

BIOLÓGIA ALAPJAI

Sejttan

Anyagcsere folyamatok 1. (Lebontó folyamatok)

*(Az ábrák egy része Dr. Lénárd Gábor Biológia 11. c.
könyvéből való)*

Dr. Bakos Vince – 2018/19. ősz



Prokarióták és eukarióták

Karyon = sejtmag pro- = elő/első eu- = valódi/jó/igazi

Alapvető különbség: nincs/van valódi, körülhatárolt sejtmagjuk

Evolúcióban: a prokarióták az ősi, egyszerűbb formák, az eukarióták összetettebbek, később jelentek meg

Prokarióták: a baktériumok, beleértve a fonalas szerkezetű sugárgombákat (Actinomycetales) is, és a kékmoszatok (Cyanobacteriales)

Eukarióták: élesztők, fonalas gombák, protozoák, zöldmoszatok, és az összes többsejtű élőlény



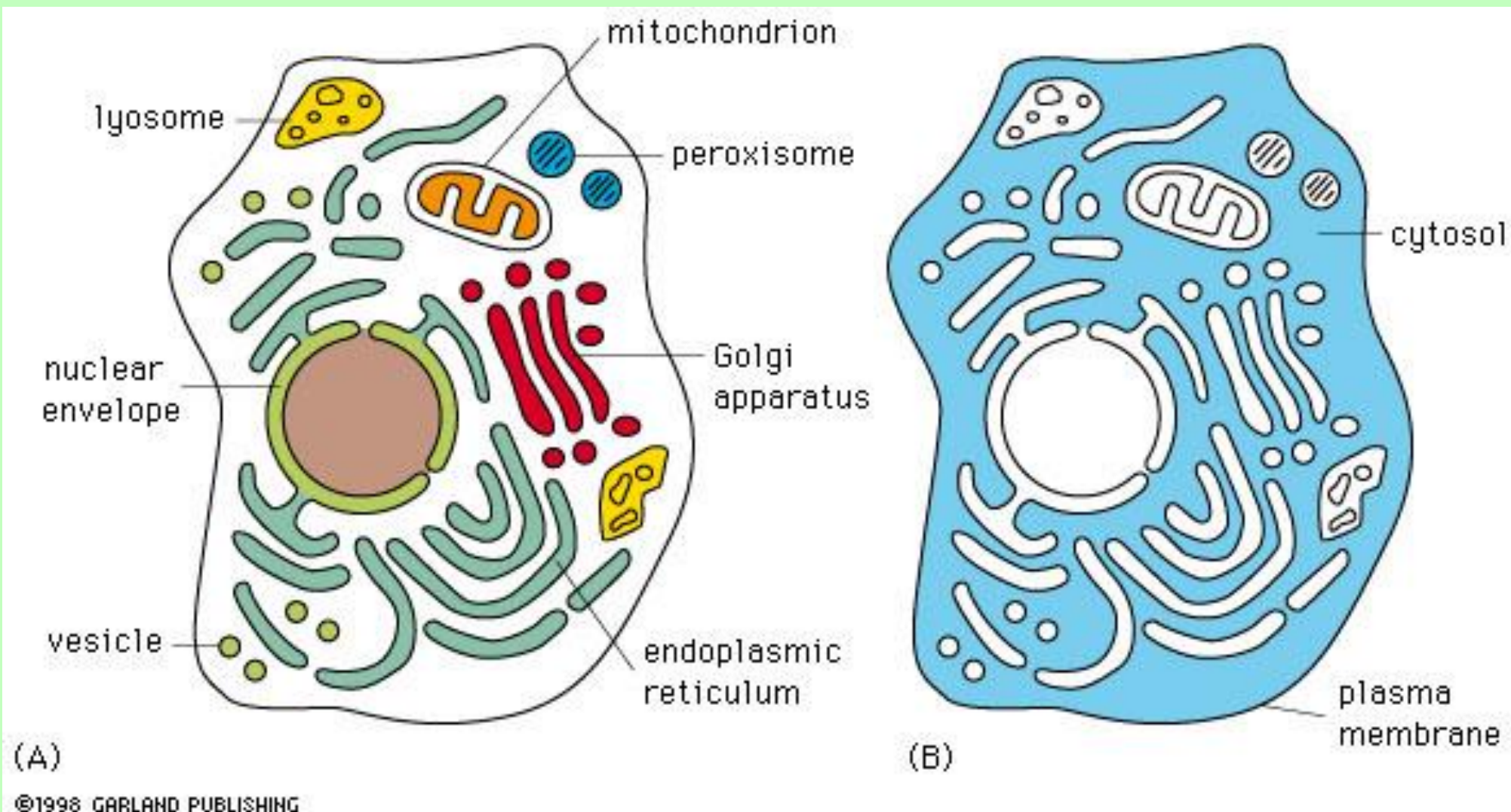
	Prokarióták	Eukarióták
Sejtszerveződés	egysejtű	főleg soksejtű, a sejtek differenciálódtak
Sejtméret	kicsi, 0,2 – 10 μm	nagyobb, 10 – 100 μm
Anyagcsere	aerob vagy anaerob	aerob esetleg fakultatív
Sejtfalak	jellegzetes szénhidrát + peptid térháló	változatos, cellulóz, kitin, szénhidrát, v. hiányzik
Belső membránok	nincsenek	vannak
Organellumok	nincsenek	mitokondriumok, kloroplasztiszok
Kompartimentáció	nem jellemző	jellemző
Citoplazmaáramlás	nincs	előfordul



	Prokarióták	Eukarióták
Genetikai organizáció	Egyetlen gyűrűs DNS molekula szabadon a citoplazmában, vagy egy ponton a membránhoz rögzítve	Kromoszómába organizálódott, hisztonokkal társult DNS, maghártyával körülvéve
Mozgásképeség	Nincs, illetve flagellinből álló csillókkal vagy ostorokkal	Nincs, illetve tubulinból álló csillókkal vagy ostorokkal
Szaporodás	Osztódás, hasadás	Mitózis, meiózis

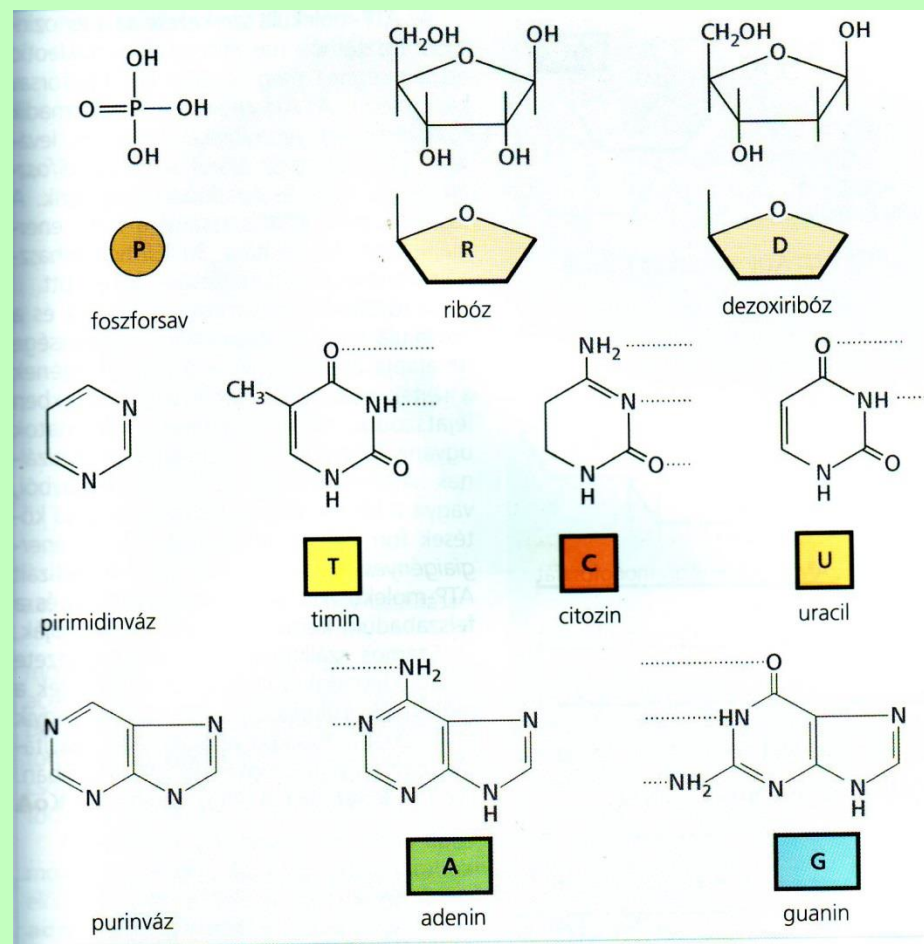
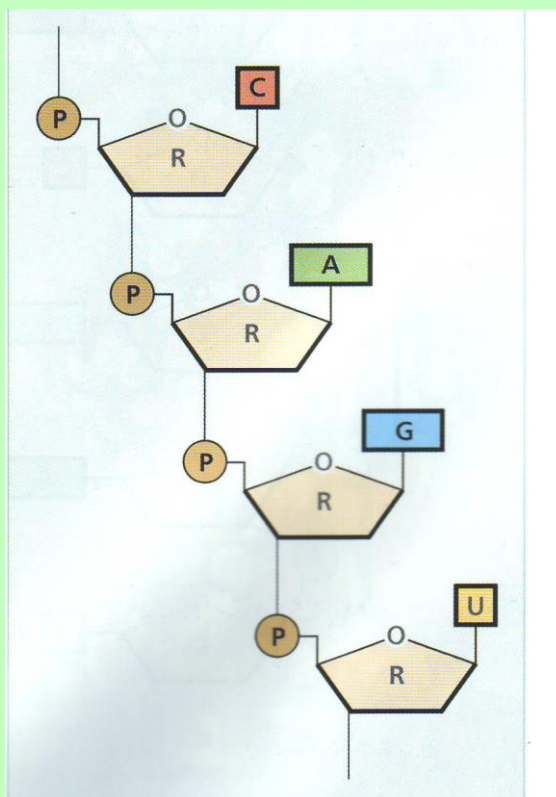


Az eukarióta sejt

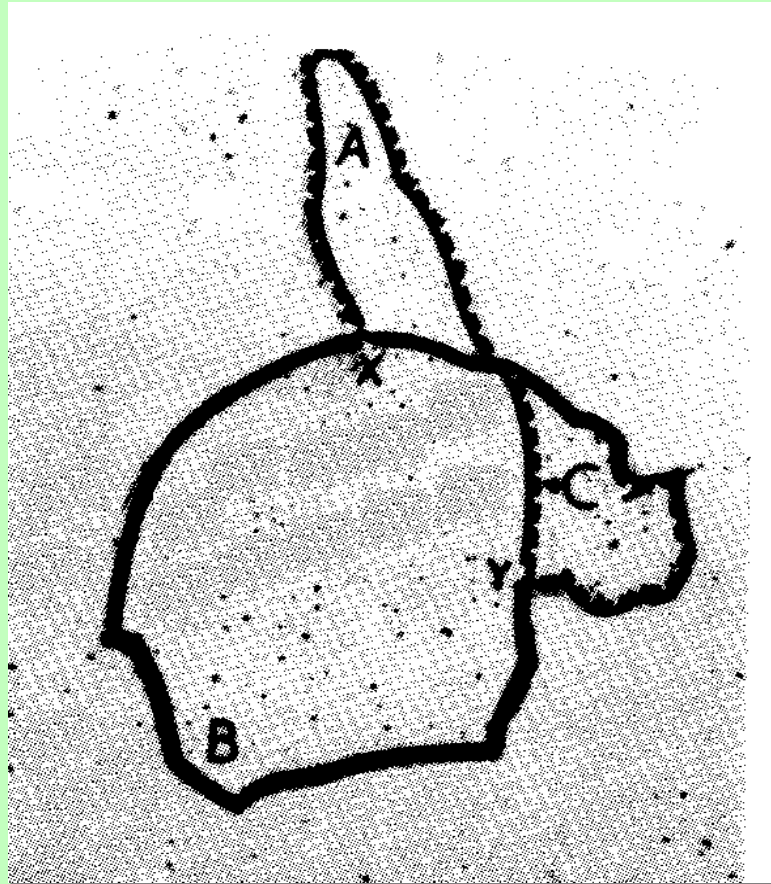


Nukleinsavak

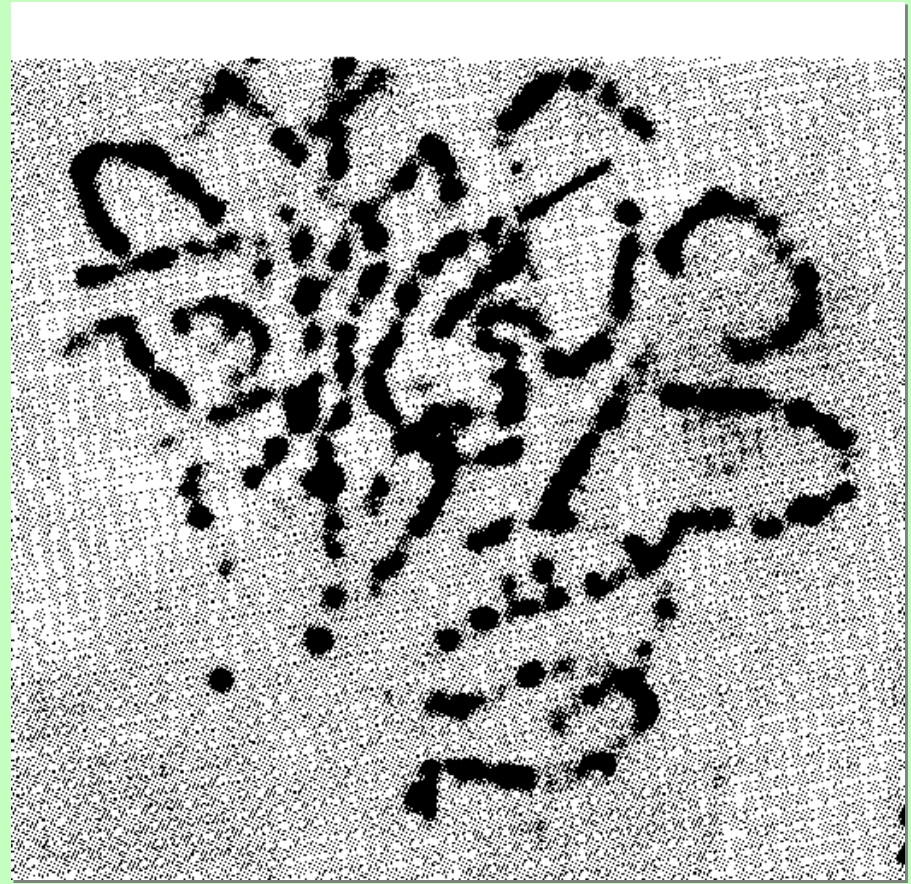
- Előfordulásuk: a genetikai állományban (genom, örökítő anyag), ill. annak transzkripciója (átírás RNS-re) és transzlációja (fehérje szintézis)
- Építőkövei:
 - Nukleotidok:
cukor + nitrogéntartalmú szerves bázis + foszforsav



Prokarióta DNS (*E. coli*) (duplikálódás közben)



Eukarióta DNS (kromoszómák)



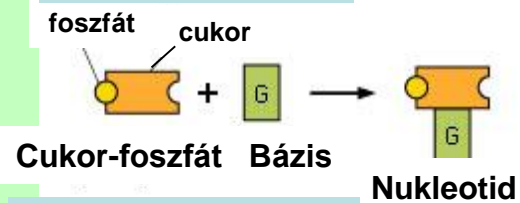
A DNS molekula szerkezete

Sejtalkotók

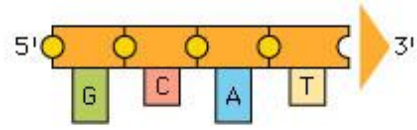
DNS

Igen stabil szerkezet, a kettőshélix szétválásához 95 °C-on kell „főzni”.

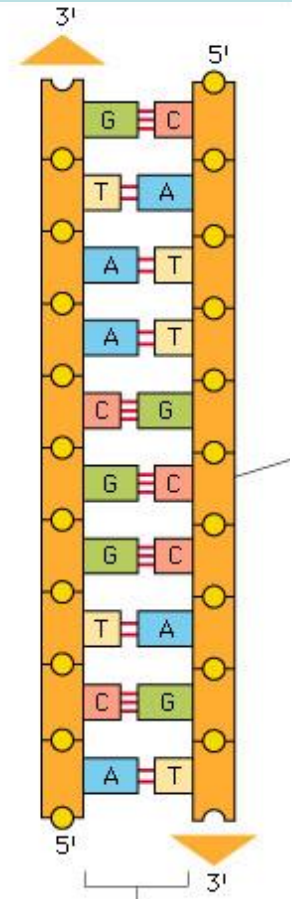
Építőkövek



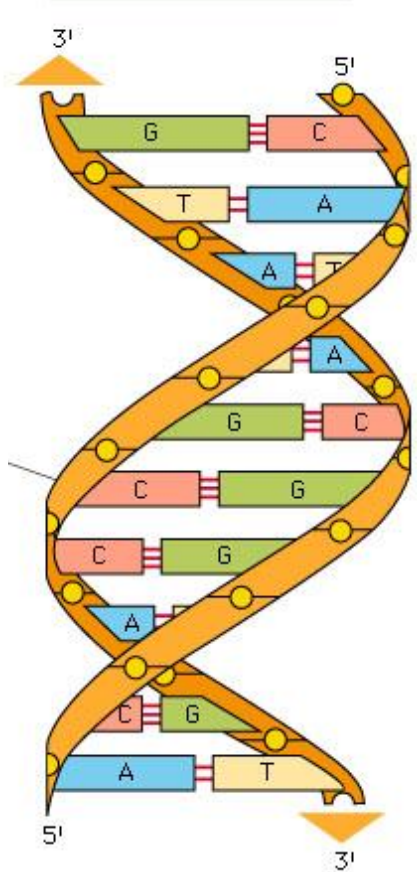
DNS szál



Dupla DNS szál



DNS kettős hélix



Hidrogén kötéssel összetartott bázis párok

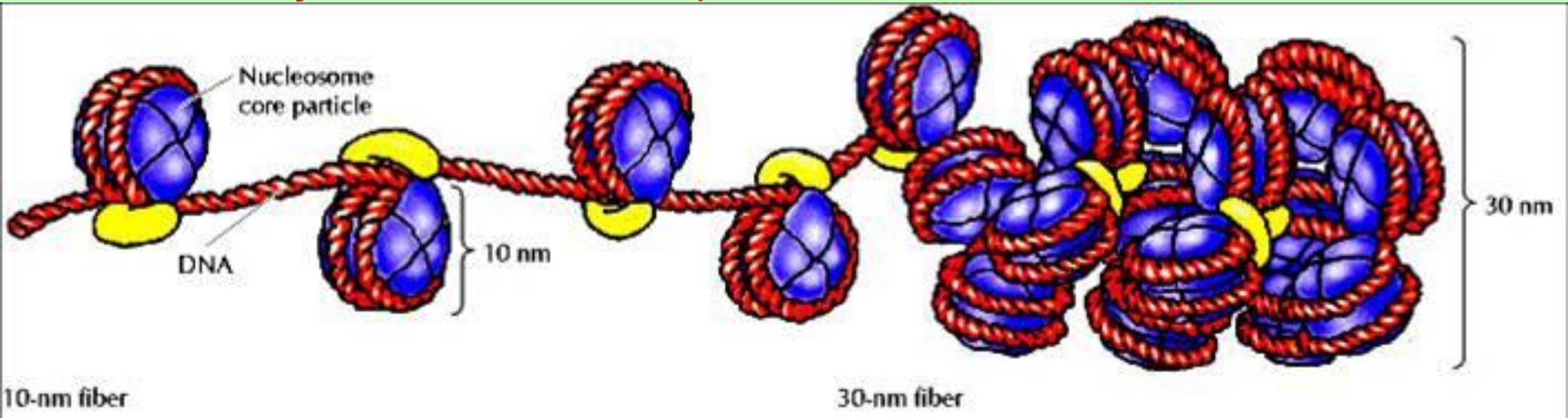
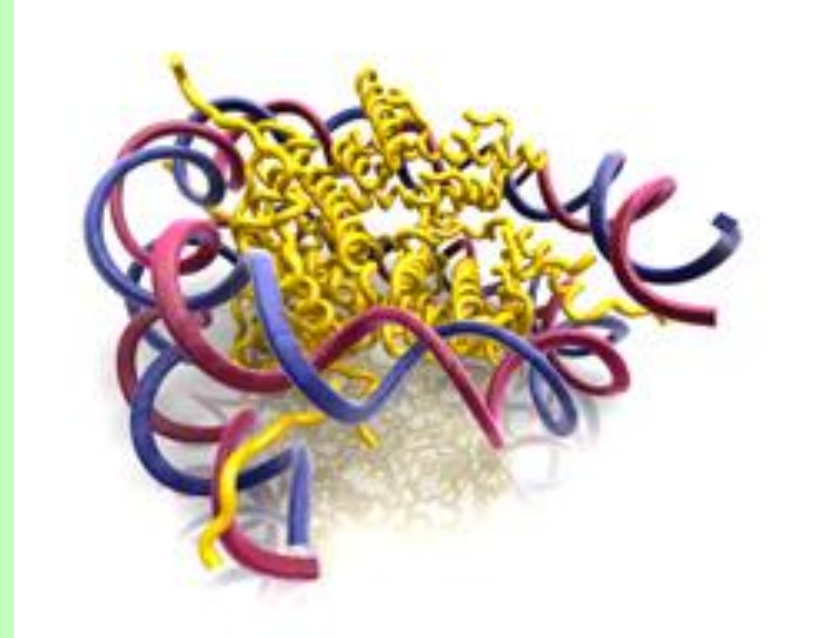


A DNS SZERKEZETE

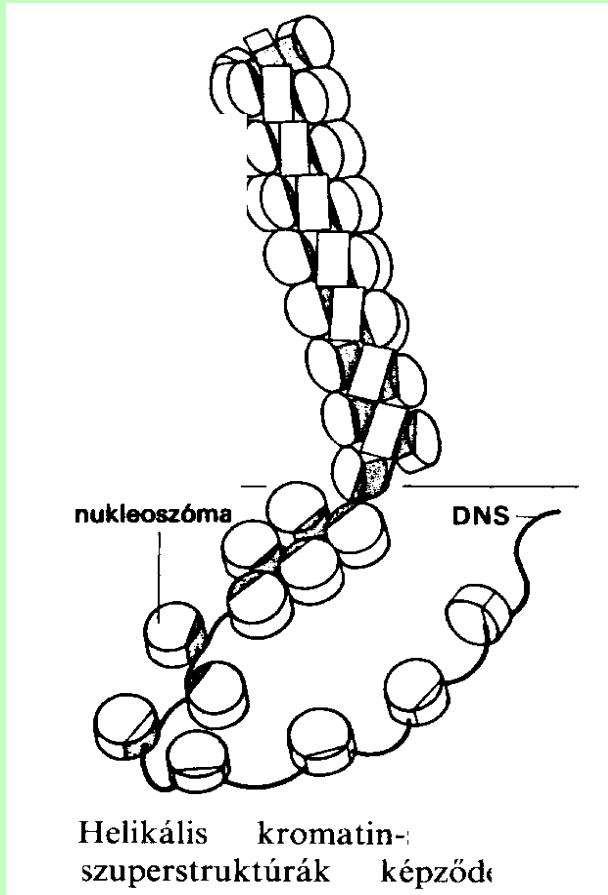
A kromoszómák finomszerkezete:

A DNS gömb vagy korong alakú hisztonokra (bázikus fehérjékre, strukturális fehérje) tekeredik fel. (Vannak nem hiszton fehérjék is.)

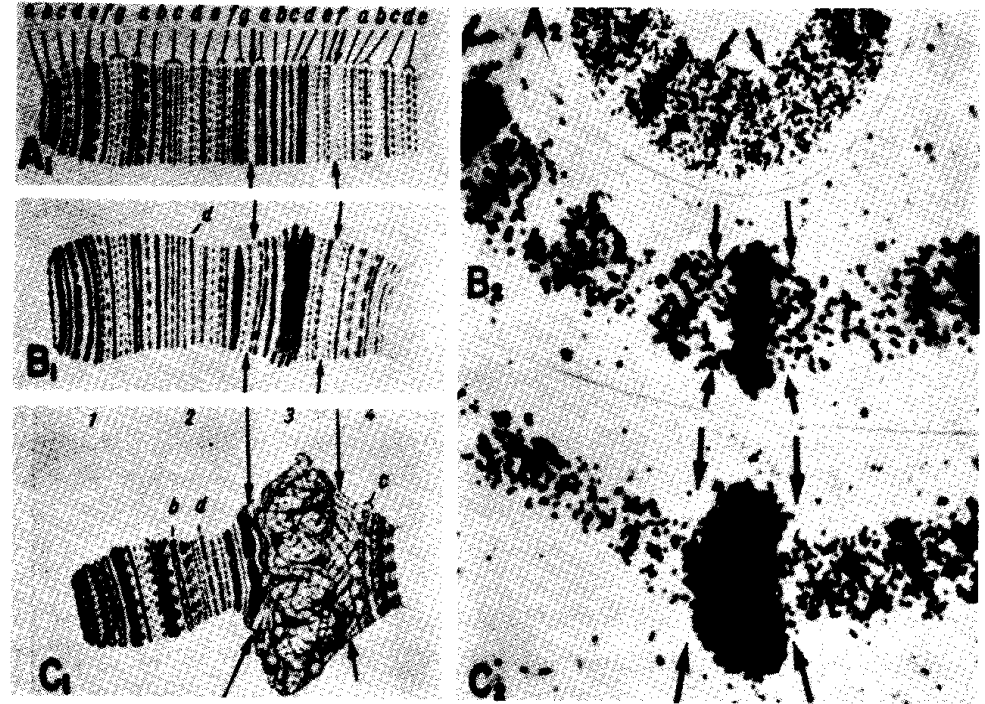
Kromatin: a nukleáris DNS ezen fehérjékkel alkotott komplexe.



A nukleoszómák „gyöngy-sor-kötegeket” alkotnak



Az aktív kromoszómákon gyakran vannak duzzadások, *puffing*-ok. A kromoszóma szerkezete fellazul, a gének hozzáférhetővé válnak



13.14. ábra. A *Rhyacionia angelae* chromosomájának „puffjai” a kialakulás különböző stádiumaiban (A_1 , B_1 , C_1) Feulgen-szerint festve (Pavan és Breuer nyomán, 1952). A_2 , B_2 , C_2 , a chromosoma azonos régiói, azonban H^3 -thymidinnel kezelt lárvákból. A „puffokból” a DNS mennyisége hatalmas mértékben megnövekedett (



A DNS tömörítése

- A DNS feltekert és többszörösen összehajtogatott formában tárolódik a kromoszómákban.
- A DNS szál kb. 50.000-szer hosszabb, mint a kromoszóma

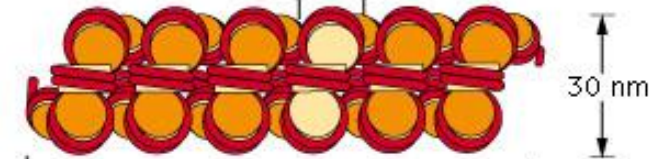
A DNS kettős spirálja



"Gyöngysor" kromatin



Párhuzamos nukleoszóma láncok



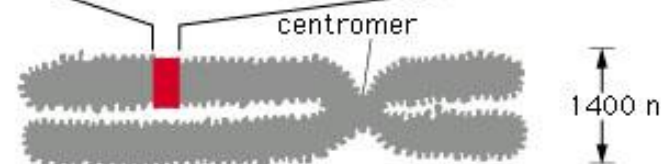
"Kigombolyított" kromoszóma részlet



Tömör szerkezetű kromoszóma részlete



Teljes diploid kromoszóma



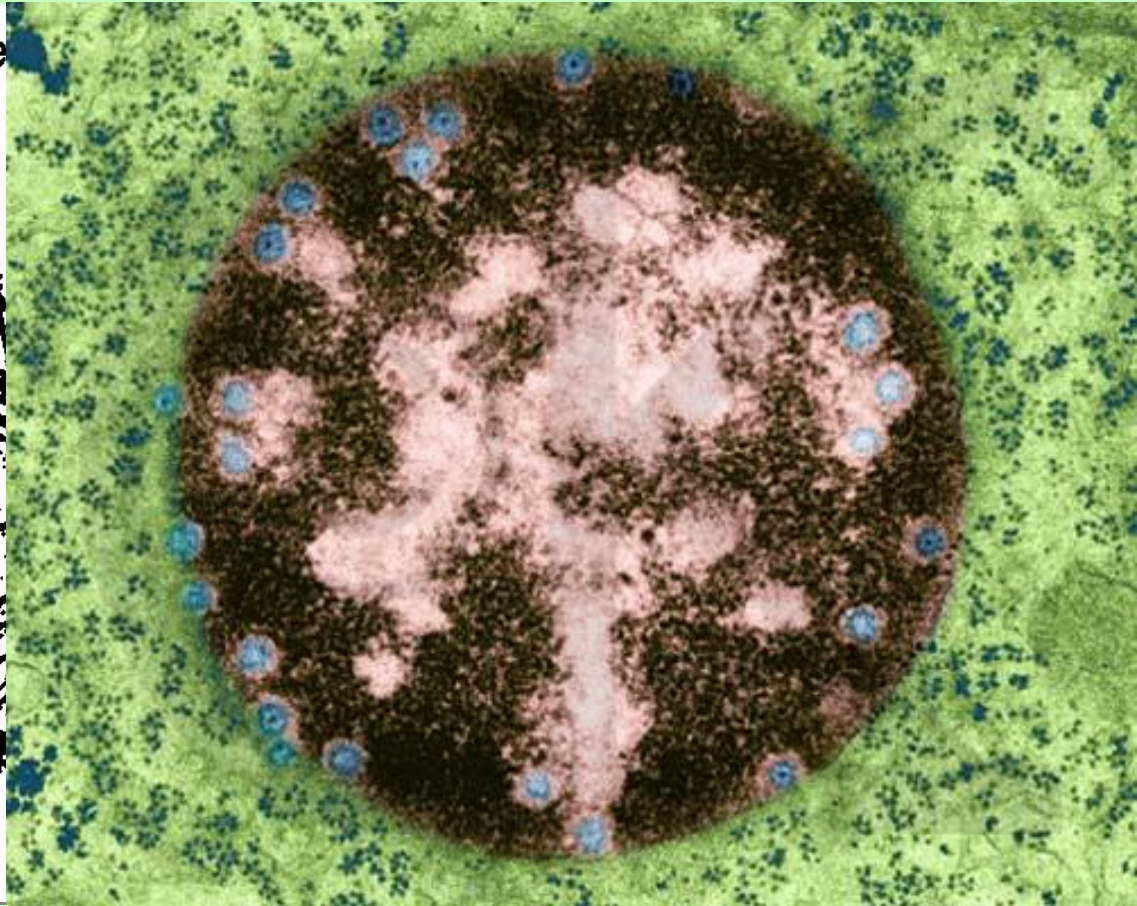
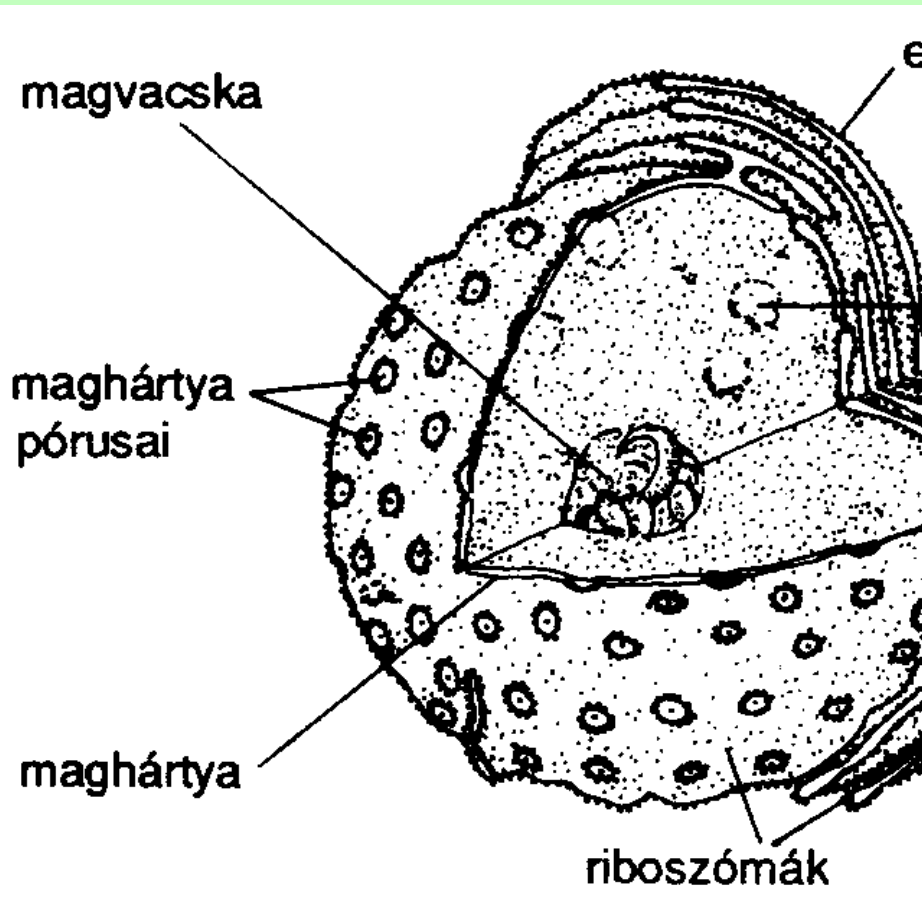
A Genom és feltérképezése

- A kromoszómákban tárolt genetikai információ a genom
- *E. coli*: $4,7 \cdot 10^6$ db nukleotid (cirkuláris DNS)
- Humán genom $6 \cdot 10^9$ nukleotid pár 46 kromoszómában (22 pár autoszóma és 2 szex kromoszóma): 1,9 μm oldalú kocka
- James Watson (amerikai biológus), Francis Crick (angol biofizikus) és Maurice Wilkins (angol biofizikus); 1953.
 - A DNS molekula felépítése, működési alapok leírása (Wilkins)
 - Spirális szerkezet, 2 nm átmérő, egy teljes csavarulat 3,4 nm (Wilkins)
 - Modell (fizikai és kémiai tulajdonságok) (Watson és Crick)
- Genotípus és fenotípus



Sejtmaghártya

- Ezen pórusok, kapuk vannak, amelyeken a mRNS-ek kilépnek a citoplazmába.



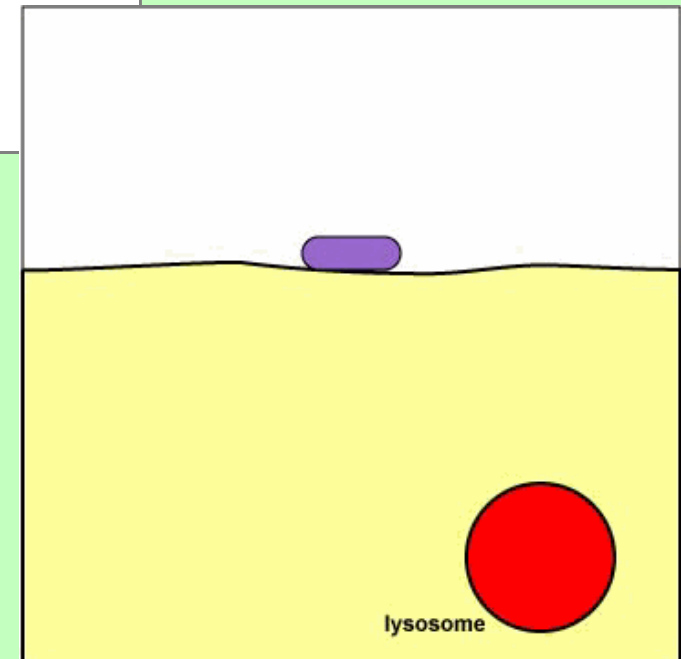
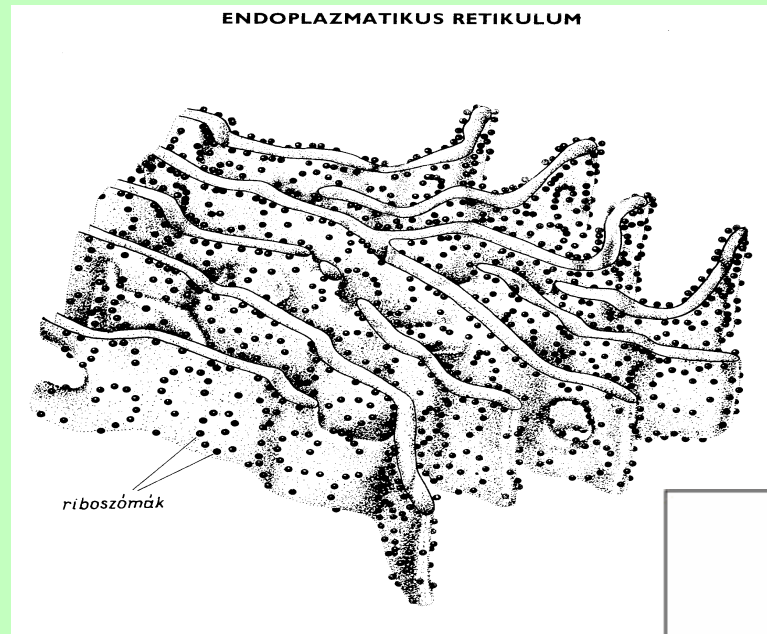
Endoplazmatikus retikulum

- A citoplazmában levő „hálózat”. Egy (összegyűrt) zsákra hasonlít, aminek külső és belső tere van.
- Nagy felületet alkot a sejtben. Felületén szemcsék találhatóak = durvaszemcsés endoplazmatikus retikulum, DER.



Durvaszemcsés endoplazmás retikulum, DER

- Szemcsék:
- Riboszómák:
fehérjeszintézis
- Lizoszómák:
hidrolitikus
reakciók
- Peroxiszómák:
szabadgyökös
reakciók



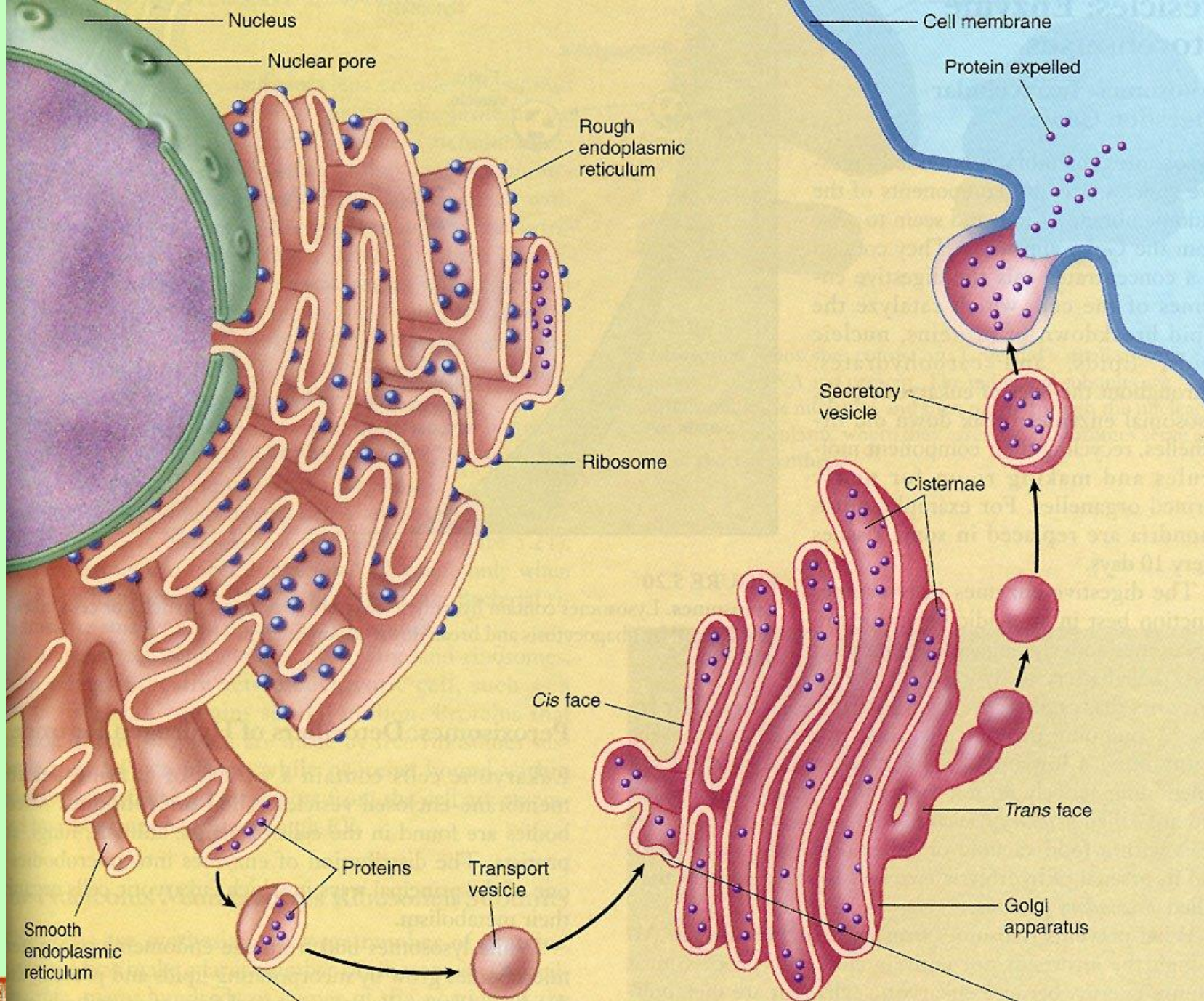
A DER és a Golgi komplexum

Golgi: ez is lapos membrán-zsákok réteges sorozata
(Camillo Golgi: sejtmetszeteket festett és fénymikroszkóppal vizsgált)

Anyagtranszport: vezikulákban (kisebb, lipidmembránnal körülvett folyadékcsseppekben) fogadja a DER-ből az anyagokat, átalakítja, majd kilépteti a sejtbe.

Egyes vezikulák elhagyják a sejtet is - exocitózis





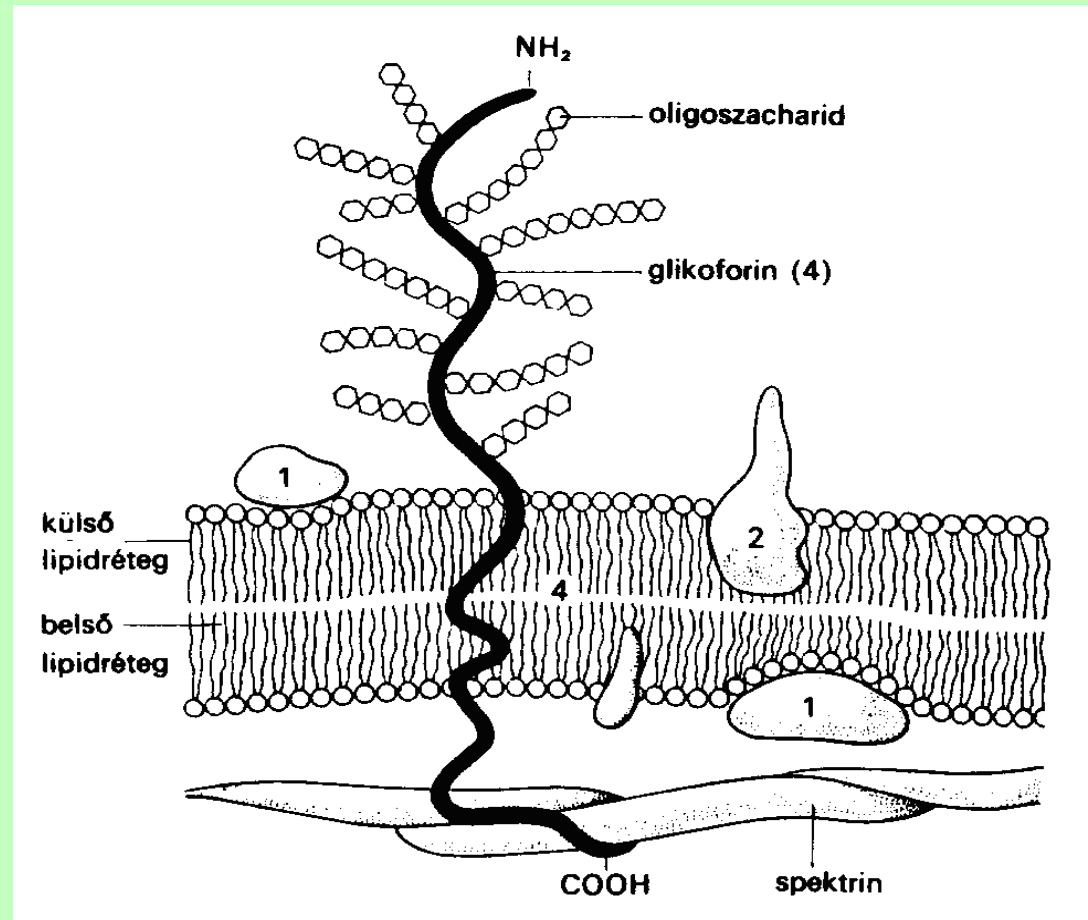
http://www.fredonia.edu/bio241/images/5.19_ER_and_Golgi.jpg



A vörös vérsejtek membránja

Hordozza a vércsoport- és immuntulajdonságokat

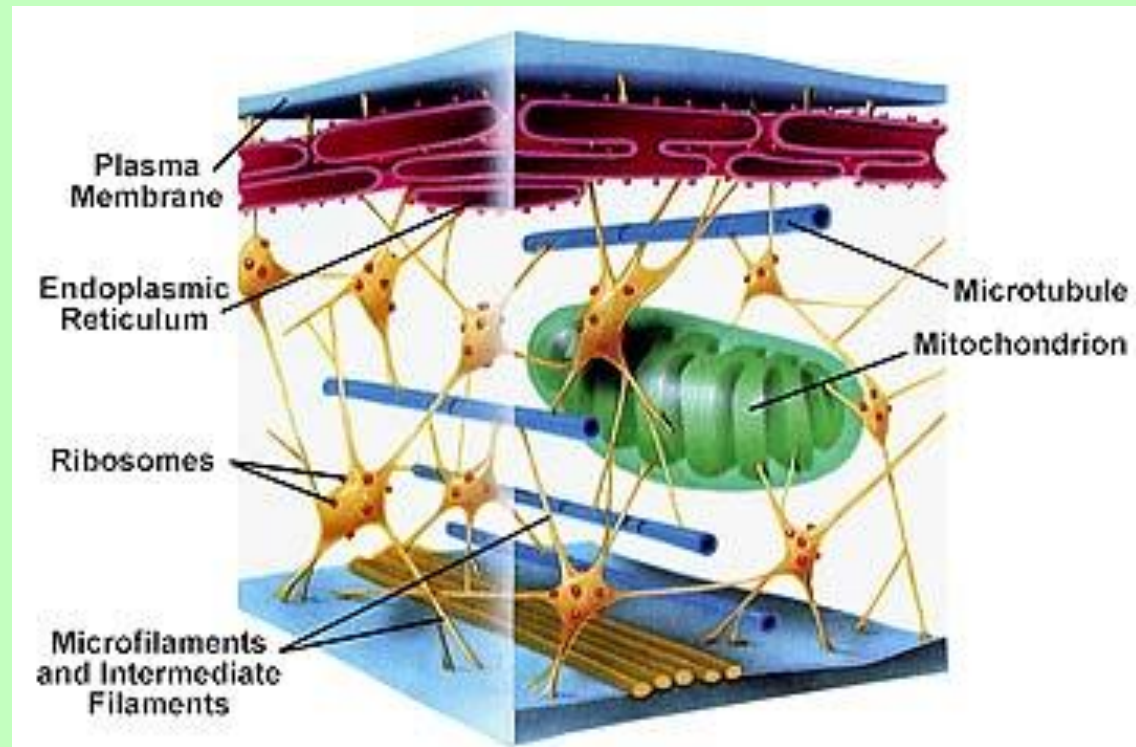
Fehérje alapláncon szénhidrát oldallán-cok



Citoplazma

Nem egyszerűen folyadék, szerkezete van és bizonyos mértékig rugalmasan alaktartó. Inkább *gélszerű*.

(Gélek: vannak olyan makromolekulák – fehérjék, szénhidrátok – amelyek oldatban térhálós szerkezetet hoznak létre, ezzel megfogják a folyadékot. Kvázi-szilárd, kissé rugalmas, könnyen deformálható – kocsonya, puding, zselé)



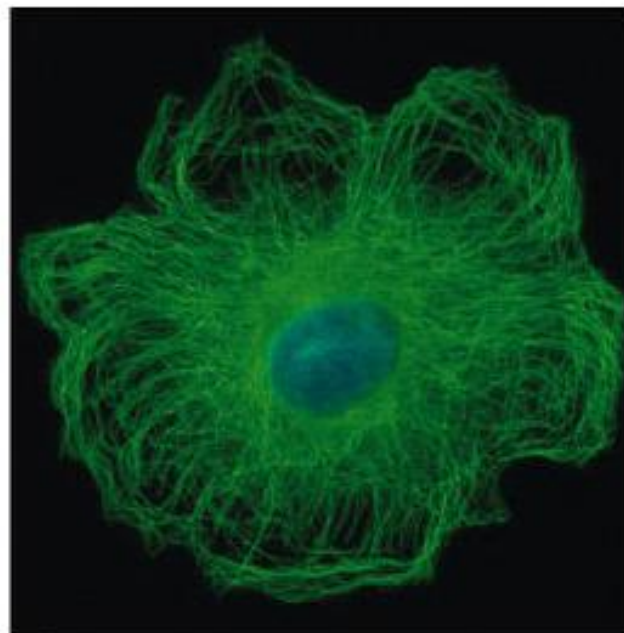
Citoszkeleton, a sejt váza

A citoplazmában fehérje fonalak/csövek biztosítják a tartást és (esetenként) a mozgatót.



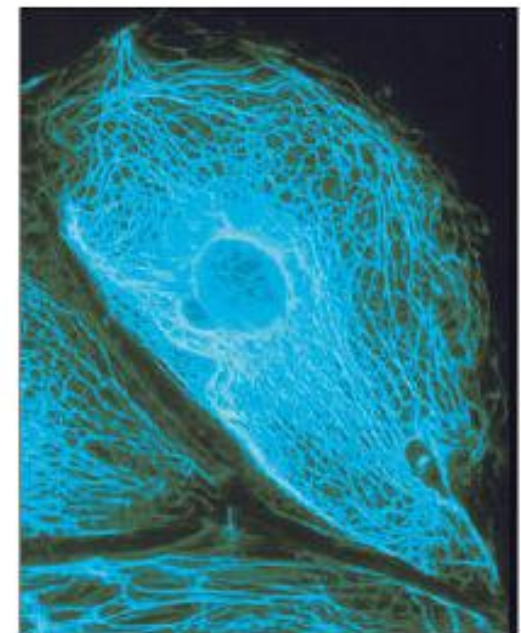
(A) 50 μm

aktin



(B)

mikrotubulus



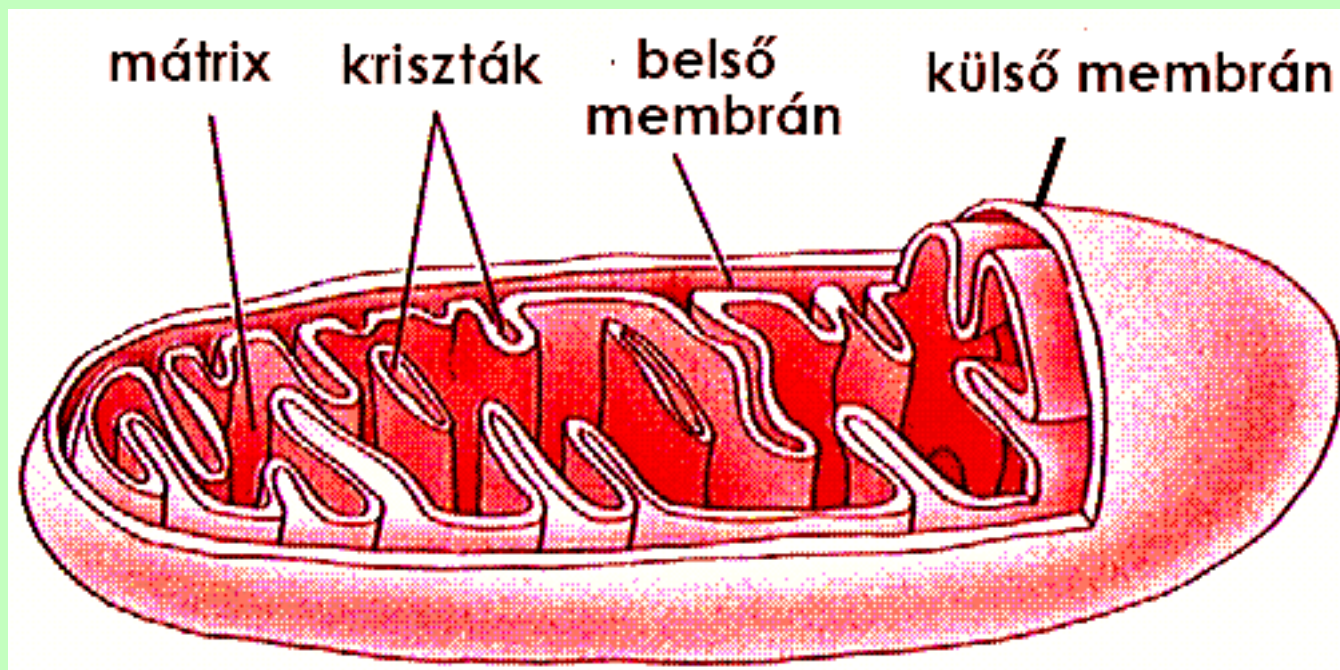
(C)

intermedier filament



MITOKONDRIUMOK – szerkezet 1.

- Jól észlelhető hosszúkás szemcsék
- Több ezer/sejt
- Csak eukariótákban



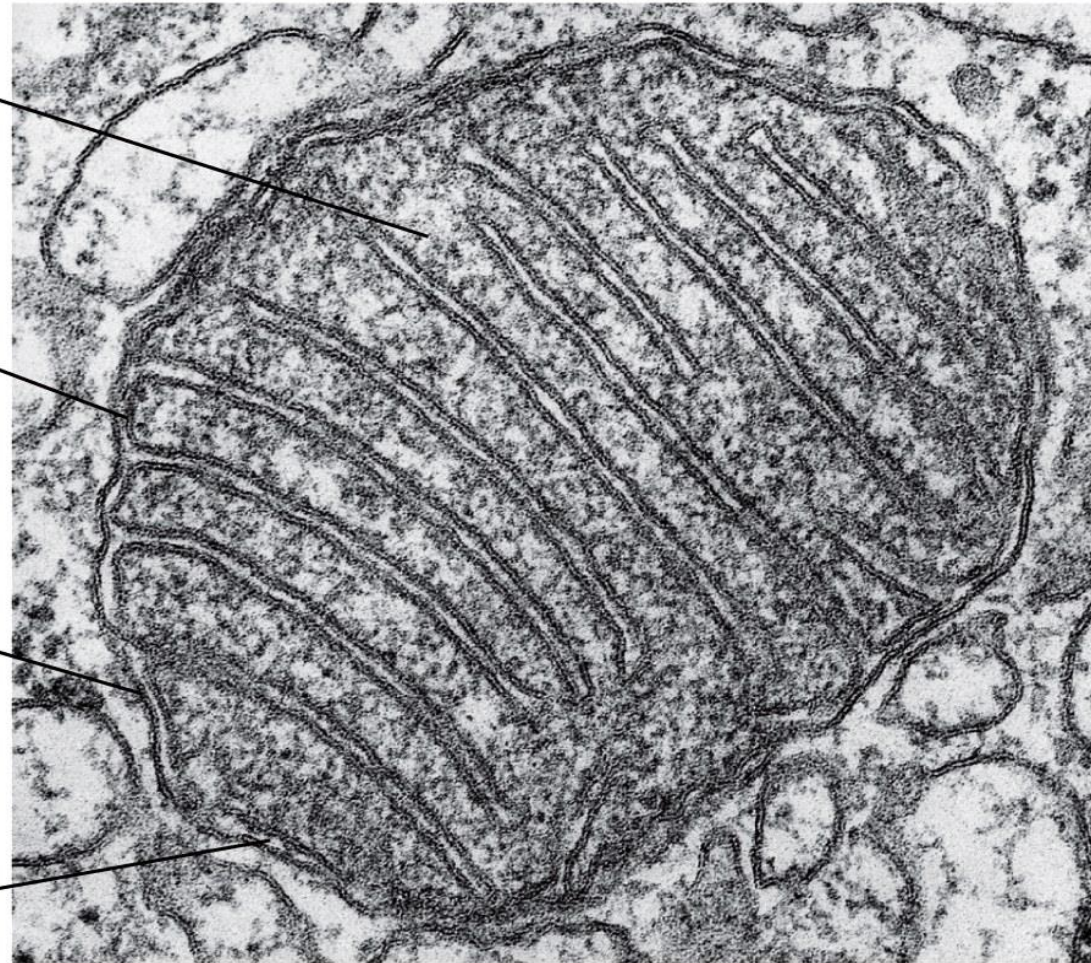
MITOKONDRIUMOK – szerkezet 2.

Matrix. This space contains a highly concentrated mixture of hundreds of enzymes, including those required for the oxidation of pyruvate and fatty acids and for the citric acid cycle.

Inner membrane. Folded into numerous cristae, the inner membrane contains proteins that carry out the oxidation reactions of the electron-transport chain and the ATP synthase that makes ATP in the matrix.

Outer membrane. Because it contains a large channel-forming protein (called porin), the outer membrane is permeable to all molecules of 5000 daltons or less.

Intermembrane space. This space contains several enzymes that use the ATP passing out of the matrix to phosphorylate other nucleotides.



100 nm



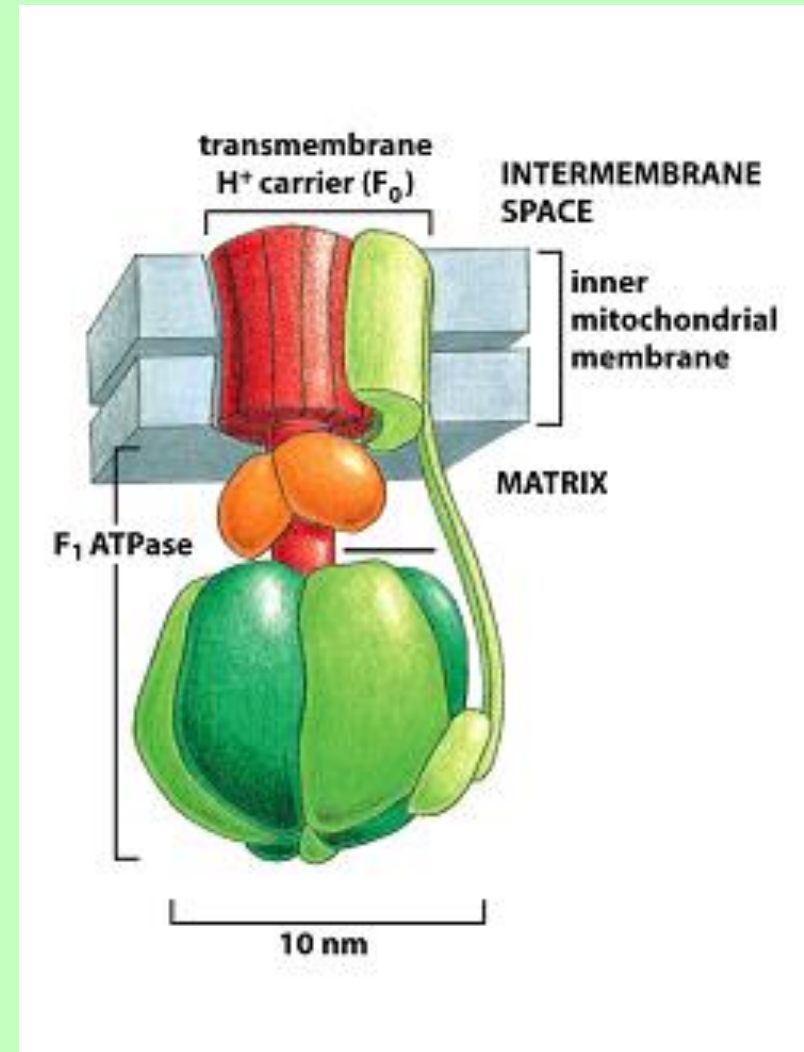
MITOKONDRIUMOK – szerkezet 3.

A belső membránt „pecsétnyomó”
alakú egységek alkotják

Kb. 80 % fehérje, kevés lipid

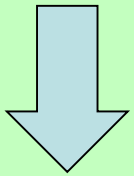
Energia átalakító enzimrendszer

A membrán két oldala között kon-
centráció- és elektromos potenci-
álkülönbség van: kemiozmotikus
rendszer

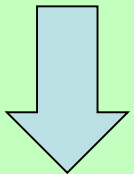


ANYAGCSERE FOLYAMATOK

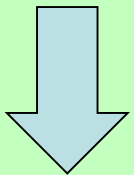
Makromolekulák (pl. szénhidrátok, zsírok, fehérjék)



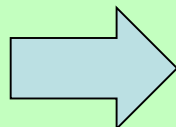
Építőkövek (pl. cukrok, zsírsavak, aminosavak)



Glikolízis / Zsírsavak β -oxidációja / Aminosav lebontás



Acetil-CoA



Citrát ciklus



Terminális oxidáció



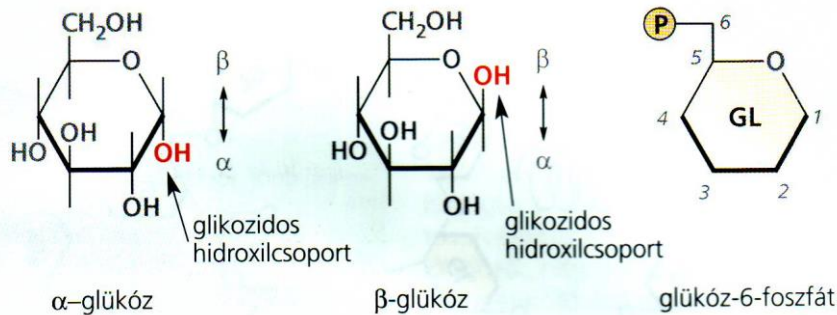
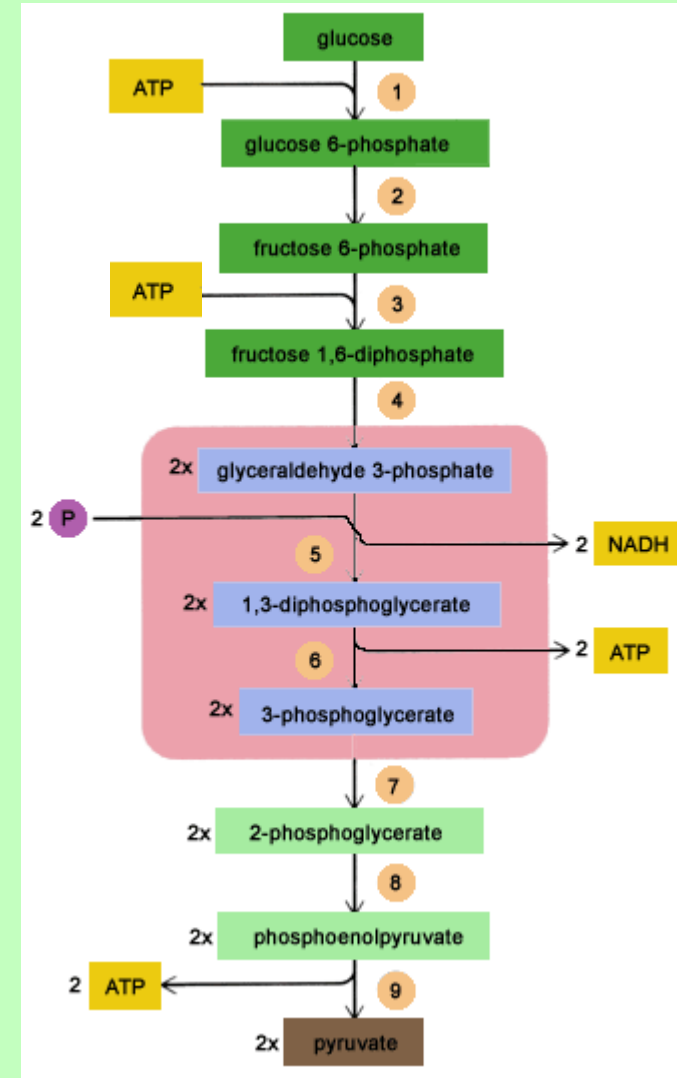
A citoplazma legfontosabb biokémiai folyamata a **GLIKOLÍZIS**

Energiatermelő folyamat, aerob és anaerob körülmények között egyaránt végbemegy

A folyamat mérlege:

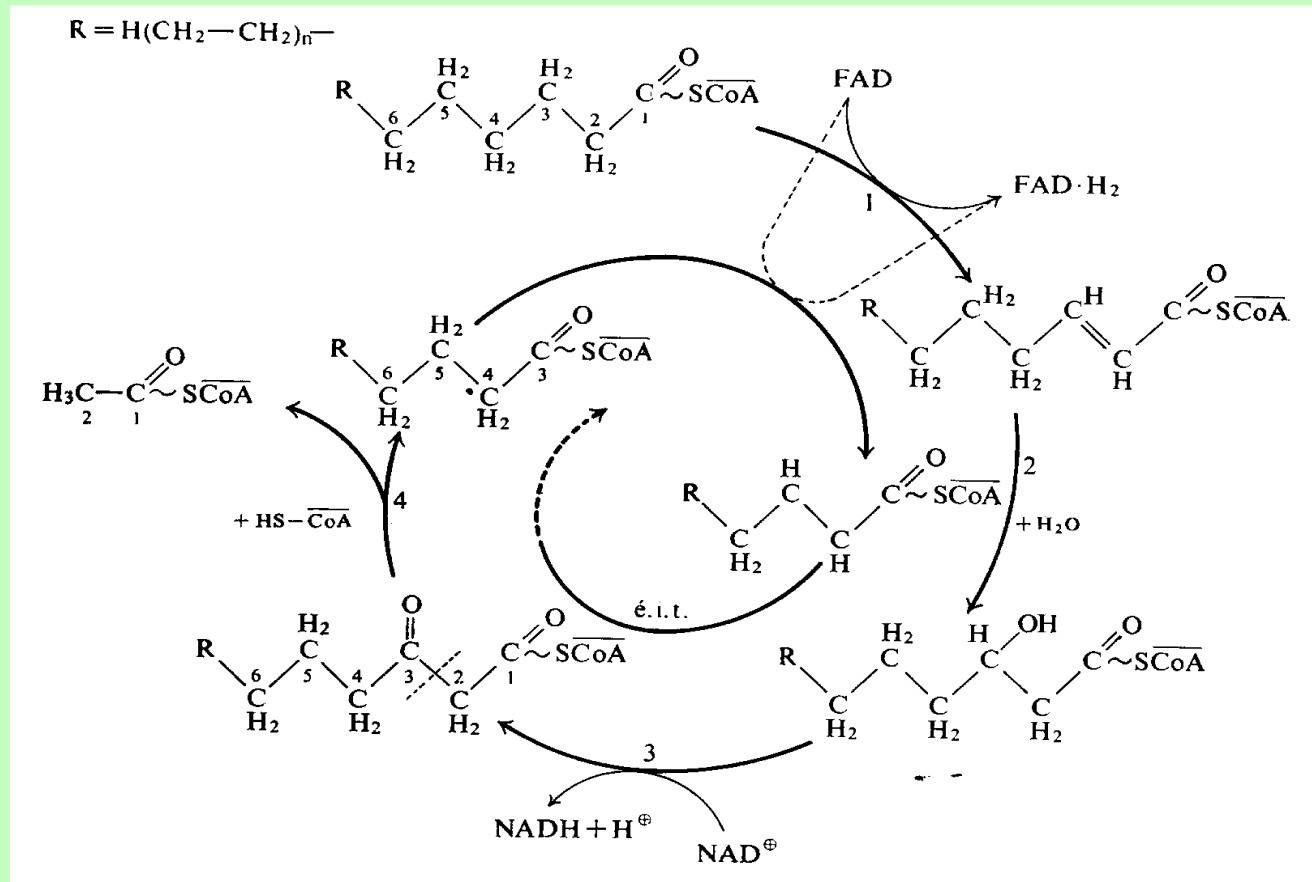
-2 ATP +4 ATP =

+2 ATP/molekula glükóz



A zsírsavak β -oxidációja

A zsírsavak lebontásánál a reakció a második (β) szénatomon kezdődik. Az ismétlődő reakciósor mindig két szénatomos (acetil-) egységeket hasít le a láncból, amíg az el nem fogy.



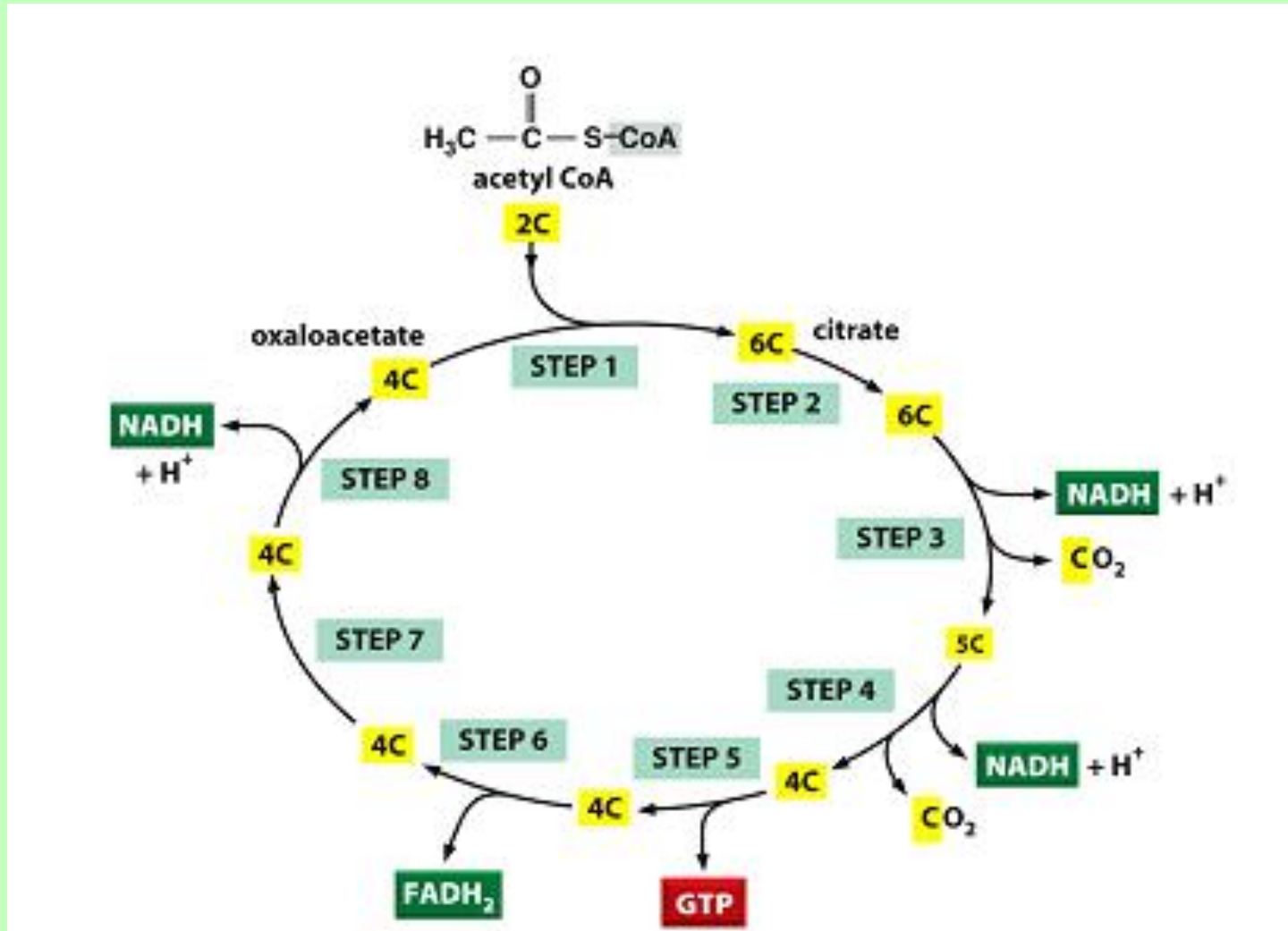
Aminosavak lebontása

- Az extracelluláris térből aktív transzporttal a sejtbe jutó aminosavak felhasználódnak fehérjék, peptidek bioszintéziséhez.
- Az aminosavak részt vesznek egyéb nitrogén-tartalmú vegyületek bioszintézisében (koenzimek, purin és pirimidinvázis vegyületek, hormonok)
- Dekarboxilezéssel biogén aminok keletkeznek.
- Az aminocsoport lehasadása után szénláncuk a lipid- és szénhidrát-anyagcsere folyamatokba kapcsolódhat be (citrátkörön keresztül)
- A sejtek ketosavaiból transzaminálással más aminosavak keletkeznek.
- Az aminosavak egymásba alakulásukkal endogén aminosavak (nem eszenciális) szintézisében is részt vehetnek.
- A lehasadó ammónia és szén-dioxid karbamiddá alakulva ürül ki a szervezetből.



CITRÁTKÖR

A körfolyamat egyrészt NADH-t termel, másrészt szerves savakat a sejtépítéshez.



Hol?

CITOPLAZMÁBAN:

- Glikolízis

A MITOKONDRIUM MÁTRIX TERÉBEN:

- Citrát-kör
- Zsírsavak β -oxidációja

A MITOKONDRIUM BELSŐ MEMBRÁNJÁBAN

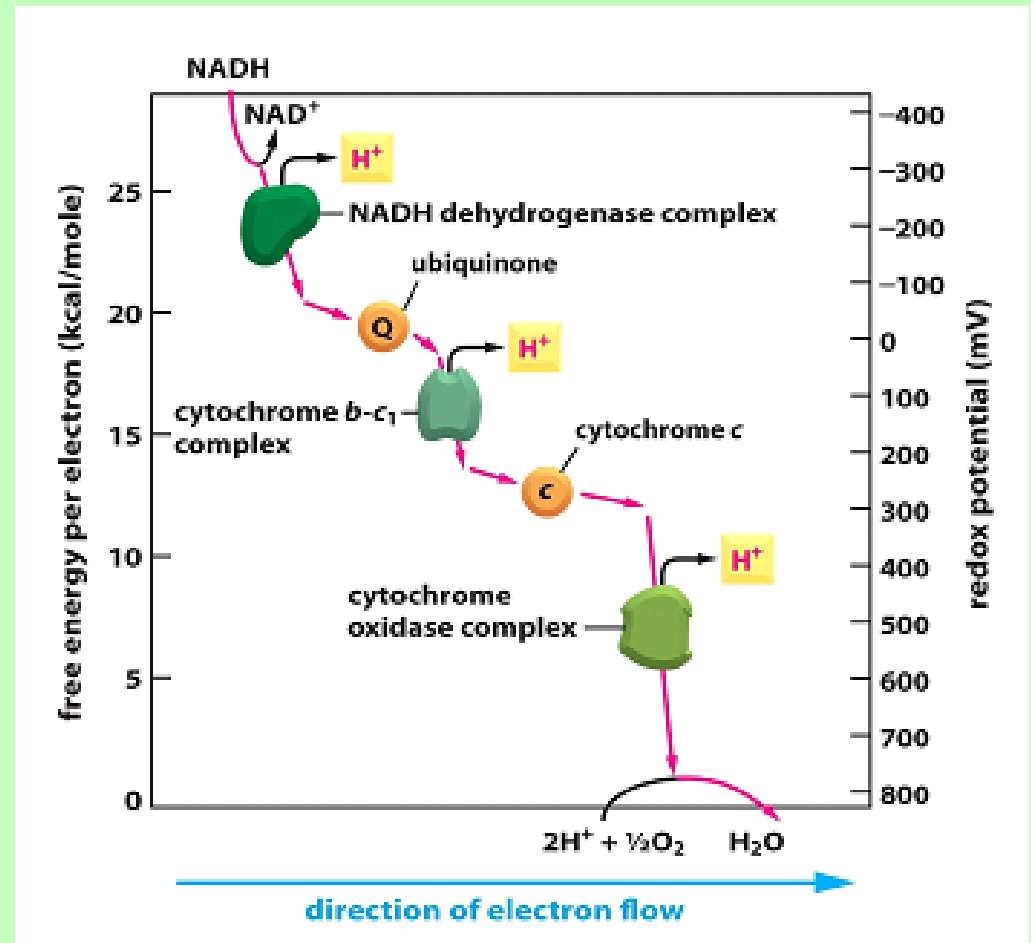
- Terminális oxidáció



Terminális oxidáció 1.

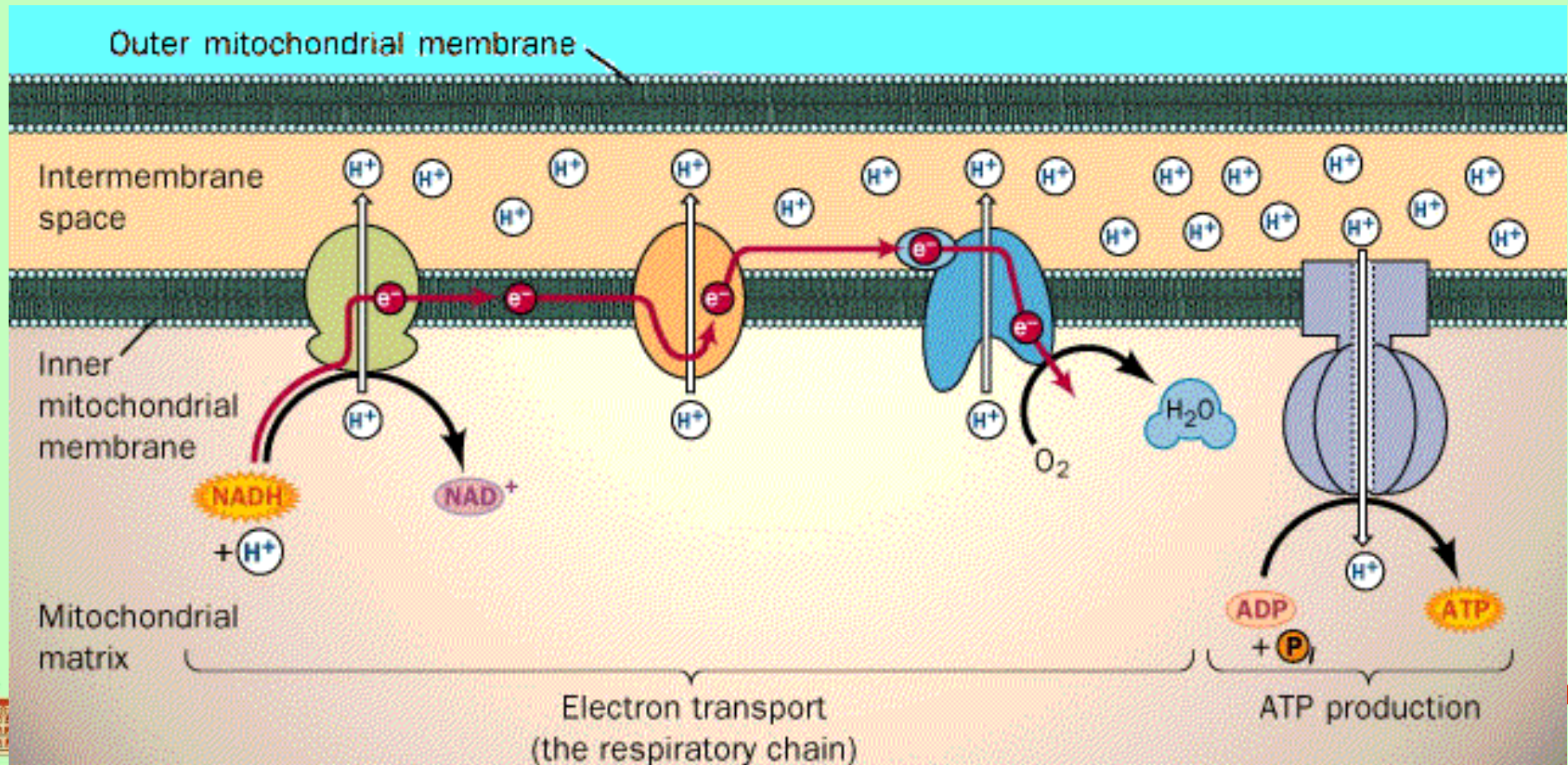
A koenzimekhez kötött hidrogén és a molekuláris oxigén reakciója igen heves és nagy energiaszabadulással jár (durranógáz reakció)

A terminális oxidáció ugyanezt több lépésben, kisebb energiaváltozásokkal, alacsony hőmérsékleten valósítja meg



Terminális oxidáció 2.

Az egyes reakció lépések energiája ATP szintézist tesz lehetővé. Az egyes enzimek (citokrómok) olyan redox rendszereket alkotnak, amelyek egymásnak adják az elektronokat.



A glükóz-lebontás mérlege

1 molekula glükóz lebontása során összesen nyerhető:

GLIKOLÍZIS: 2 ATP
 4 NADH+H⁺ } 14 ATP

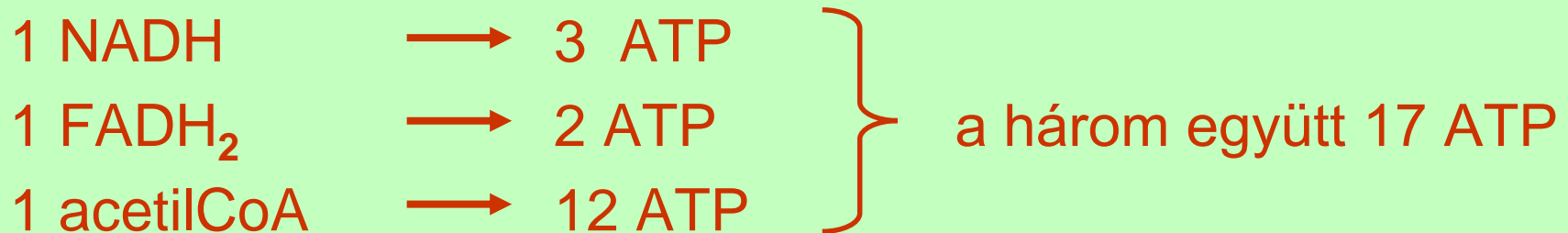
CITRÁTKÖR: 1 GTP
 3 NADH+H⁺ } 2*12 ATP (2 AcCoA!)
 1 FADH₂

ÖSSZESEN: 38 ATP



A zsírsavak β -oxidációja

A zsírsavak lebontásánál a reakció a második (β) szénatomon kezdődik. Az ismétlődő reakciósor mindig két szénatomos (acetyl-) egységeket hasít le a láncból, amíg az el nem fogy.



Egy 6 szénatomos cukorból 38 ATP keletkezik.

Zsíroknál egy 6 szénatomos darabból $3 \cdot 17 = 51$ ATP lesz.

