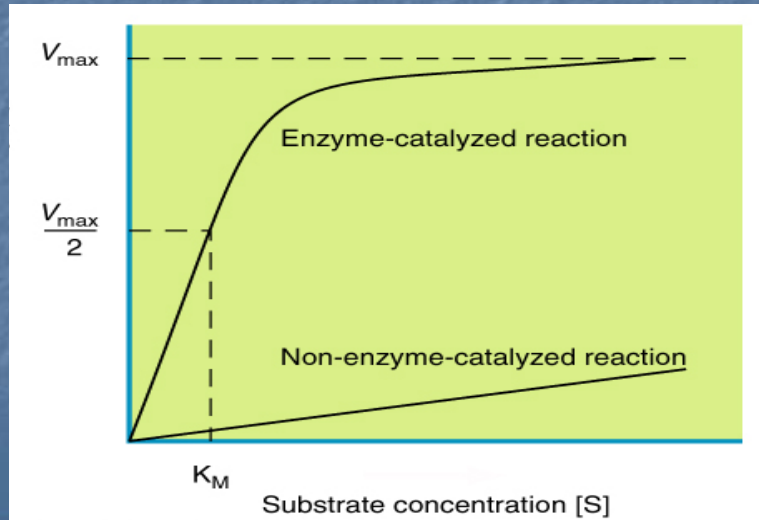
molekulák átrendezése

pl. glükóz-foszfát-izomeráz

- **ligázok**

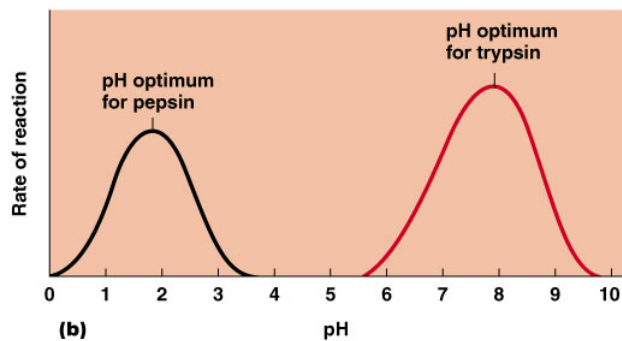
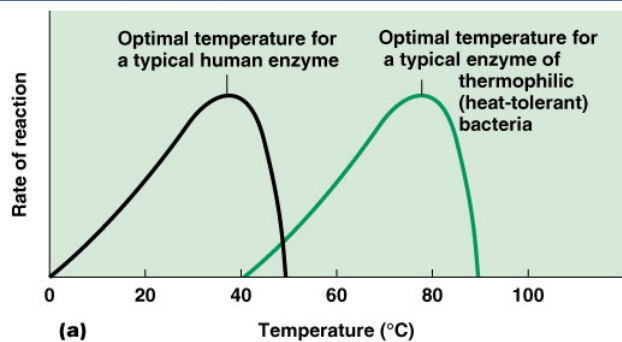
monomerek összekapcsolása pl. peptid-szintetáz

Reakciósebesség a szubsztrát-koncentráció függvényében



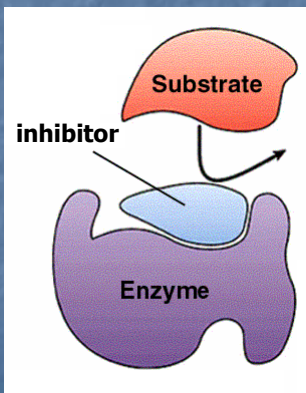
hőmérséklet
optimum

pH
optimum

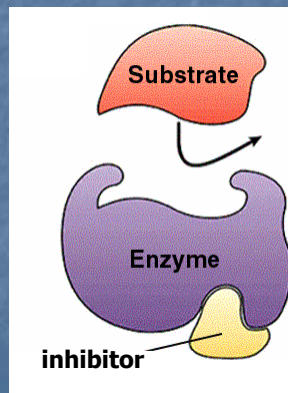


Enzimgátlás

■ Kompetitív gátlás



■ Nemkompetitív gátlás



Anyagcsere-folyamatok

felépítő

(asszimiláció)

AUTOTRÓF

-fotoszintézis

-kemoszintézis

HETEROTRÓF

glükoneogenezis

SZÉNHIDRÁTOK

LIPIDEK

NUKLEINSAVAK

FEHÉRJÉK

lebontó

(disszimiláció)

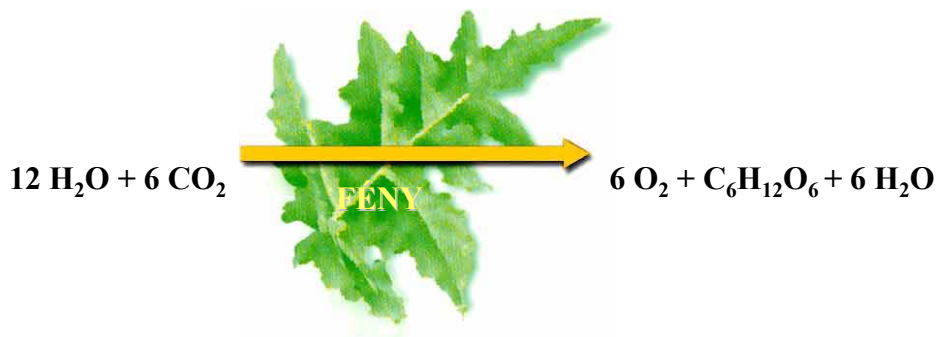
glükolízis

erjedés

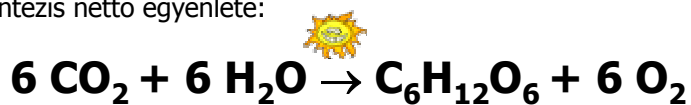
biológiai oxidáció

(citromsav-ciklus)

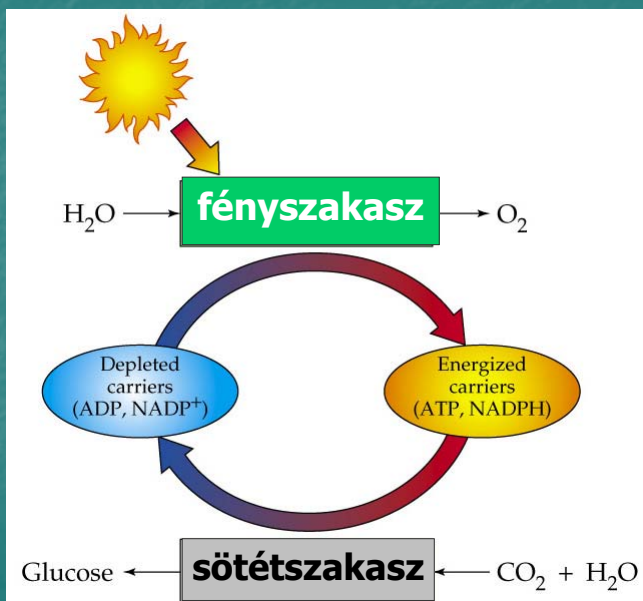
A fotoszintézis



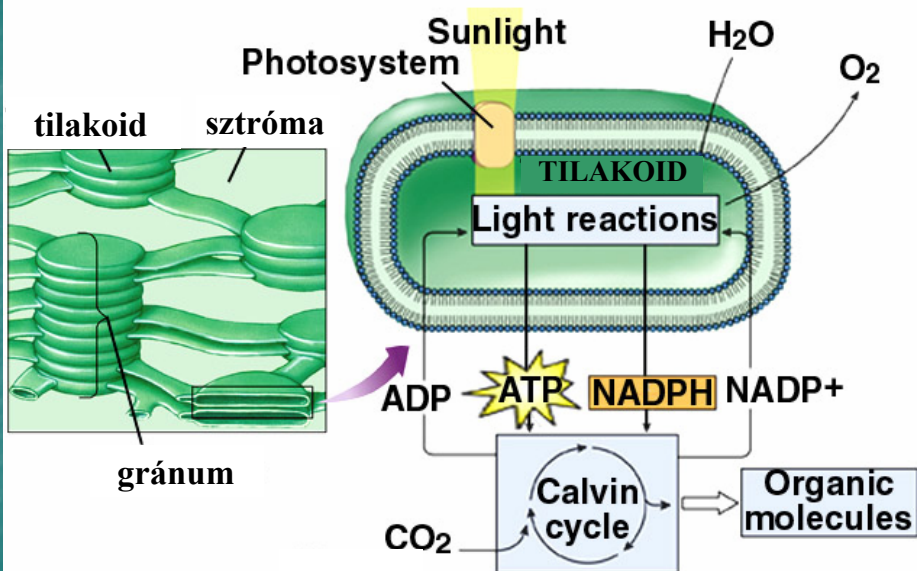
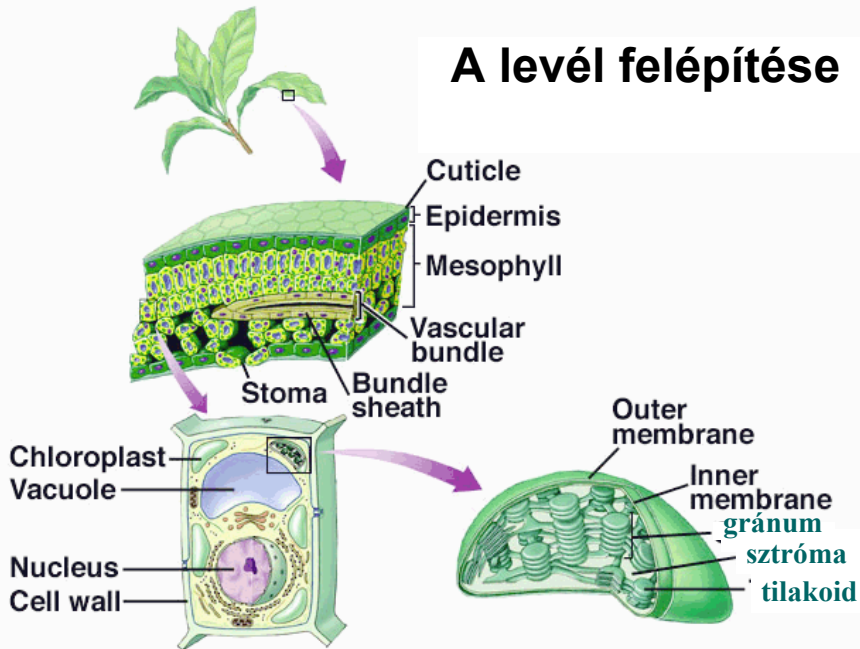
A fotoszintézis nettó egyenlete:



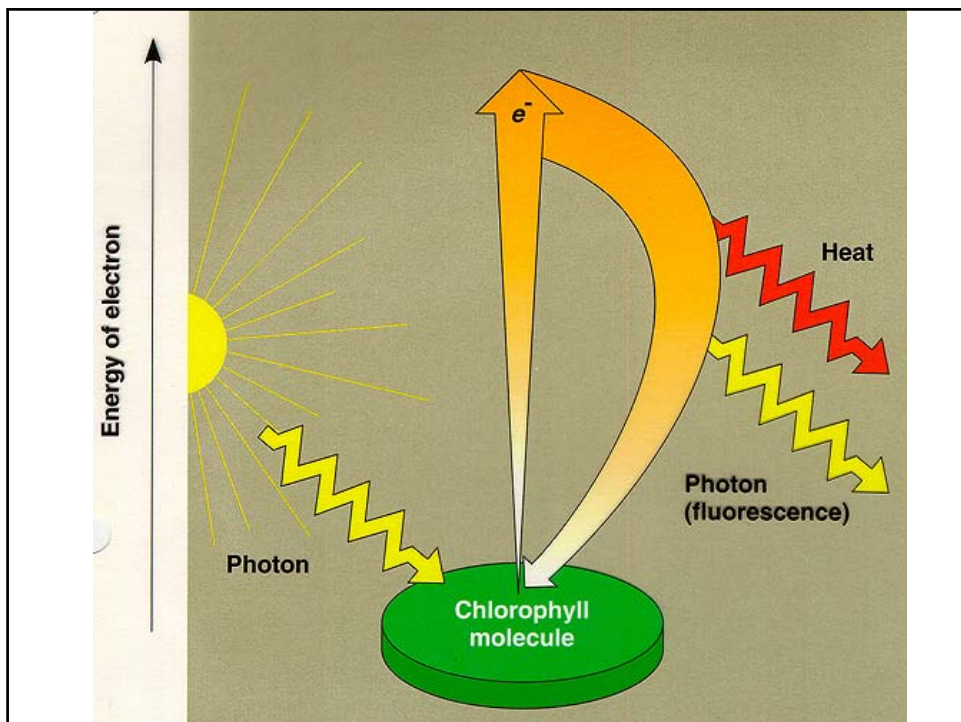
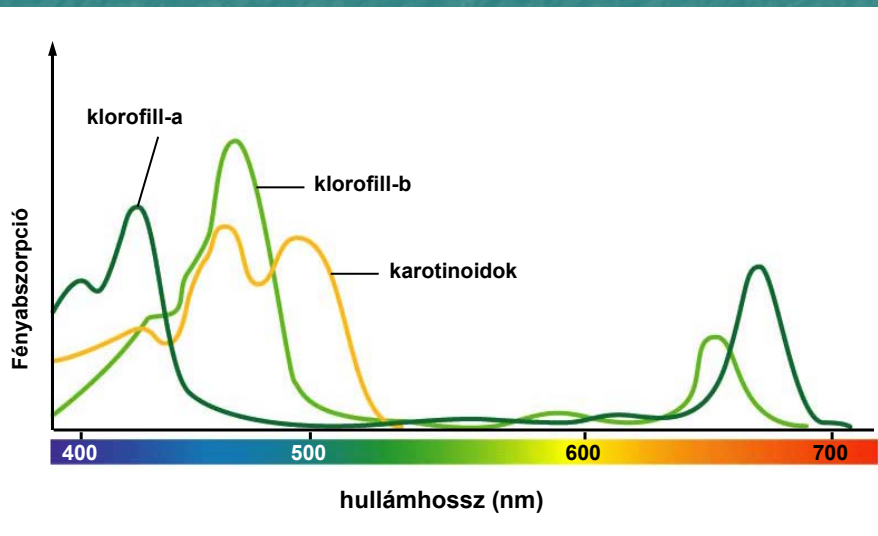
A fotoszintézis vázlatja

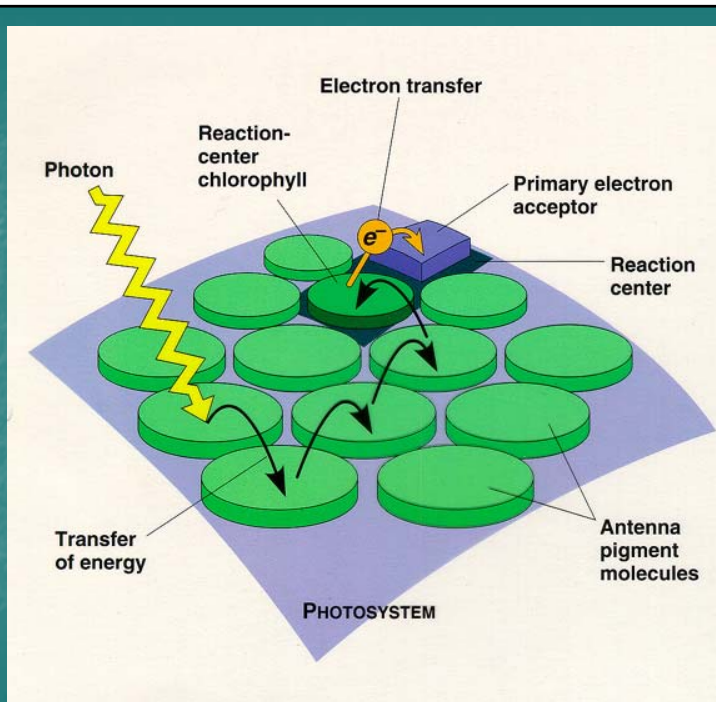


A levél felépítése

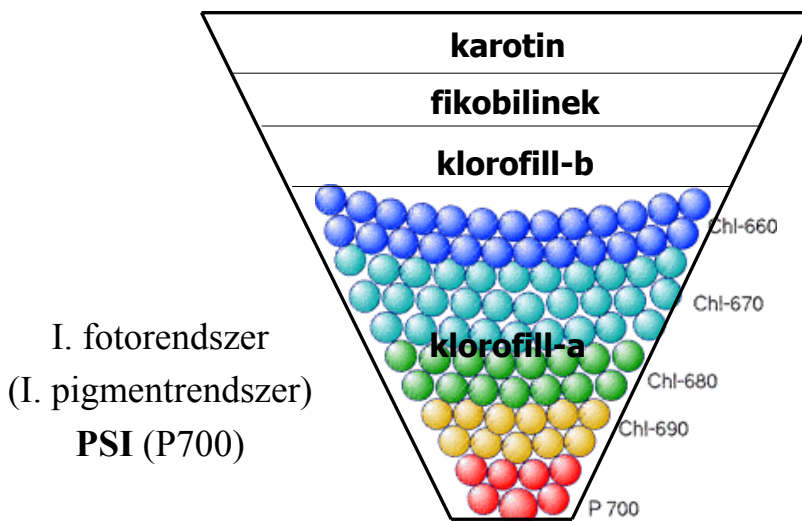


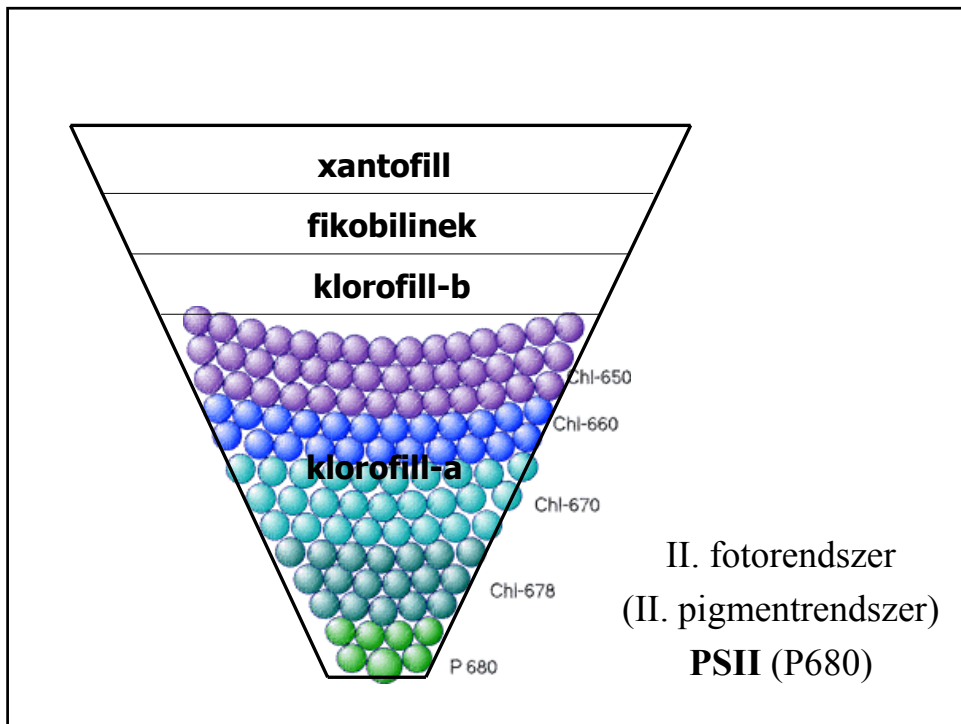
Különböző pigmentek elnyelési tartománya





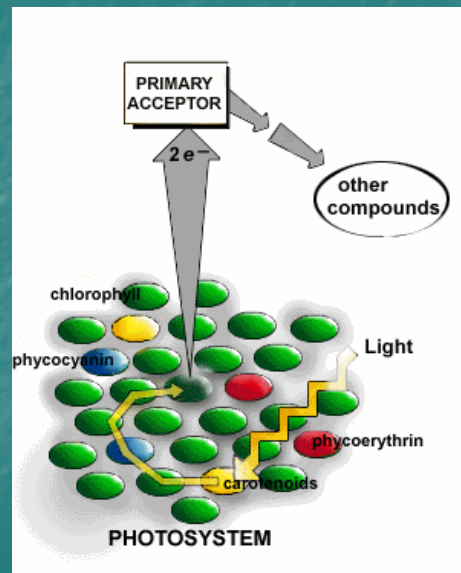
Pigmentrendszerek

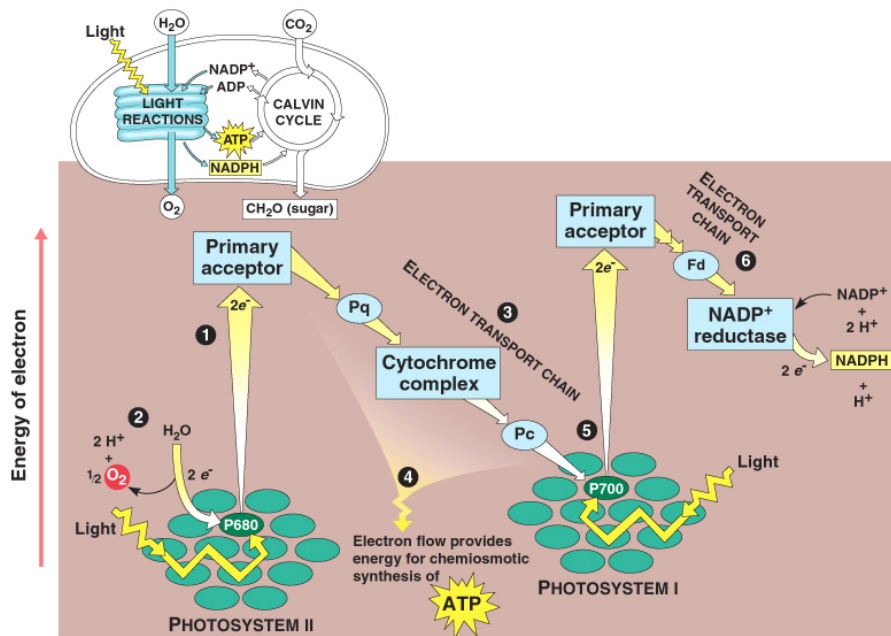
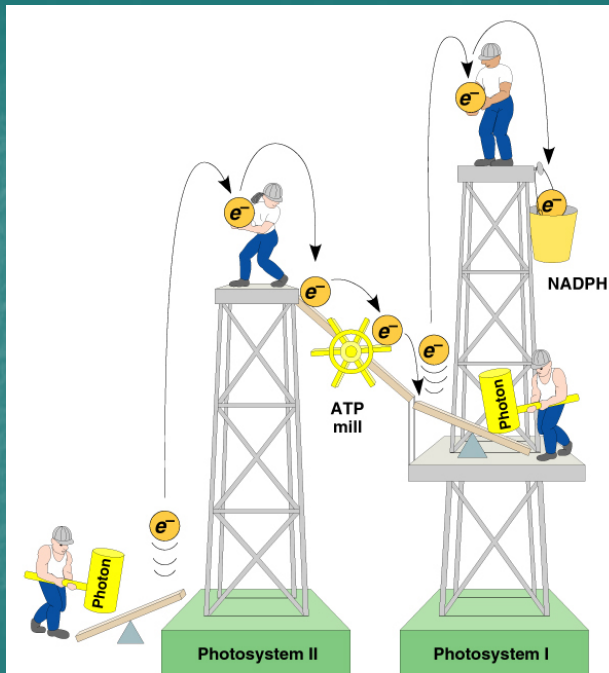


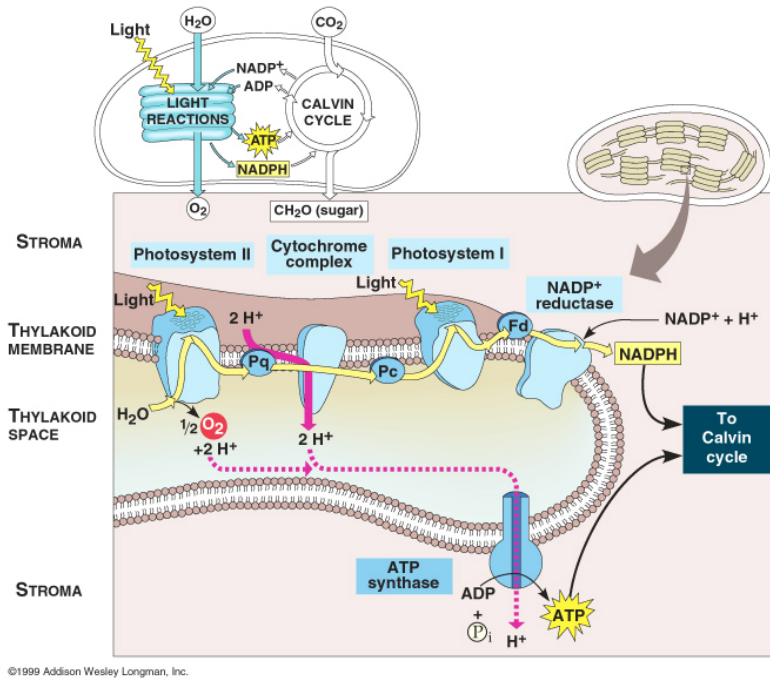


A pigmentrendszerek működése

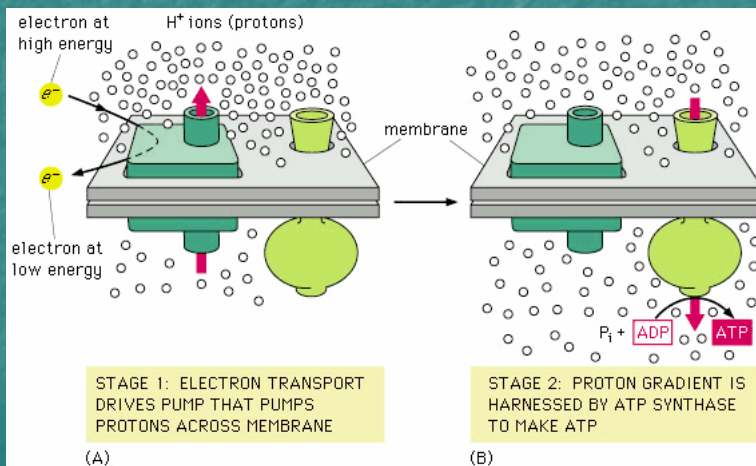
- a fénygyűjtő pigmentek a beérkező foton energiáját a reakcióközpont felé irányítják
- a központi chl-a lead egy e^- -t
- elektronszállító rendszerre kerül



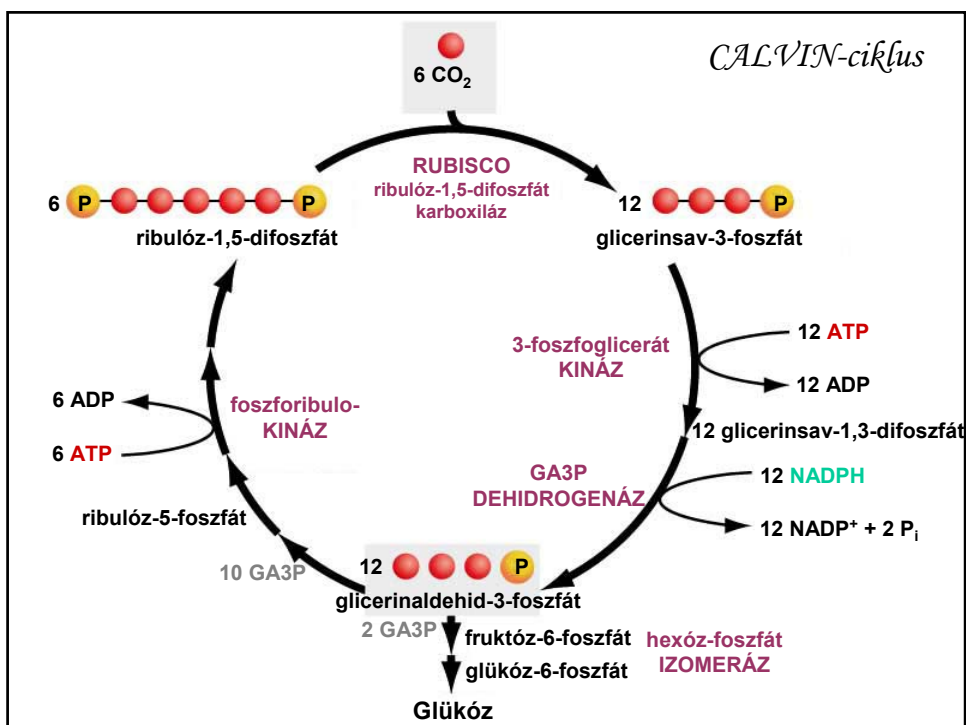


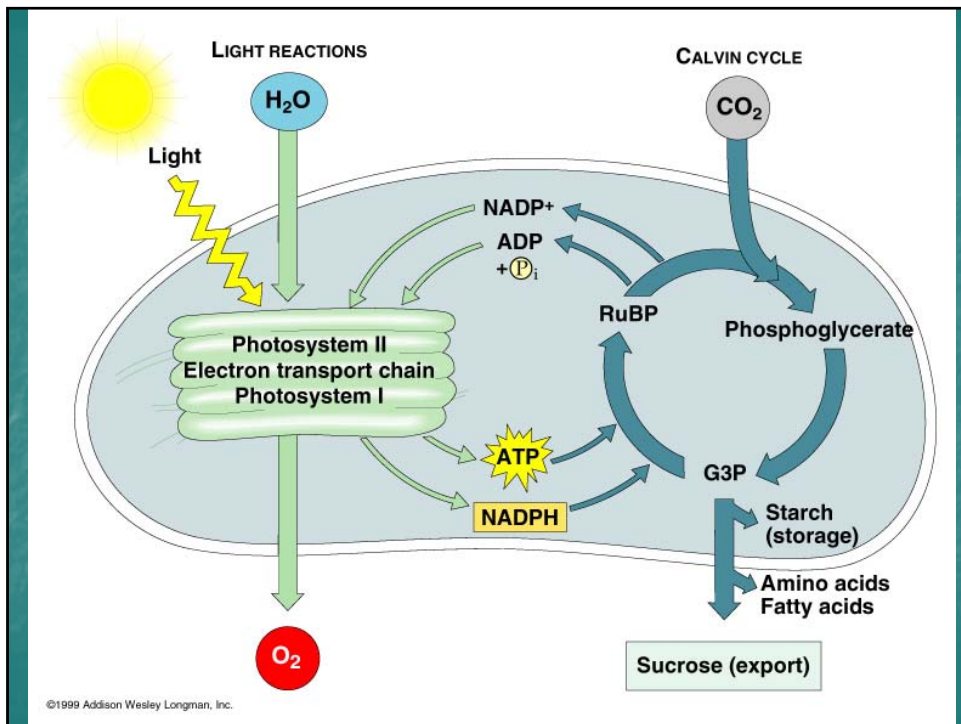


Kemiozmózis



3. ribulóz-1,5-difoszfát regeneráció

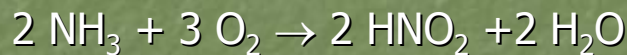




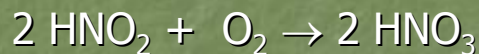
Kemoszintézis aerob útjai

■ Nitrifikáló baktériumok

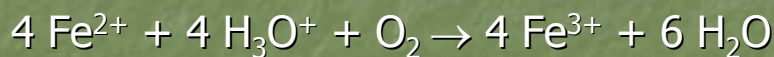
nitritbaktérium (Nitrosomonas)



nitrátbaktérium (Nitrobacter)



■ Vasbaktériumok

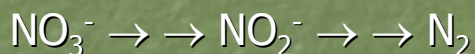


■ Kénbaktériumok

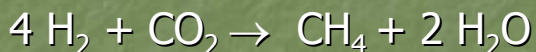


Kemoszintézis anaerob útjai

- Denitrifikáló baktériumok

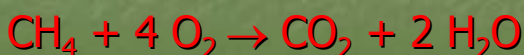


- Metánképző baktériumok



BIOGÁZ

DE: Metánbaktérium



GLÜKONEOGENEZIS

- táplálék → glükóz → saját szénhidrátok
- Spec. eset (éhezés, erős izommunka)
cukorképződés nem cukorszerű szerves
vegyületekből –GLÜKONEOGENEZIS

szerves vegyület → piroszőlősav → glükóz

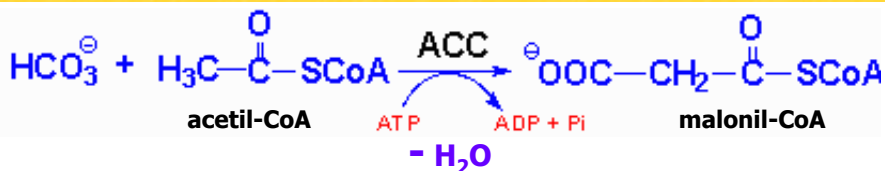
3.2.2. A lipidek felépítő folyamatai

Zsírsavak bioszintézise

szénhidrát felesleg → zsírsavak

1. lépés

acetyl-coenzyme A-carboxylase

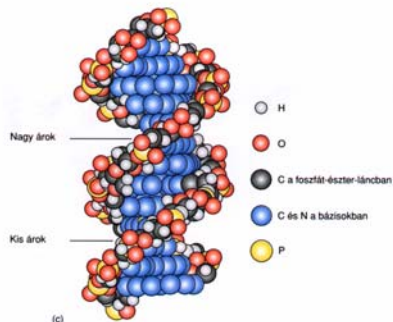
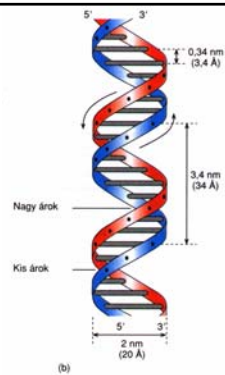
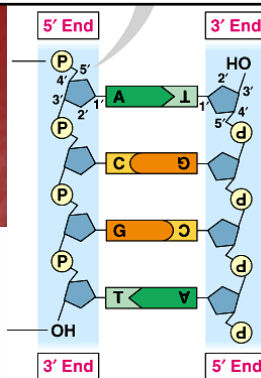
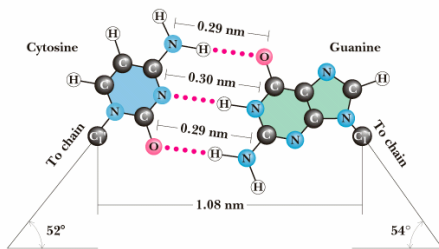
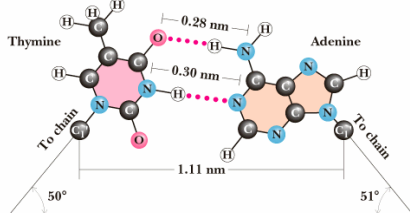


További lépések

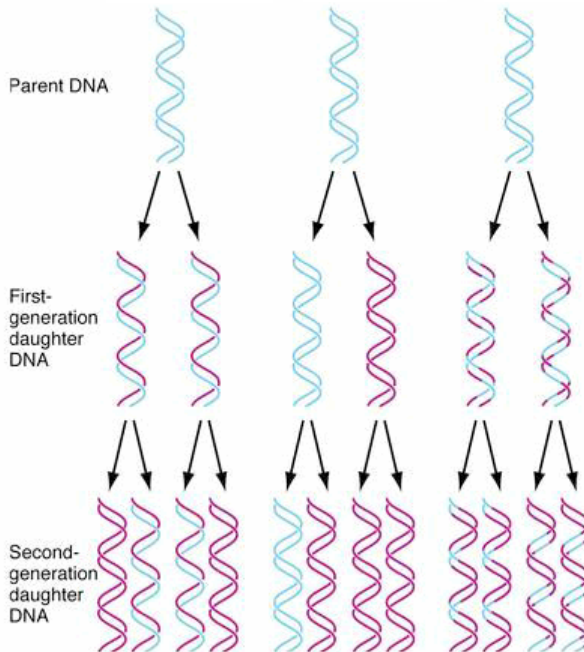
zsírsav szintetáz enzimkomplex

- acetyl-CoA és malonyl-CoA az enzimkomplexre kötődik
- CO_2 kilépés közben összekapcsolódnak
- redukció ($=\text{O} \rightarrow -\text{OH}$) NADPH felhasználás
- vízkilépés ($\text{CH}=\text{CH}$)
- redukció ($= \rightarrow -$) NADPH felhasználás
- újabb malonyl-CoA érkezik ...

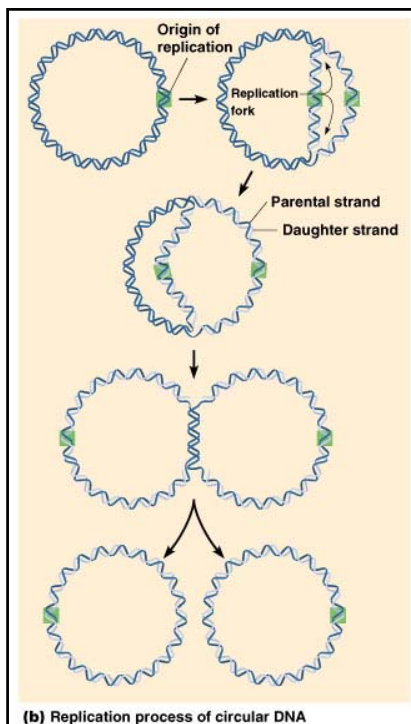
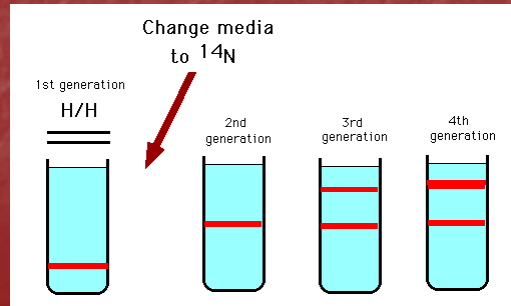
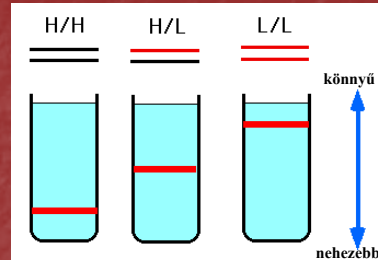
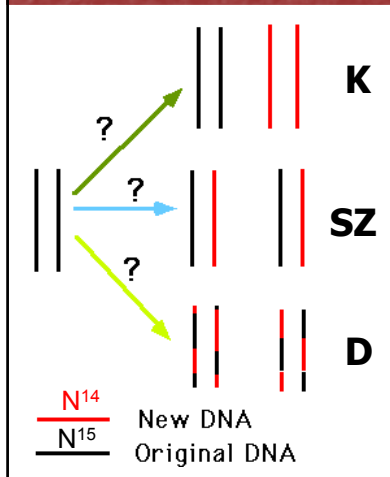
DNS szintézis



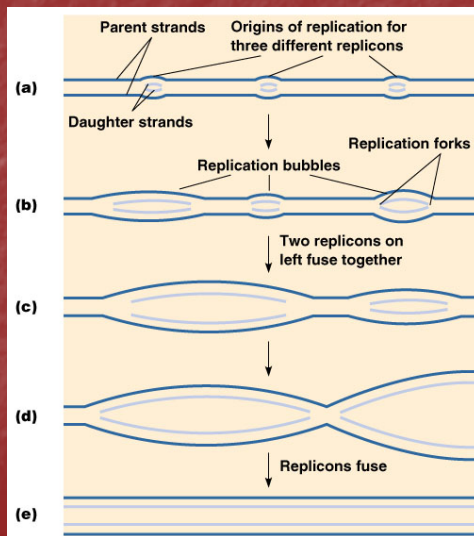
(a) szemikonzervatív (b) konzervatív (c) diszperzív



Messelson-Stahl kísérlet

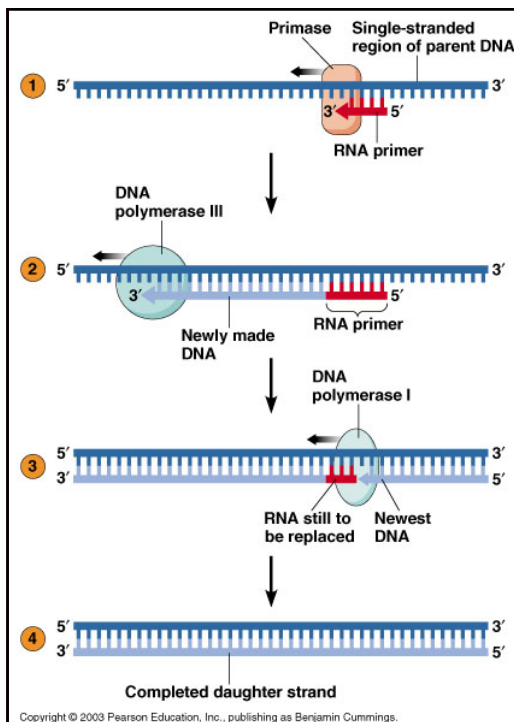
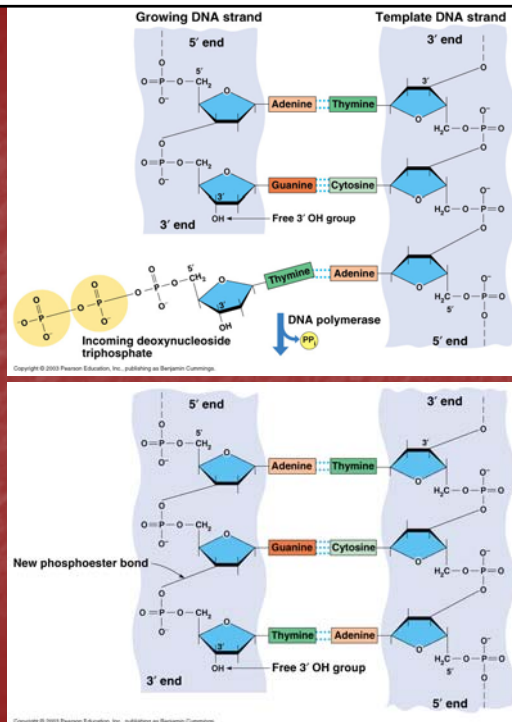


DNS replikáció



DNS lánc hosszabbítás

- aktivált
deoxiribonukleotid
trifoszfátok
(ATP, GTP, TTP, CTP)
- mindkét makroerg kötés
energiája felhasználódik
- **szintézis iránya**
5' → 3'



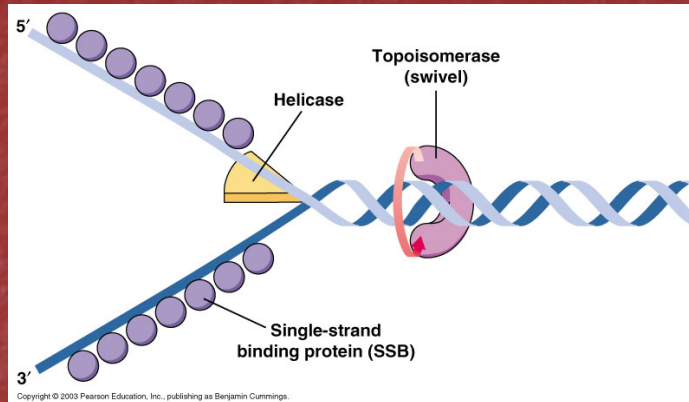
Iniciáció

- DNS polimerázok nem tudják elkezdni a szintézist
csak polinukleotid láncot képesek folytatni
- RNS polimeráz - primáz kezd → RNS primer
- DNS polimeráz III. folytatja
- később DNS polimeráz I. kicseréli RNS-t DNS-re

Széttekerés

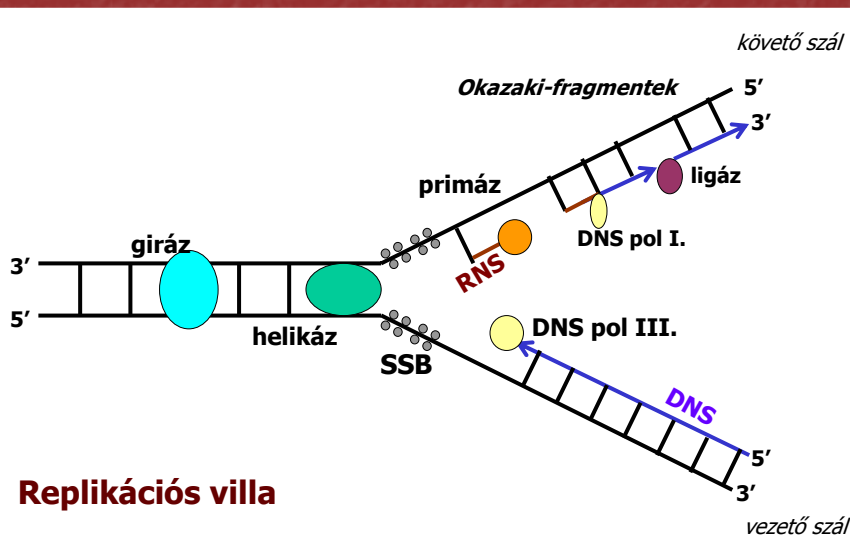
- DNS másolás feltétele

- Enzimek



giráz (topoizomeráz) és *helikáz* szétcsavaró fehérjék
egyes szálú DNS kötő fehérjék (SSB) visszacsavarodás gátló

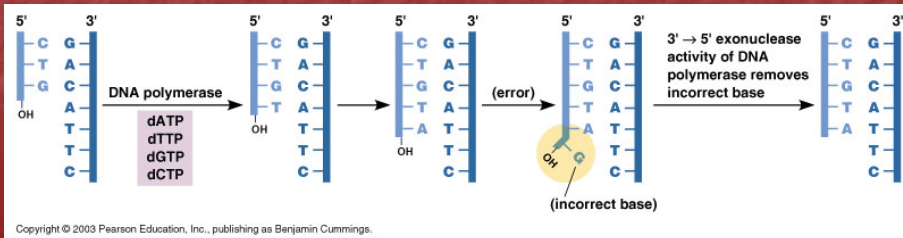
DNS szintézis



Replikációs villa

Másolási pontosság

- génkészletünk (3 md bp) kb. 1 md-szor másolódik le életünk során
- hiba kb. 10 md-onként
- pontos másolás
- ellenőrző mechanizmusok
- javító rendszer

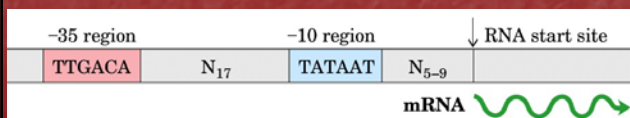


Transzkripció (átírás)

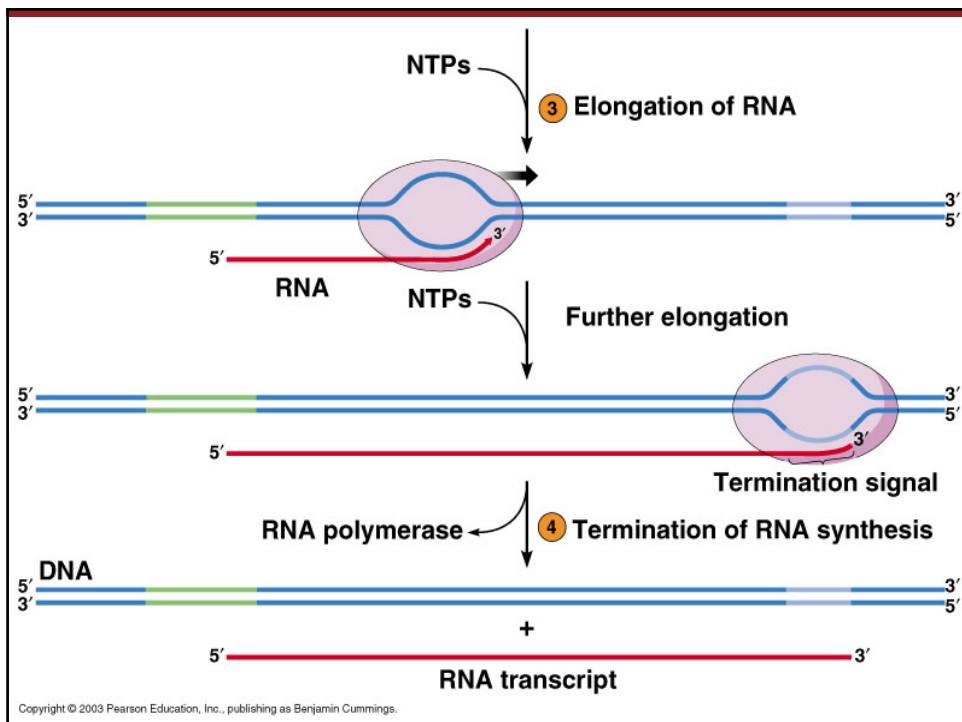
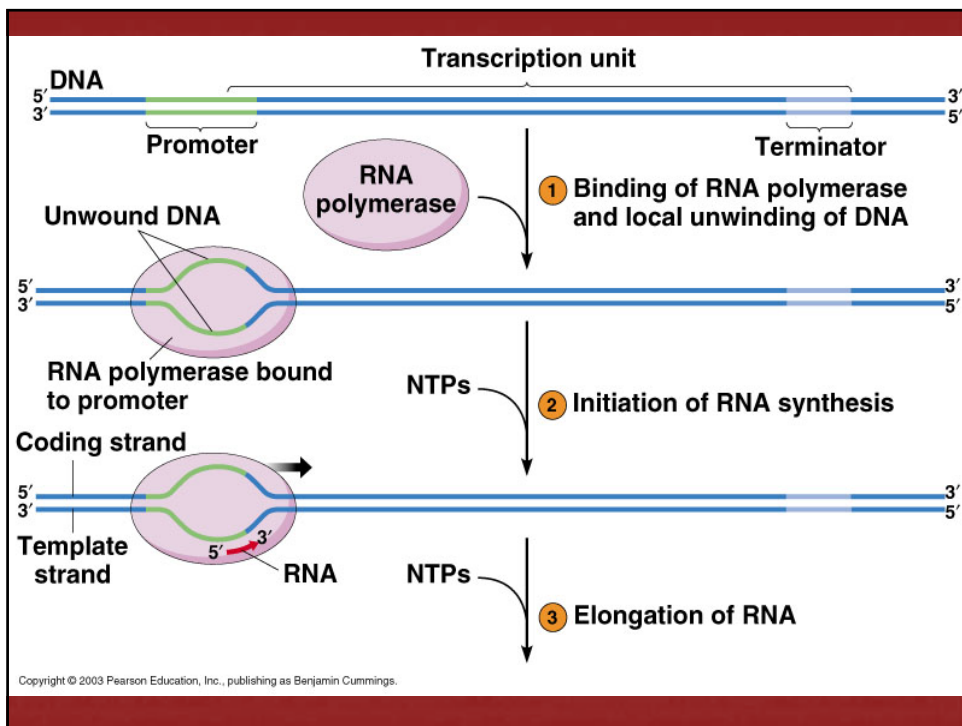
- DNS egyik szála minta – „értelmes szál”
- RNS polimeráz enzim (sok alegység)



- gén (szabályozó szekvenciák + mRNS templát)



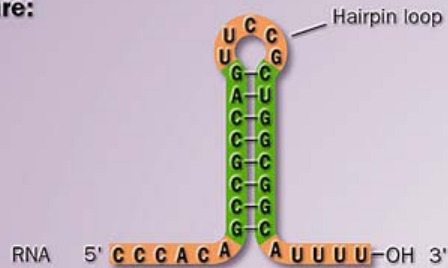
TATA-box



Primary structure:

RNA 5' **CCCACAGCCGCGCAGUUCGCU GCGGCA UUU**-OH 3'

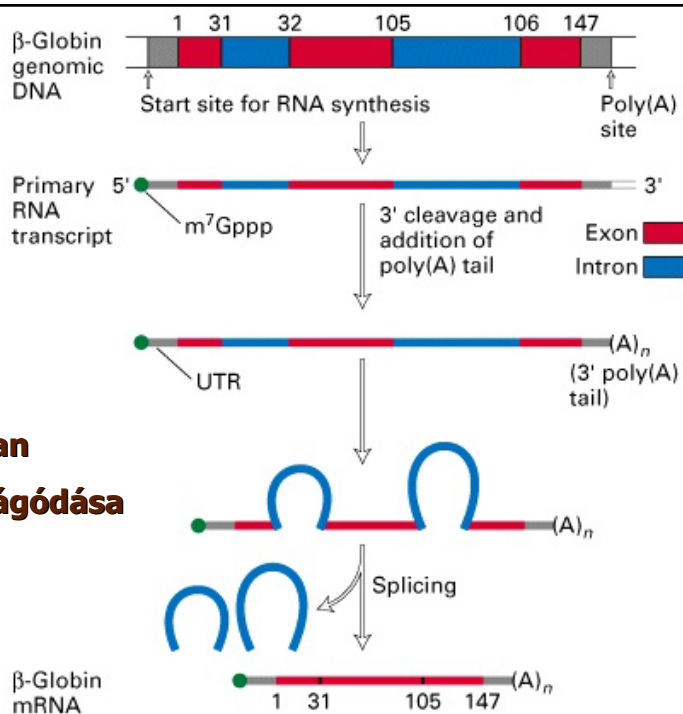
Secondary structure:



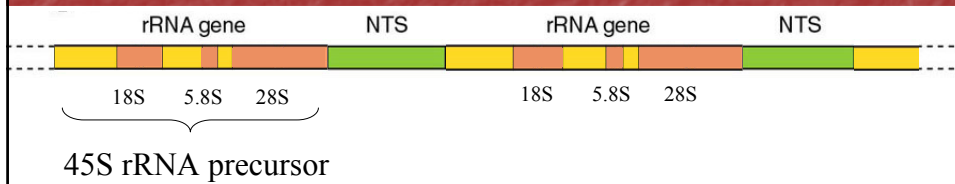
Termination Sequence

mRNS érése

- **eukariótákban**
- **intronok kivágódása**

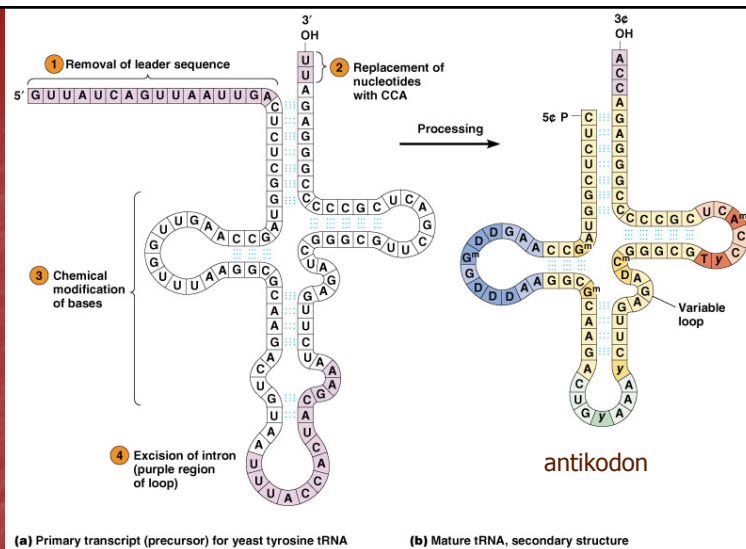


rRNS szintézis

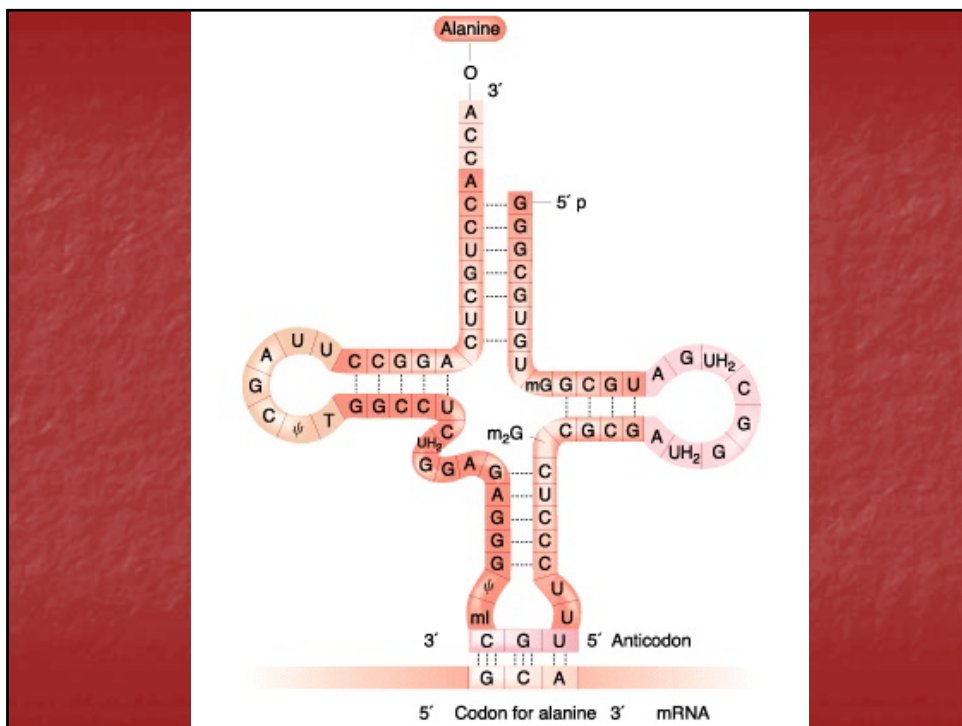


- egy közös gén kódolja az eukarióták összes rRNS-ét
- több százszoros ismétlődés

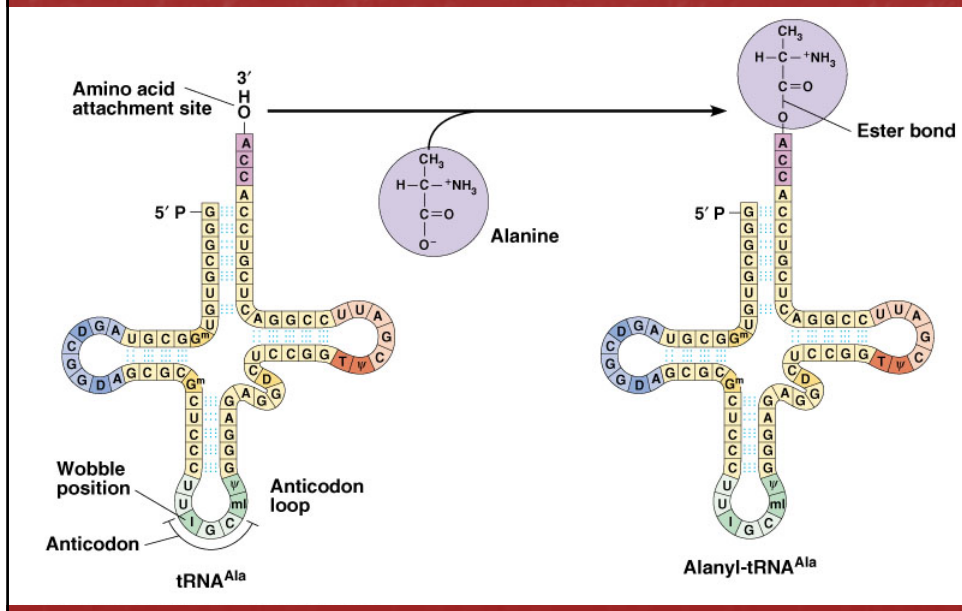
tRNS szintézis

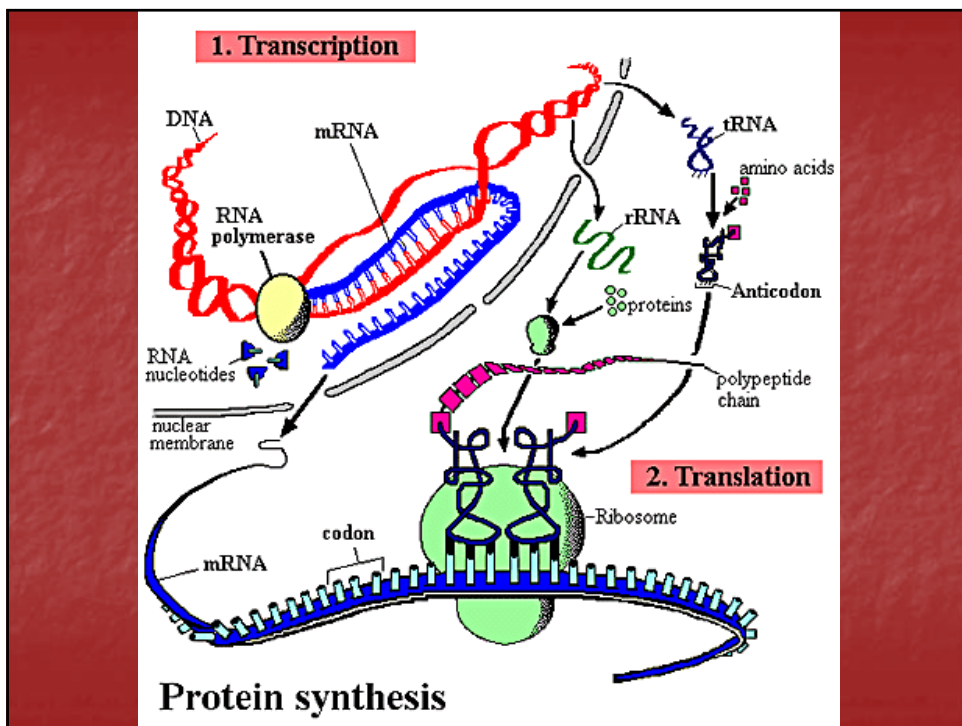


- közönséges bázisokkal szintetizálódik
- ritka bázisok poszt szintetikus módosítással



Aminoacyl-tRNAs szintézise





A genetikai kód

- tripletek szükségesek min. 20 AS + stop kód
 - leolvasás átfedésmentes (1957)
 - kódolás vesszőmentes (frameshift mutáció)
- AUGCAUUU → AUXGCAUUU
- 1961 Nierenberg & Matthaei poliU → poliPhe
 - Khorana poliUC → poli(Ser-Leu)
 - egy AS-at több triplet kódol
 - minden kodon értelmes

Genetikai információ

DNS

ATGACCTTAGCCACT
TACTGGAATCGGTGA

beszélő szál
KÓD

mRNS

AUGACCUUAGCCACU

KODON

tRNS

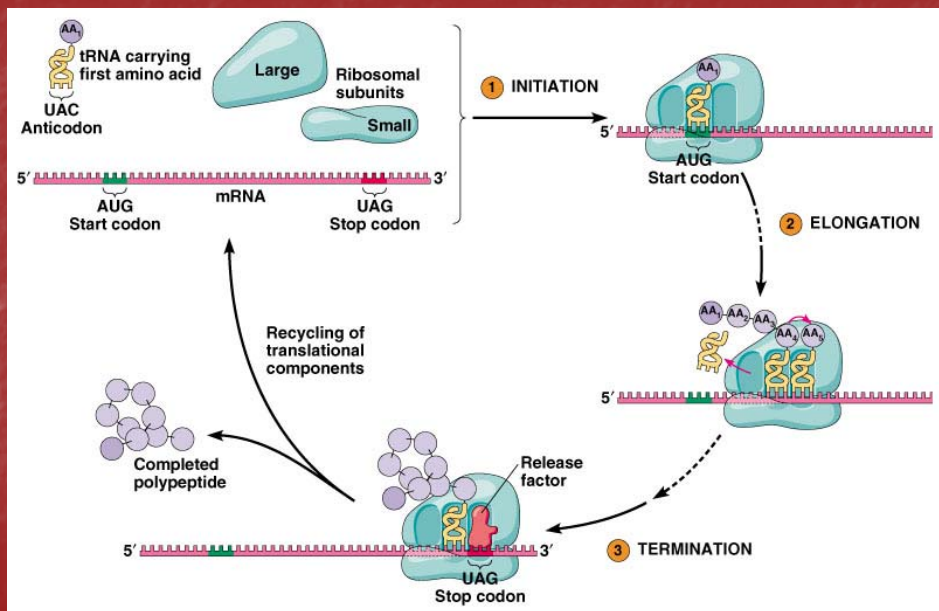
UAC | | | |

ANTI KODON

fehérje

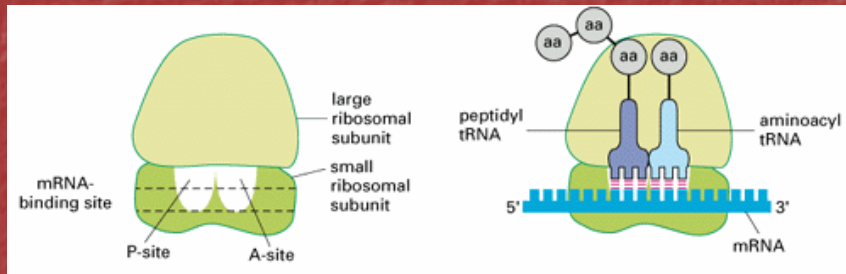
Met Thr Leu Ala Thr

A fehérjeszintézis 3 lépése



- riboszóma

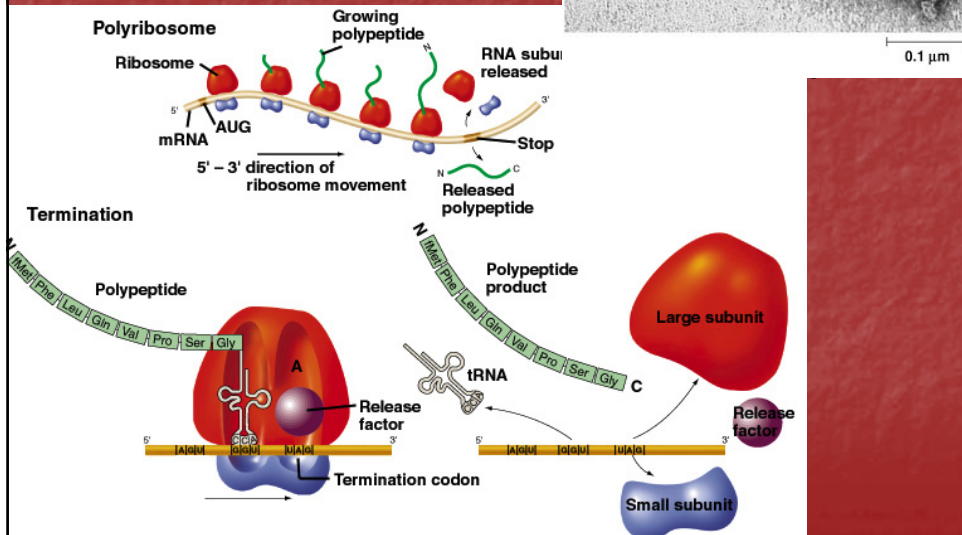
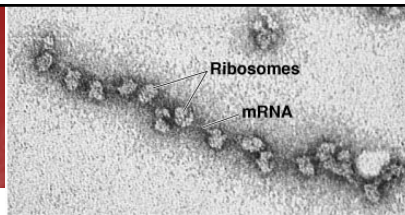
P hely-peptidil A hely-aminoacil



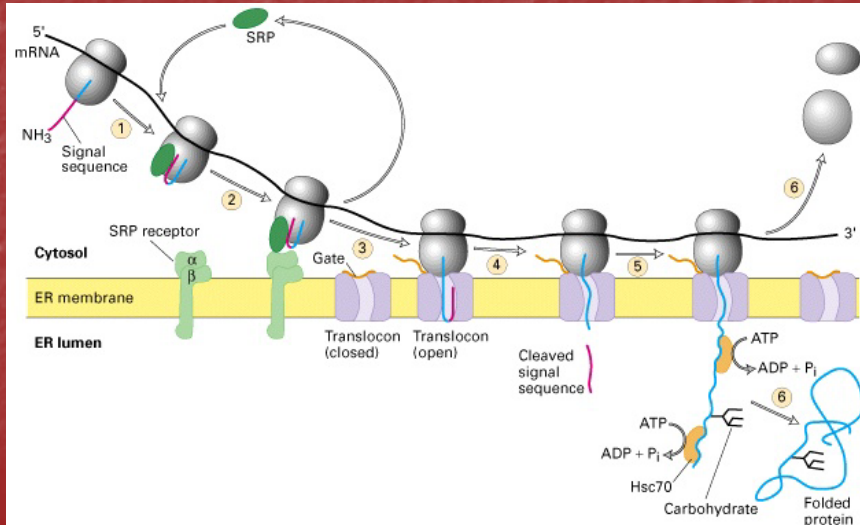
- fehérjeszintézis iránya az mRNS-en 5'→3'

- antikodon 3'→5' irányú

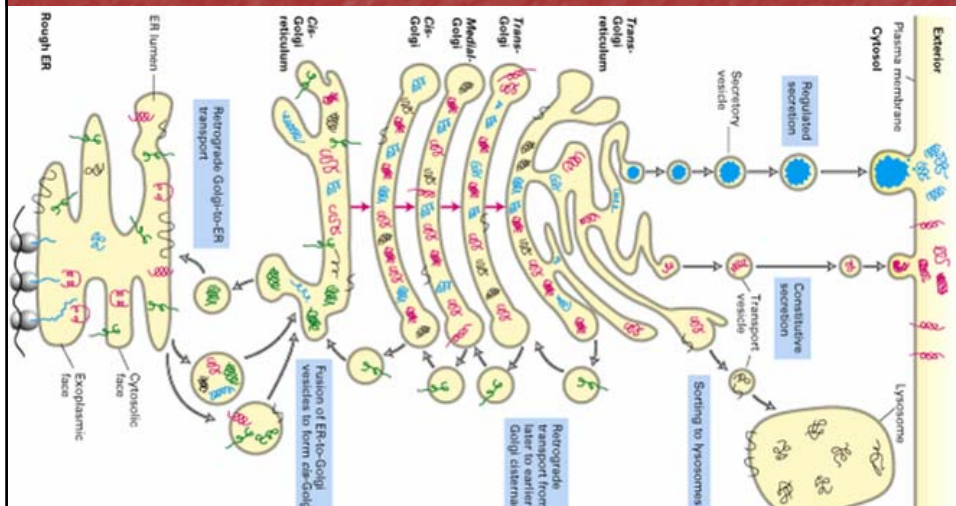
Poliriboszóma



Kollagén szintézis

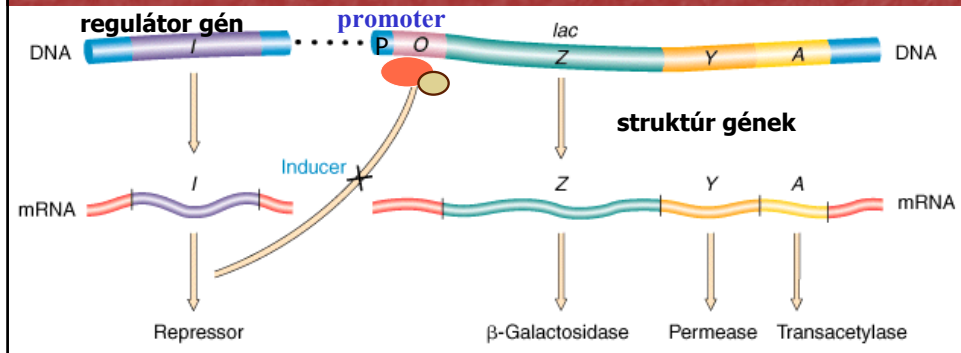


- szintézis durva felszínű endoplazmatikus retikulum membránján
- posztisztetikus módosítások ER belsejében és Golgi-készülékben

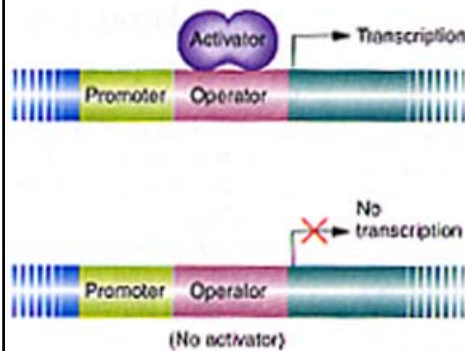


A génműködés szabályozása

- 1960 Jacob & Monod *E. coli* baktérium
operon - szabályozási egység
- LAC-operon: laktóz lebontó enzimeket kódoló DNS + szabályozó régiók

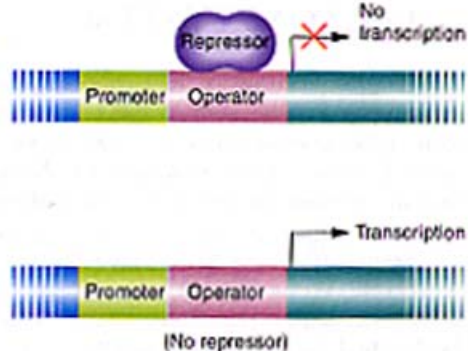


Pozitív reguláció



- regulátor fehérje kell a szintézishez
AKTIVÁTOR

Negatív reguláció



- regulátor fehérje gátolja a szintézist
REPRESSZOR

Lebontó folyamatok

biológiai oxidáció

- O_2 jelenlétében
- CO_2 és H_2O keletkezik
- rendkívül gazdaságos

erjedés

- O_2 általában nem kell (kivéve oxidatív erjedés)
- szerves anyagok is keletkeznek
- kevés ATP keletkezik

Lebontás 3 felvonásban Glükózbontás

Glikolízis

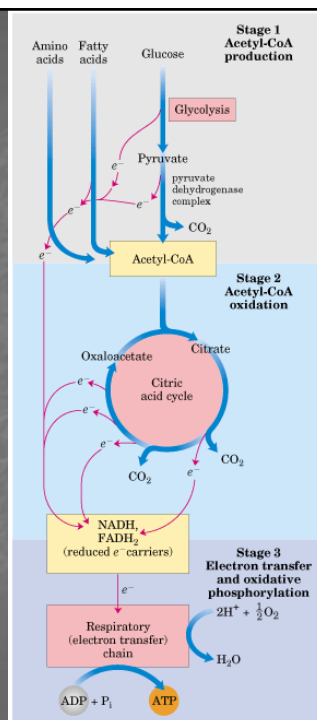
citoplazma

Citromsav-ciklus (Szent-Györgyi-Krebs)

mitokondrium alapállománya

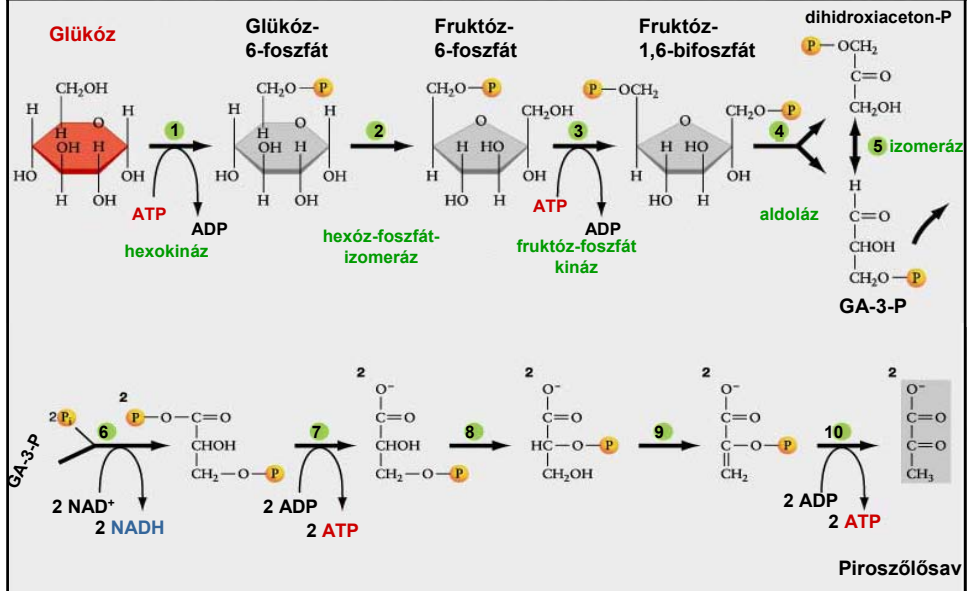
Terminális oxidáció

mitokondrium belső membránján

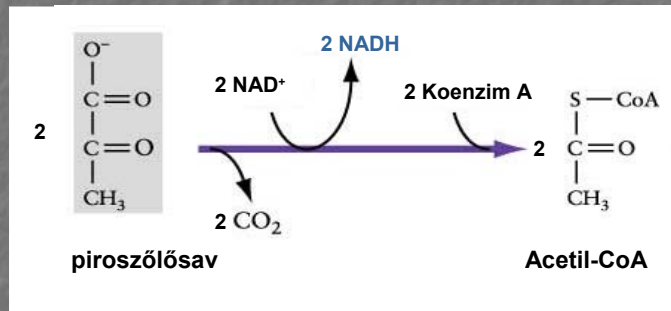




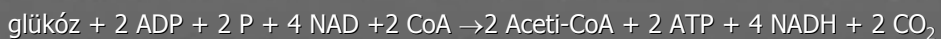
Glükolízis



Glükolízis (folyt.)



Nettó:



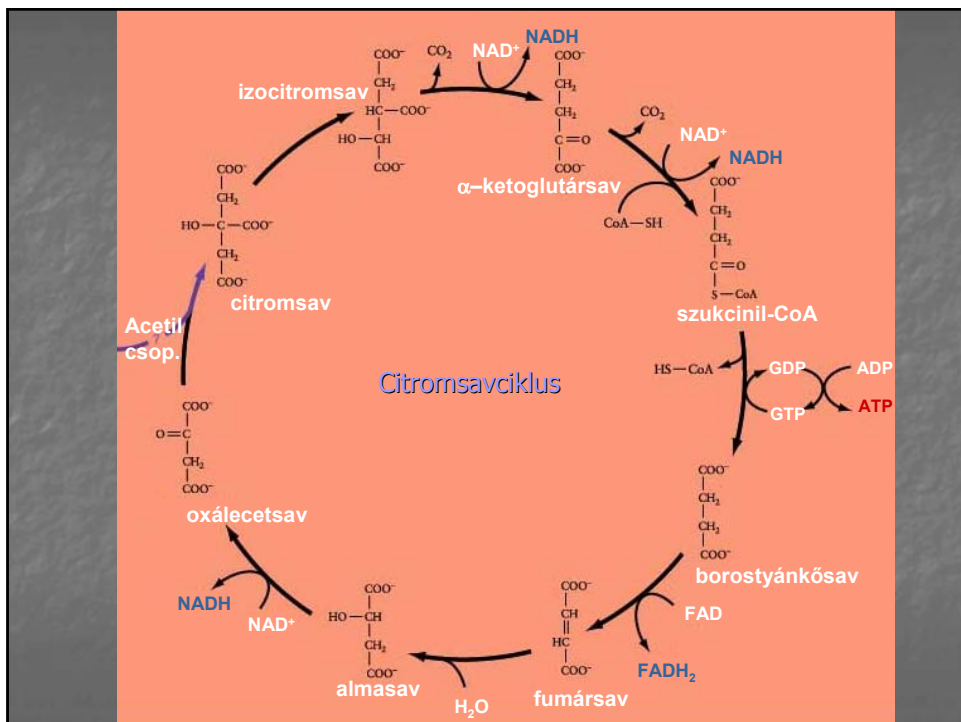
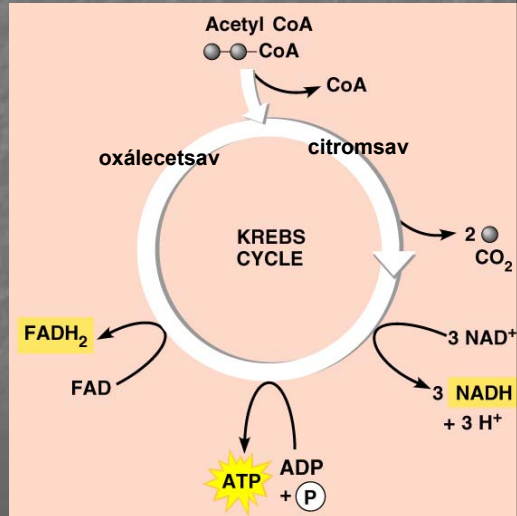
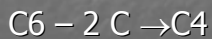
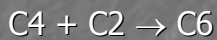


Citromsavciklus

Szent-Györgyi - Krebs

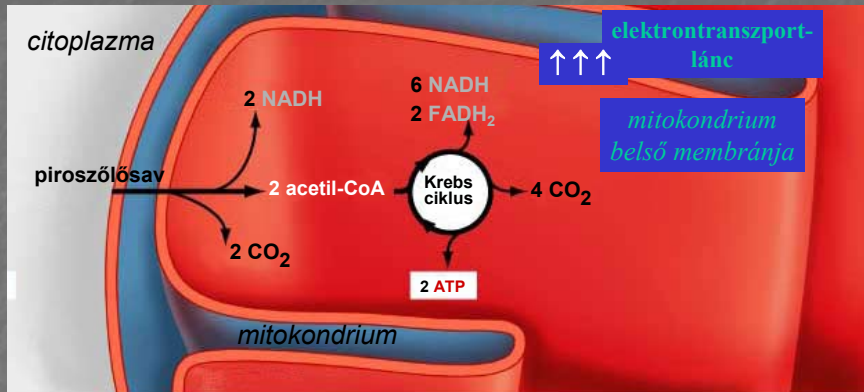
A CoA által szállított
acetilcsoport fokozatosan
eloxidálódik $\rightarrow \text{CO}_2$

Hidrogénatomokból redukált
koenzimek (NADH , FADH_2)



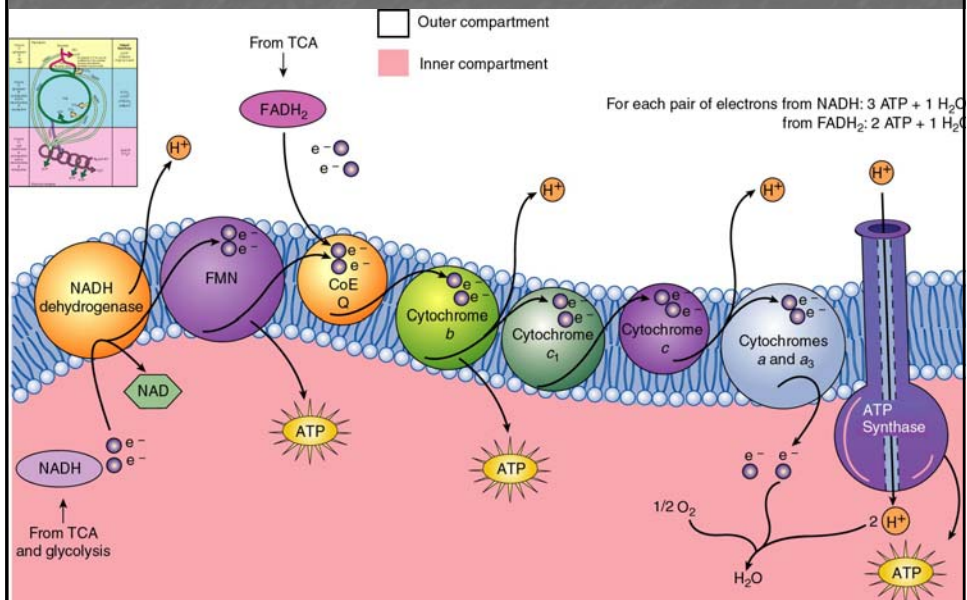


Terminális oxidáció

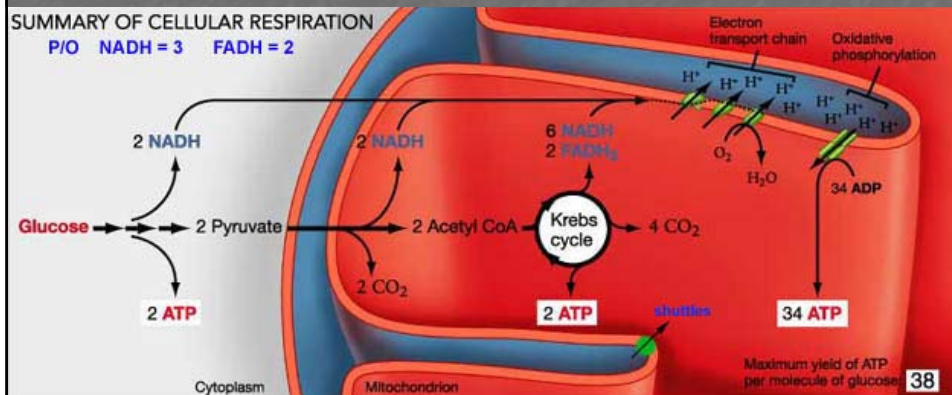


- A koenzimekről a protonok a mitokondrium belső membránjában elhelyezkedő elektron transzportláncra kerülnek
- Fokozatos energiavesztés
- Protonfelhalmozás a membránok közötti térben

Elektrontranszportlánc



A biológiai oxidáció összefoglalása



- Összesen 38 ATP keletkezik egy glükóz lebontásából

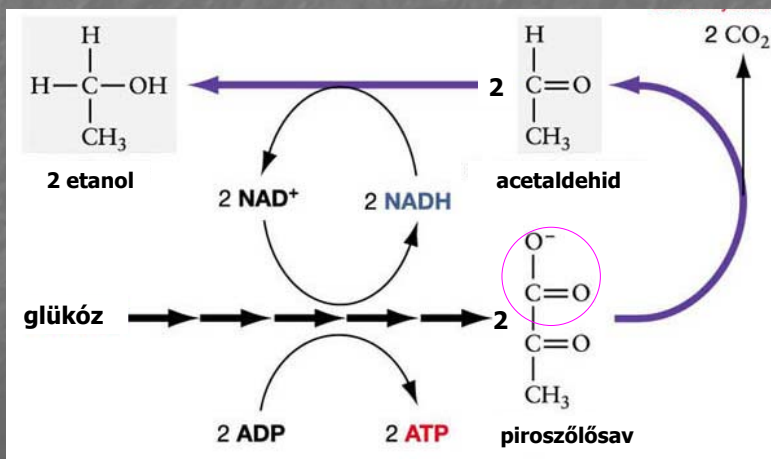
ERJEDÉS

- glükolízis
piroszőlősavig
onnan más utak
- szerves
vegyületek
keletkeznek
- kevesebb ATP
nyerhető



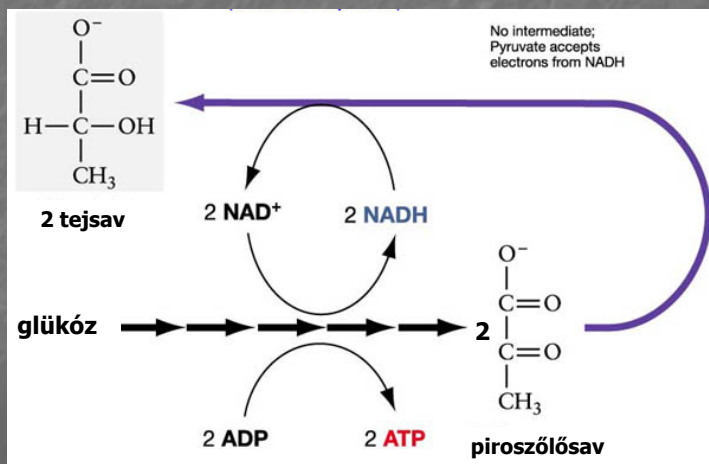
Alkoholos erjedés

- mikroorganizmusok (élesztők- sör, bor, kenyér...)



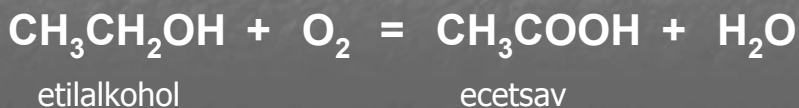
Tejsavas erjedés

- izomban, mikroorganizmusok (*Lactobacillus*- sajtok, joghurt ...)



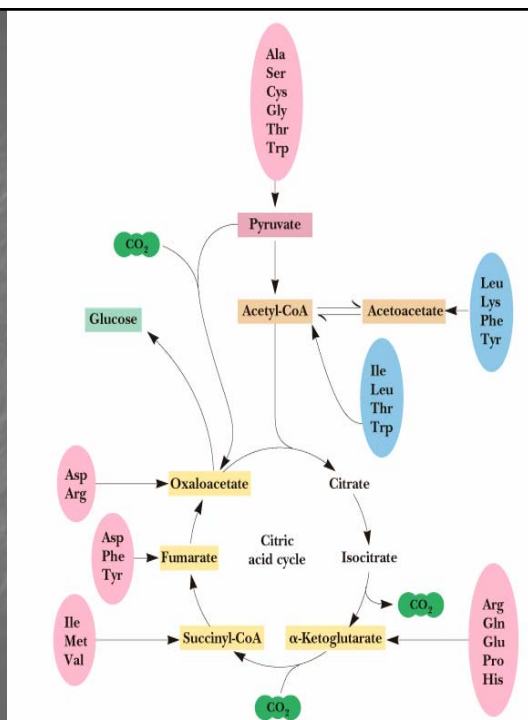
Ecetsavas erjedés

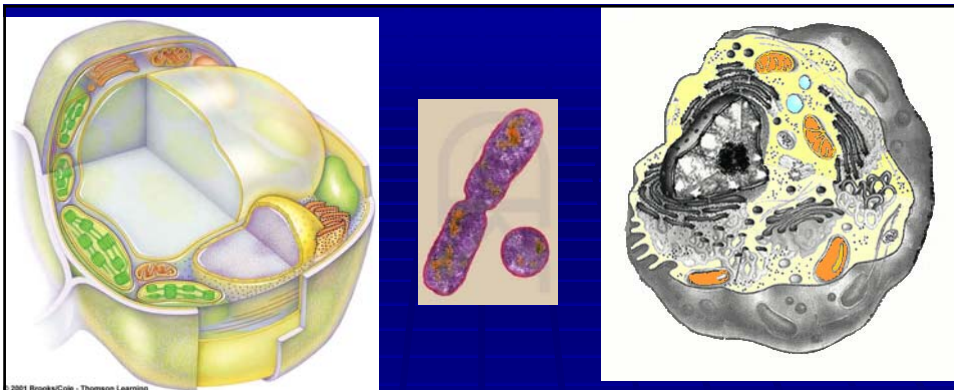
- OXIDATÍV!!!
- bor megecetedése (ecetsav baktériumok)



Aminosavak lebontása

- kémiaiilag különböző AS-ak különböző helyen kapcsolódnak be a citromsav-ciklusba
- egy AS több helyen is beléphet

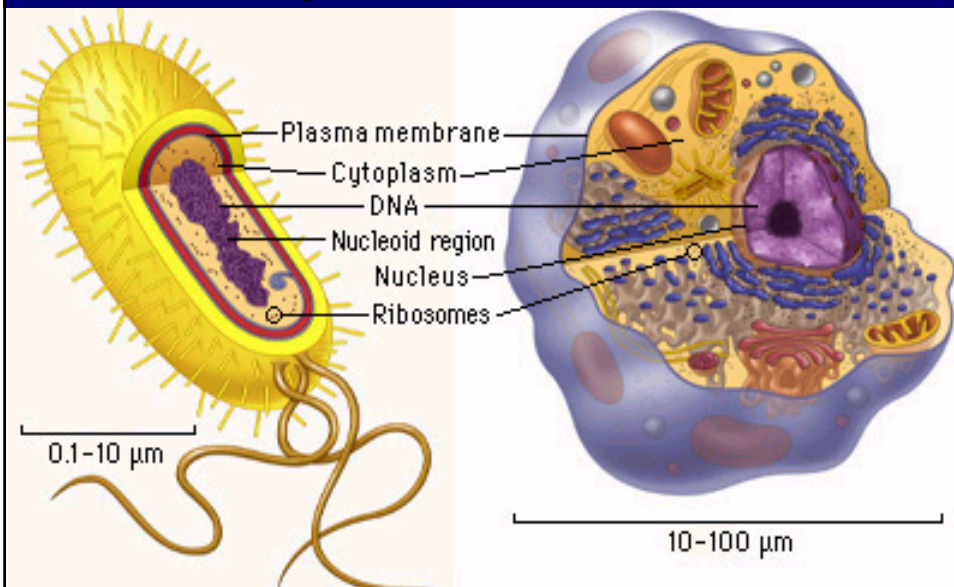




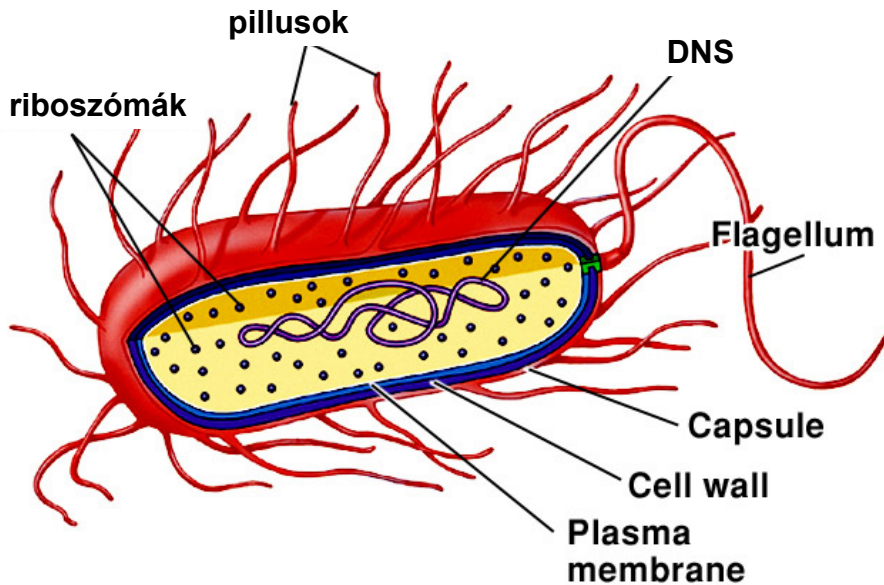
4. A sejt felépítése



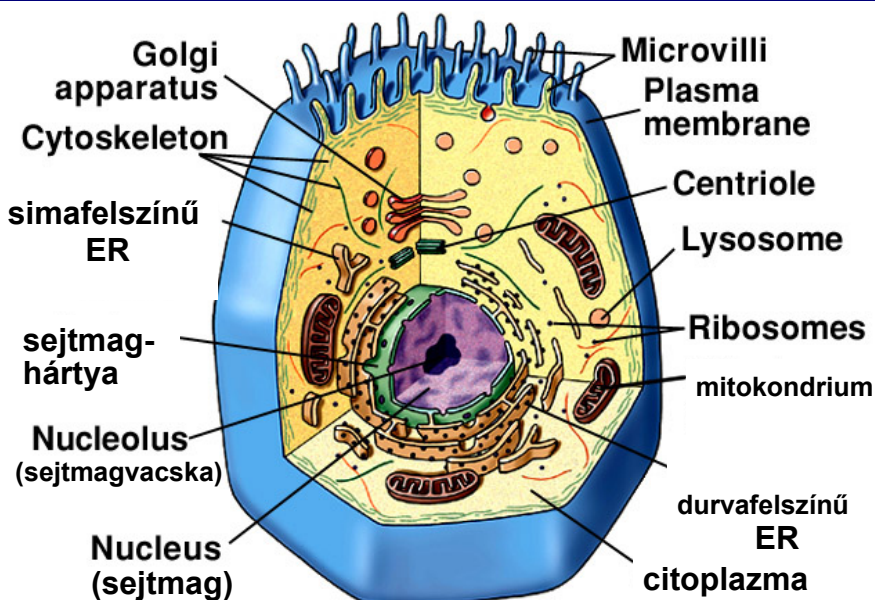
Prokarióta és eukarióta sejt összehasonlítása



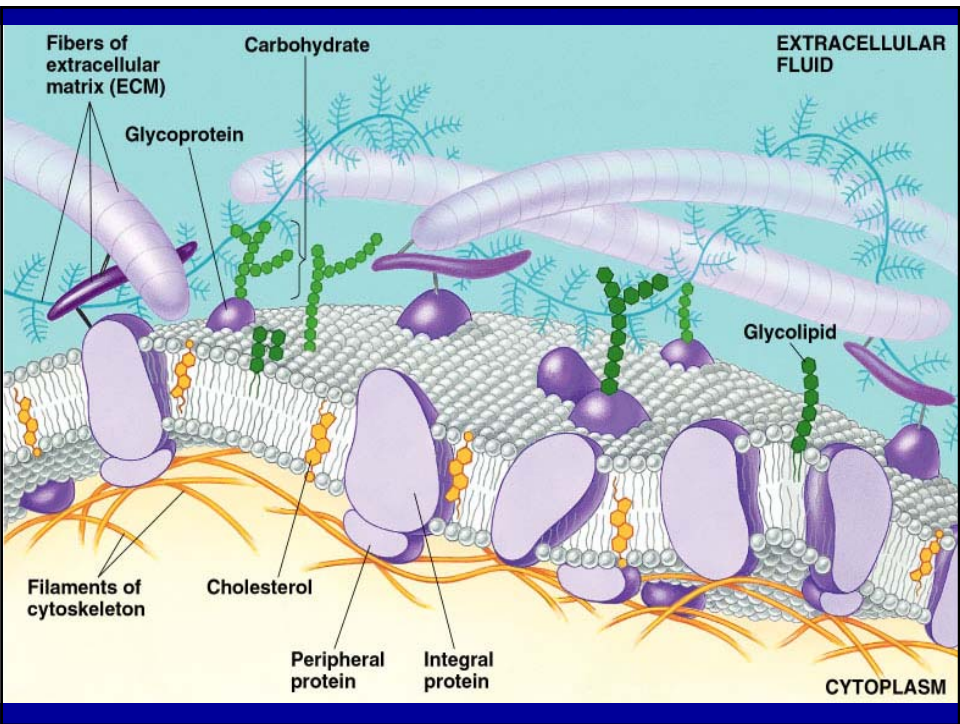
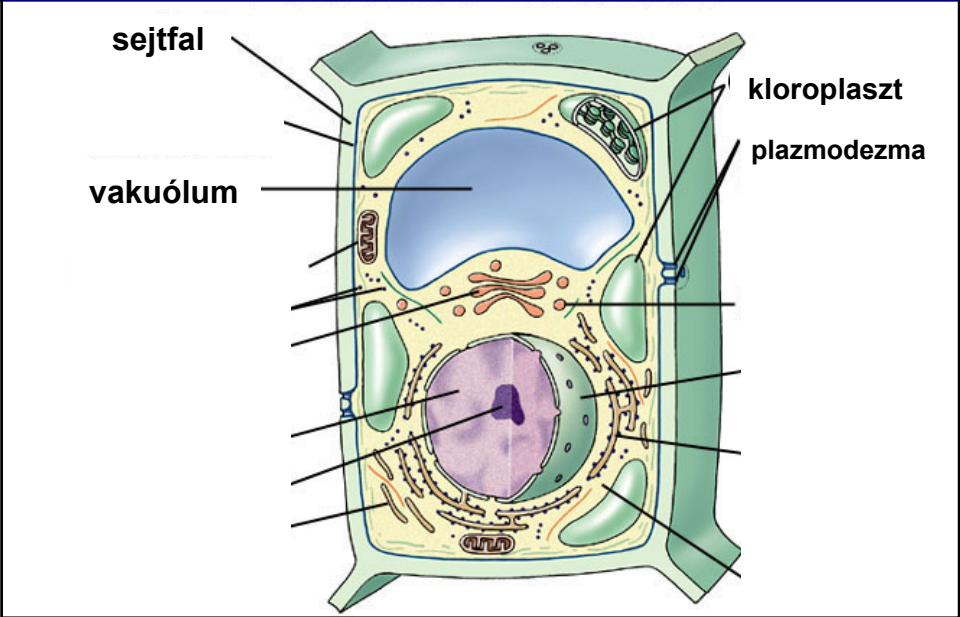
A prokarióta sejt felépítése



Az állati sejtek felépítése



A növényi sejtek felépítése



A biológiai membránok alkotórészei

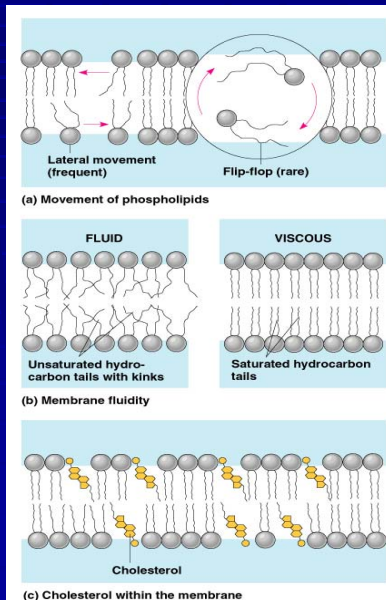
- lipid természetű anyagok
(neutrális zsírok, foszfolipidek, koleszterin, szfingolipidek)

Membrán fluiditása

Folyadék-mozaik membrán modell

Sanger & Nicholson (1972)

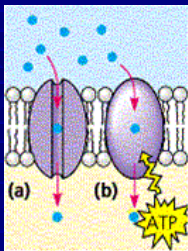
- hidrofób kölcsönhatások tartják össze
- lipidek mozgása a membránban rotáció, laterális (oldalirányú), flip-flop
- fluiditást befolyásolja a telítetlen zsírsavláncok aránya
- fluiditást befolyásolja egyéb lipidek pl. koleszterin mennyisége



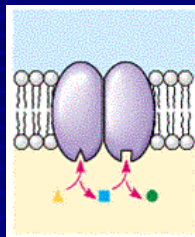
A biológiai membránok alkotórészei

- lipid természetű anyagok
(neutrális zsírok, foszfolipidek, koleszterin, szfingolipidek)
- membránfehérjék
(perifériális és integráns)

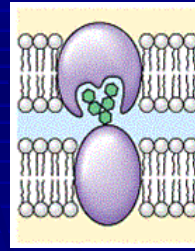
A membrán-fehérjék feladata



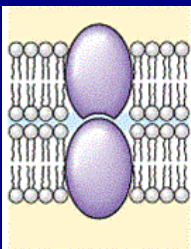
TRANSPORT



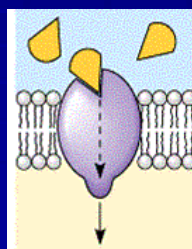
ENZIM



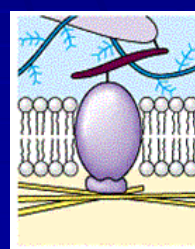
SEJTFELISMERÉS



SEJTEK ÖSSZEKAPCS.



JELÁTVITEL



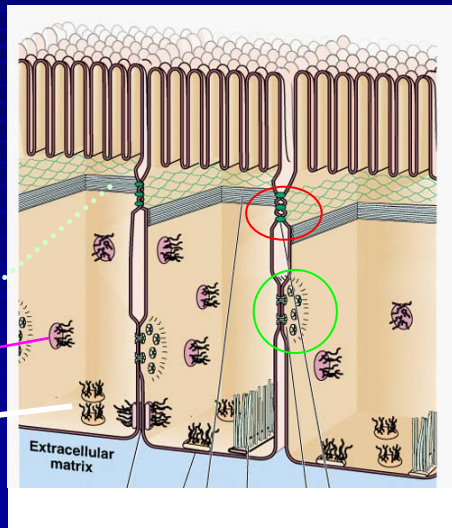
RÖGZÍTÉS

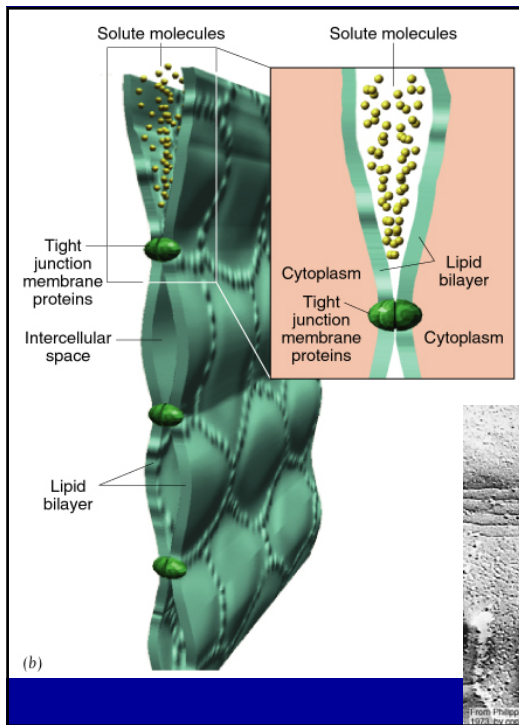
A biológiai membránok alkotórészei

- lipid természetű anyagok
(neutrális zsírok, foszfolipidek, koleszterin, szfingolipidek)
- membránfehérjék
(perifériális és integráns)
- szénhidrátláncok – sejtspecifitás

Sejtkapcsoló struktúrák

- sejtek egymáshoz és szöveti alapállományhoz rögzítve
- pl. bélhámsejtek szűrő funkció, felszívás
- **szoros kapcsolat** (*tight junction*)
- **öv dezmoszóma**
- **folt dezmoszóma**
- **hemidezmoszóma**
- **réskapcsolat** (*gap junction*)

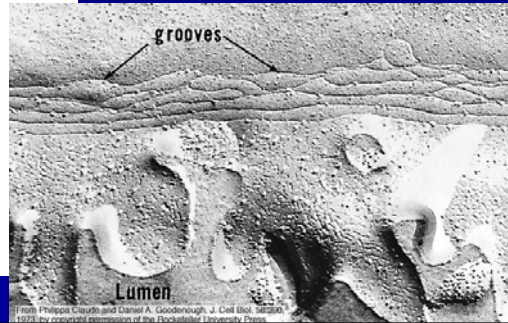




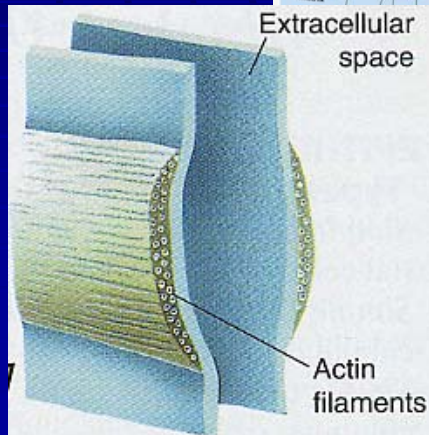
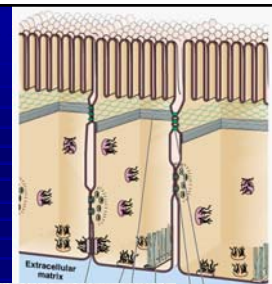
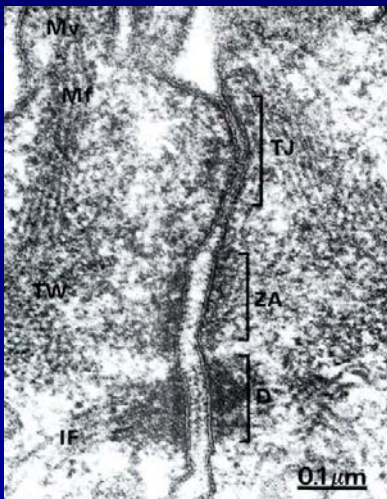
Szoros kapcsolat (tight junction)

szoros záródás

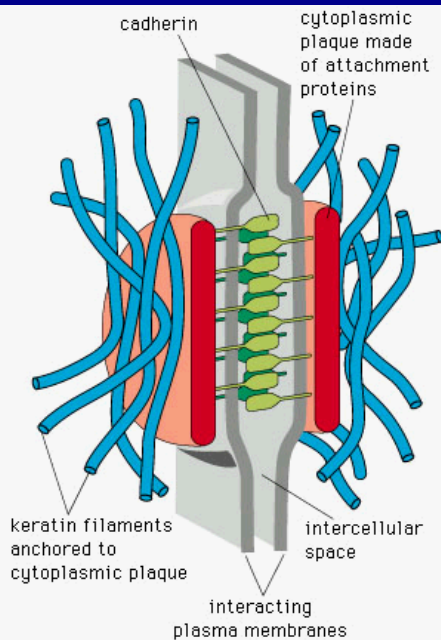
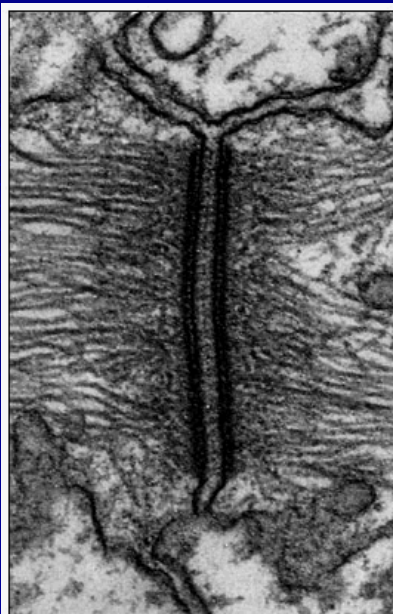
gát az intercelluláris térben



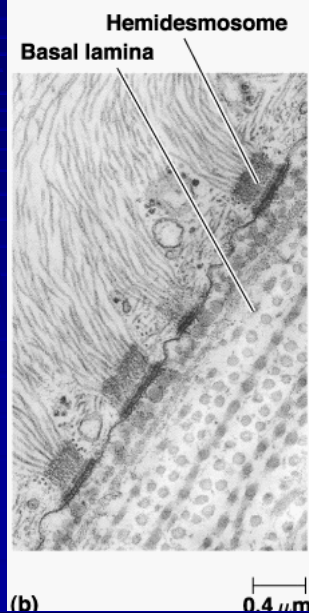
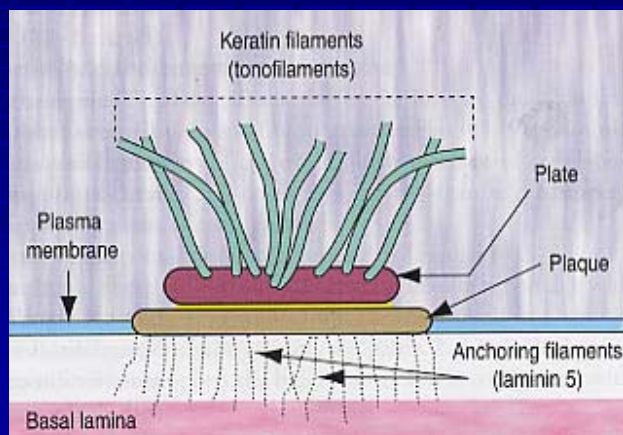
Öv dezmoszóma



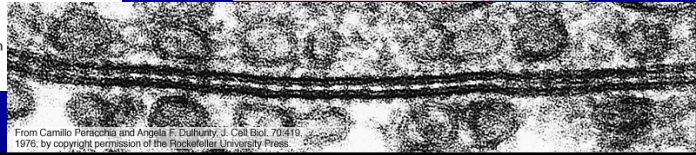
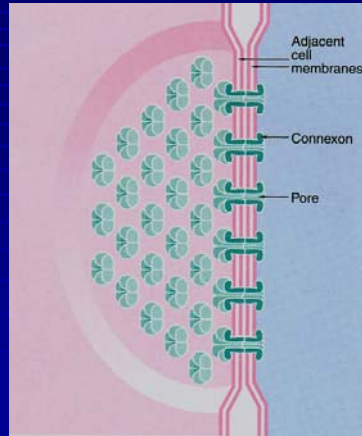
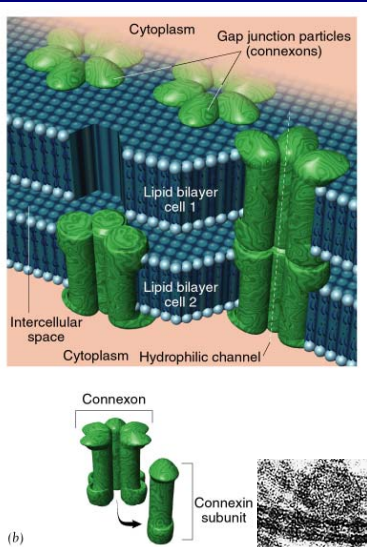
Folt dezmoszóma szerkezete



Hemidezmoszóma szerkezete



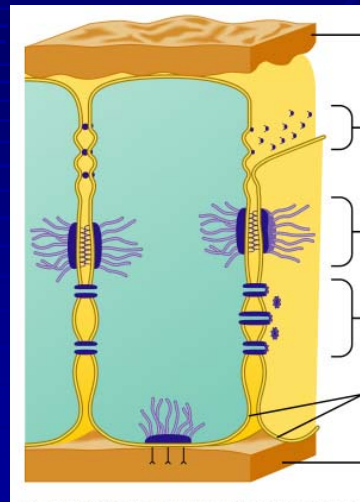
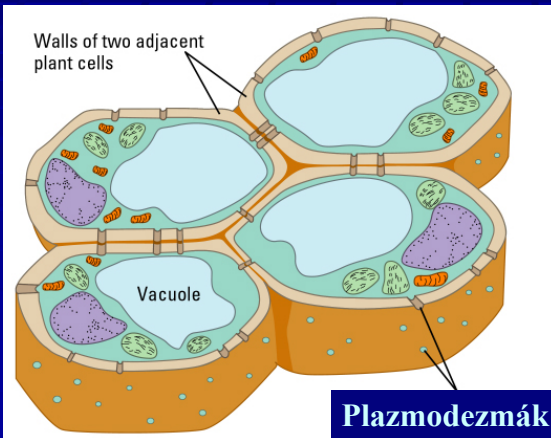
Rés kapcsolat (gap junction)



konnexin

Növényi és állati sejtek kapcsoló struktúrái

Növényi sejtek



Állati sejtek

Citoszkeleton (sejtváz)

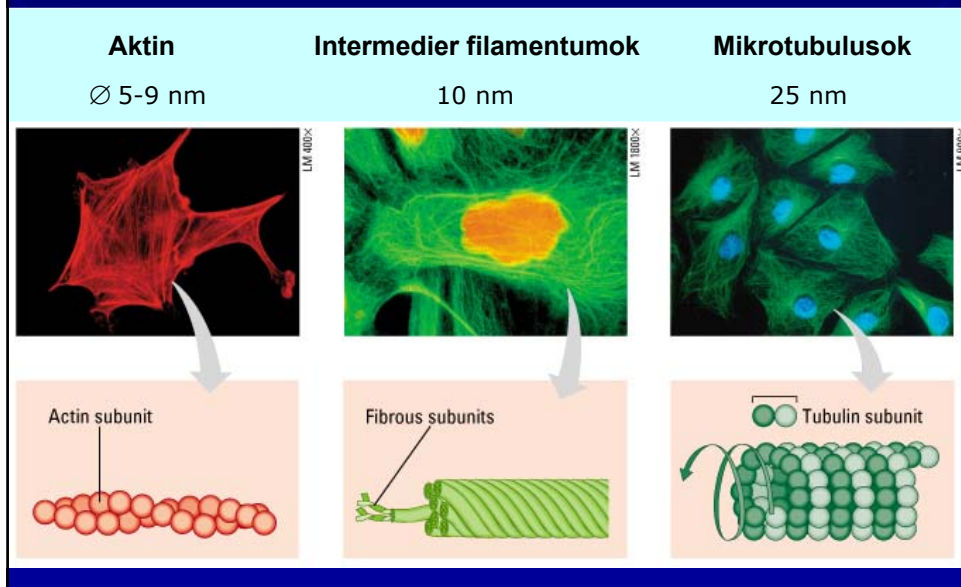
Funkciói:

- meghatározza a sejt alakját
- dinamikus belső szerkezet
- sejtben belüli anyagszállítás
- sejtorganellek mozgása
- sejtek hely és helyzetváltoztató mozgása

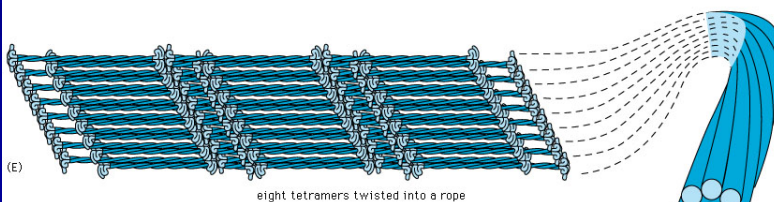
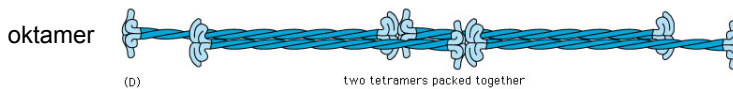
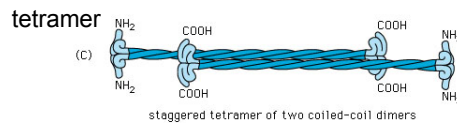
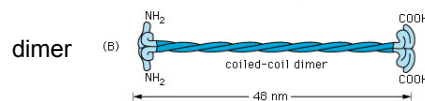
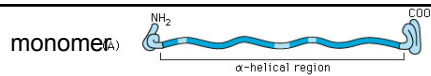
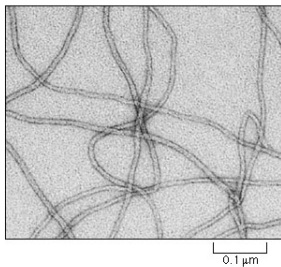
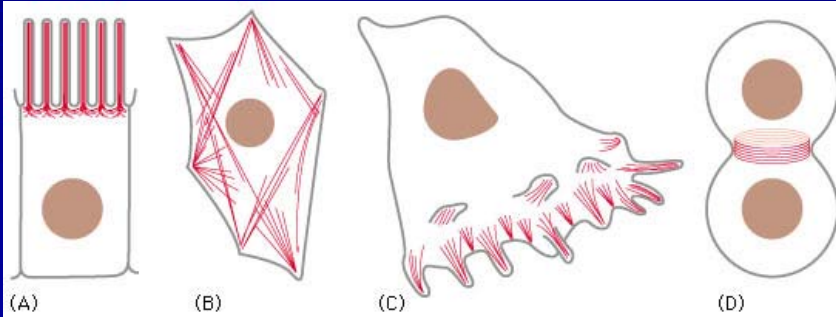
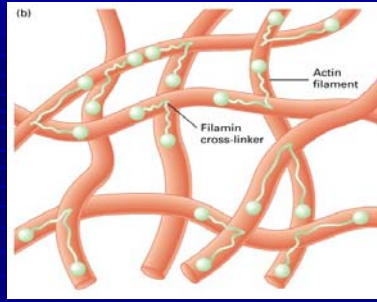
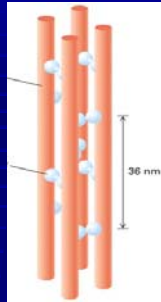
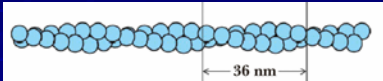
Felépítése:

- háromféle rosttípus

A citoszkeleton fehérjéi



1. Aktin filamentumok

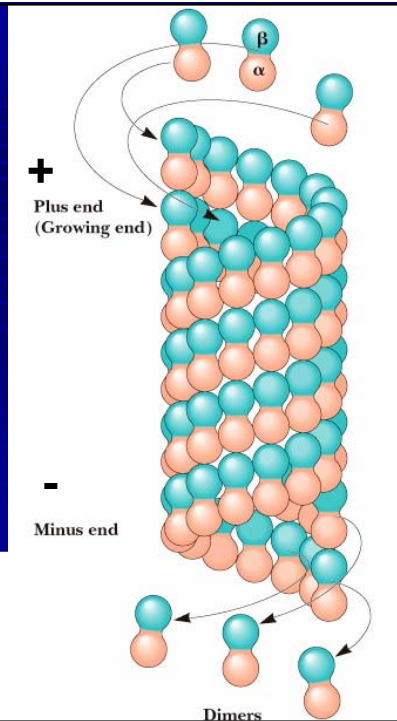
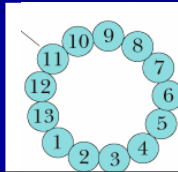


2. Intermediar filamentumok

10 nm

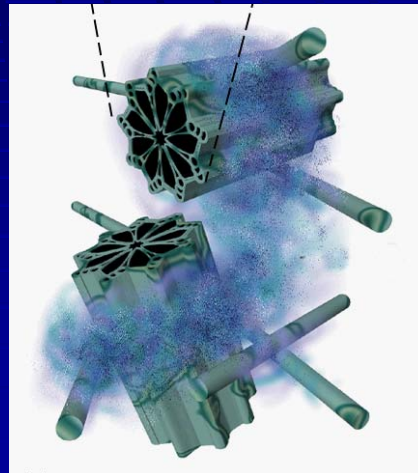
3. Mikrotubulusok

- heterodimerekből épülnek fel
- globuláris α - és β -tubulin (4 nm)
- függőleges és oldalirányú kh-ok stabilizálják
- pozitív végén gyors, negatív lassú polimerizáció / depolimerizáció
- \varnothing 24 nm,
- hossza 1-100 μm



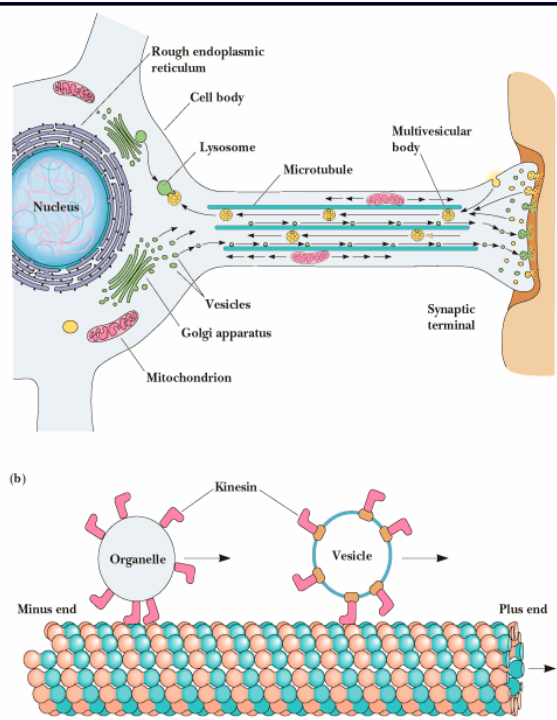
Citocentrum

- centroszóma
- mikrotubulus organizáló központ (MTOC)
- mikrotubulus szintézis magja
- mitotikus orsók összeszerelését felügyeli



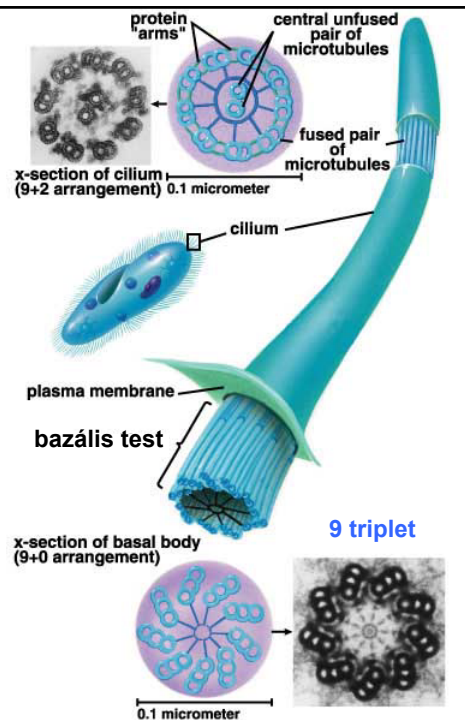
Mikrotubulusok a sejt autópályái

- vezikulumok, fehérjék mikrotubulusok mentén szállítódnak
- axonális transzport
- motor fehérjék
- 1-250 mm/nap

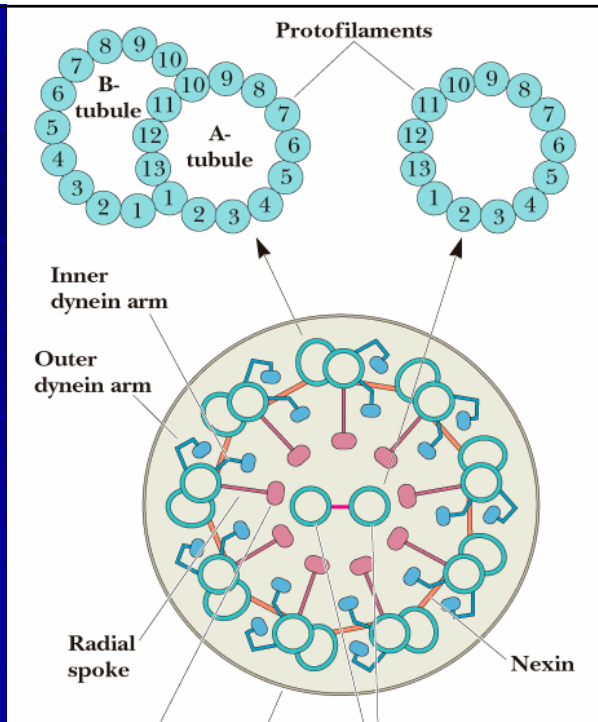
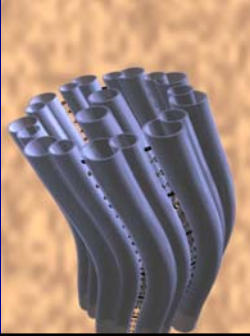


Csillók és ostorok felépítése

- 1- néhány ostor
- több 100-1000 csilló
- azonos felépítés
- mikrotubulus köteg
- 9+2 szerkezet

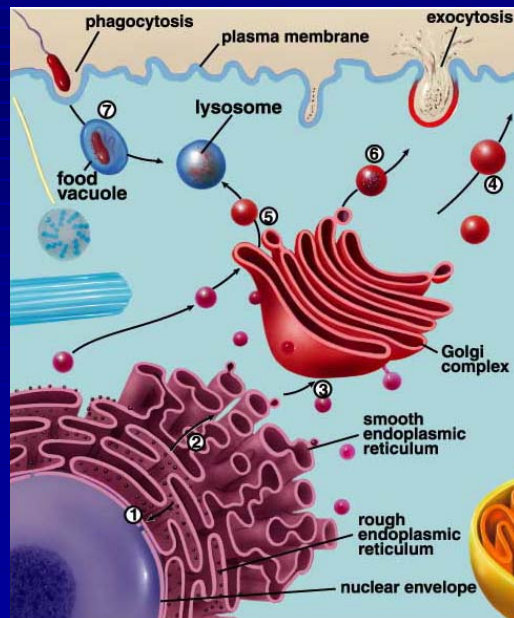


- középen 2 singlet
- körben 9 doublet (dupla mikrotubulus)
- dinein karok
- nexin
- radiális küllők



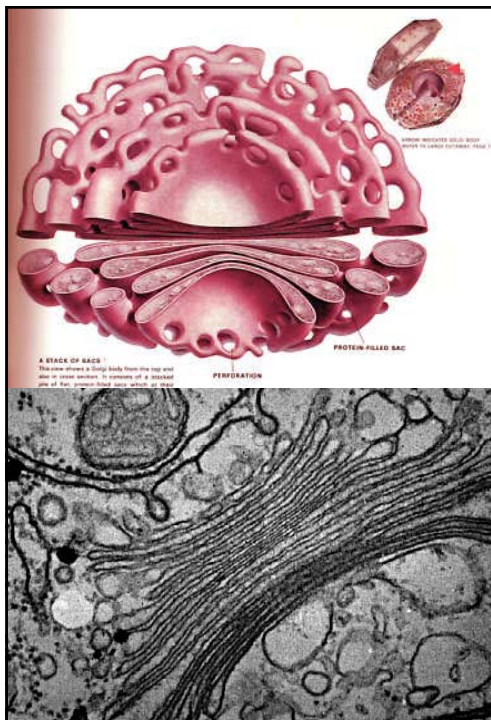
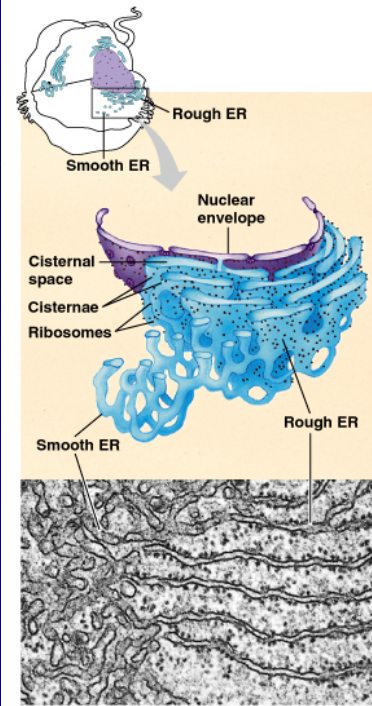
A sejt belső membránrendszerei

- kompartmentek megfelelő környezet a reakciók számára
- irányított transzport
- SER
- DER
- Golgi
- lizoszómák



Az endoplazmatikus retikulum

- Sima felszínű endoplazmatikus retikulum
SER
foszfolipidek, zsírsavak, szteroidok szintézise
- Durva felszínű endoplazmatikus retikulum
DER
fehérjeszintézis

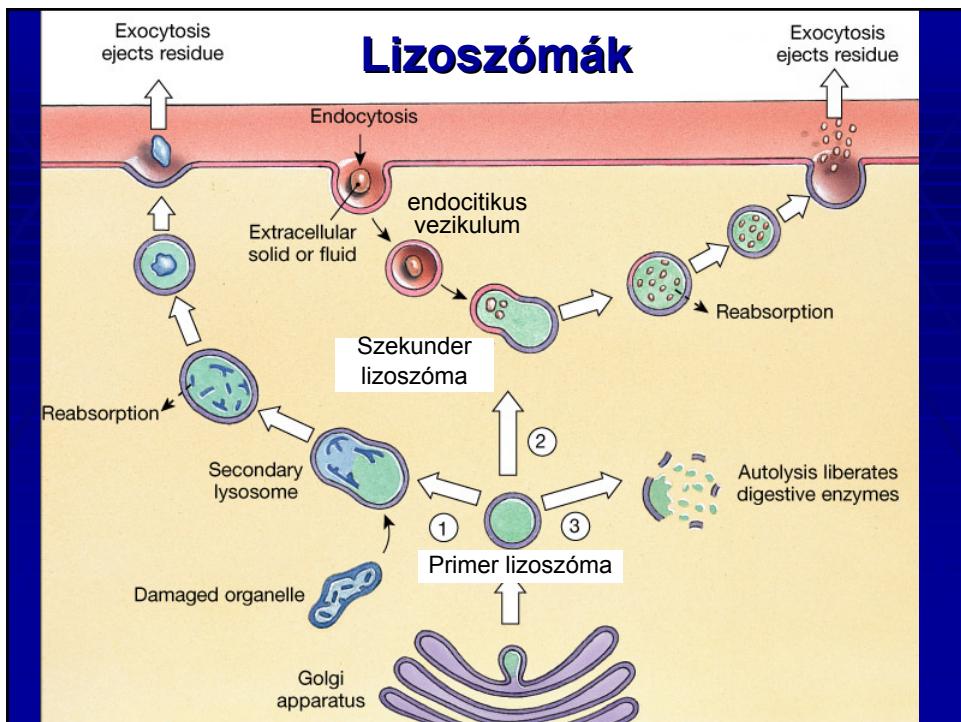
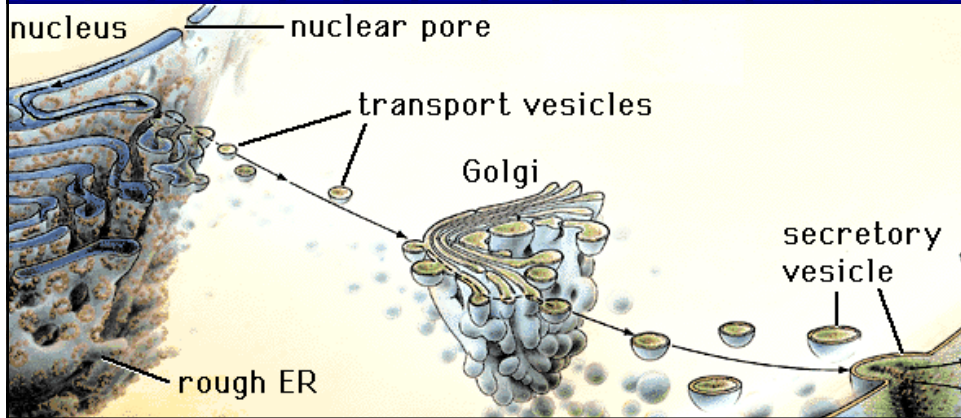


Golgi-készülék Golgi aparátus/komplex

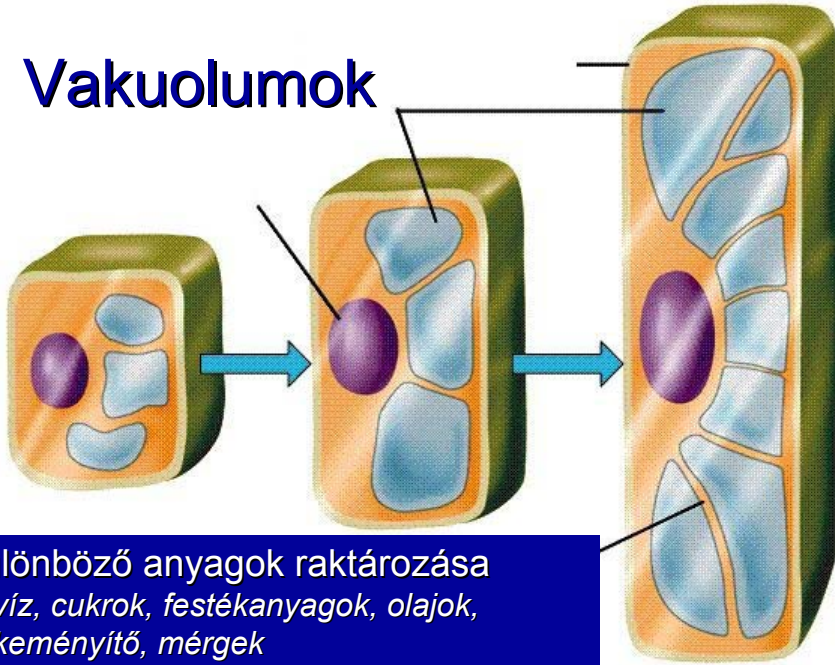
- átlag 20 db/sejt (max. több ezer)
- 6-12 lapos zsákocskák
diktioszómák
- szekretoros fehérjék módosítása
- méregtelenítés

A Golgi-készülék szerepe

fehérjék módosítása, foszfolipidek, pigment anyagok, növényi olajok

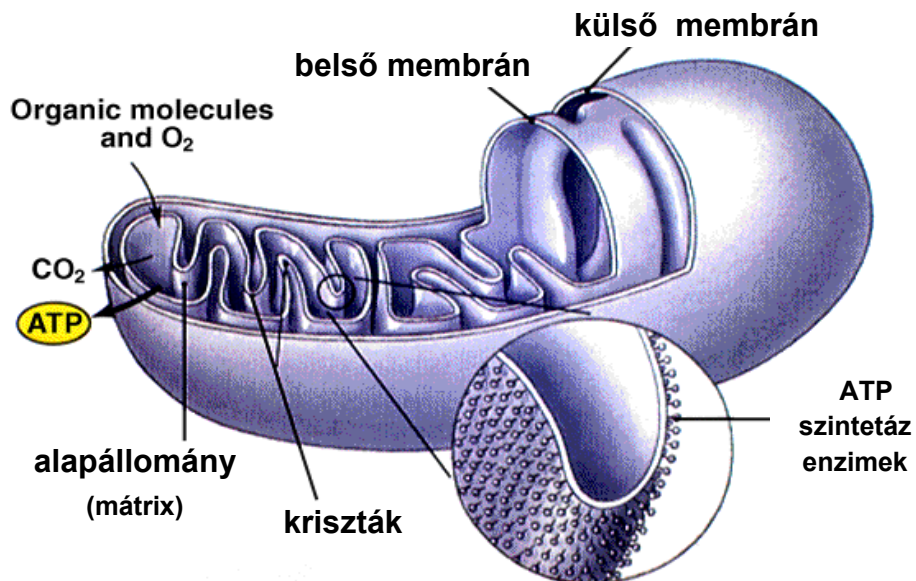


Vakuolumok



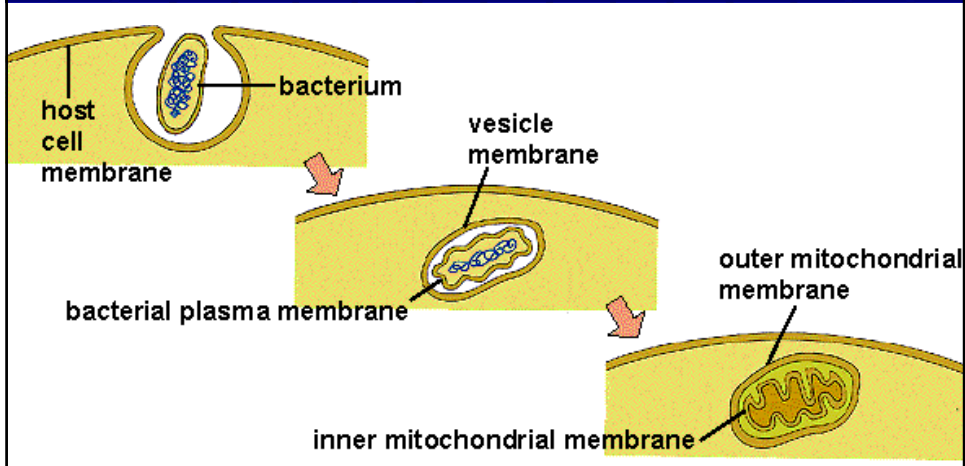
Különböző anyagok raktározása
víz, cukrok, festékanyagok, olajok,
keményítő, mérgek

A mitokondrium felépítése



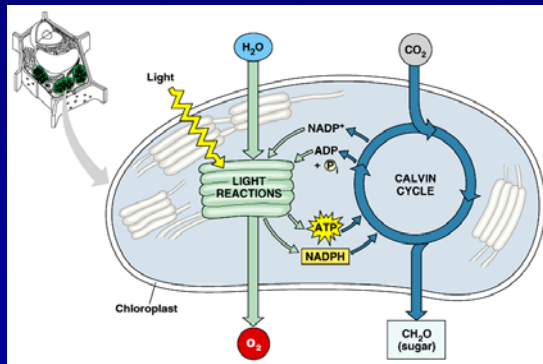
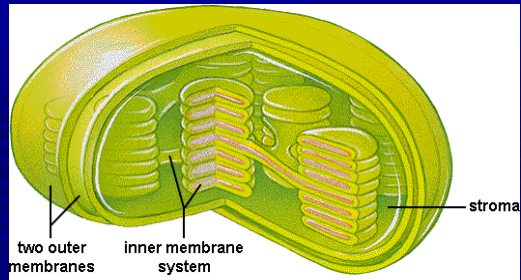
Endoszinbionta elmélet

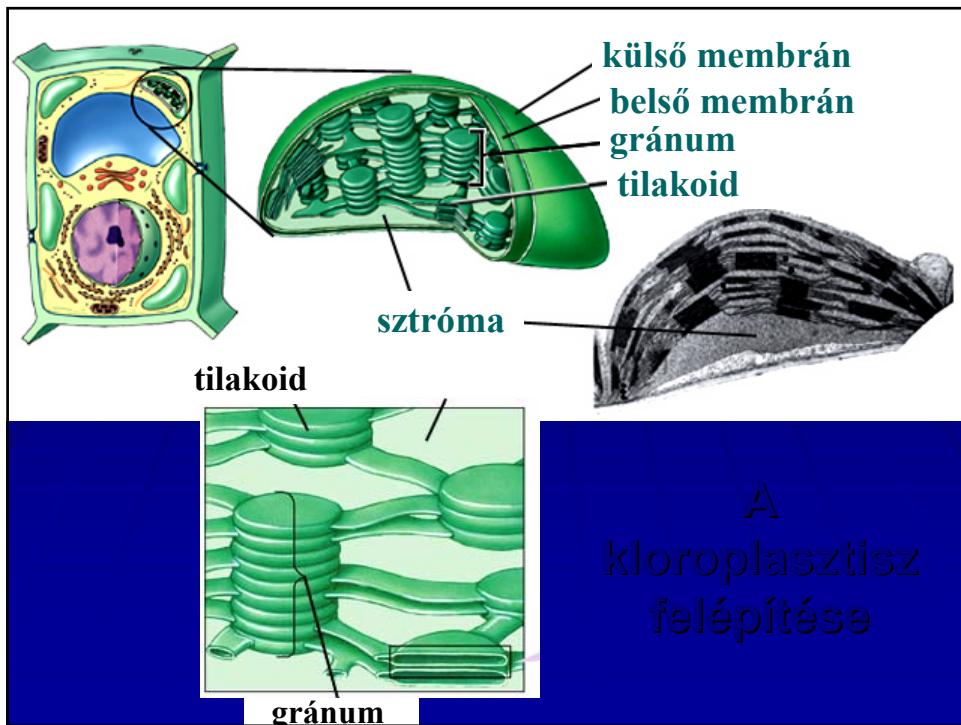
- sejtorganelumok keletkezése
- Bizonyítékok: kettős membrán, saját DNS, kód, fehérjék



A kloroplasztisz (zöldszíntest)

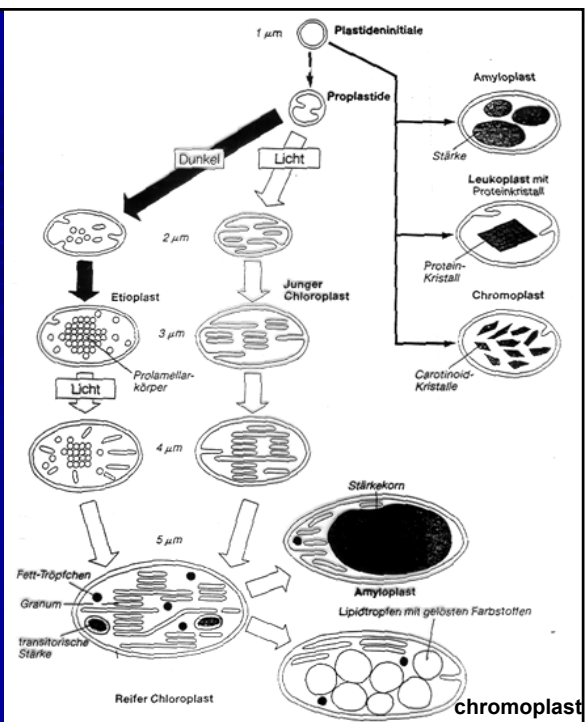
- növényekben
- fotoszintézis színhelye
- kettős membránnal határolt (esetleg több)
- belsejében membránrendszer



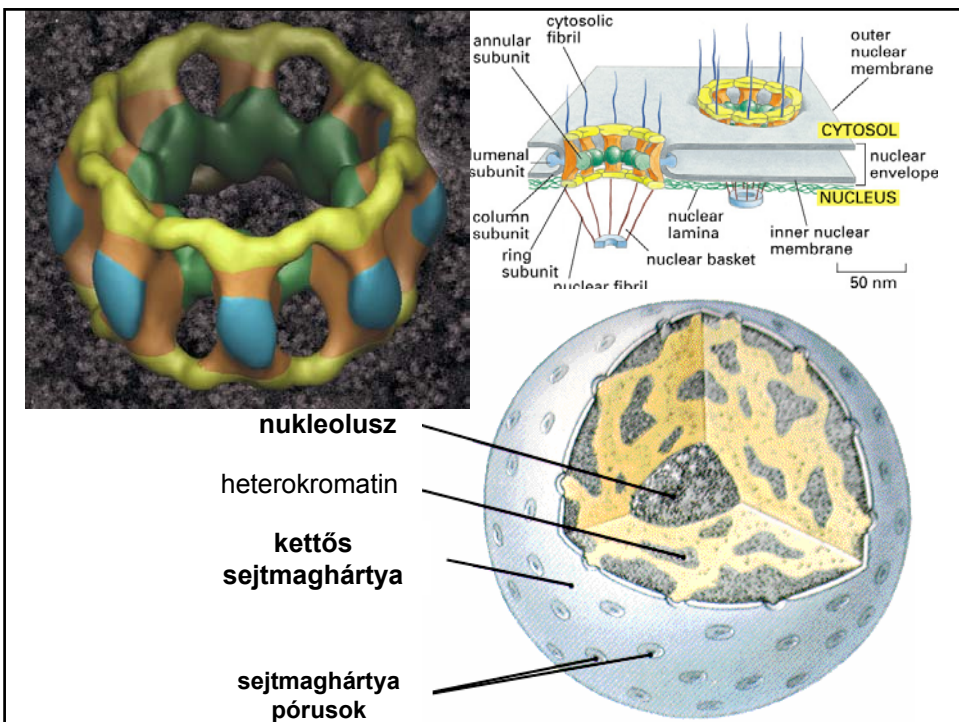
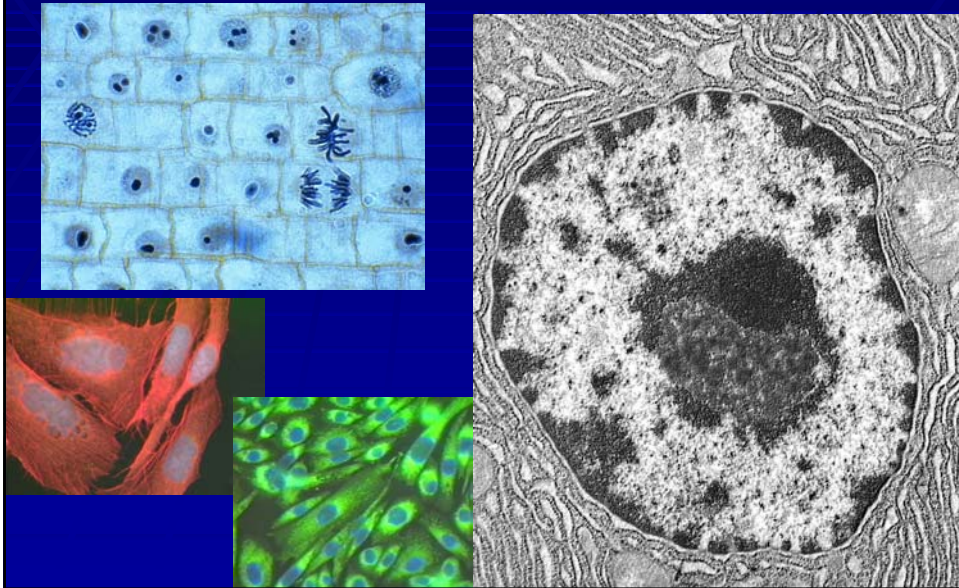


Egyéb plasztiszok

- színtelen
leucoplast
raktározás
-amyoplast
-proteinoplast
- színes
kromoplaszt



A sejtmag (nukleusz)



Kromoszómaszerelvény

- fajra jellemző kromoszómatípusok száma: n

- haploid genetikai állomány (genom) n

spórák, ivarsejtek, egyszerűbb élőlények

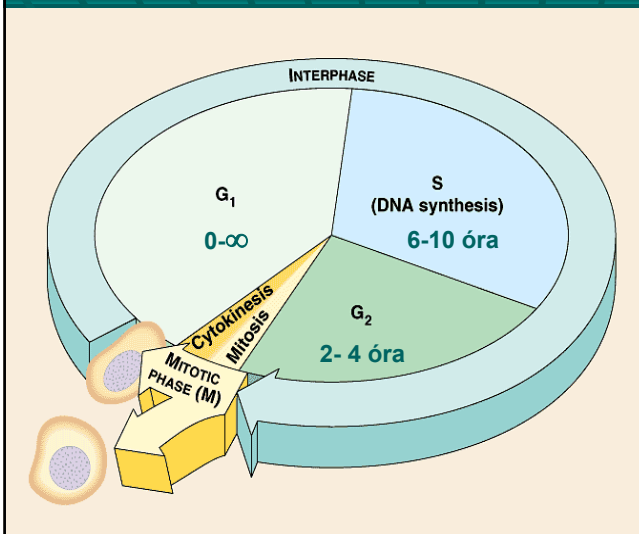
- diploid genom $2n$

élőlények többsége

- poliploid genom kn

gabonafélék, termesztett növények, mag tápszöve

A sejtciklus



- interfázis

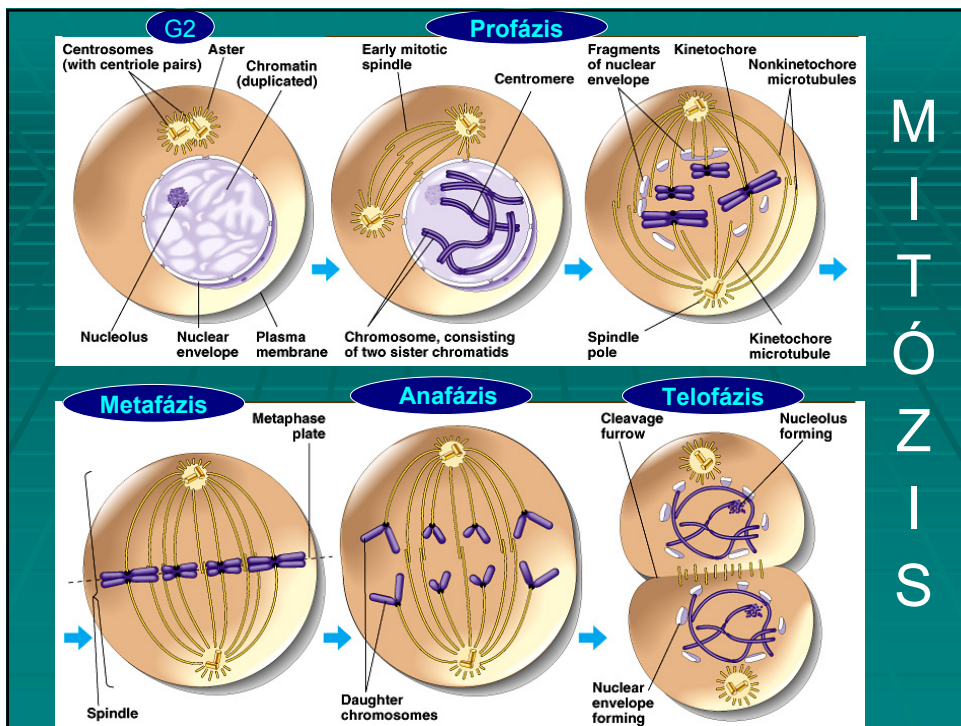
G₁: nyugalmi állapot

S: DNS megkettőződés

G₂: nyugalmi állapot

- osztódás

- amitózis
- mitózis
- meiózis



A mitózis fázisai I.

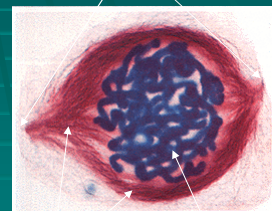
A mitózis négy szakaszra, fázisra osztható.

1.) Előszakasz – **profázis**:

- a sejt örökítőanyaga tömörödik, megjelennek a kromoszómák;
- az osztódást irányító sejtközpont kettéosztódik és a 2 ellentétes pólusra vándorol;
- húzófonalakból magorsó képződik;
- a maghártya felbomlik.

1. Profázis

2 sejtközpont



húzófonalak kromoszómák

A mitózis fázisai II.

2.) Középszakasz – metafázis:

- a húzófonalak a kromoszómák befűződéséhez kapcsolódnak két oldalról;
- a kromoszómák centromerjei a sejt ekvatoriális (középső) síkjába rendeződnek.

2. Metafázis



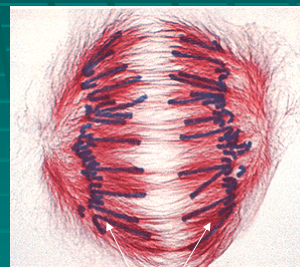
középre rendeződött
kromoszómák

A mitózis fázisai III.

3.) Utószakasz – anafázis:

- a kromoszómák két kromatidája elválik és a húzófonalak segítségével a 2 pólusra vándorol;
- a 2 pólus eltávolodásával a sejt megnyúlik.

3. Anafázis



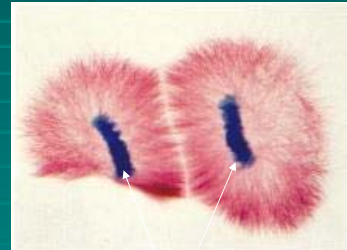
elvált kromatidák

A mitózis fázisai IV.

4.) Végszakasz – telofázis:

- a 2 ellentétes póluson a kromatidák körül új maghártyák alakulnak ki
→ két új sejtmag;
- a két új sejtmagban a kromoszómák fellazulnak és kialakul a kromatin;
- végül a sejtplazma kettéosztódik (citokinézis).

4. Telofázis



2 leendő sejtmag

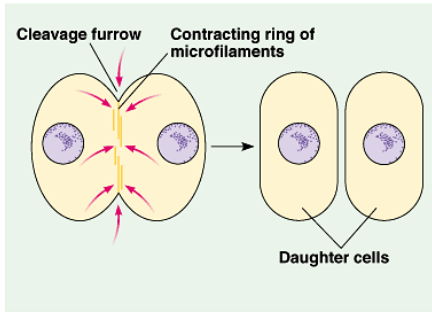
Összefoglalás

Az osztódás során tehát egy sejtből **két genetikailag egyforma utódsejt** keletkezik, miközben a DNS-ben tárolt információ átadódik az utódoknak.

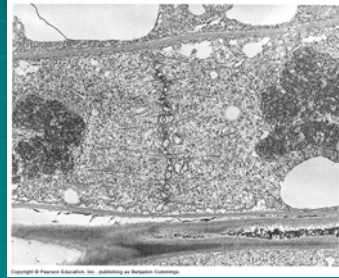
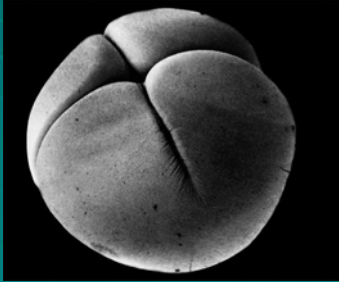
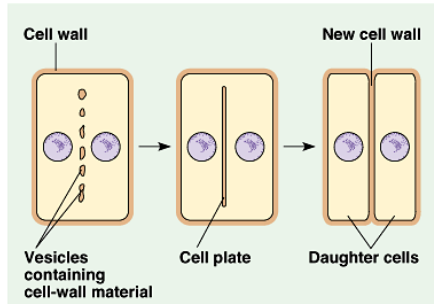
A sejtplazma kettéosztódását megelőzi a sejtmag kettéosztódása. A szintestek és a mitokondriumok külön osztódnak a sejtmagtól.

Mitózissal osztódnak a növények és az állatok testi sejtjei, illetve egyes egyes növényeknél az ivarsejtek is mitózissal keletkeznek.

Állati sejtek

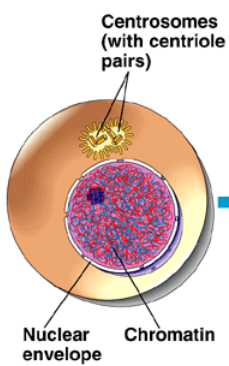


Növényi sejtek



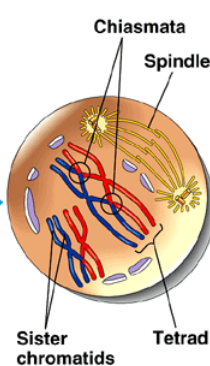
A meiozis szakaszai I.

Interfázis



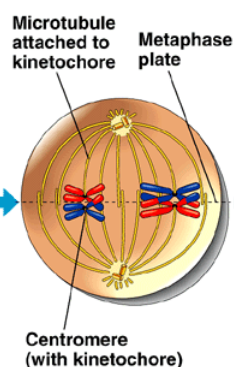
DNS
megkettőződés

Profázis I.

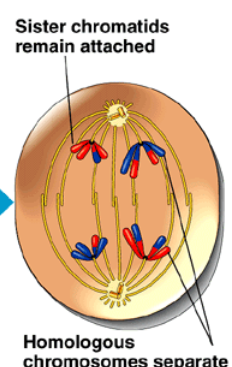


CROSSING
OVER

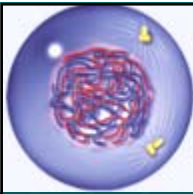
Metafázis I.



Anafázis I.



Profázis I. szakaszai



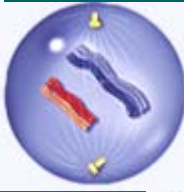
LEPTOTÉN

- 2 kromatidás kromoszómák
- nem párban
- egyik végükkel maghártyához
- nukleolus látható



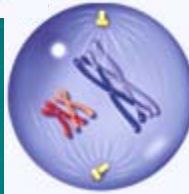
ZYGOTÉN

- homológok párosodnak
- összetapadnak (konjugáció)



PACHYTÉN

- kr. párok vastagodnak, rövidülnek
- crossing over elkezdődik



DIPLOTÉN

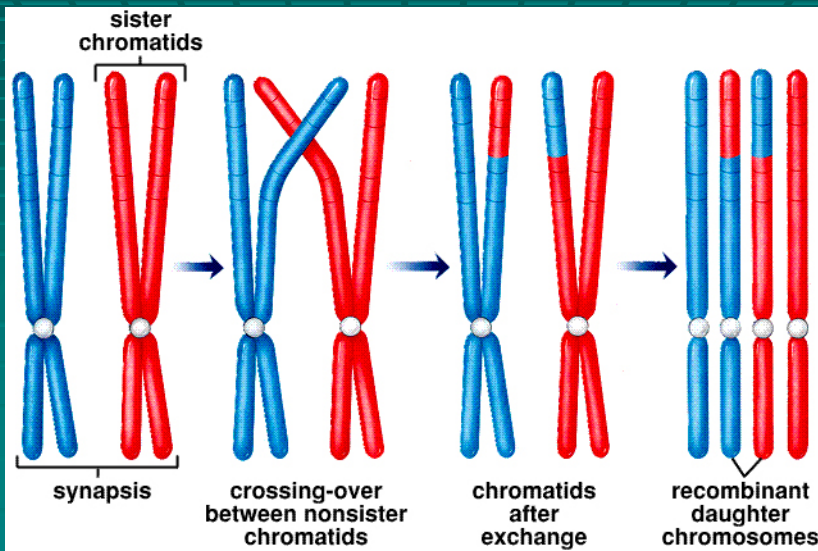
crossing over



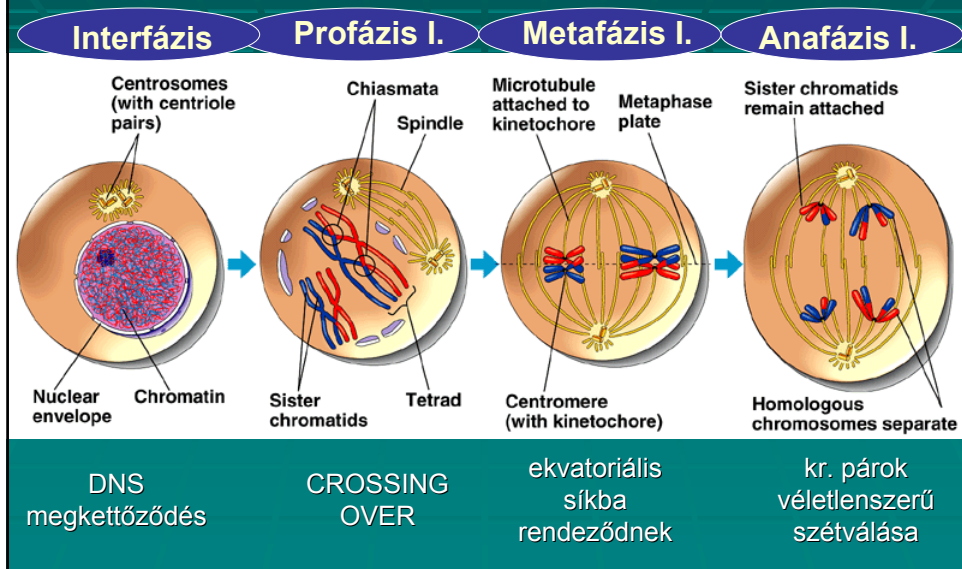
DIAKINEZIS

- magorsó kialakul
- sejthártya felbomlott
- magvacska eltűnt

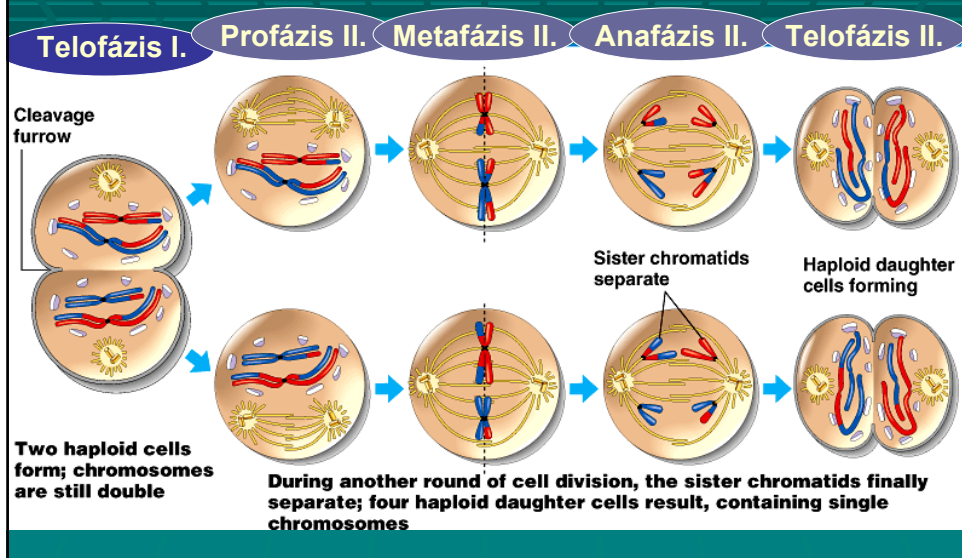
Crossing over



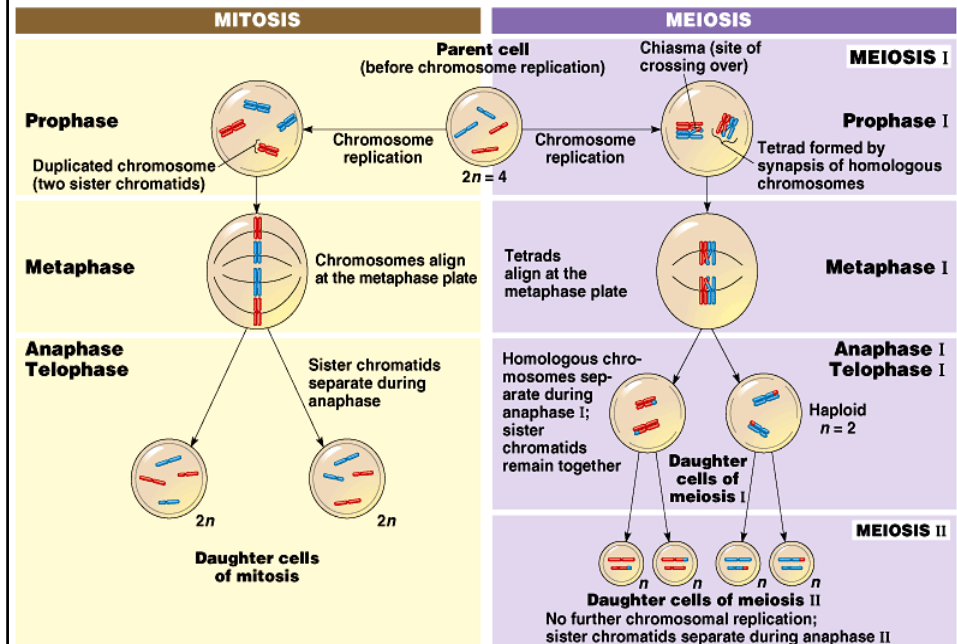
A meiozis szakaszai I.



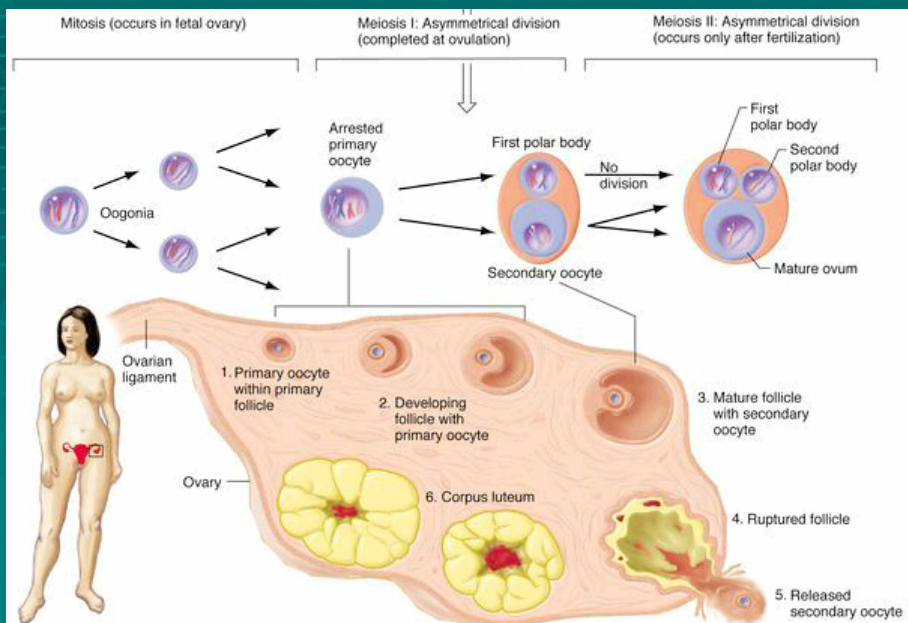
A meiozis szakaszai II.



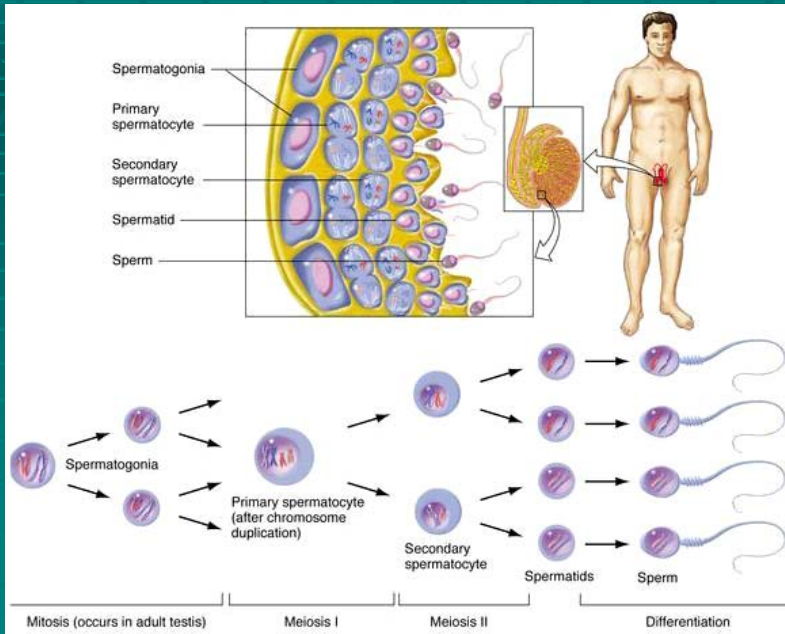
Összehasonlítás



Női ivarsejtek képződése



Hímivarsejtek képződése



Transzport folyamatok

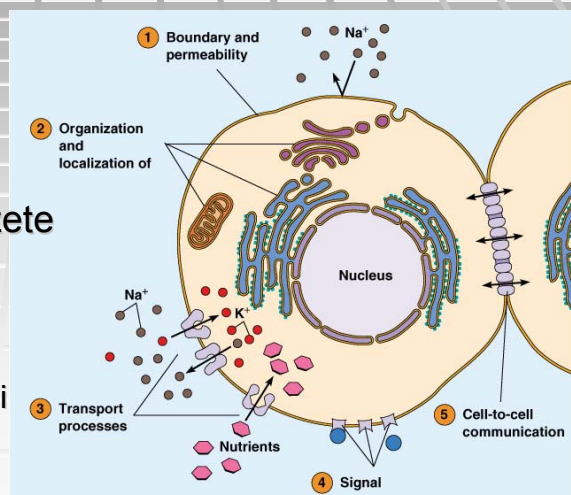
anyag

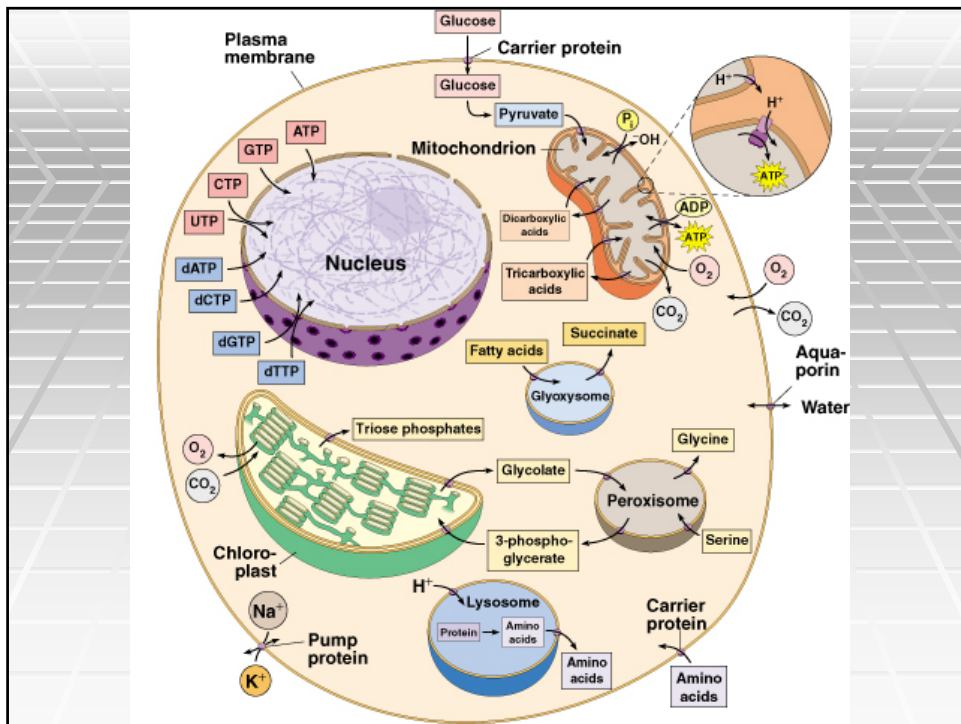
energia

információ

■ Szintjei:

- szervezet – környezete
- szervezeten belül
- sejtek között
- szomszédos vagy távoli
- sejten belüli





■ Transzportált anyag karaktere

- gázok
- folyadékok (poláris / apoláris)
- ionok
- szilárd anyagok (szemcsék)

Transzport mechanizmusa

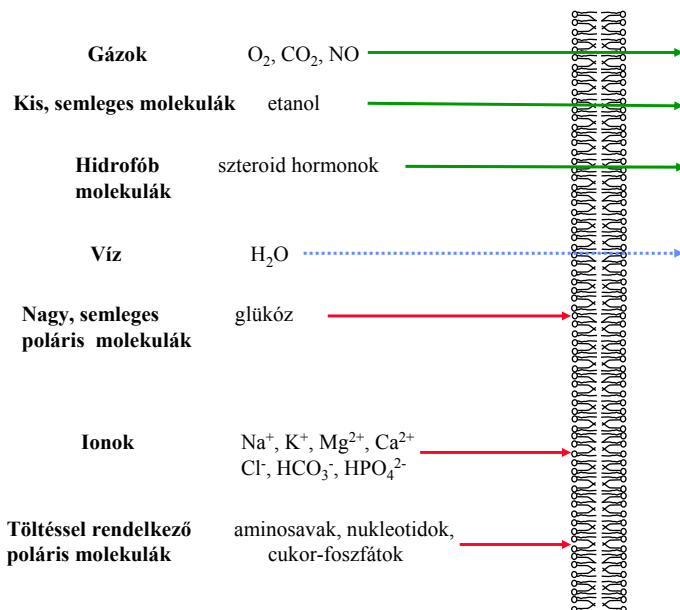
passzív

aktív

egyszerű

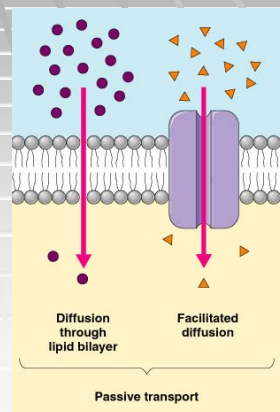
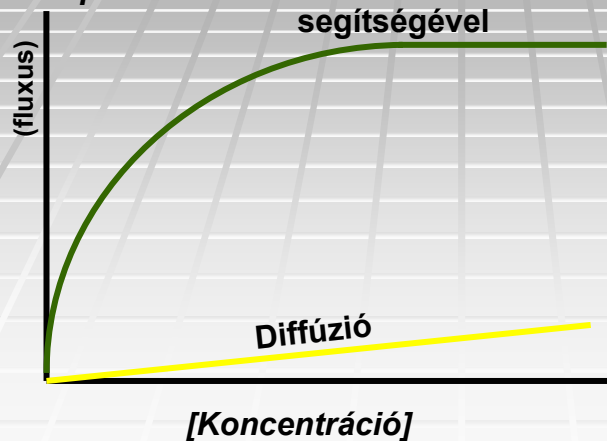
facilitált

A foszfolipid membrán permeabilitása

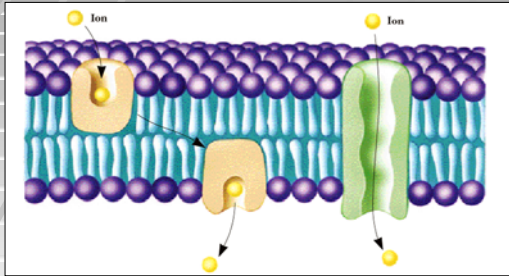


Diffúzió és facilitált diffúzió

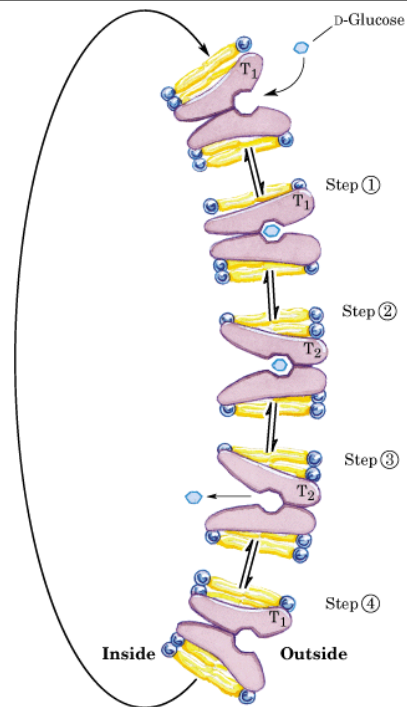
Transport Hordozó (carrier) molekula segítségével



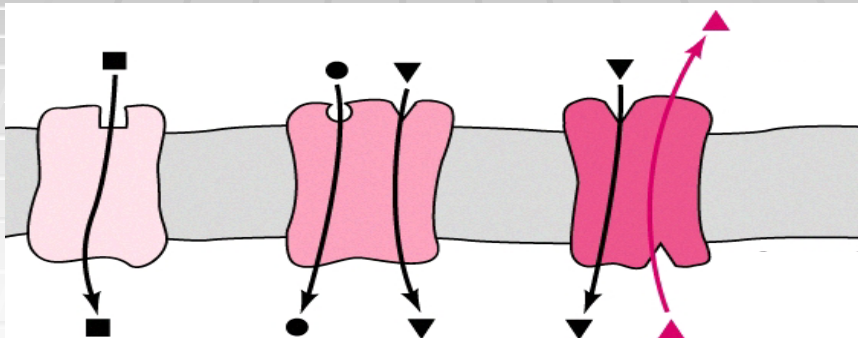
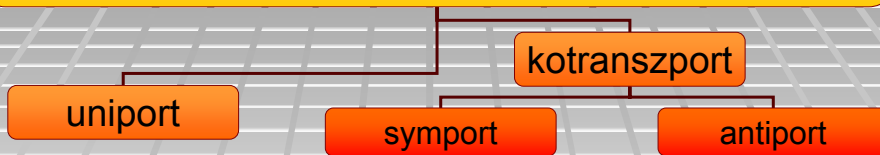
Membránfehérjék szerepe a passzív transzportban



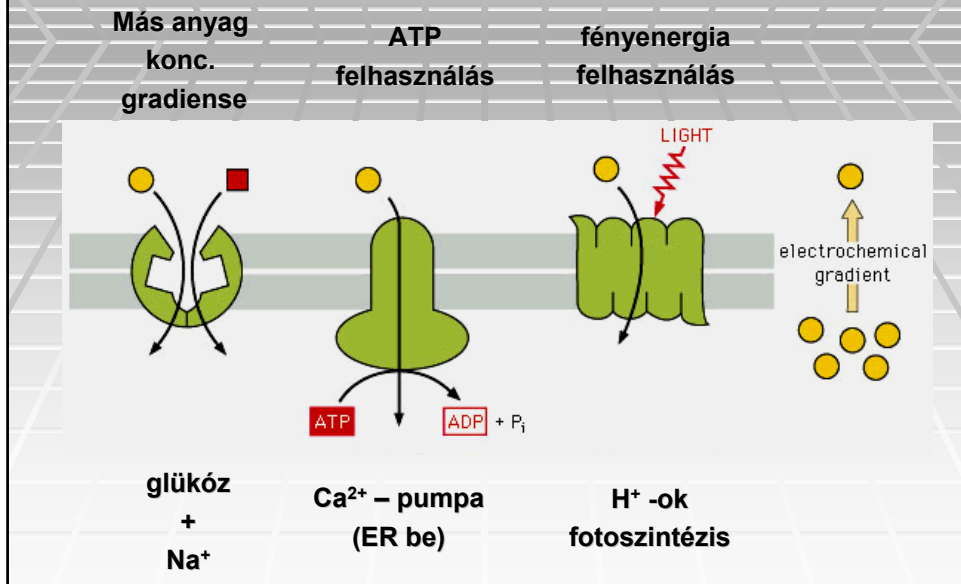
- Ioncsatornák
 - K^+ (PM ki)
 - Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} (PM be)
 - Ca^{2+} (ER ki)



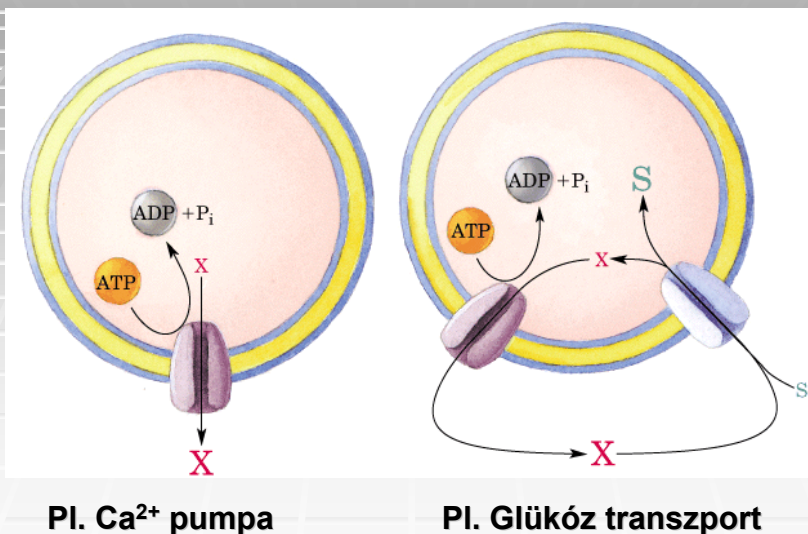
Transzportált anyagok száma és egymáshoz viszonyított iránya szerint



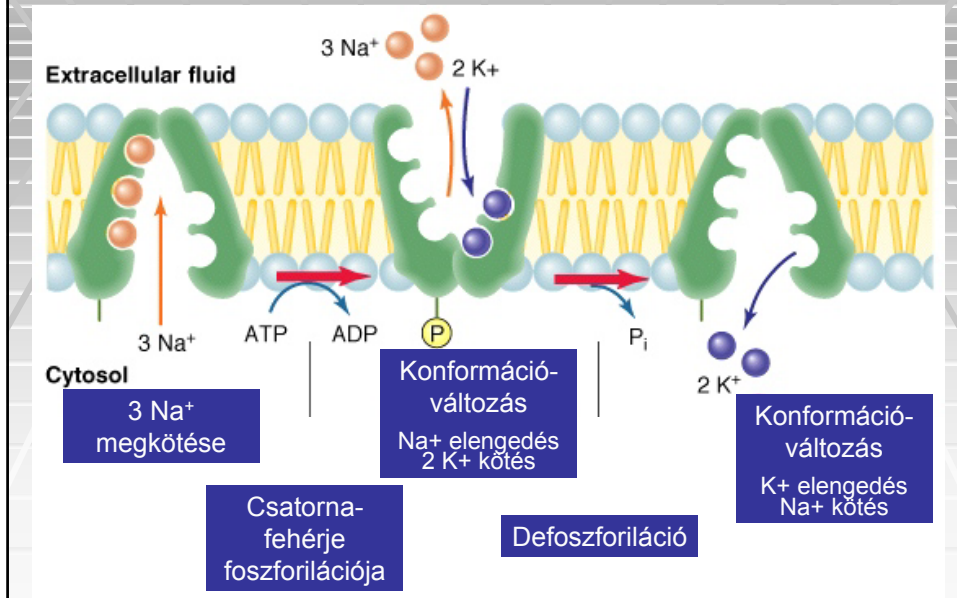
Aktív transzport



Elsődleges és másodlagos aktív transzport



Na⁺/K⁺ pumpa



Nagyméretű részecskék transzportja

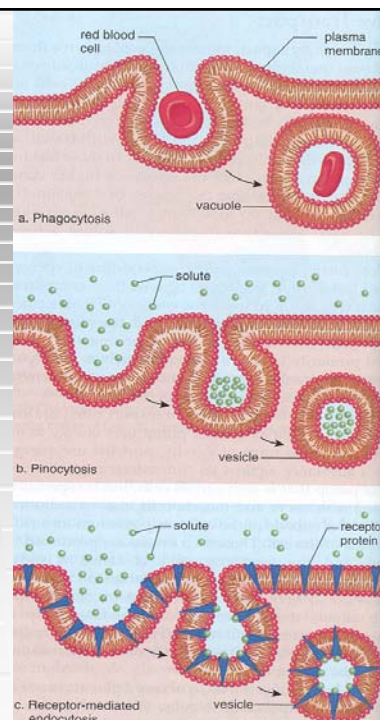
• fagocitózis

nagyobb méretű részecskék bekebelezése

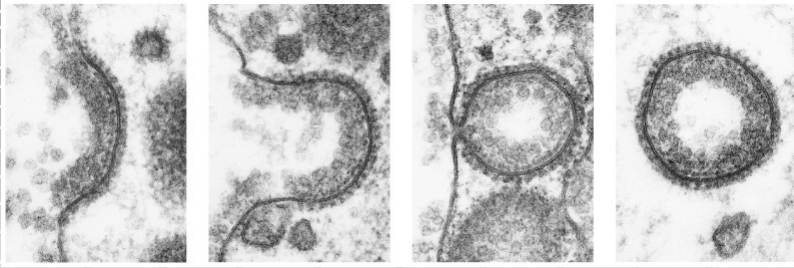
• pinocitózis

folyadékok felvétele

• receptormediált endocitózis



Endocitózis és exocitózis



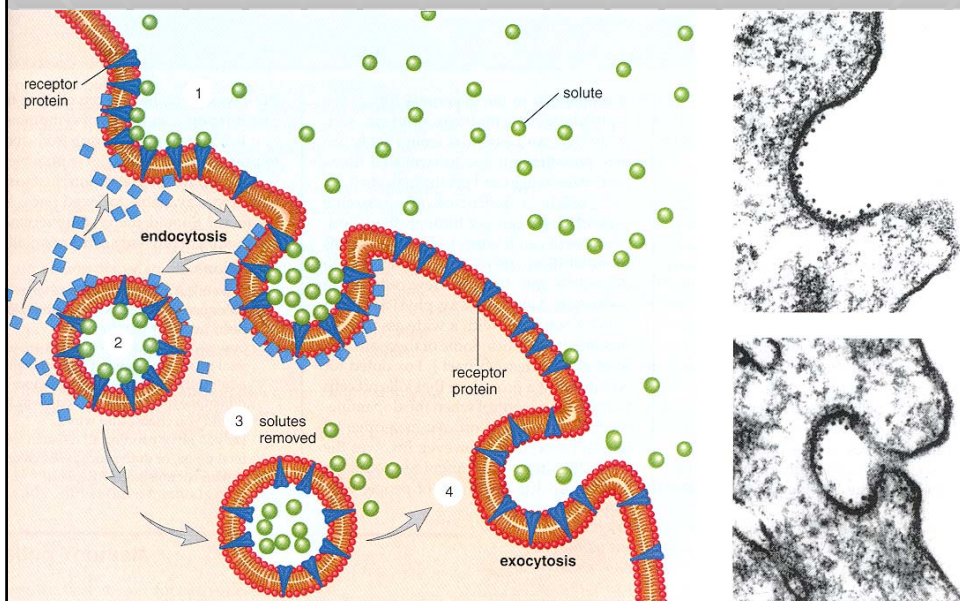
Endocitózis (be)

sejtmembrán befűződés → transzport vezikula

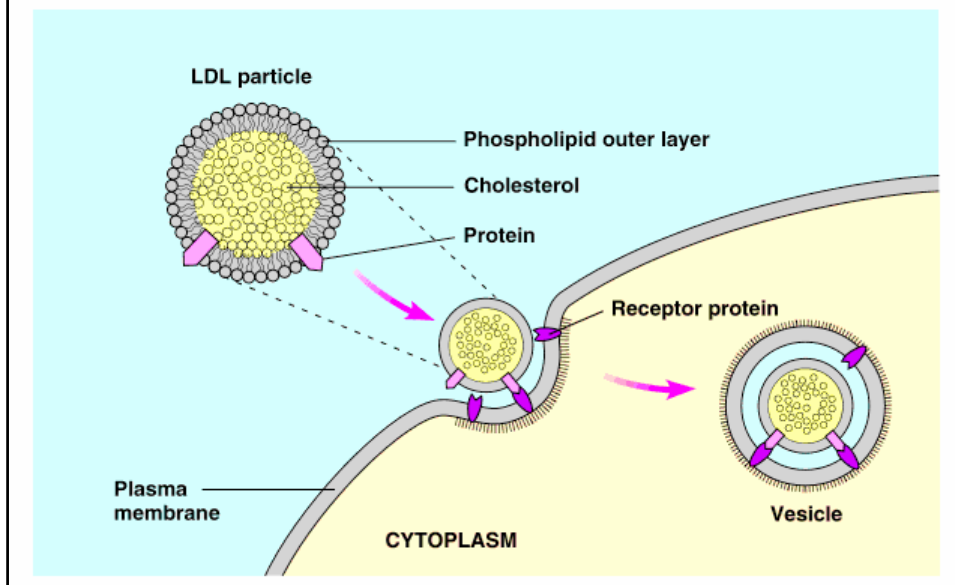
Exocitózis (ki)

transzport vezikula beleolvad a sejtmembránba

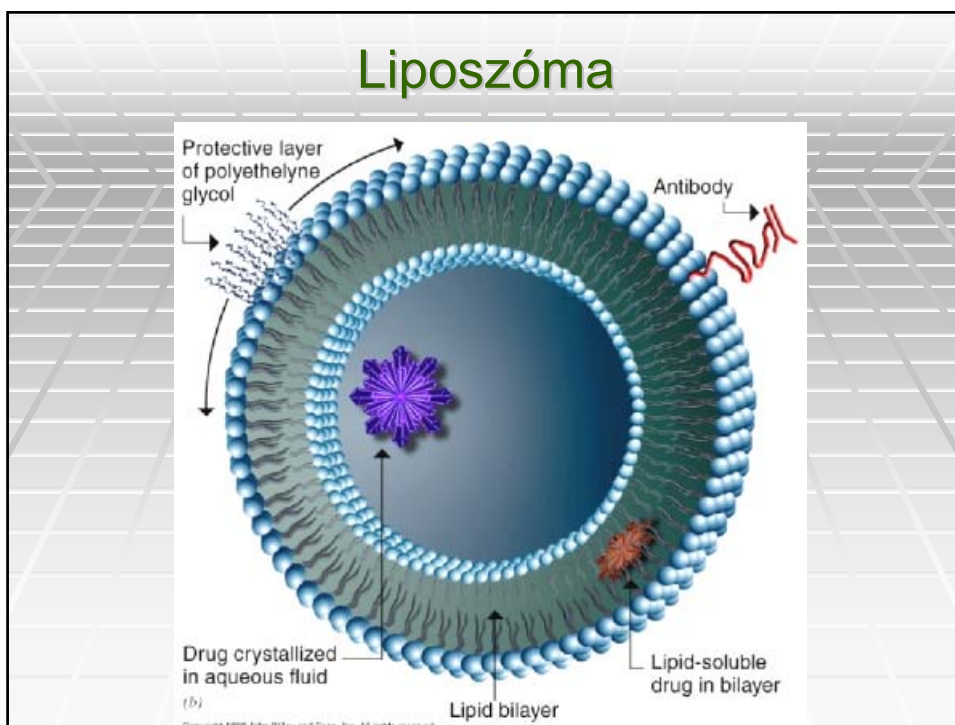
Receptormediált endocitózis



Vezikulák bekebelezése



Liposzóma

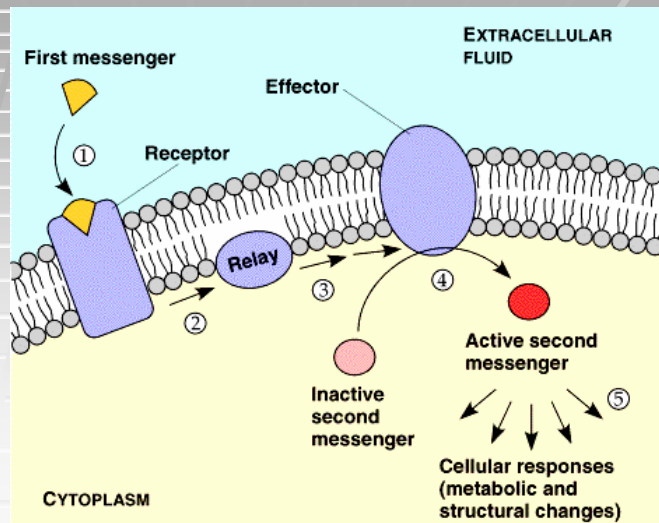


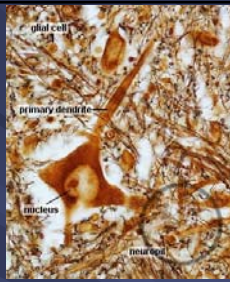
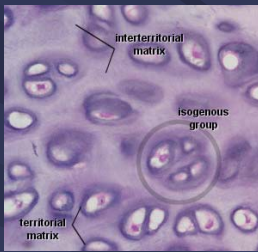
A szignál-transzdukció

- 1) szignál szintézis
- 2) szignál felszabadulás
- 3) szignál transzportja a célsejthez
- 4) szignál-felfogás (receptor)
- 5) anyagcsereváltozás
- 6) szignál eltávolítás

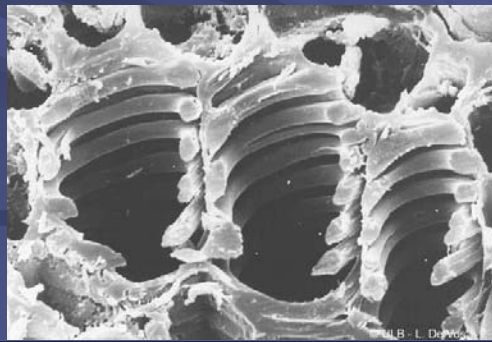
A szignál átjutása a membránon

1. jel receptorhoz köt-konformációvált.
2. receptor perifériás membránfehérjéhez kötődik – aktiválja
3. aktivált fehérje a effektorhoz úszik – aktiválja
4. effektor másodlagos hírvitót szintetizál (pl. cAMP)





5. Növényi és állati szövetek



A szövet fogalma

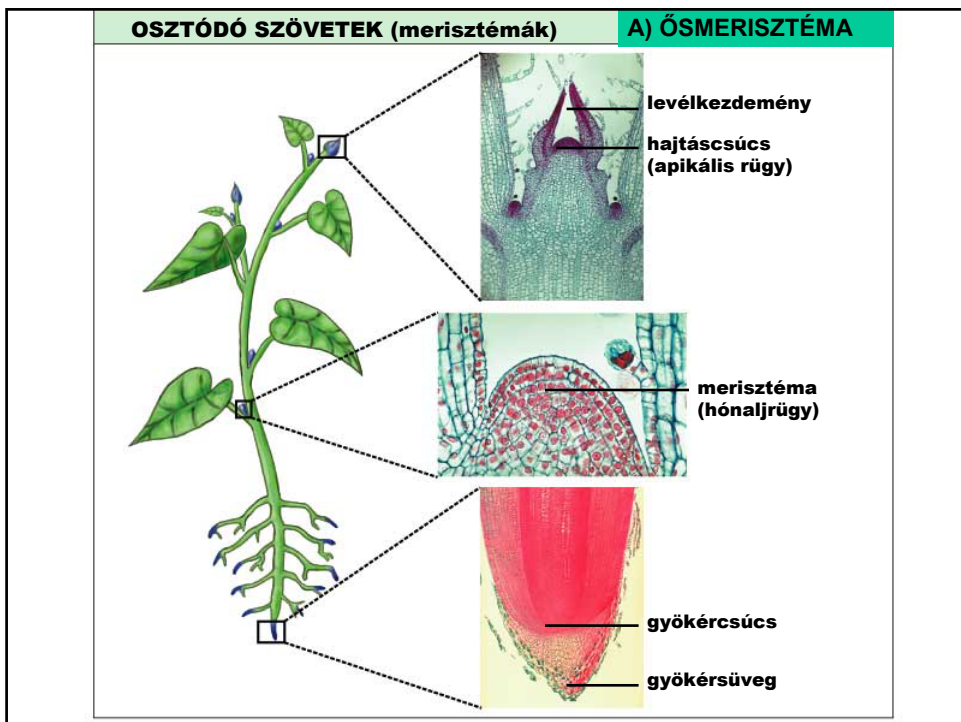
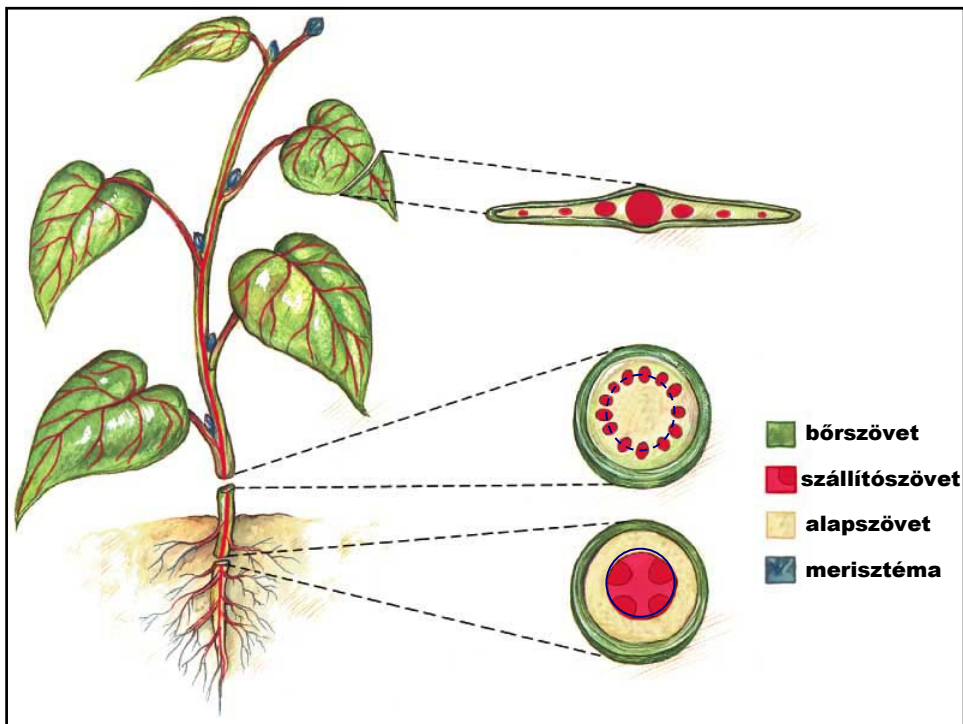
- A sejt fölött álló egyed alatti szerveződési szint,
- azonos eredetű, hasonló alakú, működésű sejtek csoportja.

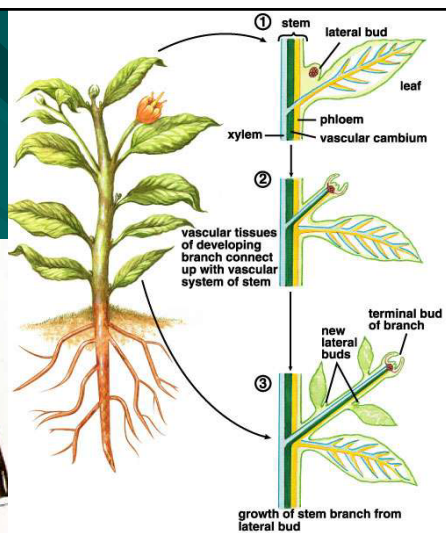
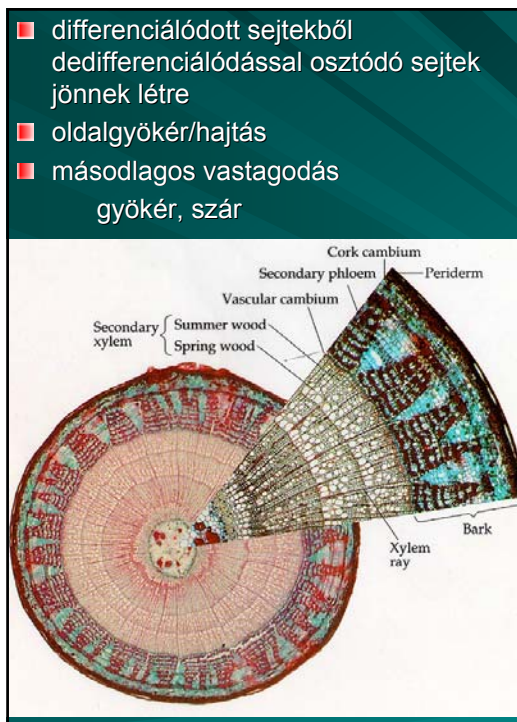
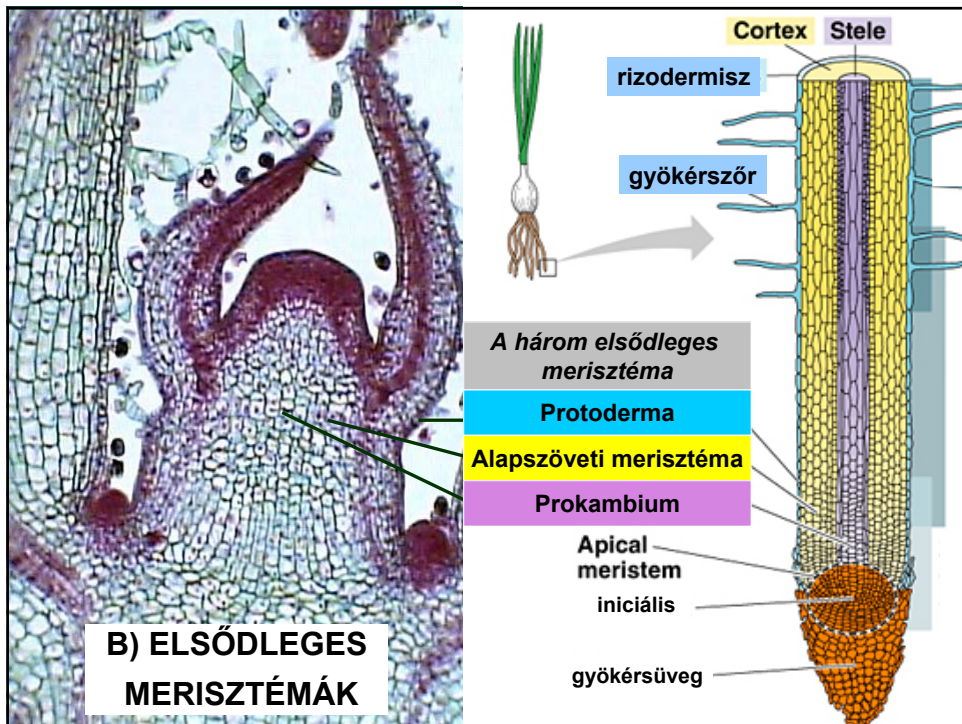
DIFFERENCIÁLÓDÁS → különböző sejtek
munkamegosztás



Növényi szövetek





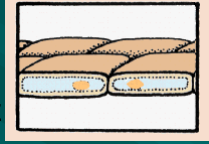


C) Másodlagos merisztémák

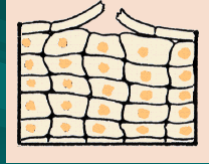
Állandósult szövetek

A bőrszövet rsz.

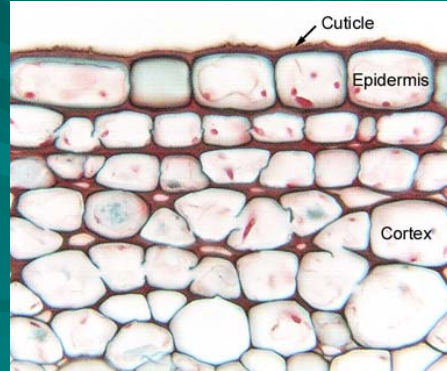
■ **elsődleges**
epidermisz, rizodermisz



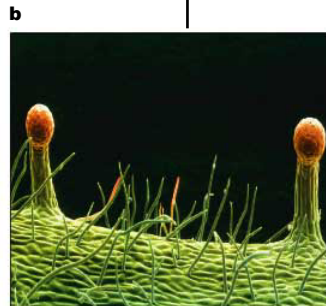
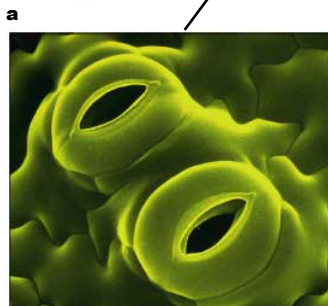
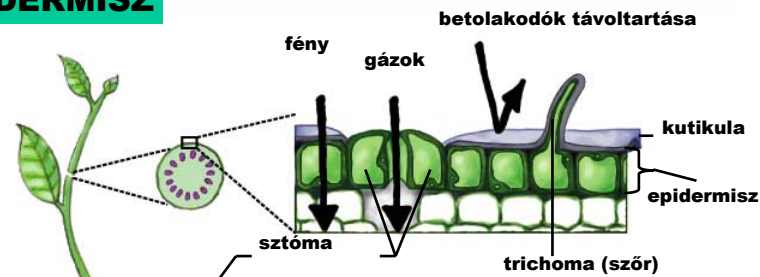
■ **másodlagos**
periderma



■ **harmadlagos**
rhitidoma
(héjkéreg)



EPIDERMISZ

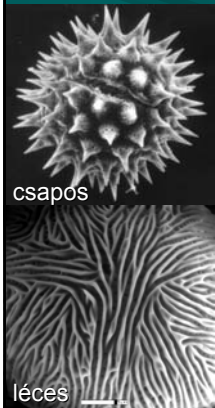


Sejtfalvastagodások

Centrifugális

kifelé

Pollenek



Centripetális

befelé

sarkos



lemezes



spirális



gyűrűs



csapos

gödörkés



vermes g.



udvaros g.

Állandósult szövetek

Szállítószövet rendszer

faelemek

- tracheida ☼
nyitvatermők vízszállító sejtje
- trachea ☼
zárvatermők vízszállító sejtje
- faparenchima
- farost ☼

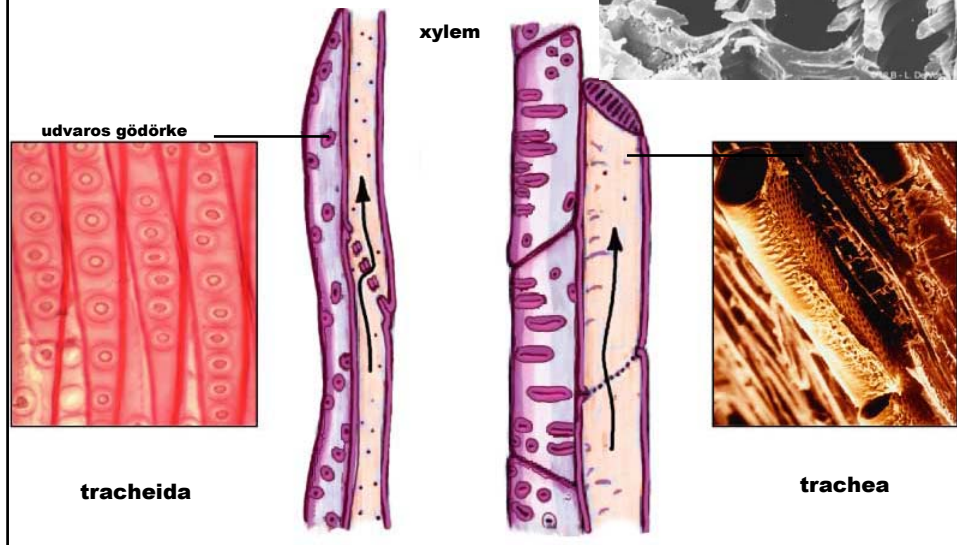
háncselemek

- rostasejt
nyitvatermők
- rostacső (zárvatermők)
- kísérősejtek
- háncsparenchima
- háncsrost ☼

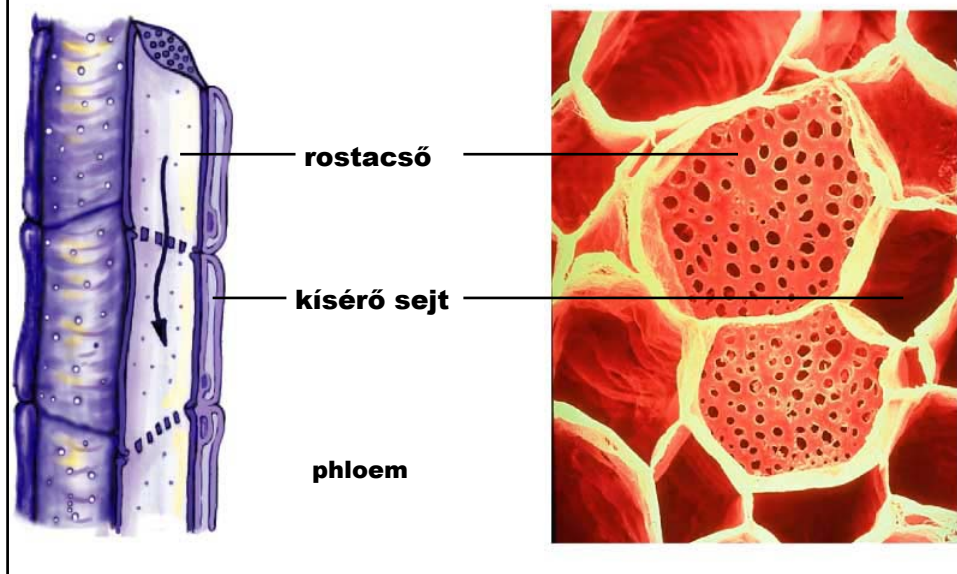
nyílt
zárt

szállítónyaláb

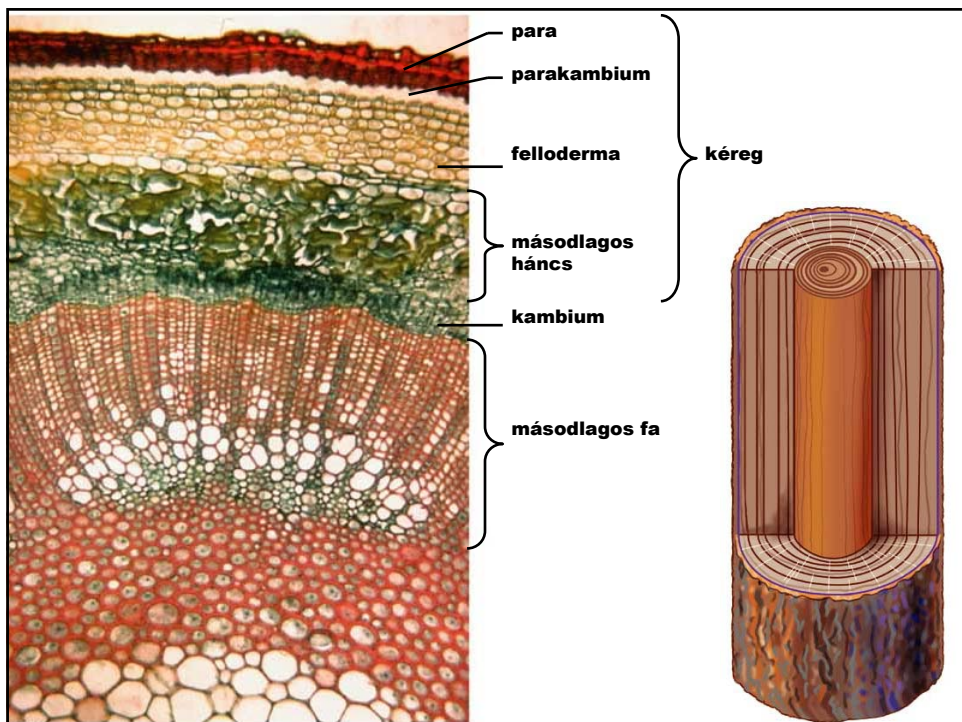
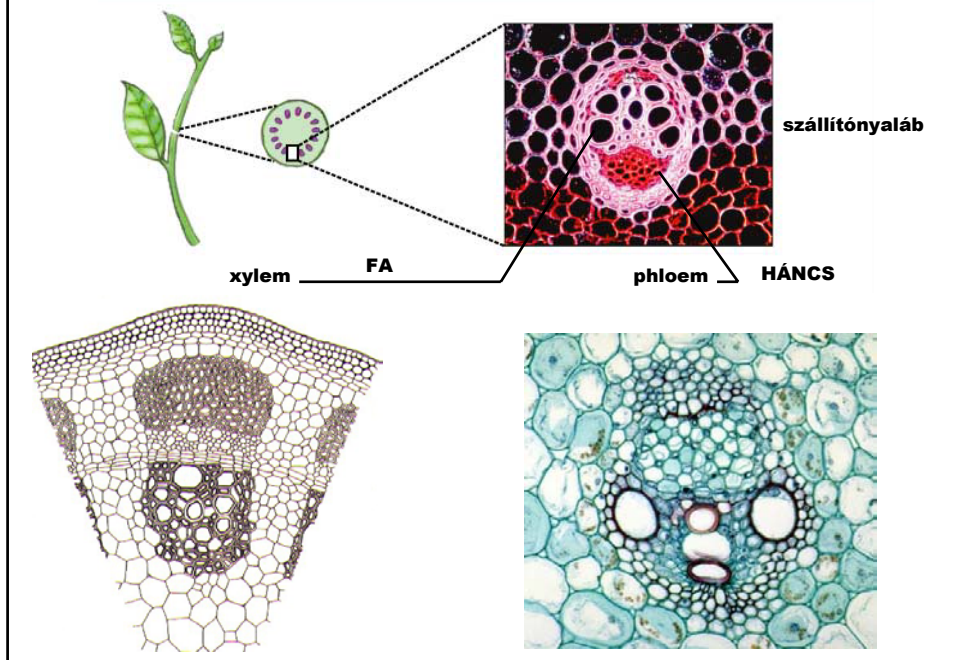
FARÉSZ



HÁNCSRÉSZ



Fiatal és lágyszárú növények

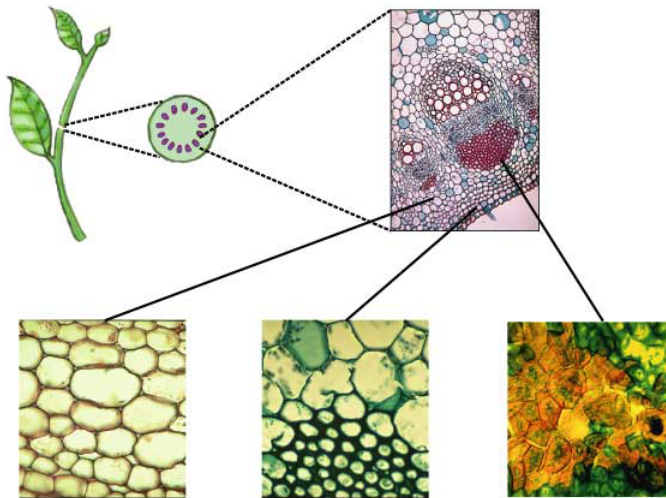


Állandósult szövetek

Alapszövet rsz.

- ✧ asszimiláló
- ✧ raktározó
- ✧ víztartó
- ✧ levegőtartó (aerenchima)
- ✧ szilárdító : *kollenchima, szklerenchima* †
- ✧ kiválasztó és váladéktartó
 - belső elválasztású: *nekráriumok, ozmofórák, hidatódák*
 - külső elválasztású: *tejcsövek, tejedények, nyálkasejtek*

ALAPSZÖVETEK



PARENCHIMA

- vékonyfalú élő sejtek
- sokféle funkció

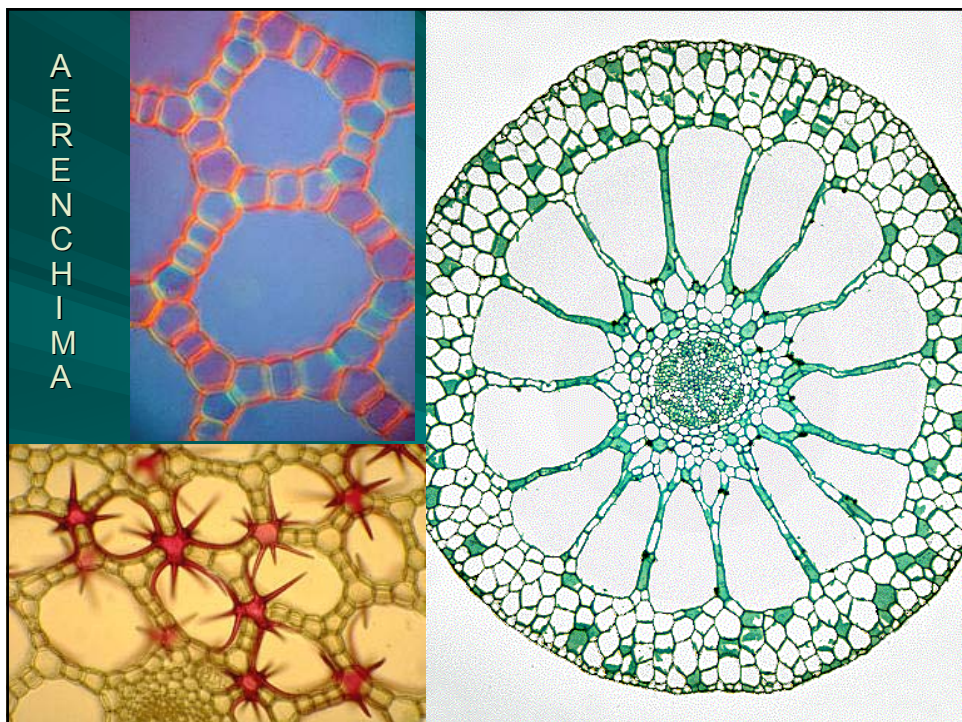
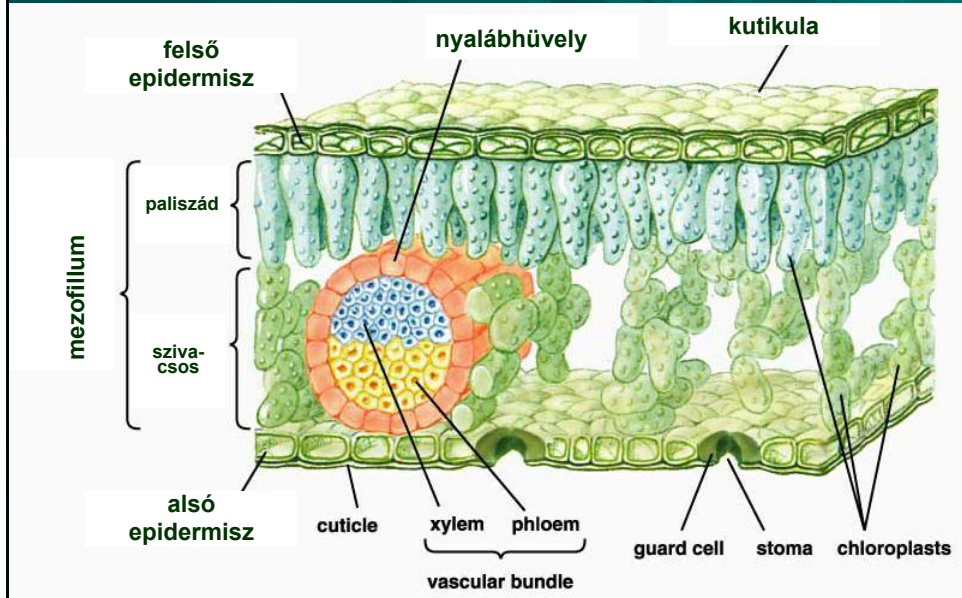
KOLLENCHIMA

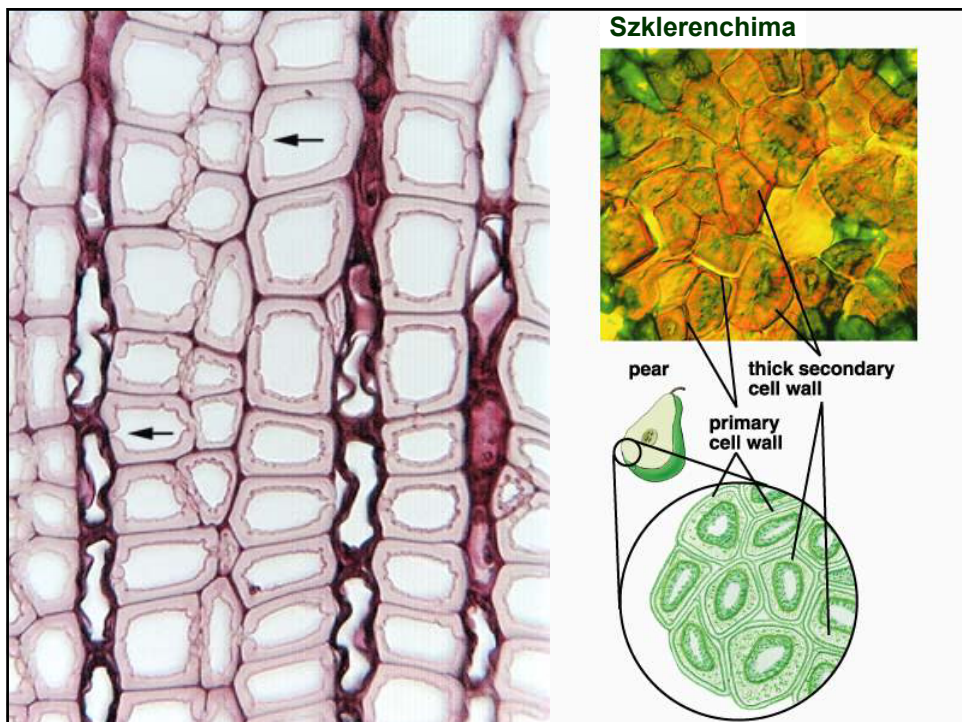
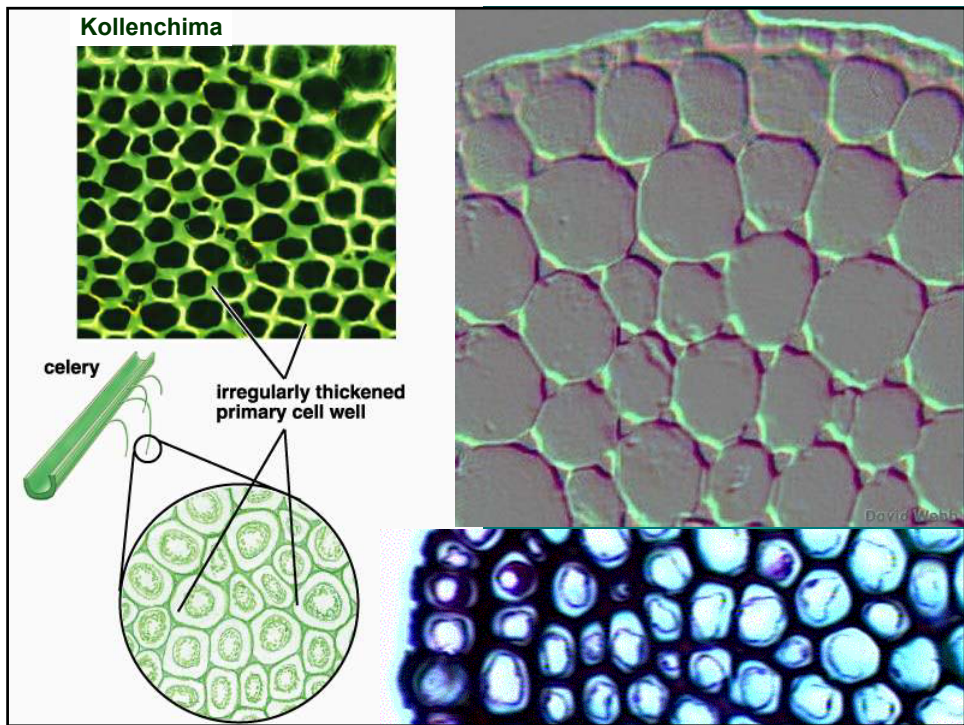
- vastagodott falú
- szilárdítás

SZKLERENCHIMA

- erősen vastagodott falú
- holt sejtek
- szilárdítás

Oszlopos (paliszád) és szivacsos parenchima elhelyezkedése a levélben





Kiválasztó és vándéktartó alapszövetek

■ *Külső kiválasztású berendezések*

- * nektáriumok (virágban és azon kívül)
- * ozmofórák – illatkiválasztás
- * hidadók – víz kiválasztás

■ *Belső szekréciós berendezések*

- * gyantajáratok
- * tescsövek

Állati szövetek

- I. Hámszövetek
- II. Kötő- és támasztószövetek
- III. Izomszövetek
- IV. Idegszövet

Hámszövetek

- mindhárom dermális rétegből fejlődhet
- szoros sejtilleszkedés
- elenyésző sejtközzötti állomány
- nagy megújulási képesség
- az alatta lévő (kötő)szövethez az ún. alaphártyával (*basalis lamina*) kapcsolódik
- sok típus - sokféle funkció

Hámszövetek feladatai

- védelem külső behatások ellen
- tápanyagok felszívása
- anyagok elválasztása, kiválasztása
- külső ingerek érzékelése
- mirigyváladékok kijuttatása

HÁMSZÖVETEK

Fedőhámok

Egyrétegű

Többsoros

Többrétegű

Mirigyhámok

Egysejtű

Többsejtű

Érzékham

Pigmentham

Fedőhámok

Egyrétegű

lap



kapillaris endotél,
tüdő alveolusok

köb



vesetubulus

henger



vese, bél / petevezető

Többsoros

henger



ondóvezeték/ orrűreg

átmeneti

urothelium

Többrétegű

henger

húgycső, kötőhártya

lap

bőr

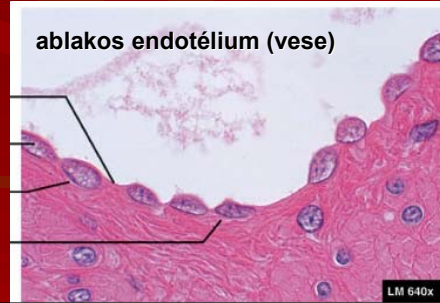
elszarusodó

el nem szarusodó

nyelőcső, szájüreg

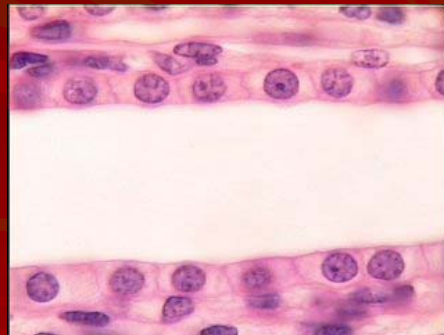
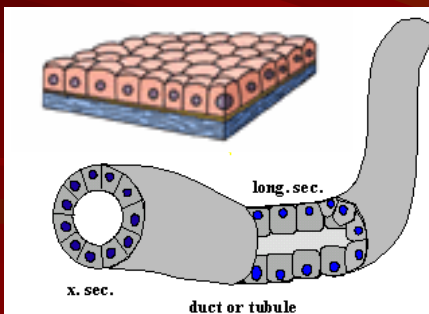
Egyrétegű laphám

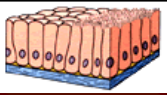
- legvékonyabb fedőhám
- szűrőként funkcionál
- erek belső felülete – endotélium
- belső szervek külső borítása – mezotélium
- vesetestecskék Bowman-tokjának fala



Egyrétegű köbhám

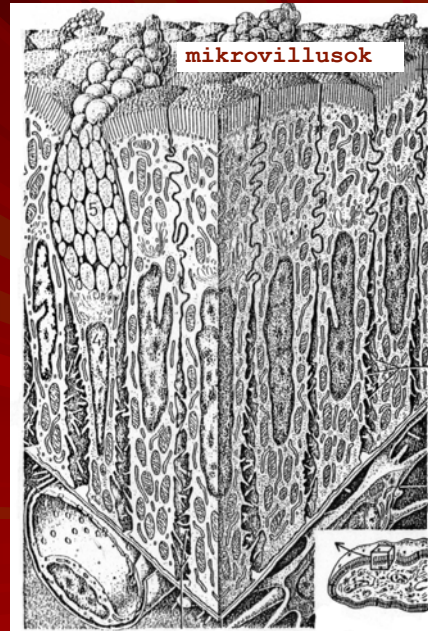
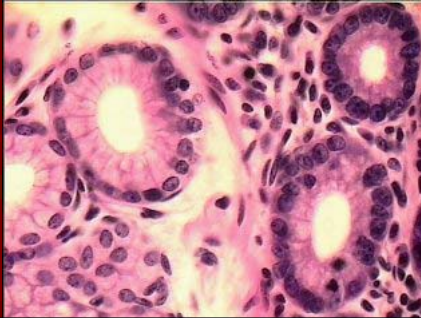
- egyes gerinctelen állatok epidermisze
- mirigyek végkamrái, kivezető csövei
- vesetubulusok





Egyrétegű hengerhám

- legtöbb gerinctelen epidermisze
- bél belső felülete (felszívóhám)
- mellékhere csatornácskáinak hámbélése
- petevezető
- nagyobb mirigyek kivezetőcsövei



Többszörös hengerhám

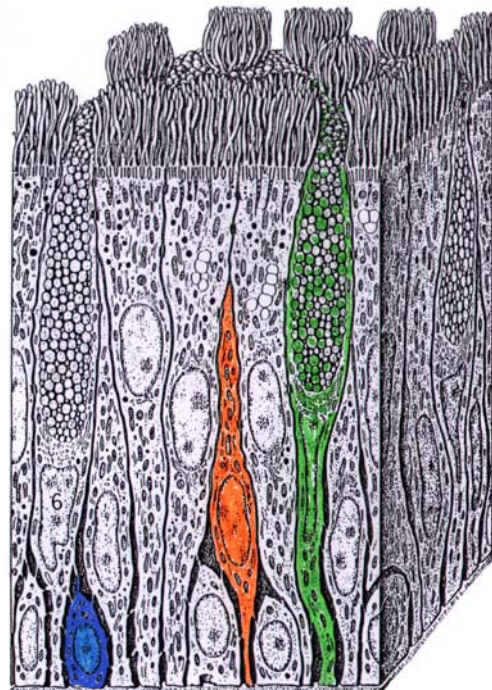
- többszörös csillós hengerhám- légutak

bazális (alapi) sejtek

kehelysejtek

ék alakú támasztósejtek

csillós hengerhámsejtek

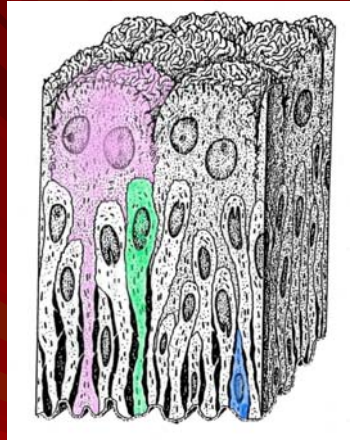


Átmeneti hám (urothelium)

kétmagú esernyősejt

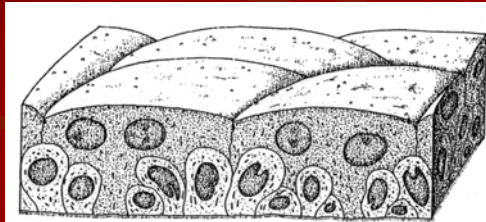
teniszszerű sejt

bazális sejt

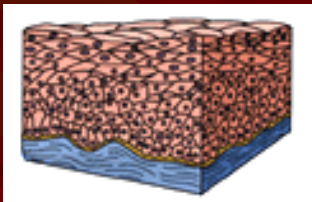


■ húgyvezető utakat béleli
(vesemedence, húgyhólyag,
húgyvezeték)

■ nagymértékű
tágulékonyság



Többrétegű el nem szarusodó laphám

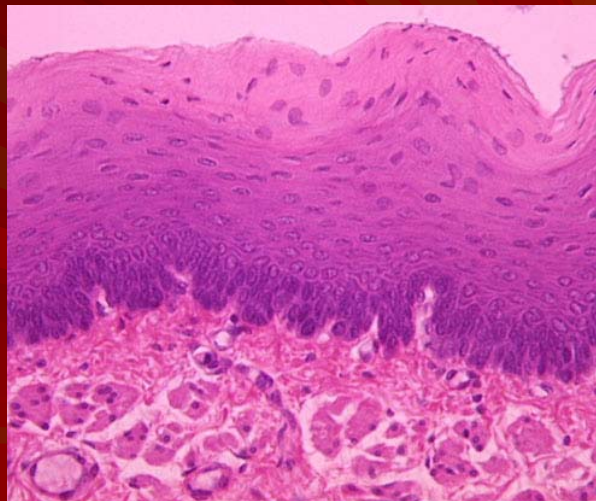


■ sejtek felfelé
fokozatosan
ellaposodnak

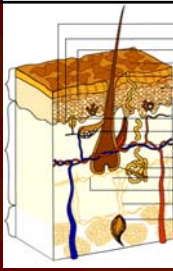
■ szem szaruhártyája

■ halak epidermisze

■ szájüreg, nyelőcső
belső hámbélése

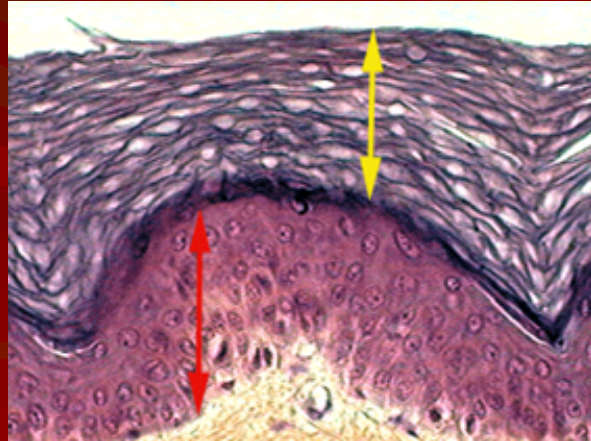


nyelőcső



Többrétegű elszarusodó laphám

- felső sejtsorok elszarusodnak †
- keratin
- igen ellenálló
- szárazföldi gerincesek bőrének hámszöveve



Mirigyhámok

Felépítés szerint

- **Egysejtű** (pl. kehelysejtek)
- **Többsejtű**

Váladékürítés helye szerint

- **endokrin** (belső elválasztású) → hormonok
pl. agyalapi mirigy, pajzsmirigy, mellékvese, nemi mirigyek
- **exokrin** (külső elválasztású)
pl. nyálmirigyek, verejtékmirigy, faggyúmirigy

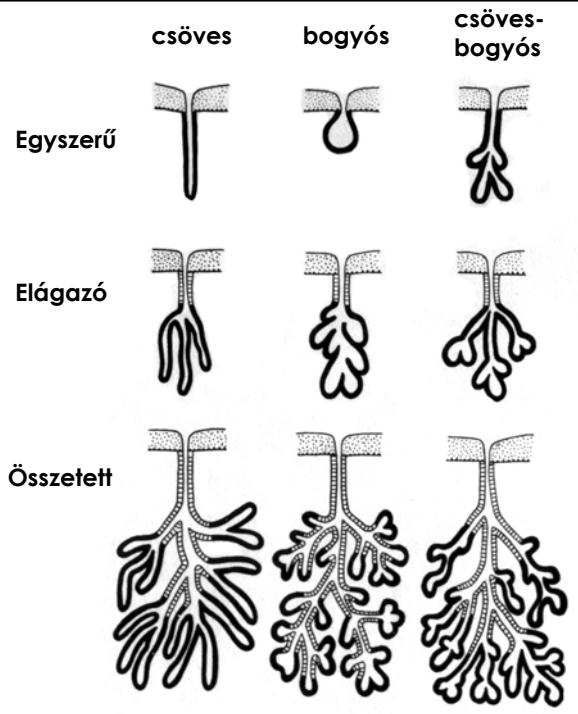
Többsejtű exokrin mirigyek

végkamra alakja szerint

máj: összetett csöves
mirigy

faggyúmirigy: elágazó
bogyós

nyálmirigyek: bogyós-
csöves mirigyek



Váladék jellege szerint

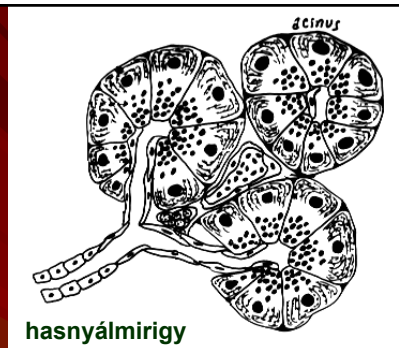
■ szerózus (savós)

pl. hasnyálmirigy
hígan folyó, nagy fehérjetartalmú váladék, szűk végkamra

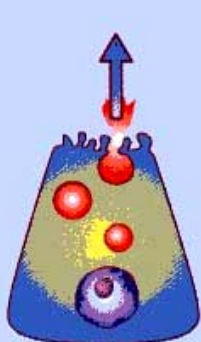
■ mucinózus (nyákos) pl. nyelv alatti nyálmirigy

sűrű váladék, tág végkamra

■ kevert pl. állkapocs alatti nyálmirigy



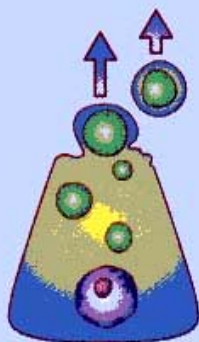
Váladéktermelés módja



Merokrin

Szabályos exocitózis

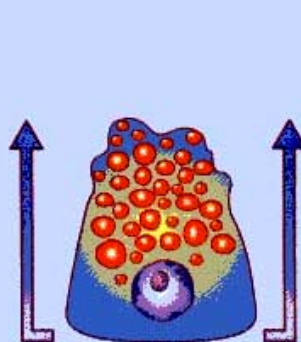
Legtöbb mirigy



Apokrin

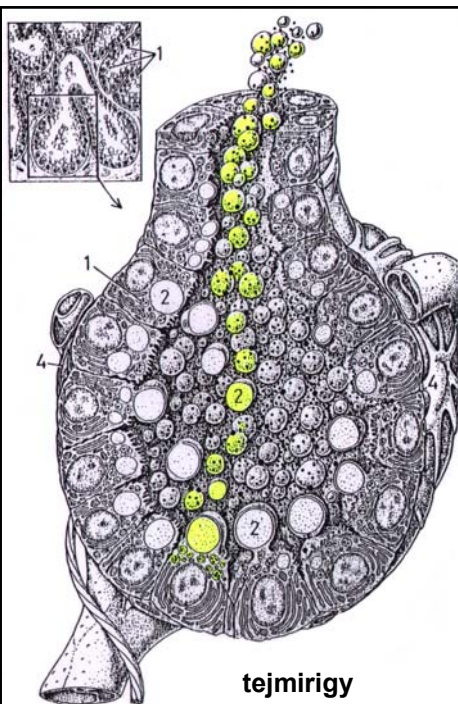
A sejt felső rétege
leválik

pl. tejmirigy

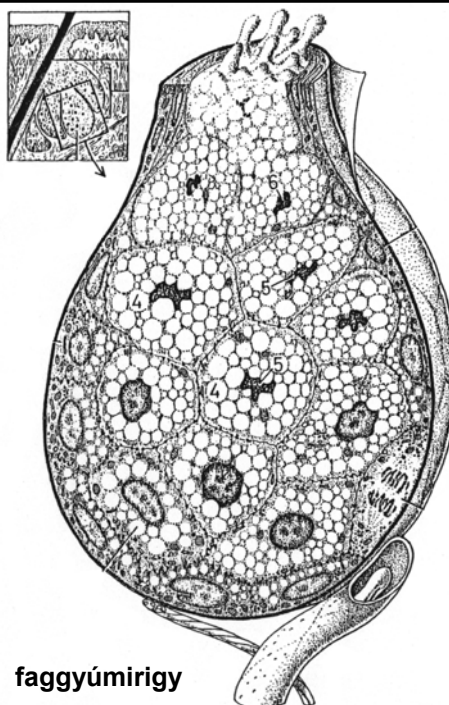


Holokrin

A sejt felhalmozza a
szekrétumot, elhal és
tartalma kilökődik
pl. faggyúmirigy



tejmirigy

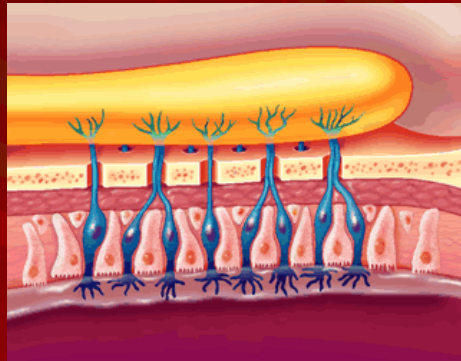


faggyúmirigy

Érzékhám

- idegsejtek
- támasztósejtek

Pl. szaglóhám
ízlelőbimbók

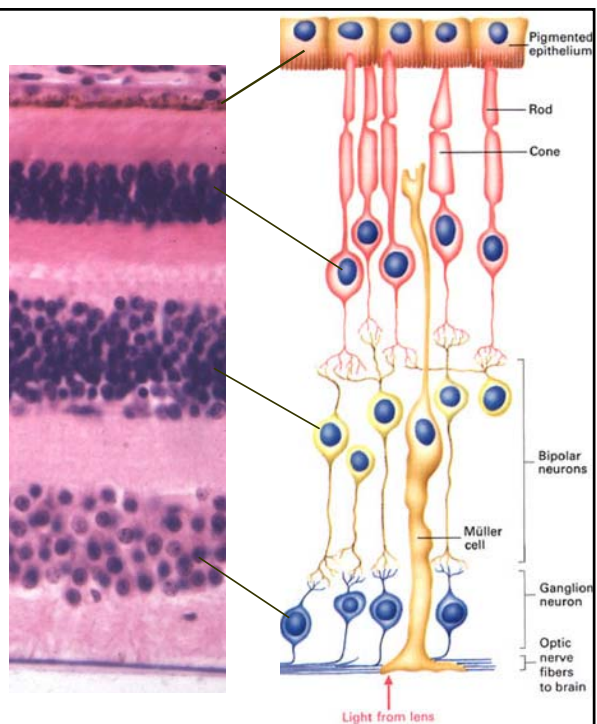


Szaglóhám

Pigmenthám

Fényelnyelő,
árnyékoló szerep.

Retinában látósejtek
mögötti réteg.
Melanin szemcséket
tartalmaz.

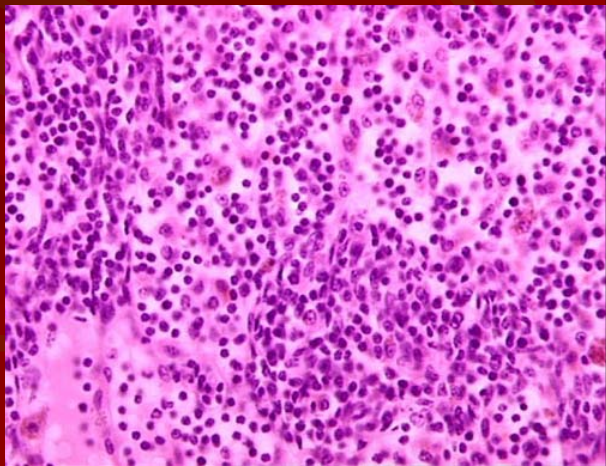
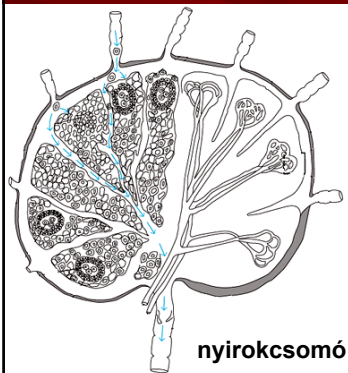


Kötő- és támasztószövetek



Retikuláris kötőszövet

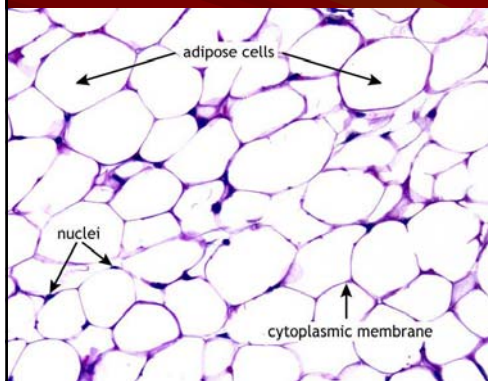
- retikulociták és rácsrostok sűrű hálózata
- nyirokszervek szervek (lép, nyirokcsomók, csontvelő)



Zsírszövet

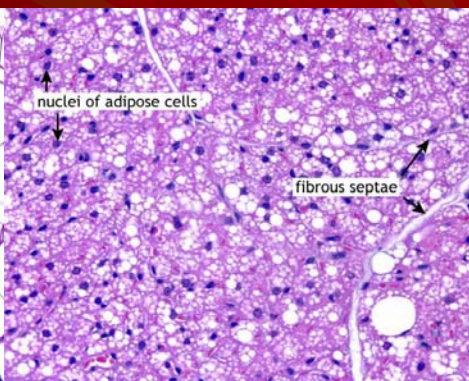
Fehér zsírszövet

A plazma és sejtmag a sejt szélére szorul a zsírfelhalmozó sejtekben (adipociták).



Barna zsírszövet

Téli álmot alvó állatok ébredéséhez szükséges energia tárolása. Újszülöttnél gyakoribb, felnőttben ritka.



Lazarostos kötőszövet

Sejtes áll.

Extracell. mátrix

-rostok

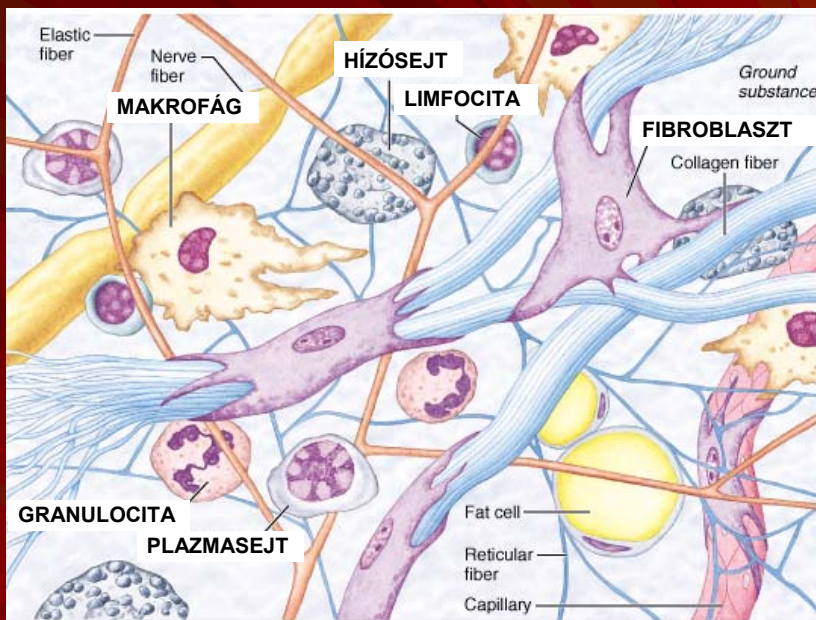
kollagén

-alapáll.

glükózamin

oglikánok

hialuronsav



Tömöttrostos kötőszövet

- sűrűn egymáshoz simuló kollagén rostok között ellapult ínszövet
- gyér érhálózat
- nagy szakítószilárdság

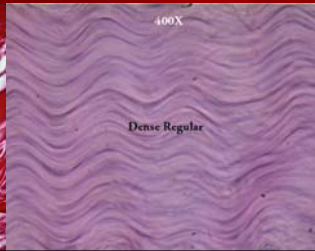
Rendezetlen

ízületi tok

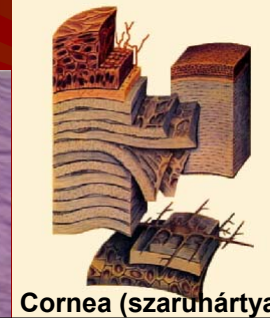


Rendezett

ínszövet



Lig. flavum



Cornea (szaruhártya)

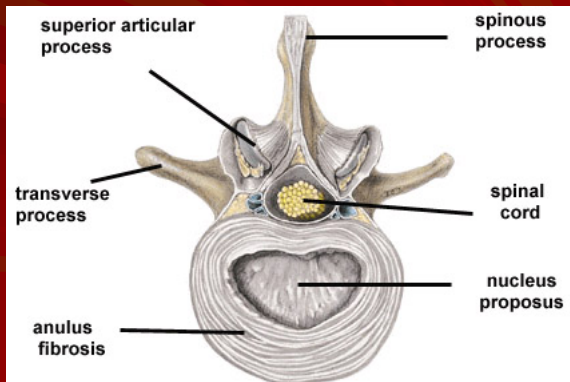
Chordaszövet

Gerinchúr

- előgerinchúrosok és fejgerinchúrosok váza
- gerincesek embrionális fejlődésében megjelenik

csigolyában
kis maradvány
nucleus pulposus

- nagy turgorú sejtek
- rugalmas



Porcszövet

Gerincesek vázrendszerének jellemző szövettípusa. Sejtközzötti állománya jelentős (poliszacharidok, fehérjék, rostok).

■ Üvegporc (hyalin porc)

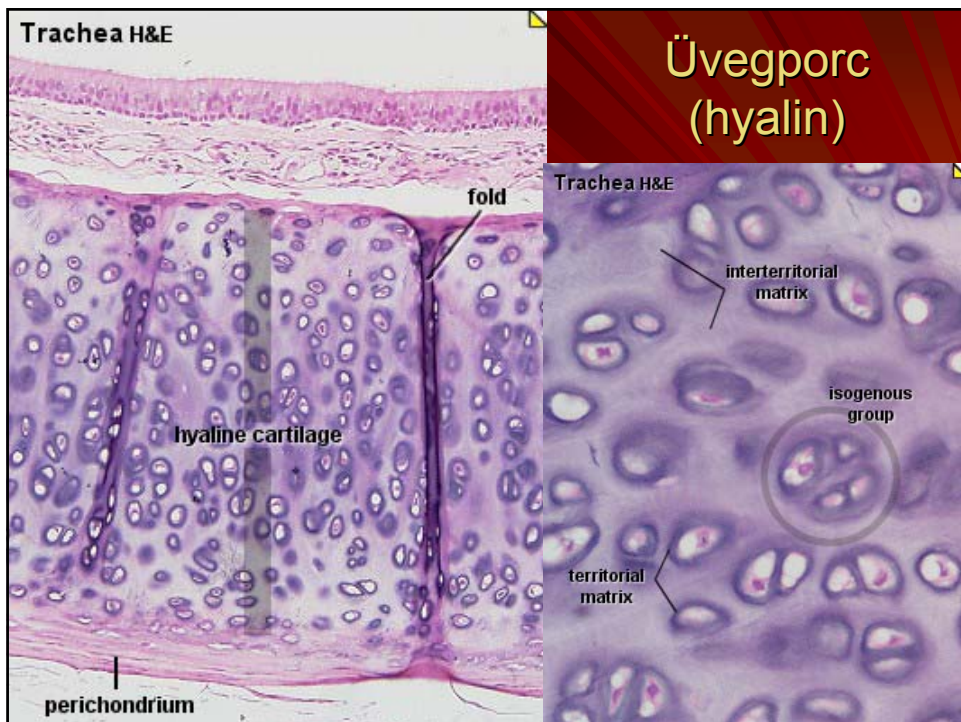
porcos halak, ízületi porc, légcső

■ Elasztikus porc (rugalmas rostos porc)

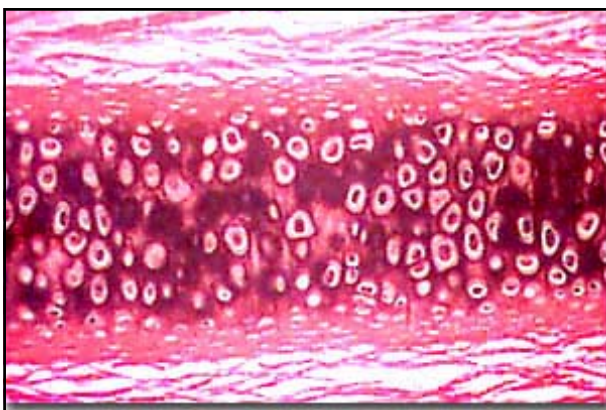
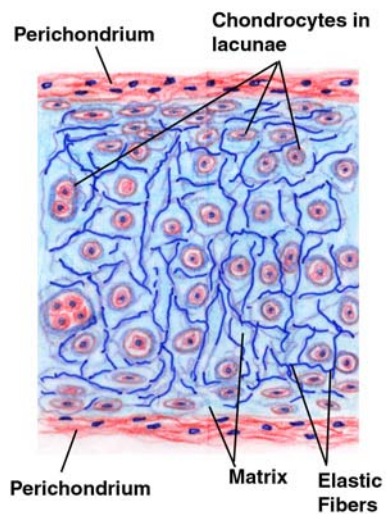
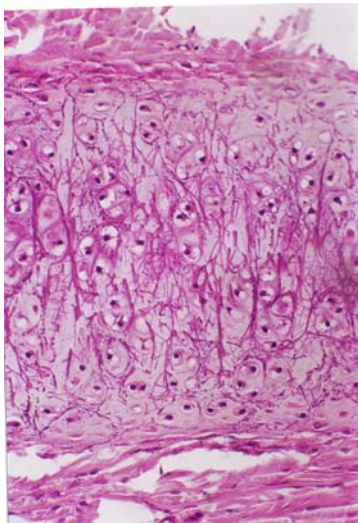
fülkagyló, gégefő

■ (Kollagén) rostos porc

csigolyák közti porckorong

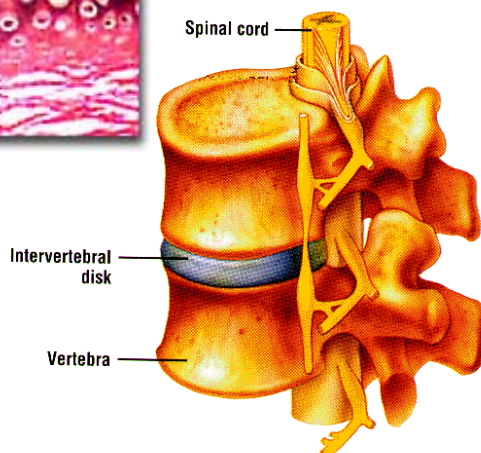


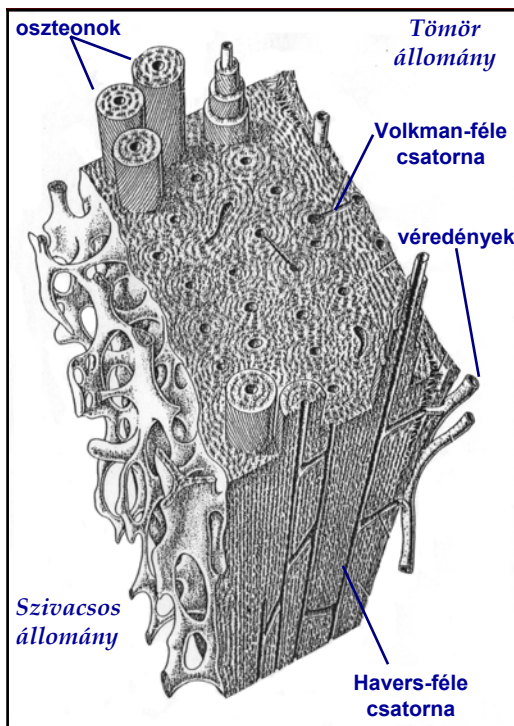
Elasztikus porc



Rostos porc

csigolyák közti porckorong





Csontszövet

■ Sejtközzötti állomány

- szilárdságot adó
kalcium és magnézium sók
- rugalmasságot adó
kollagén rostok, poliszacharidok

■ Csontsejtek

- soknyúlványú sejtek
- osteoblast – csontképző
- osteocyta – csontsejt
- osteoclast – csontfaló



Izomszövetek

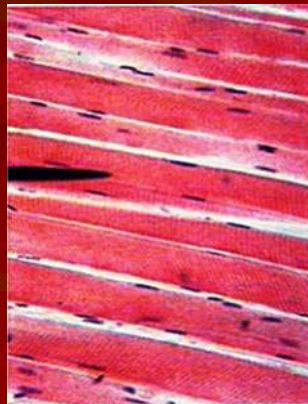
Simaizomszövet

- orsó alakú sejtek
 - nagy centális mag
 - nem fáradékony
- bőrizomtömlő, belső szervek



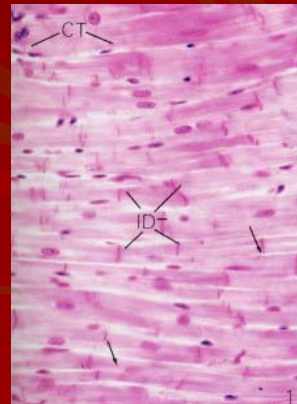
Harántcsíkolt izomszövet

- többmagvú rostok
 - harántcsíkolat
 - akaratlagos működtetés
- vázizmok



Szívizomszövet

- elágazó rostok
 - nem fáradékony
 - akaratától független
- szív



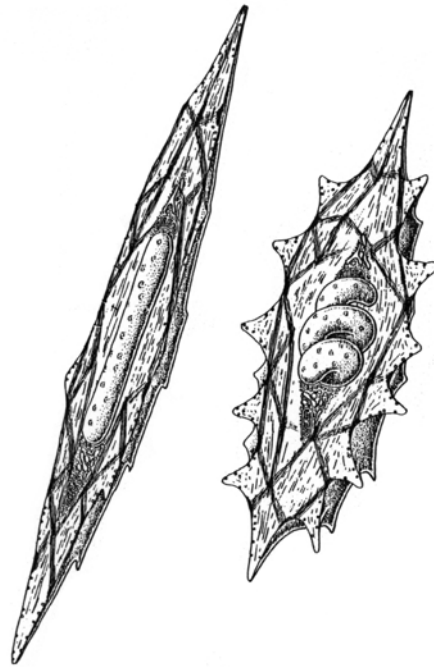
Simaizom

- orsószerű, megnyúlt sejtek
- filamentumok hálózatosan

emésztőkészülék

erek fala

mirigyek

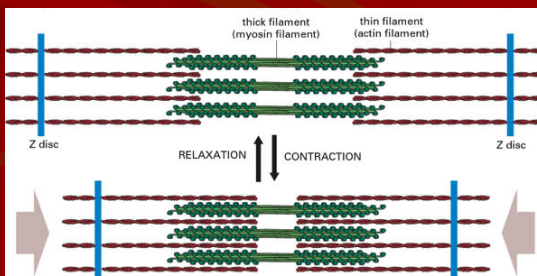
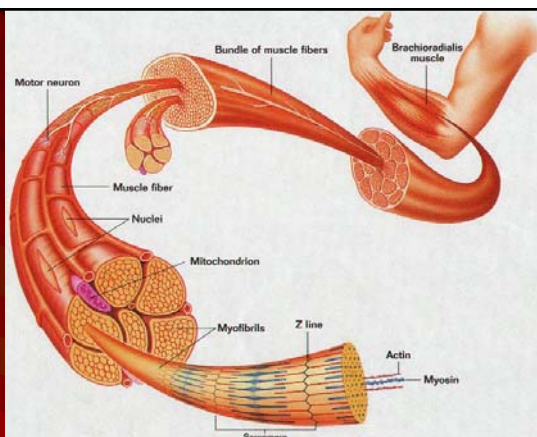
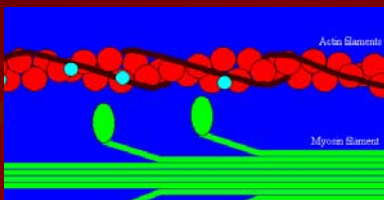


Harántcsíkolt izomszövet

Vázizom

- izomrost → köteg
- összehúzódás

aktin filamentumok elcsúszása
miozin (vastag) filamentumok mentén



Szívizom

- elágazó izomrostok térbeli hálózata
- rostok egymagvú sejtekből állnak
- érintkezés:
Eberth-féle vonalak
- sejtmag a rost közepén

spontán aktivitás + idegi módosítás

