

A BIOLÓGIA ALAPJAI

Környezetmérnök és műszaki menedzser hallgatók számára

2 + 0 + 0 óra, félévközi számonkérés

2 ZH: november 5, december 3

Előadó: dr. Bakos Vince

Elérhetőség: CH épület, alagsor 32, tel: 463-1243

vbakos@mail.bme.hu

Írásos segédanyagok találhatóak a:

<http://oktatas.ch.bme.hu/>

oktatas/konyvek/mezgaz/biologia

címen



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

1

A tananyag felépítése:

Sejtani alapok:

a sejtek típusai,
sejtalkotók,
a fő biokémiai folyamatok

Biológiai szabályozás:

az enzimműködés szabályozása,
genetikai szabályozás, génmani-
puláció,
emberi hormonális szabályozás,
az idegsejtek működése

Az egyes szervek/szerv- rendszerek biokémiai működése

emésztés, felszívódás
a máj és az epe
a vese
az izomműködés
a vér

Testidegen anyagok mozgá- sa a szervezetben, farmako- kinetika



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

2

I. Prokarióták és eukarióták

Karyon = sejtmag pro- = elő/első eu- = valódi/íj/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 kékoszatok (Cyanobacterales)

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



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

3

	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	mitochondriumok, kloroplasztiszok
Kompartmentáció	nem jellemző	jellemző
Citoplazmaáramlás	nincs	előfordul



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

4

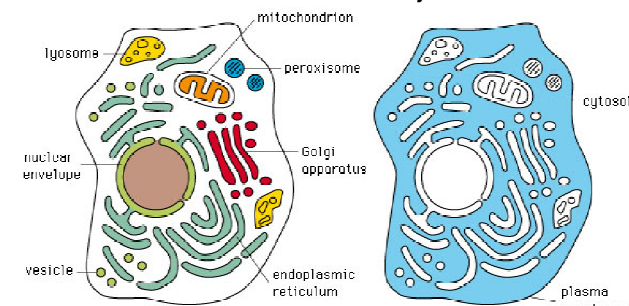
	Prokarióták	Eukarióták
Genetikai organizáció	Egyetlen gyűrűs DNS molekula szabadon a citoplazmában, vagy egy ponton a membránhoz rögzítve	Kromoszómába organizálódott, hisztonokkal társult DNS, maghártyával körülveve
Mozgásképeség	Nincs, illetve flagellinból álló csillókkal vagy ostorokkal	Nincs, illetve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



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

5

Az eukarióta sejt



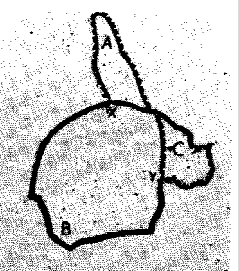
(A) EYRES ORLANDO PUBLISHING



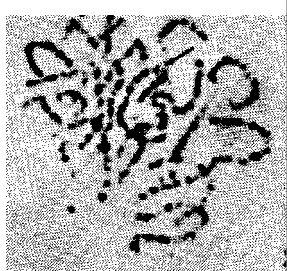
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

6

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



**Eukarióta DNS
(kromoszómák)**

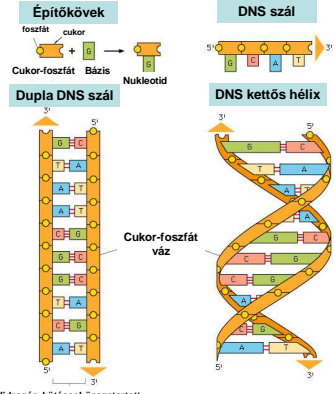


BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék 7

II. Sejtalkotók

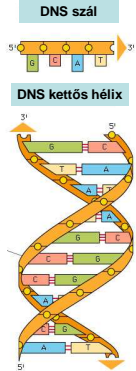
A DNS molekula szerkezete

DNS



Hidrogén kötéssel összehajtogatott bázis-párok

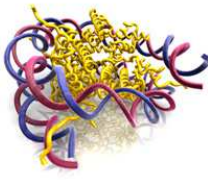
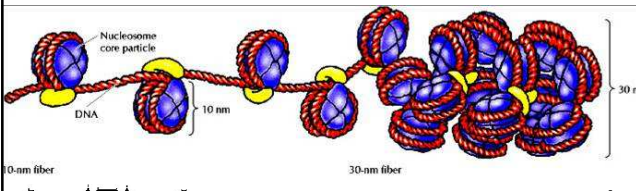
DNS kettős hélix



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék 8

1. A DNS SZERKEZETE

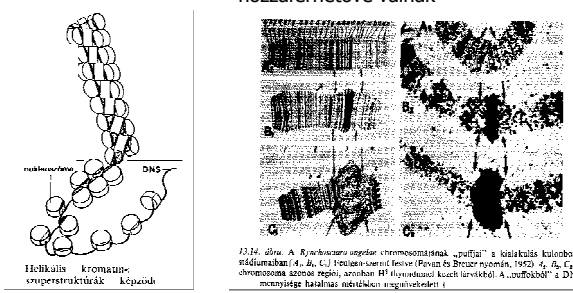
A kromoszómák finomszerkezete:
A DNS gömb vagy korong alakú hisztonokra (bázikus fehérjékre) tekeredik fel

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék 9

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

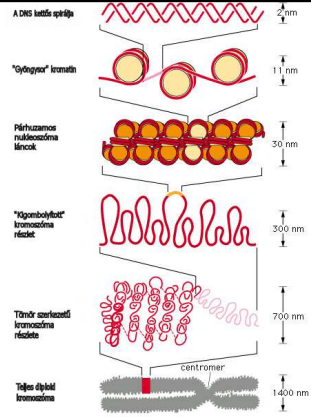
A nukleoszómák „gyöngy-sor-kötegetek” alkotnak



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék 10

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 kromoszómában a DNS 50.000-szer rövidebb, mint teljes hosszában

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék

A kiírás során keletkeznek ún. *lámpakefe* kromoszómák. A DNS hozzáférhető hurkokat alkot, de nincs szabad láncvég

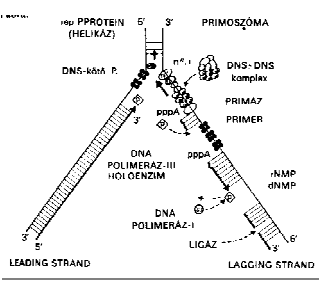


Triticum-petesejt lámpakefe-kromoszómáinak vázlata. Baloldalt: kis nagyítással. Jobboldalt: nagyobb nagyítással; jól láthatók a hurkokat alkotó oldalnyúlványok, valamint a chromonémák spiralizációja

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék 12

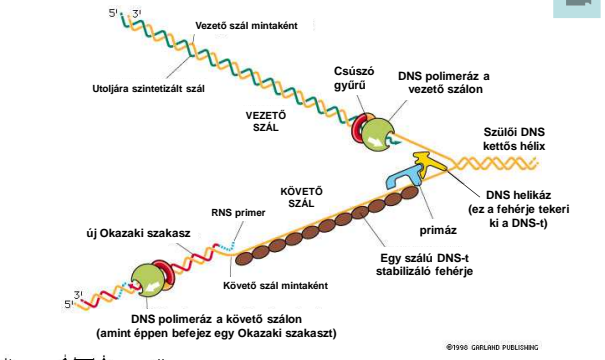
2. A DNS funkciói, működése

- Átírás DNS-ről DNS-re.
 - szétcsavarás
 - komplementer szálak szintézise
 - ellentétes irányú szintézis
 - Okazaki fragmensek
- Átírás DNS-ről mRNS-re: a fehérjeszintézis első lépése (transzkripció)
 - kodogén szál, - néma szál
- Átírás DNS-ről más RNS-re, (riboszóma RNS, transzfer RNS) ezek bázissorrendje is itt tárolódik, szintézisük direkt átírással történik



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék 13

A DNS replikációs gépezet



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék 14

REPAIR (újrapárosító, javító, reparáló) mechanizmusok

olyan enzimműködés, amelyek képesek a DNS hibáit kijavítani.

Hibák (mutációk):

- másolási hibák
- környezeti hatások

Egy enzimműködés csak egy bizonyos hibát ismer fel és tud kijavítani.

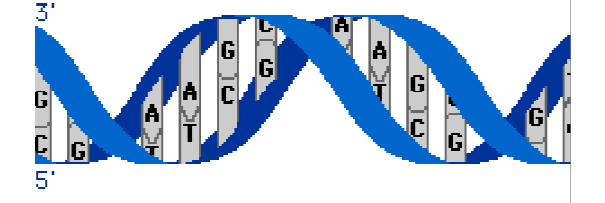
Minél fejlettebb egy faj, annál többféle repair enzimműködés van. Már a prokariótáknál is megjelenik.

A repair hatékonysága szabályozás alatt áll, állandó a mutációs ráta. (klíma – hőmérséklet)



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék 15

Átírás mRNS-re: transzkripció

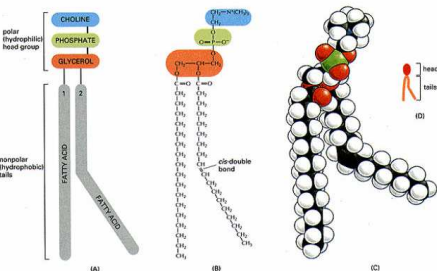


BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék 16

Biológiai membránok

1. Szerkezet: foszfolipid kettősréteg + fehérjék

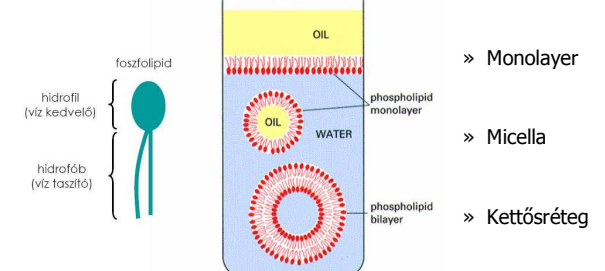
A foszfolipid molekulák két részből állnak: apoláris (hidrofób) alkil-láncokból és poláris (hidrofil) foszforsav- és aminos-csoportokból.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék 17

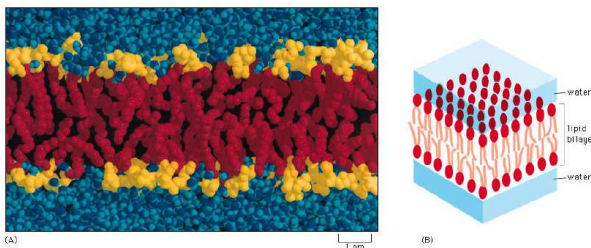
Biológiai membránok kialakulása

Irányított elhelyezkedés:



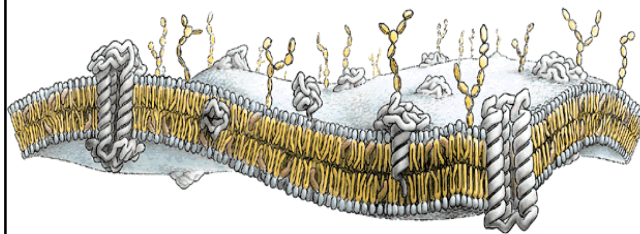
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék 18

A foszfolipid kettősréteg szerkezete



Membránfehérjék

Integráns és periferiális membránfehérjék
Folyékony mozaik modell

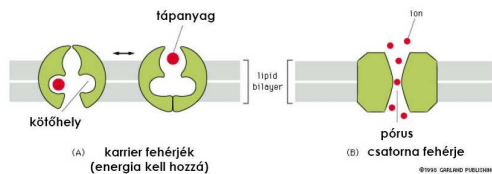


A membránok funkciói

Elválaszt és összeköt a külső térrel

- Diffúziós gát funkció – ozmotikus gát funkció
- Szelektív transzportok
- Transzportok típusai:
 - passzív transzport
 - aktív transzport
 - hordozós (facilitált) transzport

A transzport (transzmembrán) fehérjék két fajtája

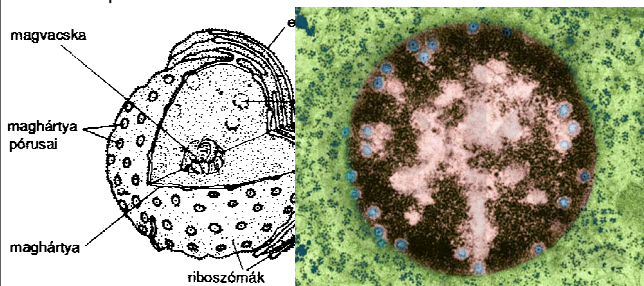


Biológiai membránok a sejtekben

- Citoplazmamembrán (külső sejtthártya)
- Sejtmaghártya
- Egyéb sejt szervecskék membránjai:
 - » Mitokondrium
 - » Endoplazmatikus retikulum
 - » Golgi készülék
 - » Kloroplaszt
 - » Sejtzárványok burka
 - » Speciális (retina, idegsejt)

Sejtmaghártya

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



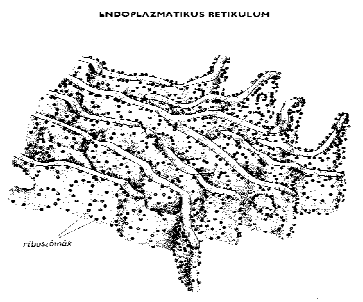
Endoplazmatikus retikulum

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



Durvaszemcsés endoplazmás retikulum, DER

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

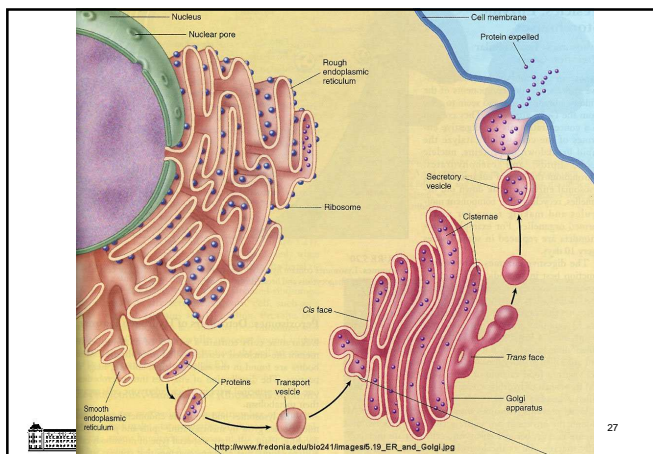


A DER és a Golgi komplexum

Golgi: ez is lapos membrán-zsákok réteges sorozata

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

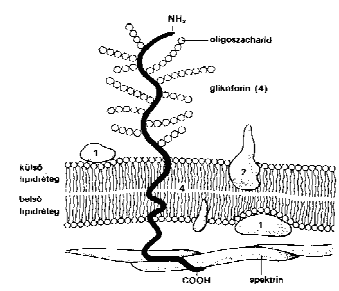
Egyes vezikulák elhagyják a sejtet is - exocitózis



A vörös vércsejtek membránja

Hordozza a vércsoport- és immuntulajdonságokat

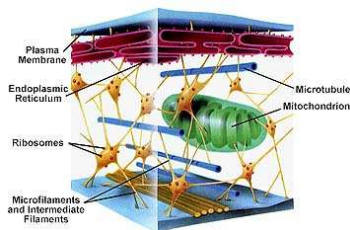
Fehérje alapján szénhidrát oldallánccok



Citoplazma

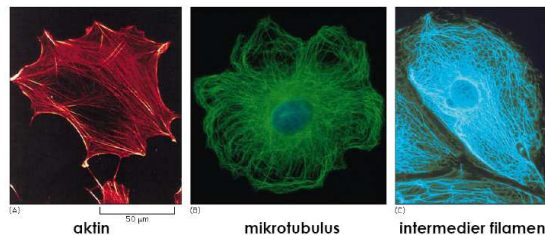
Nem egyszerűen folyadék, szerkezete van és bizonyos mértékig rugalmasan alakított. Inkább *gél* szerű.

(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 citoplazma legfontosabb biokémiai folyamata a

GLIKOLÍZIS

Energiatermelő foly és anaerob körülmé egyaránt végbemeç

A folyamat mérlege

-2 ATP +4 ATP =
+2 ATP/molekula gl

2x 1,3-diphosphoglycerate → 2x 3-phosphoglycerate → 2x 2-phosphoglycerate → 2x phosphoenolpyruvate → 2x pyruvate

2 ATP

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék 31

MITOKONDRIUMOK – szerkezet 1.

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

mátrix, kriszták, belső membrán, külső membrán

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék 32

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

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék 33

MITOKONDRIUMOK – szerkezet 3.

A belső membránt „pecsétnyomó” alakú egységek alkotják

Kb. 80 % fehérje, kevés lipid

Energia átalakító enzimrendszer

transmembrane H⁺ carrier (F₀), INTERMEMBRANE SPACE, inner mitochondrial membrane, MATRIX, F₁ ATPase

10 nm

A membrán két oldala között koncentráció- és elektromos potenciálkülönbség van: kemiozmotikus rendszer

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék 34

MITOKONDRIUMOK - funkciók

A MÁTRIX TÉRBEN HELYEZKEDIK EL:

- CITRÁTKÖR
- A ZSÍRSAVAK β-OXIDÁCIÓS LEBONTÁSA

A BELSŐ MEMBRÁNBAN HELYEZKEDIK EL:

- TERMINÁLIS OXIDÁCIÓ

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék 35

CITRÁTKÖR

A körfolyamat egyrészt NADH₂-t termel, másrészt szerves savakat a sejtépítéshez.

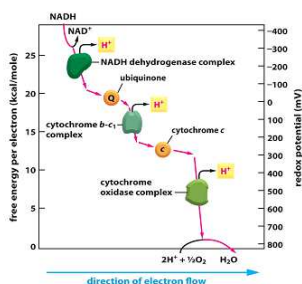
acetyl CoA (2C), citrate (6C), oxaloacetate (4C), NADH + H⁺, CO₂, FADH₂, GTP

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék 36

Terminális oxidáció 1.

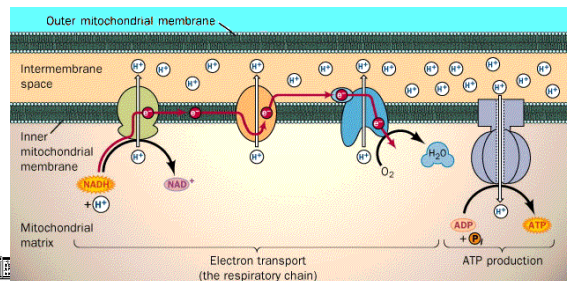
A koenzimekhez kötött hidrogén és a molekuláris oxigén reakciója igen heves és nagy energiafelszabadulással jár (durrangógáz reakció)

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	}	14 ATP
	4 NADH ₂		
CITRÁTKÖR:	1 GTP	}	2*12 ATP (2 AcCoA!)
	3 NADH ₂		
	1 FADH ₂		
ÖSSZESEN:			38 ATP

A zsírsavak β-oxidációja 1.

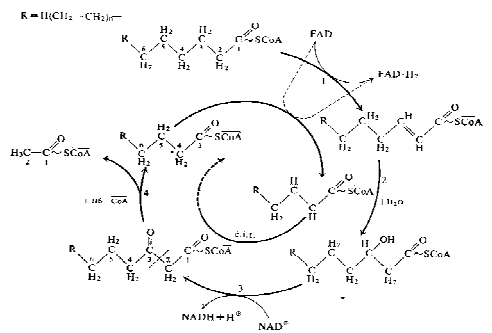
A zsírsavak lebontásánál a reakció a második (β) szénatomon kezdődik. Az ismétlődő reakciósor mindig két szénatomos (acetil-) egységeket hasít le a láncból, amíg az el nem fogy.

1 NADH ₂	→	3 ATP	}	a három együtt 17 ATP
1 FADH ₂	→	2 ATP		
1 acetylCoA	→	12 ATP		

Egy 6 szénatomos cukorból 38 ATP keletkezik.

Zsíroknál egy 6 szénatomos darabból 3*17 = 51 ATP lesz.

A zsírsavak β-oxidációja 2.

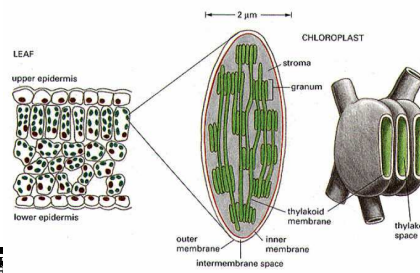


KLOROPLASZTISZ - szerkezet

Külső és belső membrán

Tilakoid: lapos korong alakú zsák, belső folyadék

Gránum: egymáson fekvő tilakoidok („pénztekercs” szerkezet)



Fotoszintézis

A fotoszintézis két szakaszra bontható:

- Fényreakciók: a fotonok befogása, energiájuk hasznosítása

©1998 GARLAND PUBLISHING

43

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

Fényreakciók

Az 2. fotorendszer a foton energiájával vizet bont és ATP-t termel

Az 1. fotorendszer újabb foton energiájával NADP-t redukál (3 ATP-nek megfelelő energia)

44

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

A fényreakciók lokalizációja

45

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

Sötétreakciók – Calvin ciklus

46

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

Zsírsavak bioszintézise

A zsírsavak bioszintézise a β -oxidáció megfordításával megy végbe. Ugyanazok a lépések fordított sorrendben követik egymást. A lépések ciklikusan ismétlődnek, mindig két szénatommal hosszabbodik a szénlánc. A természetes zsírsavak emiatt páros szénatomszámúak. Körfolyamat:

- Acetil-csoport beépítése \rightarrow β -ketosav
- Redukció NADH_2 -vel \rightarrow β -hidroxi-karbonsav
- Vízlevonás \rightarrow kettős kötés a szénláncban
- Redukció NADH_2 -vel \rightarrow telített szénláncú zsírsav

47

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

Zsírsavak bioszintézise 2.

Az egyes enzimek egymás mellett, körben helyezkednek el („órámutató - számlap” szerkezet).

48

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

Fehérje bioszintézis

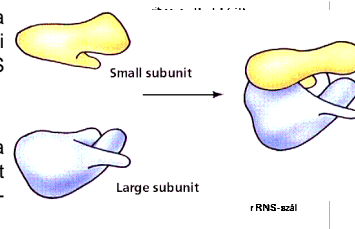
- Minden funkcionális fehérjének rögzített aminosavsorrendje van. A bioszintézisnél ezt kell (pontosan) reprodukálni.
- Az aminosav-sorrendet a DNS tartalmazza. A kódolt információ (→ genetikai kód, 64 féle bázis triplett) mRNS-re íródik át a sejtmagban (transzkripció),
- majd onnan kijutva a riboszómák felületén történik a fehérjeszintézis (transzláció).



Riboszóma

A riboszómák két alegységből álló részecskék, anyaguk rRNS és fehérje. A két alegységet Mg^{2+} ionok kapcsolják össze.

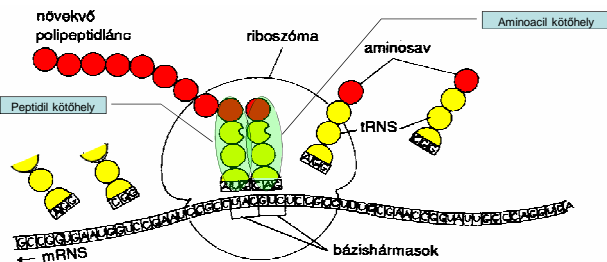
Az alegységek nagyságát a Swedberg féle ülepedési számmal jellemezzük (30 S és 50 S).



A riboszómán kötődik a mRNS, ezen kívül még két kötőhely van, a aminoacil- és a peptidil-kötőhely.



Fehérjeszintézis riboszómán



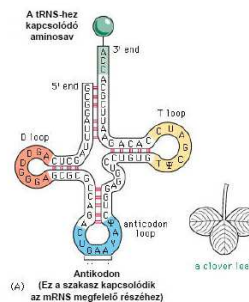
A fehérjeszintézis folyamata. A kodonok és az antikodonok a bázis-szembenállás szabályai szerint kapcsolódnak össze (A-U, C-G)



Transzfer-RNS, tRNS

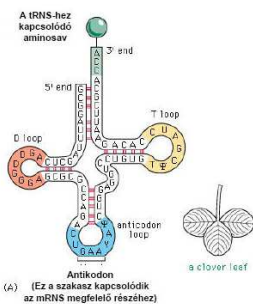
A transzfer RNS kis mérete (80-100 bázis) ellenére három igen szelektív kötőhelyet tartalmaz:

1. Antikodon: bázishármas, amely a mRNS bázis triplettjével (kodon) komplementer, ez „olvassa le” a soron következő aminosavat. A genetikai kódban 64 triplett szerepel, de a három stop kód miatt csak 61 féle, aminosavat szállító tRNS létezik. A start kód: AUG = metionin

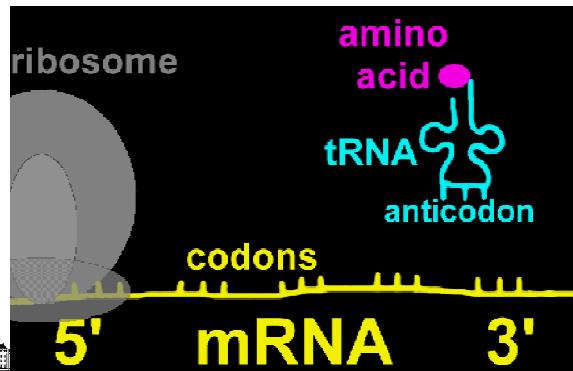


Transzfer-RNS, tRNS 2

2. Aminosav felismerő-, és kötőhely: minden tRNS csak egyféle aminosavat szállít (a kötődés egyúttal aktiválás is, ATP)
3. Riboszóma-kötőhely: ez a felület támaszkodik a riboszóma kötőhelyeihez, rögzíti és pozicionálja az aminosavat



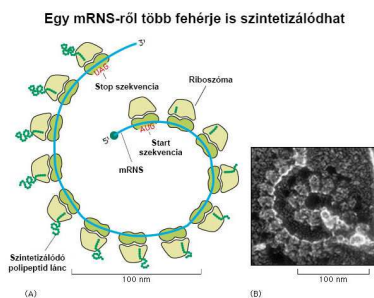
Transzláció a riboszómán



Poliriboszóma - poliszóma

Egy mRNS-en több riboszóma is haladhat egyszerre, ezt nevezik poliriboszómának, röviden poliszómának.

A mRNS élettartama véges és szabályozott: perctől napokig terjedhet. Ez megszabja, hogy hány fehérjemolekula keletkezhet.



55

(Gén)polarizáció:

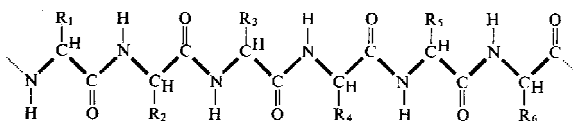
Egy mRNS több gént, több fehérjét is tartalmazhat. Ezeket stop kódok választják el egymástól. Ahogy a riboszóma egy ilyen stop kódhoz ér, p valószínűséggel leválik, (1-p) valószínűséggel folytatja a kiírást. Emiatt a sorban egymás után következő fehérjék kópiaszáma csökken, pl.

100 : 80 : 75 : 40 : 20 arányban

56

A FEHÉRJÉK FELÉPÍTÉSE:

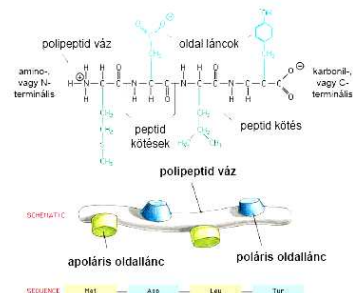
1. Elsődleges szerkezet: az aminosavak sorrendje



Peptidkötések, karbonsav- és amino- láncvég

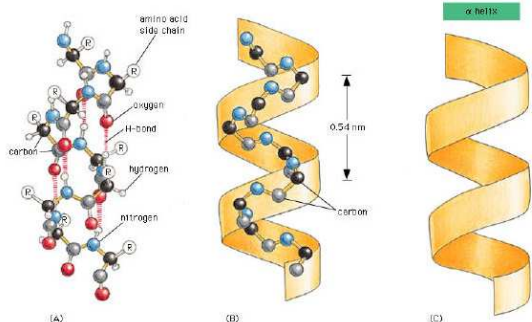
57

ELSŐDLEGES SZERKEZET



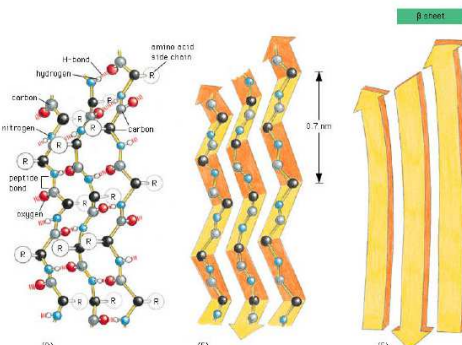
58

MÁSODLAGOS SZERKEZET: a lánc térbeli rendezettsége: α -hélix



59

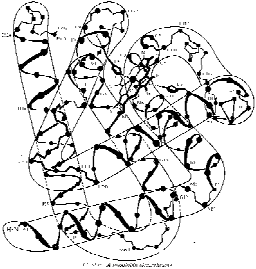
MÁSODLAGOS SZERKEZET: a lánc térbeli rendezettsége: β -redőzet



60

A FEHÉRJÉK FELEPÍTÉSE 3.

Harmadlagos szerkezet: a teljes lánc térbeli konformációja



Atyafelcsü, 1998; "Molekuláris biológia", 2. kiadás, Budapest, 1998. 11. oldal, 11. táblázat. A szerzők engedélyével közöljük. A szerzők neve nem szerepelhet a kiadványban. A szerzők engedélyével közöljük. A szerzők neve nem szerepelhet a kiadványban.

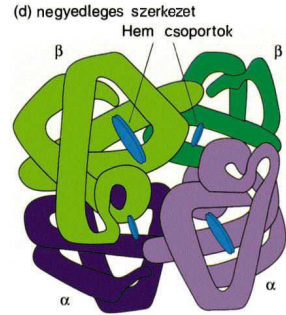


BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

61

A FEHÉRJÉK FELEPÍTÉSE 4.

Negyedleges szerkezet: több összekapcsolódó alegységből felépülő fehérje-komplexek térbeli szerkezete.
Példa: hemoglobin, két α és két β láncból áll össze $\alpha_2\beta_2$



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

62