

# **Az élet létrejöttének hipotézisei!**

- **Molekuláris hipotézis**
- **Koacervátum hipotézis**

# Molekuláris hipotézis

- A DNS molekulát helyezi középpontba!
- Az ősóceánban katalizátorok (gyorsító anyagok) hatására a DNS molekulák nagyobbak lettek és kedvező feltételek mellett önmegkettőződésszel szaporodni kezdtek, emellett a fehérjemolekulák felépítését is serkenthették és fordítva!
- Az élet e kétféle molekulájának további fejlődése a környezettel való kölcsönhatásban mehetett végbe.
- Az önmaguk felépítéséhez szükséges szerves anyagokat az ősóceánból vehették fel.

- Azután pedig azok az élőlények kerültek előnybe, melyek a testüket felépítő anyagokat maguk is elő tudták állítani.
- Az energiát a környezetből vették, de később az emésztéshez hasonlóan maguk szabadították fel azt.
- Ezután félig áteresztő (szemipermeabilis) hártyával vették körül magukat, ami szilárdabbá és összetartóbbá tette őket, így a rendszer anyagaiból sem ment veszendőbe semmi.

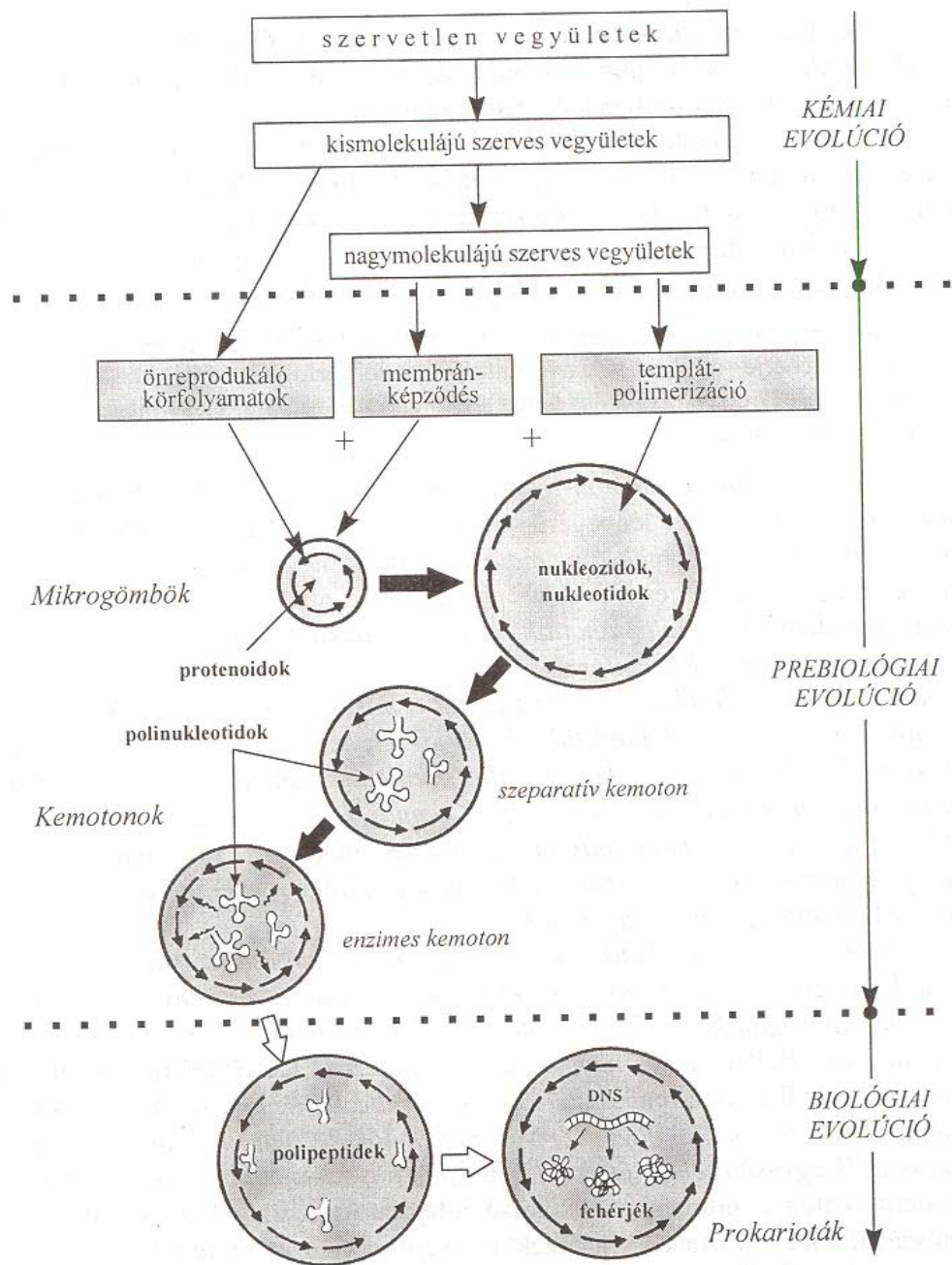
# Koacervátum hipotézis

- **Oparin** szerint a molekuláknak önmagukban semmi funkciójuk nincs.
- A DNS molekulák szerinte hamarabb elbomoltak, mint ahogy kifejthették volna hatásukat.
- A fehérjék és fehérjeszerű vegyületek hajlamosak arra, hogy a környezet felé hártyával határolják el magukat – Oparin koacervátumoknak nevezte e képződményeket.

- **Fox** mikroszférákról (mikrogömbökről) beszél.
- Az ósóceánban az oldott anyagok szüntelenül reagáltak egymással.
- A fehérjék és fehérjeszerű vegyületek csak akkor maradhattak fenn, ha keletkezésük pillanatában azonnal egy halmazba tömörültek és közös összefüggő hárttyával vették körül magukat.
- A mikroszférák (mikrogömbök) ill. koacervátumok éppen elhatárolódásuk miatt jelentettek ideális tárolóhelyet a nukleinsav alkotórészeknek.

- A koacervátumok (mikroszférák, mikrogömbök) és a prokarióták közötti átmeneti szervezeteket **Protocellnek** nevezik.
- **A mikroszférákra ill. mikrogömbökre primitív anyagcsere és szaporodás jellemző.**
- **Az élő protocellnek rendelkeznie kell a szervezetre vonatkozó információ többé-kevésbé pontos átadásának képességével is!**

- A koacervátumok és a mikrogömbök még nem élő rendszerek – nem mutatnak életjelenségeket!
- Eigen és Gánti – a kémiai körfolyamatok összefüggő folyamatrendszerre szerveződésében látják az élővé válás lényegét!
- **Gánti** kemoton (chemoton) elmélete alapján jól levezethető a legegyszerűbb élő rendszer spontán keletkezésének folyamata.



3. ábra. Az élő rendszerek keletkezésének valószínű lépcsőfokai  
GÁNTI (1978, 1983) és SZATHMÁRY (1984) nyomán



# Az első Protocellek

- Valószínű, mintegy 3,5 mrd. Éve jelenhettek meg az első **kemotonszerű**, protobionta élő rendszerek, amelyeket **protocelleknek** is neveznek.
- Jóformán csak a fehérje és a nukleinsav-szintézis képességével rendelkeztek.
- Energiát az ősóceánokból nyertek – **Heterotróf protocellek**
- A szervesanyag teljes kimerülése előtt megjelentek az első **Autotróf protocellek**

# A protocell természetete

- Az élő protocellnek rendelkezni kellett a szervezetre vonatkozó információk többé-kevésbé pontos átadásának képességével.
- A fehérje-nuklinsav kapcsolat kialakulása növeli a nukleinsav stabilitását, így azok a nukleinsavak és fehérjék (proteinek) maradhatnak meg tartósan, melyek hajlamosak egymáshoz kapcsolódni.

# Szelekciós mechanizmusok

- Azok a nukleinsavak szaporodnak el, melyek intenzívebb fehérjeszintézist, és ezen keresztül gyorsabb és pontosabb **replikációt** (önreprodukciót) tesznek lehetővé.
- Az evolúció fő vonalának az autotróf protocellek fejlődési irányát tekinthetjük, amelyen kialakult az a szervezet, amely valamennyi **Prokarióta** (), valamint ma is élő **Eukarióta** () őse lett!

# Bioszintézis

- A nukleinsavak, fehérjék és lipidek bioszintézise az autotóf és a heterotróf élőlények sejtjeiben lényegében hasonló módon megy végbe.

# Nukleinsavak

- Dezoxirobonukleinsav (DNS)
- Ribonukleinsav (RNS)
- Alapegységük a nukleotidok  
(nagymolekulájú vegyületek)

# Nukleotid

**Öt szénatomos cukor** (ribóz, dezoxiribóz)

+ **Szerves bázis** (Nagy molekulájú **PURIN**

bázisok: Adenin (A), Guanin (G)

Kisebb molekulájú **PIRIMIDIN** bázisok:

Timin (T), Citozin (C), Uracil (U)

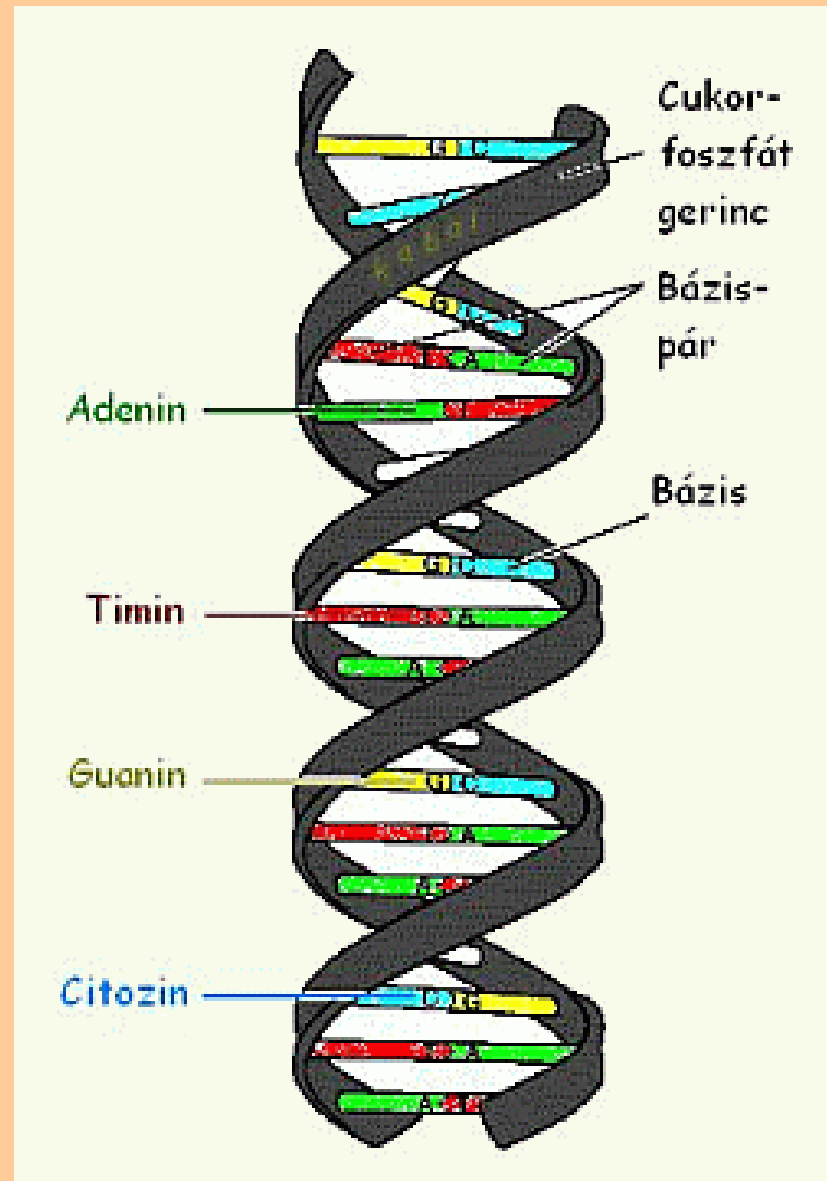
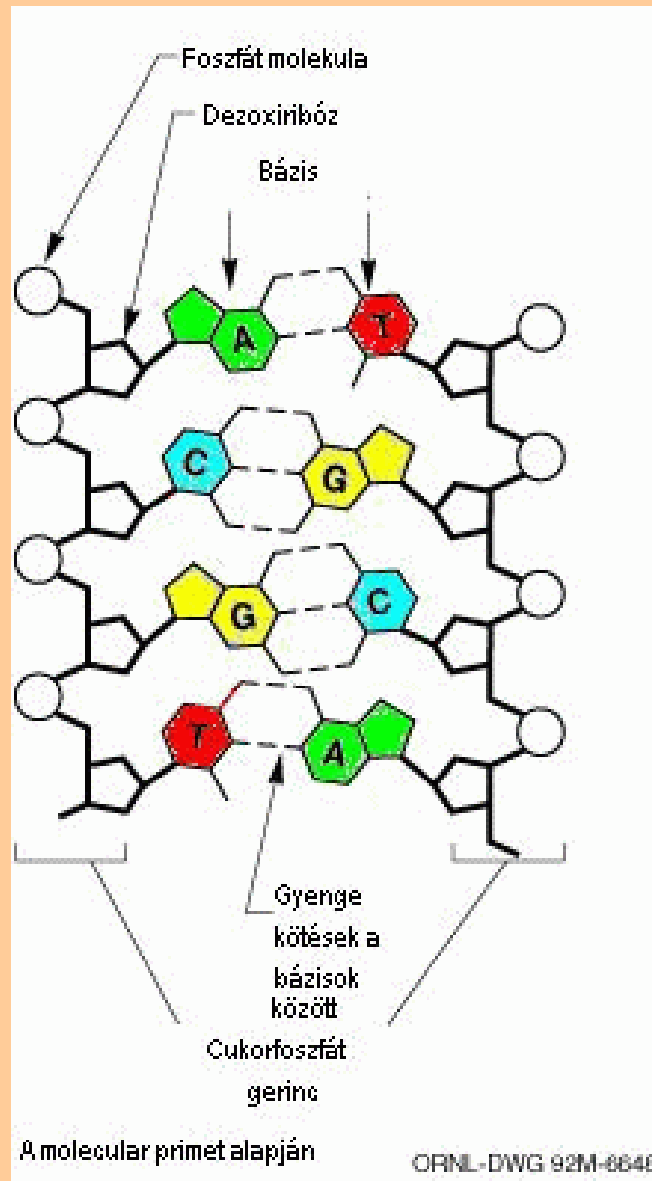
+ **Foszforsav**

Az 5-C-cukor + Szerves Bázis = Nukleozid

# DNS

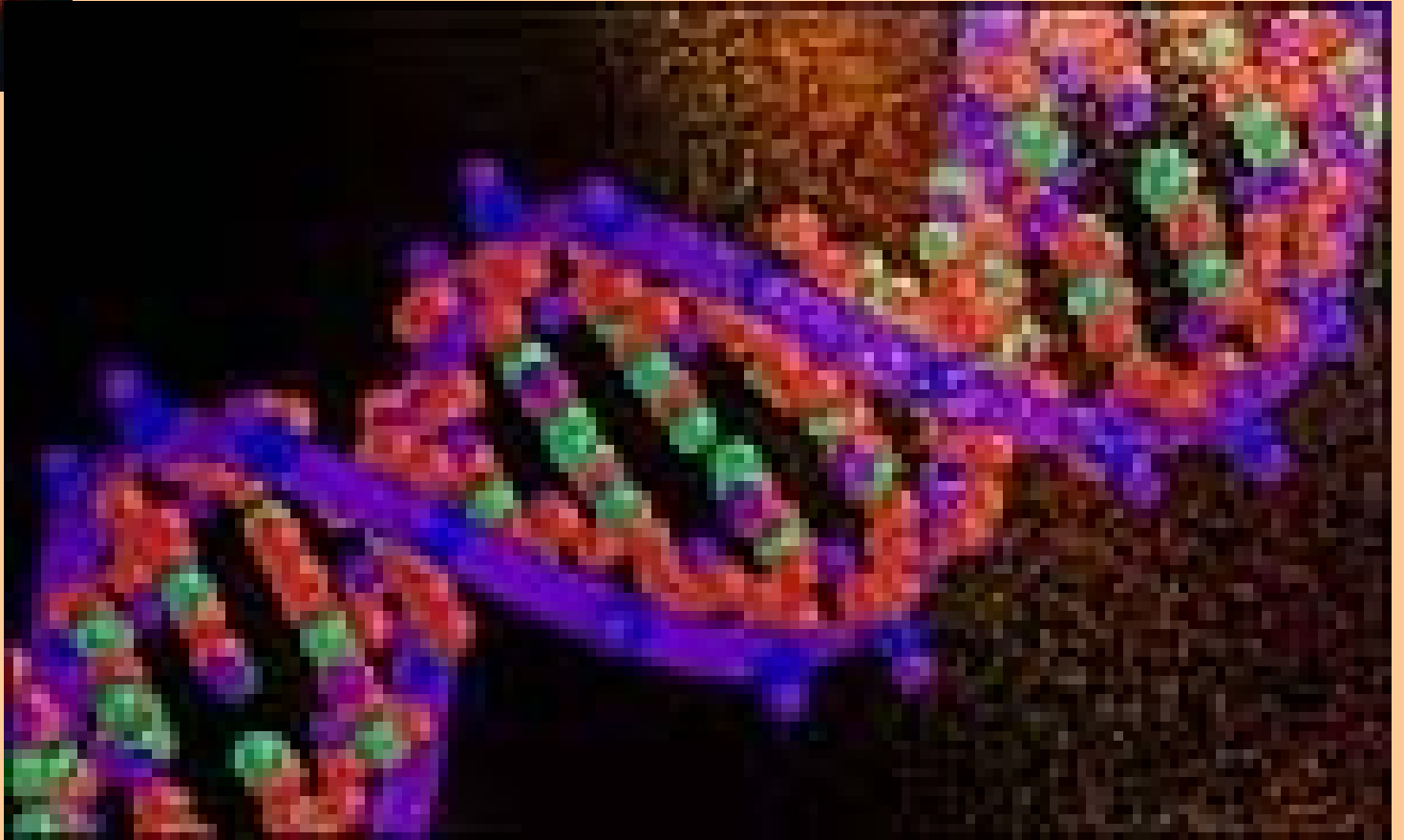
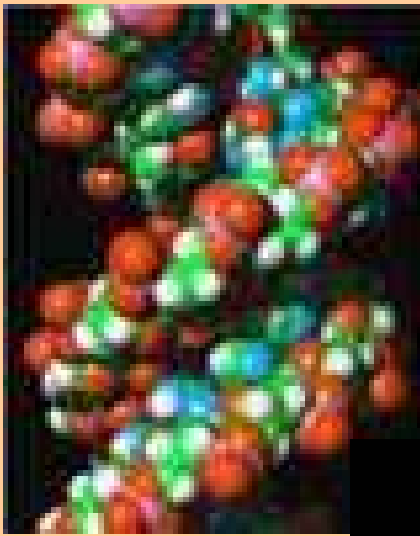
- Elsődleges szerkezete: hosszú, elágazás nélküli nagy molekulásúlyú (1-100 millió) polinukleotid lánc.
- Másodlagos szerkezete: két lánc párhuzamosan a bázisok között kialakuló hidrogénkötésekkel meghatározott módon összekapcsolódik:  
 $A = T, G \equiv C$
- A kettős lánc hossztengelye körül megcsavarodik, ezt a kettős spirált helix szerkezetnek is nevezik.

# DNS





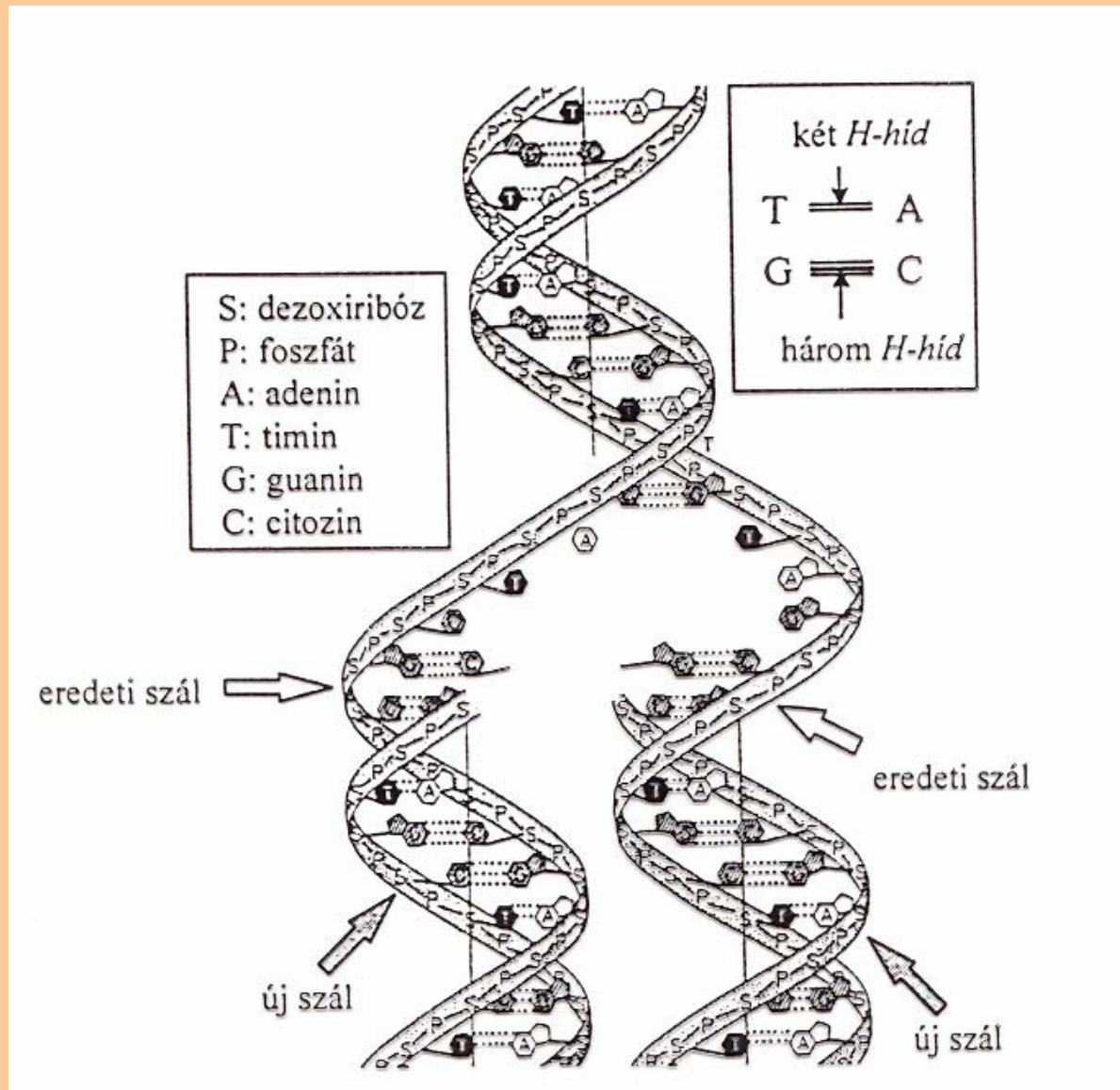
# DNS



# DNS

- A DNS molekula önreprodukcióra (**Replikációra**) képes. A kettős spirál kiegészítő (**Komplementer**) láncai szétválás után ugyanolyan bázissorrendű kettős láncná egészülnek ki, mint amilyen a replikáció előtti volt.
- A DNS molekula megkettőződése a DNS-polimeráz enzim hatására indul meg.

# A DNS megkettőződése (replikációja)



# DNS

- A DNS bioszintéziséhez a felépítésében részt vevő NUKLEOTIDOKRA, energiát biztosító ATP-re (adenozin-trifoszfát) és DNS-polimeráz enzimre van szükség!

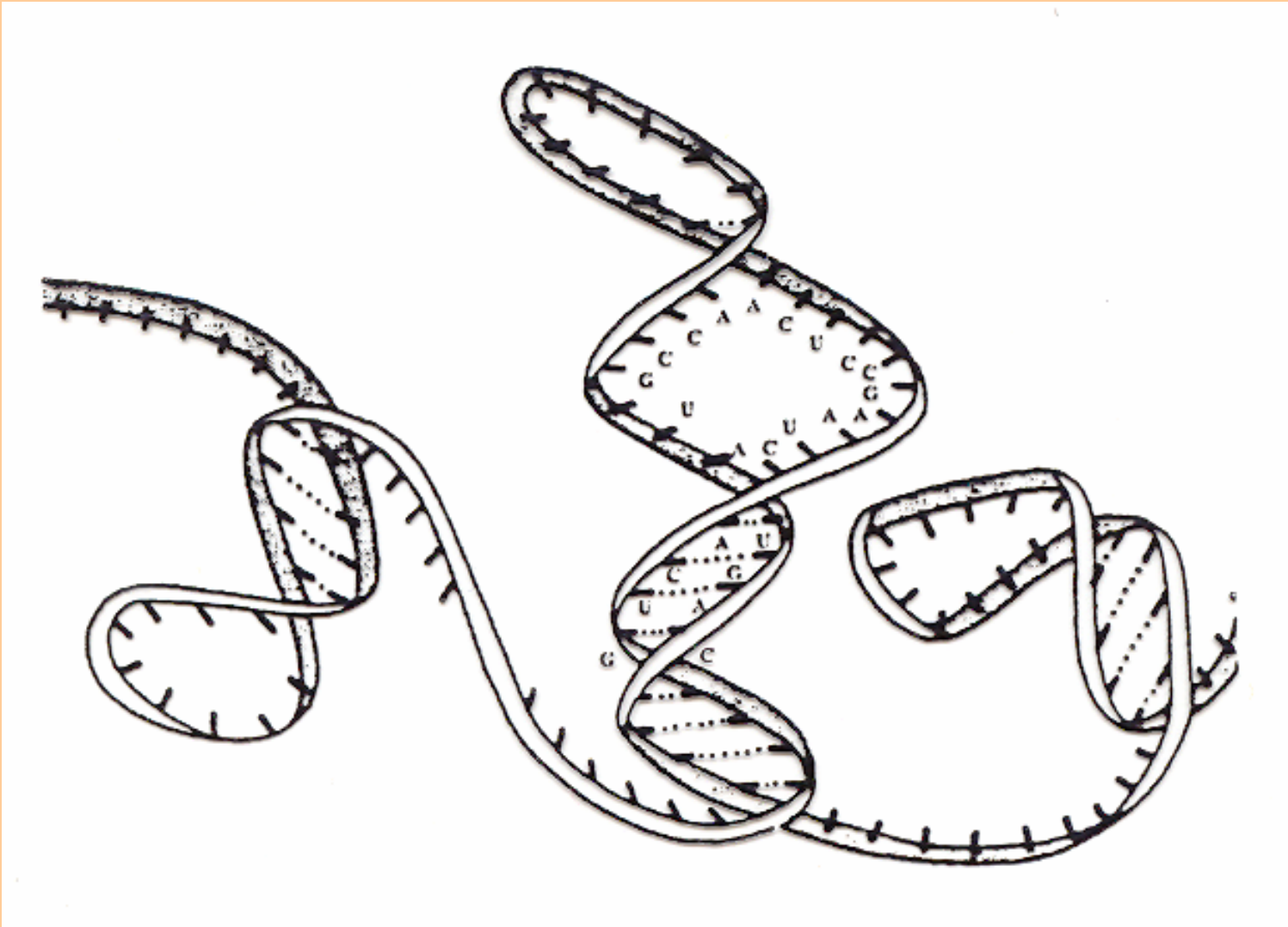
# RNS

- Cukorként ribózt, Timin helyett Uracilt tartalmaz
- Molekulasúlya 10 000 és 1 millió között van.
- Általában nem képez kettős láncot, azonban képződésük után további átalakulásokon mennek át végleges struktúrájuk kialakulásáig.

# RNS

- Egyes láncrészletek azonban kialakulhatnak ( $A = U$ ,  $G \equiv C$ ), így kettős helikális részeket is tartalmazhatnak.
- Az RNS-nek többféle formája van, ezek közül 3 részt vesz a fehérjék szintézisében:
  - iRNS
  - tRNS
  - rRNS

# Az RNS másodlagos szerkezete



# iRNS vagy mRNS

- Információs vagy messenger (mRNS)
- A DNS-ben tárolt genetikai információ továbbítását végzi



# tRNS

- Transzfer vagy szállító RNS
- Az aminosavakat juttatja el a fehérjeszintézis helyére
- Másodlagos szerkezetük lóhere alakú
- Specifikus részei biztosítják, hogy egy-egy tRNS csak meghatározott aminosavat tud megkötni és szállítani.

# rRNS

- Riboszomális RNS
- Azon riboszómák alkotórésze, melyeknek felszínén folyik a fehérjeszintézis
- Az eltérő méretű alegységekből felépülő riboszómák az iRNS szála mentén egyenlő (34 nm) távolságokra elhelyezkedve többnyire un. **poliszómát** képeznek

# A fehérjék szintézise

- Az élő rendszerek fehérjéi 20 féle aminosavból felépülő makromolekulák, melyekben az aminosavak minősége és sorrendje (szekvenciája) szigorúan meghatározott.
- A szintézishez tehát: aminosavakra, a szekvenciát meghatározó információra, energiára és aminosav aktiváló enzimekre van szükség.
- A fehérjék a riboszómákon szintetizálódnak!

# A fehérjék szintézise

- Az eukarióta sejtben 3 lépésből áll:
  1. A fehérjeszintézist meghatározó (**kódoló**) DNS-szakasz **átírása (transzkripció)** az iRNS-be és eljuttatása a riboszómákhoz.
  2. A megfelelő aminosavak megkötése és elszállítása a riboszómákhoz (poliszómákhoz) amit a tRNS molekulák végeznek.
  3. Az iRNS leolvasása, **átfordítása (transzláció)** aminosavakra és a fehérjemolekulák összeállítása

# A fehérjék szintézise

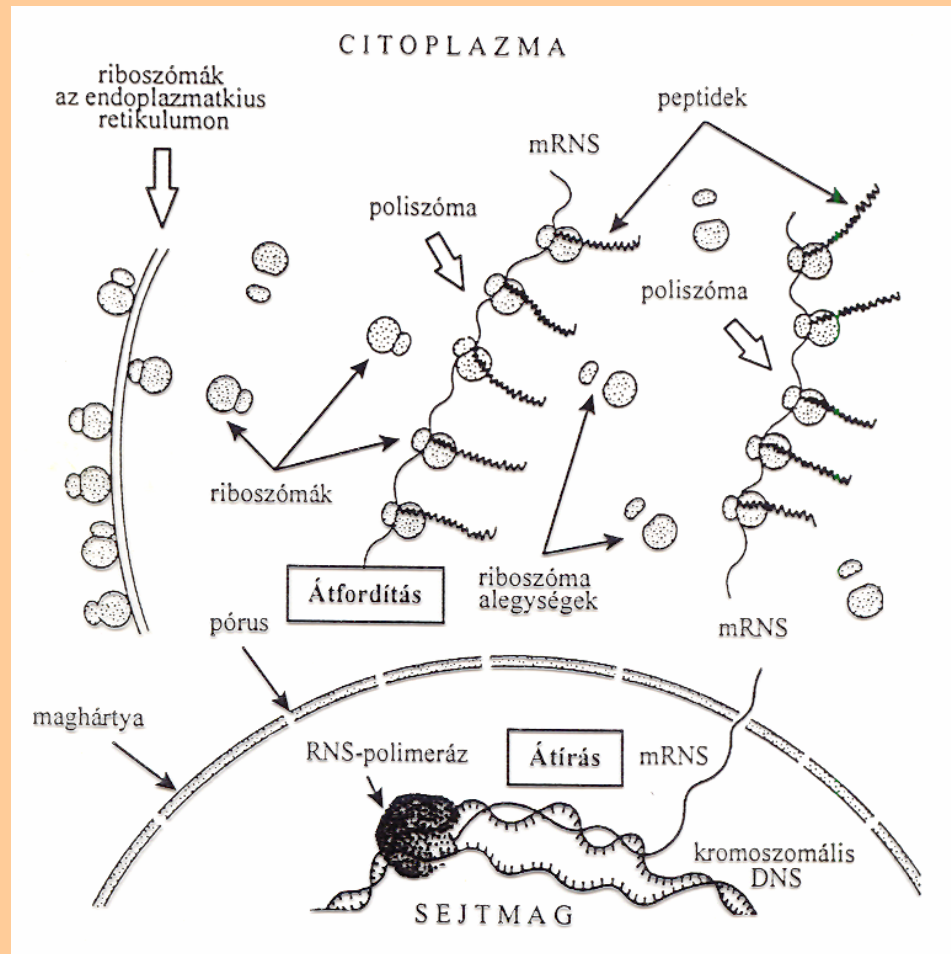
- A DNS szálon a fehérjemolekulák aminosav-szekvenciáját az egymást követő három bázisból álló egységek (**triplet**) határozzák meg.
- Az iRNS ezeknek megfelelő tripletjei a **kodonok**.
- Az iRNS szintézise a szétcsavarodott (despiralizálódott) DNS egyik szálán megy végbe a minta (**kód**) szálon.

# A fehérjék szintézise

- Az RNS-polimeráz enzim hatására a nukleotidokból az adott DNS szál komplementer párja épül fel, csak a timint tartalmazó nukleotid helyére uracilt tartalmazó nukleotid kerül.
- Az átírt információt, kilépve a sejtmag pórusain az iRNS molekulák a citoplazmában elhelyezkedő riboszómákhoz juttatják.

# Átírás (transzkripció)

## Átfordítás (transzláció)



# A fehérjék szintézise

- Az aktivált aminosavakat a tRNS molekulák szállítják a fehérjeszintézis helyére
- A tRNS-ek mindegyike valamely **kodon** bázispárnak megfelelő komplementerét, az **anitikodont** tartalmazza.
- A riboszómákon a kodonok sorrendjében kapcsolódnak a megfelelő antikodonnal rendelkező tRNS-molekulák egymás után az iRNS-hez, közben a tRNS-által szállított aminosavak között kialakulnak a peptidkötések.



# A fehérjék szintézise

- Ezután a tRNS felszabadul és újabb aminosav megkötésére válik alkalmassá.
- A folyamat a teljes fehérjámolekula képződéséig tart.
- A fehérjét egy enzimszisztéma választja le a riboszómáról.

# A fehérjék szintézise

- A működőképes riboszóma a fehérje (peptid) szintézis megkezdése előtt (iniciális fázis) alakul ki alegységeiből.
- Kisebbik alegysége az iRNS első kodonához kapcsolódik (start kodon: AUG).
- A teljes kódszótárt 1966-ra sikerült összeállítani.

# A genetikai kód teljes szótára

A kodon első betűje	A kodon második betűje				A kodon harmadik betűje
	<i>U</i>	<i>C</i>	<i>A</i>	<i>G</i>	
<i>U</i>	<i>PHE</i>	<i>SER</i>	<i>TYR</i>	<i>CYS</i>	<i>U</i>
<i>U</i>	<i>PHE</i>	<i>SER</i>	<i>TYR</i>	<i>CYS</i>	<i>C</i>
<i>U</i>	<i>LEU</i>	<i>SER</i>	<i>STOP</i>	<i>STOP</i>	<i>A</i>
<i>U</i>	<i>LEU</i>	<i>SER</i>	<i>STOP</i>	<i>TRF</i>	<i>G</i>
<i>C</i>	<i>LEU</i>	<i>PRO</i>	<i>HIS</i>	<i>ARG</i>	<i>U</i>
<i>C</i>	<i>LEU</i>	<i>PRO</i>	<i>HIS</i>	<i>ARG</i>	<i>C</i>
<i>C</i>	<i>LEU</i>	<i>PRO</i>	<i>GLN</i>	<i>ARG</i>	<i>A</i>
<i>C</i>	<i>LEU</i>	<i>PRO</i>	<i>GLN</i>	<i>ARG</i>	<i>G</i>
<i>A</i>	<i>ILE</i>	<i>THR</i>	<i>ASN</i>	<i>SER</i>	<i>U</i>
<i>A</i>	<i>ILE</i>	<i>THR</i>	<i>ASN</i>	<i>SER</i>	<i>C</i>
<i>A</i>	<i>ILE</i>	<i>THR</i>	<i>LYS</i>	<i>ARG</i>	<i>A</i>
<i>A</i>	<i>MET</i>	<i>THR</i>	<i>LYS</i>	<i>ARG</i>	<i>G</i>
<i>G</i>	<i>VAL</i>	<i>ALA</i>	<i>ASP</i>	<i>GLY</i>	<i>U</i>
<i>G</i>	<i>VAL</i>	<i>ALA</i>	<i>ASP</i>	<i>GLY</i>	<i>C</i>
<i>G</i>	<i>VAL</i>	<i>ALA</i>	<i>GLU</i>	<i>GLY</i>	<i>A</i>
<i>G</i>	<i>VAL</i>	<i>ALA</i>	<i>GLU</i>	<i>GLY</i>	<i>G</i>

Az aminosavak neve:

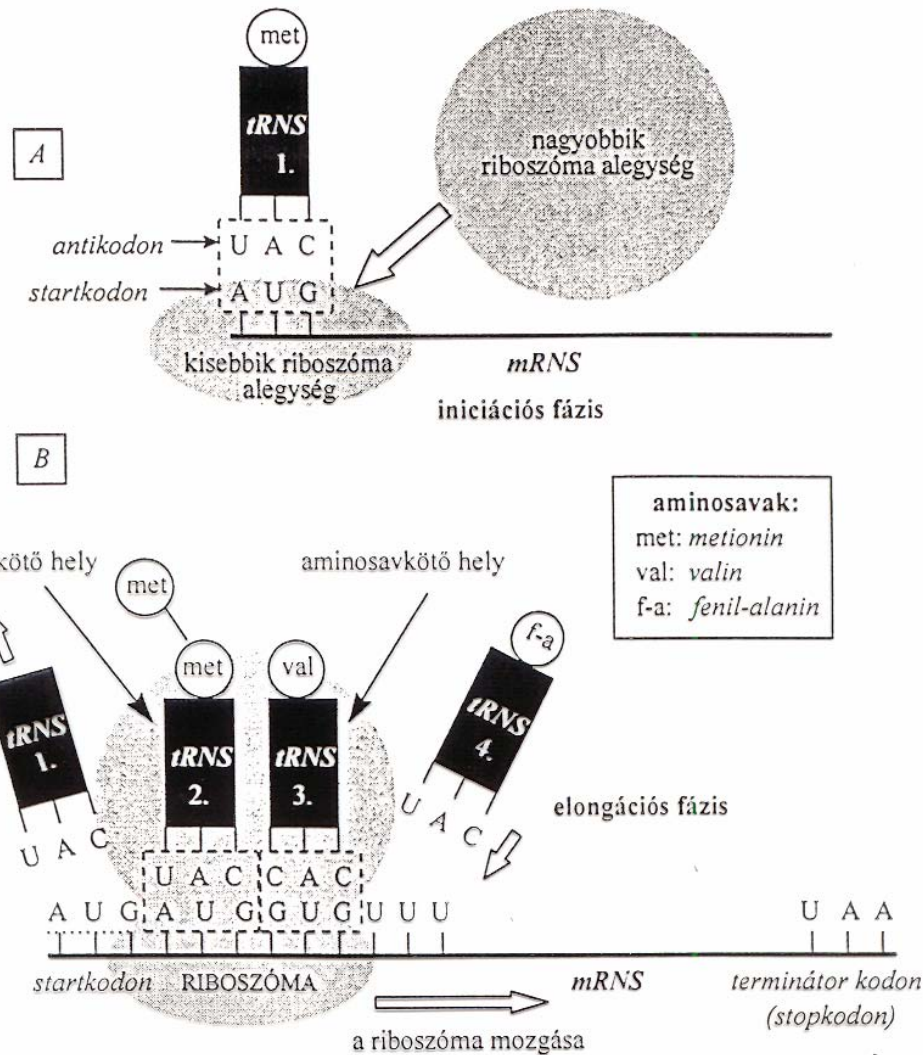
*ALA*: alanin, *ARG*: arginin, *ASN*: aszparagin, *ASP*: aszparaginsav, *CYS*: cisztein, *GLN*: glutamin, *GLU*: glutaminsav, *GLY*: glicin, *HIS*: hisztidin, *ILE*: izoleucin, *LEU*: leucin, *LYS*: lizin, *MET*: metionin, *PHE*: fenil-alanin, *PRO*: prolin, *SER*: szerin, *THR*: treonin, *TRP*: triptofán, *TYR*: tirozin, *VAL*: valin

A táblázatban a *STOP* szó a láncvégződés kodonját (=terminátor vagy stopkodon) jelenti.

# A fehérjék szintézise

- Több kódszónak ugyanaz az aminosav a jelentése, ezt a kód degeneráltságának nevezik.
- Három kodon nem határoz meg aminosavat, amikor a riboszóma ezekhez ér, befejeződik a peptidlánc felépülése.
- Terminátor vagy stop kodonok:  
UAA,UAG,UGA

# A fehérjék szintézise



A folyamat végén (a terminációs fázisban) leválik a fehérjelánc, a mRNA, az utolsó tRNS, a riboszóma pedig alegységeire bomlik.

# A génműködés szabályozása

- A fehérjék szintéziséhez, következésképpen az élőlények tulajdonságainak kialakulásához szükséges információt a **gének** tartalmazzák.
- **Génnek** a DNS-molekulák azon szakaszát nevezzük, amely egy bizonyos fehérjemolekula szintézisét szabályozza.
- Egyes **gének** abban különböznek egymástól, hogy nukleotidjaik sorrendje eltérő.

# A génműködés szabályozása

- A genetikai információt a nukleotidok szekvenciája jelenti a DNS-molekulában.
- A DNS-t 4 féle nukleotid,
- A fehérjét 20 féle aminosav építi fel.
- A DNS – információ kódjegységei 3 nukleotidból állnak – **tripletek**.

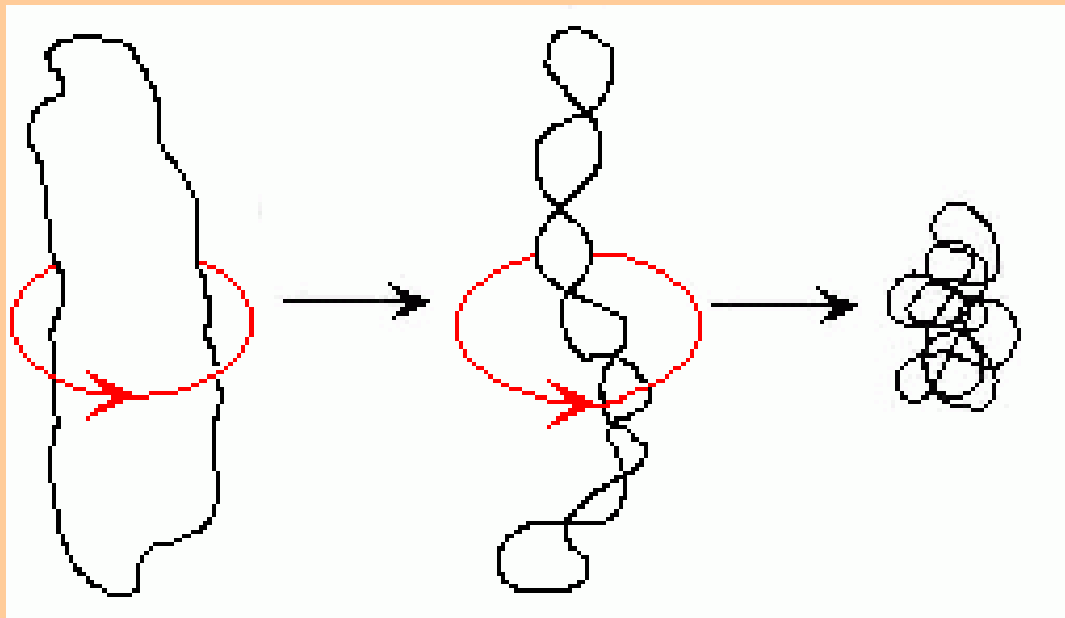
# A genetikai anyag fizikai szerveződése

- A DNS lánc hosszú és sérülékeny.
- Védelmét, osztódáskor az utódsejtekbe való szabályozott átjutását valamint az átírást fizikai szerveződése biztosítja.
- A prokarióta sejtek (baktériumok és cianobaktériumok) DNS molekulájának mérete viszonylag kicsi, mindössze néhány millió bázispár hosszúságú.
- Ezekben az organizmusokban a DNS-hez csak kevés fehérje kapcsolódik és valódi sejtmag hiányában, membrán sem védi az örökítő anyagot.



# A genetikai anyag fizikai szerveződése

- A DNS egyetlen körré kapcsolódik, amely többszörösen összecsavart, némileg kondenzált formában van a sejtben (**prokarióta** kromoszóma).



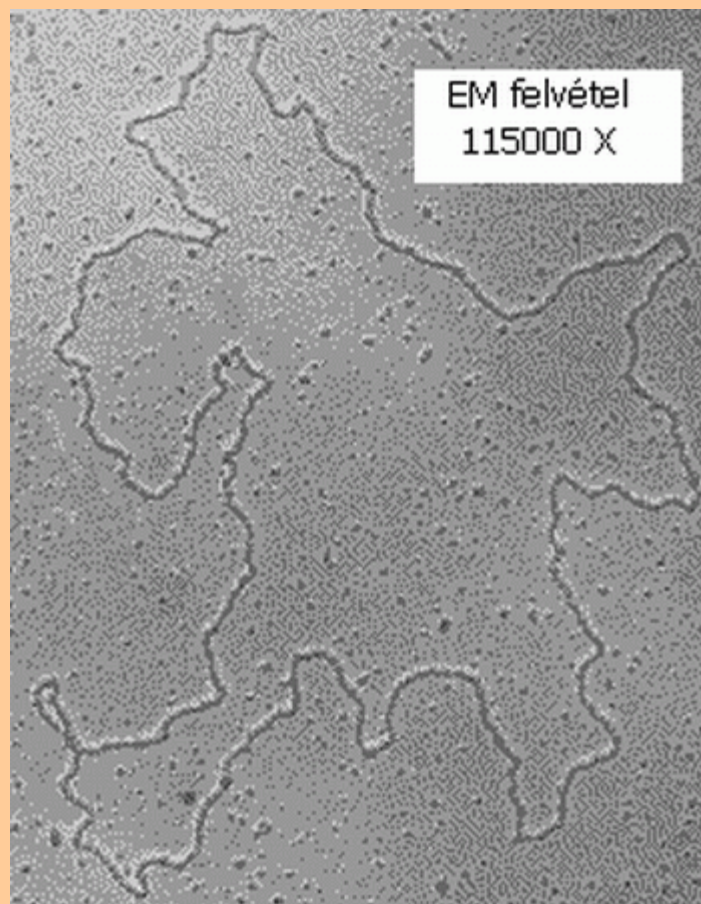
# A genetikai anyag fizikai szerveződése

- Bár a prokariota kromoszóma elektronmikroszkóppal láthatóvá tehető, a baktériumok örökítő anyaga sohasem kondenzálódik olyan fénymikroszkóppal is látható testekké mint az eukarioták örökítő anyaga, amelyről a kromoszóma ("színes test") eredetileg a nevét kapta.
- A kromoszómán kívül a legtöbb baktérium, élesztő (sőt valószínűleg a gerincesek sejtjei is) tartalmaznak egyéb genetikai információt, kicsi, körkörös DNS molekulák, ún. **plasmidok** formájában.
- A plasmidok nem részei a kromoszómának, de gyakran a baktérium számára fontos tulajdonságokat, pl. gyógyszerekkel szembeni ellenállóképességet kódolnak.

# Plazmidok

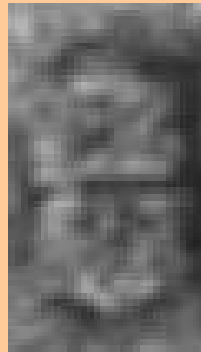
- A plazmidokat sokan különálló organizmusok leszármazottjainak tekintik, amelyek a baktérium belsejében mint szimbionták élnek.
- A plasmidok a baktérium egyedek között -néha különböző fajokhoz tartozó egyedek között is- kicserélődhetnek konjugáció során.
- A plasmidok a baktériumon kívül, önálló szaporodásra nem képesek.

# Plazmid



# Vírus

A vírusok nukleinsava (ez lehet DNS vagy RNS) sem képes önálló reprodukcióra. A másolást a fertőzött baktérium vagy eukarióta sejt végzi



# A lipidek bioszintézise

- A magasabb rendű állatoknál és az embernél jelentős.
- Különösen a zsírsavaké, melyek neutrális zsírok (glicerín-észterek) formájában tartaléktápanyagként elraktározódnak.
- A zsírsavak nagy része szénhidrátokból képződik.

# A lipidek bioszintézise

- Felépülésükben és lebontásukban az Acetil-Ko-A molekulának van központi szerepe.
- Palmitinsav:  $C_{16}$  lánc hosszúság
- Sztearinsav:  $C_{18}$  lánc hosszúság