

# A BIOTECHNOLÓGIA TERMÉSZETTUDOMÁNYI ALAPJAI

Műszaki menedzser MSc hallgatók számára

2 + 0 + 0 óra, félévközi számonkérés

3 ZH: **március 2., április 6., május 11.**

Pót ZH-k (1-3.): **május 21.** Pót-pót ZH-k: a május 25-i héten, egyeztetés szerint, DE egyetlen, közös időpontban minden érintettnek.

Előadók: Benedek András doktorjelölt

Dr. Pécs Miklós egyetemi docens

Elérhetőség: MTA TTK (Q2 épület) 3. emelet, É. 3.23-24A

[abenedek@mail.bme.hu](mailto:abenedek@mail.bme.hu)

Az írásos segédanyag megtalálható a:

<http://oktatas.ch.bme.hu/oktatas/konyvek/mezgaz/BiotechManager>



# A tananyag felépítése

Zöld háttéren: Biotechnológia ZH vagy pót ZH

Piros háttéren (tájékoztató jellegű!!!): Nanotechnológia ZH-k tervezett időpontja

1	02.10.	Alapok	A DNS, RNS és a fehérjék szerkezete. A DNS lemásolása a sejtben.
2	02.17.		Polimeráz láncreakció (PCR)
3	02.24.		Mikrobiológiai alapok
4	03.02.	Módszerek	Indukált mutáció
5	03.09.		Protoplaszt fúzió
6	03.16.		Génátvitel vektorokkal
Oktatási szünet	03.23.		Oktatási szünet
7	03.30.	Termékek, technológiák	Elsődleges és másodlagos anyagcseretermékek gyártása
8	04.06.		Biopeszticidek
Húsvét hétfő	04.13.		Rekombináns fehérjék gyártása
9	04.20.		Állati sejtenyésztés
10	04.27.		Génmanipulált növények
11	05.04.		Génszerkesztés a CRISPR rendszer segítségével
12	05.11.		Klónozás
	05.18.		
Pót ZH	05.21.	csütörtök	pótlási hét
Pót-nót ZH		Egy minden érintett számára alkalmas	pótlási hét

# A zárthelyi dolgozatok értékelése

Összpontszám	%	Érdemjegy
[0-10.5]	[0-35]	1
[11-15]	]35-50]	2
[15.5-19.5]	[50-65]	3
[20-24]	]65-80]	4
[24.5-30]	]80-100]	5

Recept a zárthelyi dolgozatokra (ZH-kra) való felkészüléshez

1. A ZH tárgykörébe tartozó szöveges óravázlatok elolvasása.
2. A kézzel írott óravázlatok és a diasorok átnézése. Ha hiányos a sajátod, fénymásold le valakiét az **idei** évfolyamról.

**Figyelem:** az 1. ZH rövidebb témakörből (3 előadás) íródik, mint a 2. és a 3. ZH! Ebből kifolyólag az első dolgozatra feltehetőleg könnyebb/gyorsabb lesz felkészülni, mint a két másikra.

Az eltérés oka, hogy szeretnénk volna elkerülni, hogy ugyanazon a héten írjatok Biotechnológiából, mint Nanotechnológiából, ezért összehangoltuk a két tárgy számonkéréseinek időpontjait.



# Mit neveznek biotechnológiának?

- **Erekly Károly** alkotta meg a **biotechnológia** fogalmát (1919) [1]
- A BME-n (Királyi József Műegyetemen) szerzett 1900-ban gépészmérnöki diplomát [1].
- Budapest határában korának legnagyobb sertéshizlaldáját tervezte meg, majd építette fel 1912-ben. A vállalkozását részvénytársaság formájában működtette [1]. ➔ ~ **műszaki menedzser lett** 😊

- Gondolatait „a Magyar Mérnök- és Építész Egylet Közlönyének 1918. október 13-i számában, Biotechnológia című dolgozatában publikálta” [1].
- „Felhívta a figyelmet arra a fontos körülményre, hogy **a nukleinsavak és fehérjék kémiai építőkövei az állatokban és a növényekben azonosak**” [1].
- „**Az élőlény az összetett molekulákat, az építőköveket a „saját szervezetében előírt üzemterv szerint” ... „szétszedi és összerakja, ... átalakítja saját szervezete alkotórészévé**” [1].
- Erekly Károly biotechnológia alatt azt a folyamatot értette, amelynek során **a nyersanyagok biológiai úton** (a növénytermesztés, az állatok takarmányozása és felhasználása révén) **a társadalom szempontjából hasznos termékekké alakíthatók.**

[1] Prof. Fári Miklós Gábor, Innotéka, 2011. aug. – szept.

A „biotechnológia” fogalom megalkotójának munkássága

[http://www.innoteka.hu/cikk/a\\_biotechnologia\\_fogalom\\_megalkotojanak\\_munkassaga.113.html](http://www.innoteka.hu/cikk/a_biotechnologia_fogalom_megalkotojanak_munkassaga.113.html)

# Mit neveznek ma biotechnológiának?

- “Bármilyen műszaki alkalmazást, amely biológiai rendszereket, élő szervezeteket vagy ezek részeit hasznosítja termékek vagy folyamatok előállítása vagy módosítása érdekében.”

*/Rio de Janeiro-i egyezmény a biológiai sokféleségről/*

## A biotechnológia alkalmazási területei

Legalább 4 fő ipari alkalmazási területe van (ezek között vannak átfedések):

- **Gyógyászati („piros”) biotechnológia**

Pl. vakcinagyártás, immunfehérjék gyógyszerként való felhasználása és előállítása, mesterséges szervek, diagnosztikai eszközök.

- **Mezőgazdasági („zöld”) biotechnológia**

Pl. sejtkultúrából történő növény regenerálás, genetikailag módosított növények

- **Ipari (nem mezőgazdasági) biotechnológia („fehér” ~)**

Pl. mikróbák anyagcsere termékeinek ipari alkalmazása, bioüzemanyagok, fermentált élelmiszerek, biológiailag lebomló műanyagok

- **Környezeti biotechnológia („szürke” ~) → pl. bioremediáció mikróbák segítségével**

# Min lehet biotechnológiát alkalmazni?

➤ Ereky Károly még élő állatokra és növényekre alapozta a Biotechnológiát. (Ez alapján akár a tejet és a tojást is tekinthetjük biotechnológiai terméknek).

Mi azonban már használhatunk egysejtű élőlényeket

➤ Vagy többsejtű élőlényekből származó, sejt kultúrában mesterségesen fenntartott sejteket (Pl. őssejtek, „halhatatlanná tett” = immortalizált sejtvonalak.)

➤ De dolgozhatunk az élő sejtek részeivel (sejtalkotókkal) is Pl. DNS-sel, RNS-sel, fehérjékkel, mitokondriumokkal, szintestekkel.



\*Célszerű, bár nem elengedhetetlen.

A képen látható vad banánt is sikerült nemesíteni, csak nagyon hosszú időbe került az emberiségnek. A sejt fogalmának ismerete nélkül is képesek voltak az emberek élesztő sejtek segítségével sört (Kr. e. 6000 körül) vagy tejsavbaktériumok segítségével sajtot (Kr. e. 4000 körül) készíteni.

De valószínűleg kifizetődőbb időben és pénzben, ha módunk van a folyamatok biológiai hátterét ismerni.



*Goody, a művégtagos teknős*

Fotó: Jiraporn Kuhakan / Reuters  
*Szemléletváltás? (Egy állat is profitál a biotechnológiából, nemcsak mi az állatokból.) És/vagy emberi művégtag pilot teszt?*

A biotechnológiai rálátás megszerzéséhez célszerű ismernünk\* azokat az élőlényeket és sejtalkotókat, amiket genetikailag módosítani akarunk.

Lássuk először a sejtek alapvető felépítését és működését.

# Sejt: az élet legkisebb egysége. Önfenntartó és önmagát sokszorozó „gépezet”.

Minden sejt közös jellemzője, hogy rendelkezik az alábbi építőkövekkel:

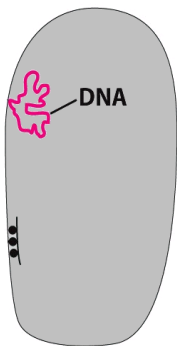
- **DNS:** „kód” vagy „könyvtár”, a sejt felépítésére vonatkozó információt tárolja
- **RNS:** „közvetítő molekula”, a DNS-ben kódolt információ szállításában és feldolgozásában vesz részt
- **Fehérjék:** a DNS-ben kódolt információ alapján felépülő gépezetek, a sejtben zajló folyamatok motorjai. **“Minden, amit a sejtben látunk, fehérje vagy fehérjék által előállított termék.” [2]**
- (Sejt)membrán: határoló- és „munkafelület” (lipidekből, „zsírszerű anyagokból” áll)

A Föld minden sejtje ugyanezekből az alapvető építőkövekből áll. Sőt, ezen építőkövek kisebb-nagyobb részhalmaza építi fel a vírusokat is.

A sejtek azonban nem egyformák. (És a vírusok sem azok...)

## Prokarióta sejt

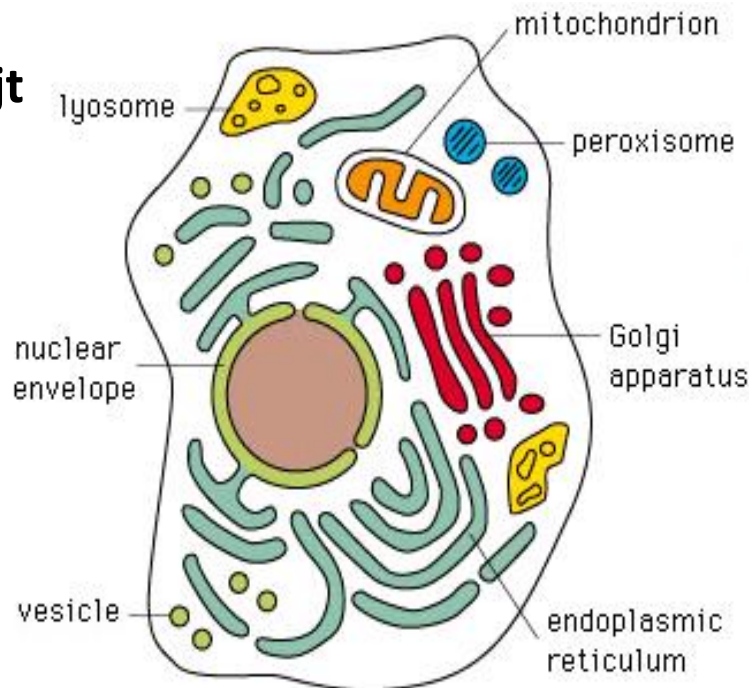
0.5 - 5.0  $\mu\text{m}$



- ← nincs sejtmag
- ← nincs kiterjedt belső membránrendszer
- ← DNS-ük egy zárt hurkot alkot (cirkuláris)
- sejtmag, ebben található a lineáris DNS-ük
- kiterjedt belső membránrendszer
- a fehérjék szintézise a sejtmagon kívül zajlik
- ← A citoplazma a fehérje szintézis helye. →
- ← A DNS és RNS szintézis a citoplazmában történik.
- A DNS és az RNS a sejtmagban szintetizálódik. →

## Eukarióta sejt

10–100  $\mu\text{m}$



[2] Deák Veronika: Általános genetika.

# I. A két alapvető sejtípus: prokarióták és eukarióták

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

Alapvető különbség: nincs/van valódi, körülhatárolt sejtmagjuk

Ebből következően különbség a fehérje szintézis helyében, a fehérje átírás módjában, a kiterjedt belső membránhálózat miatt a párhuzamosan lezajló anyagcserefolyamatok számában.

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)

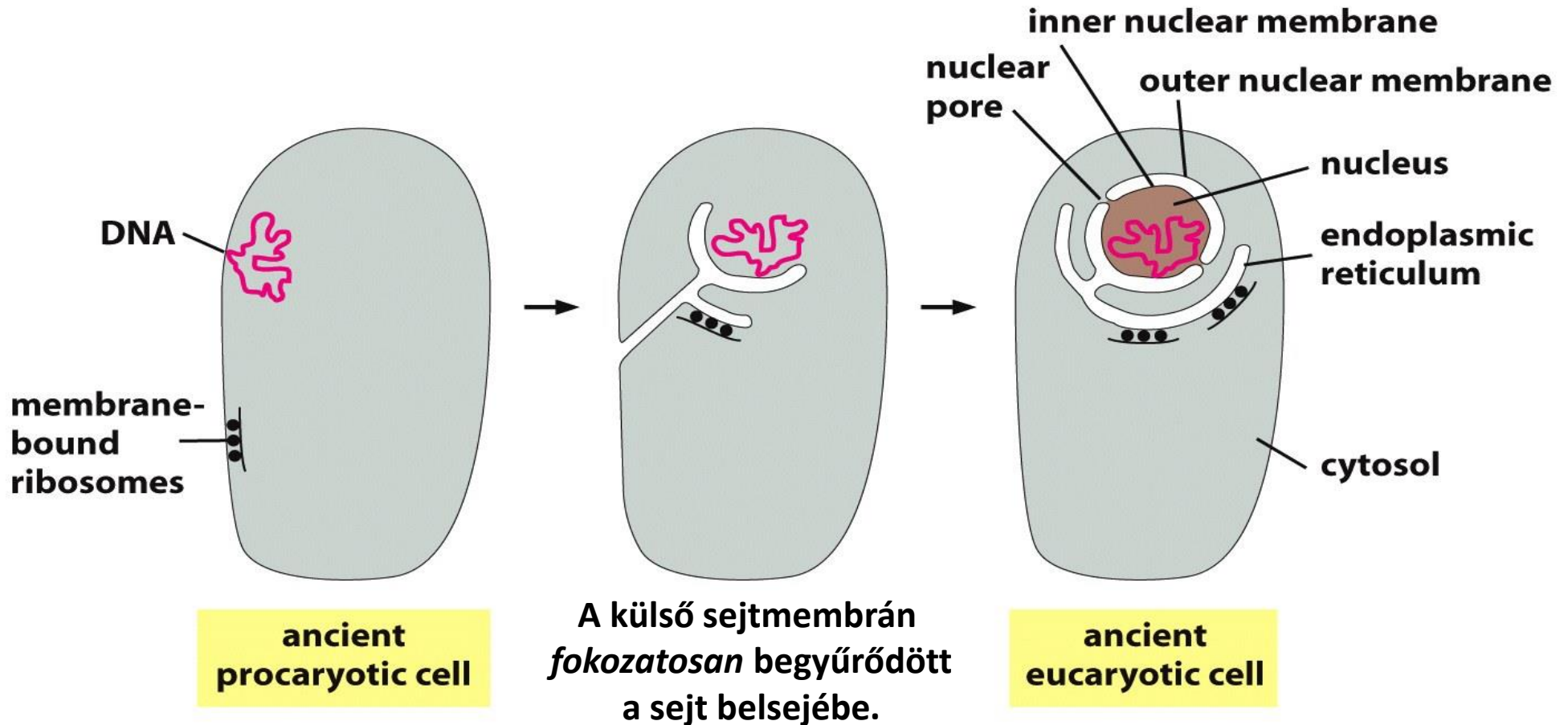
Eukarióták: élesztők, fonalas gombák, protozoák, zöldmoszatok, és az összes többsejtű élőlény

***Ugyanazok a molekulák (DNS, RNS, fehérjék) találhatóak meg a prokariótákban és az eukariótákban is, csak nincs meg az elkülönült membránszerkezet.***

***A pro- és az eukarióta DNS, RNS, fehérjék ugyanazokból az alapvető építőkövekből állnak (lásd Ereky Károly meglátását a 4. dián)***



# Az eukarióta sejtek a prokariótákból alakultak ki az evolúció során

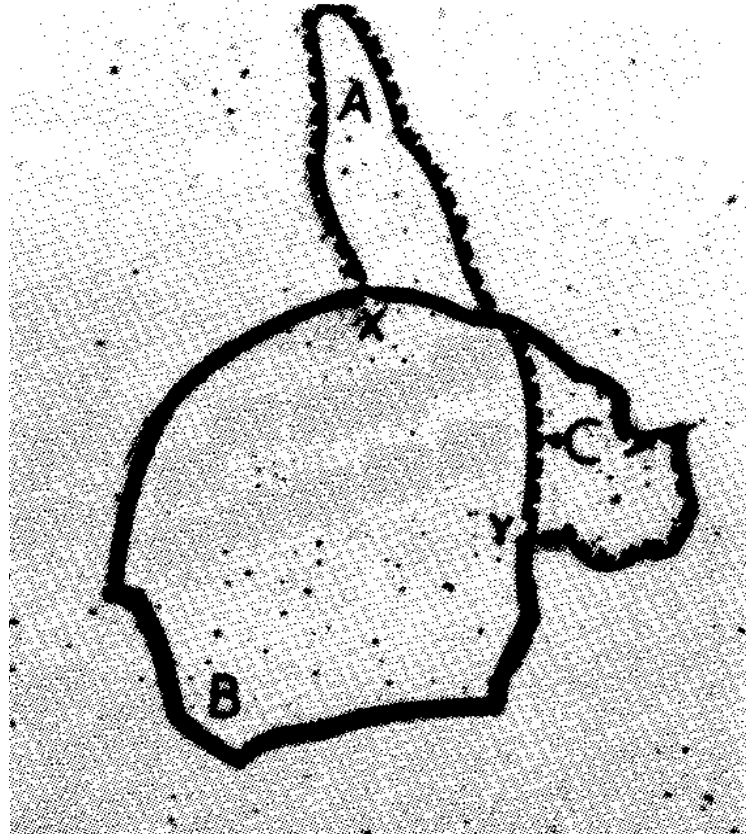


**Az ősi eukarióra sejt még nem tartalmazott mitokondriumot és/vagy a növényi sejtekre jellemző színtestet.**



A két sejttípus közötti különbség a DNS méretében is megnyilvánul

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



Eukarióta DNS  
(kromoszómák)



- A prokarióta DNS egyetlen kromoszómát, az eukarióta DNS több kromoszómát is tartalmaz. Egy emberi testi sejtnak 23 pár kromoszómája van. A kromoszóma tulajdonképpen a sejtosztódáshoz a sejt által “előkészített”, “tömörített” (többszörösen felcsavart, lásd később) DNS.
- A kromoszóma szó jelentése: “színes test”. Speciális eljárással meg lehet festeni és mikroszkóp alatt vizsgálni. Innen kapta a nevét.

# Mire szolgál a DNS és hogyan épül fel a szerkezete

**DNS:** a fehérjék felépítését kódoló „könyvtár”.

4-féle bázis (G, C, A, T) kódolja a tényleges információt, de a bázisokon kívül még van két fő építőelem, “cukor és foszfát”.

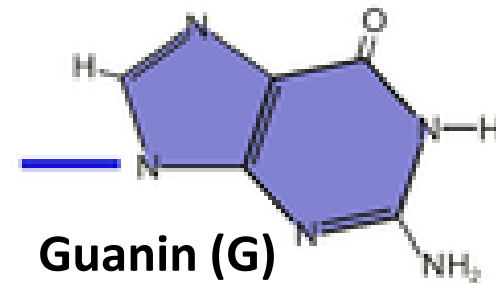
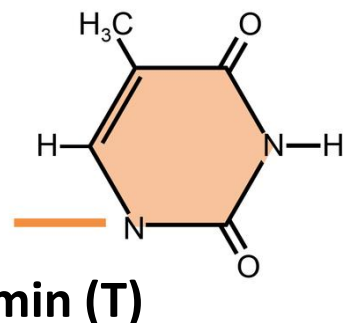
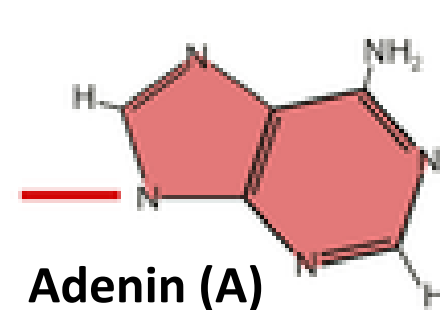
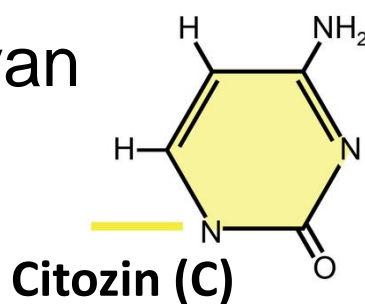
Alapegységek: nukleotidok. Egy alapegység egy bázist és a hozzá tartozó “rögzítőelemeket” jelenti. **Nukleotid = Cukor + Foszfát + Bázis [A,G,C,T]**. (Nukleotid = bázis + két rögzítőelem).

A négyféle bázis miatt négyféle nukleotid alapegységről beszélhetünk: **dAMP, dCMP, dGMP, dTMP**.

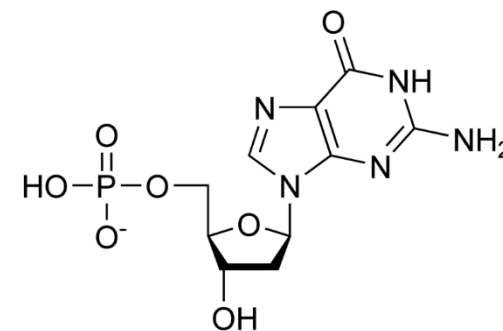
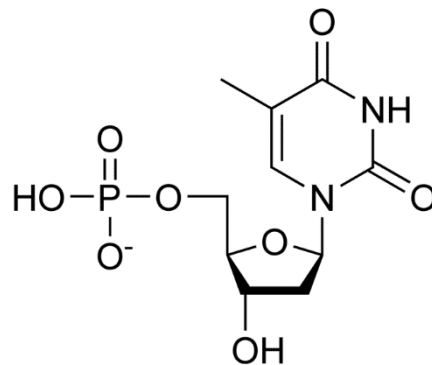
A dián látható képek forrásai:

[1] <https://en.wikipedia.org/wiki/Nucleobase>

[2] <https://hu.wikipedia.org/wiki/Nukleotid>



A DNS-t felépítő 4 bázis [1].

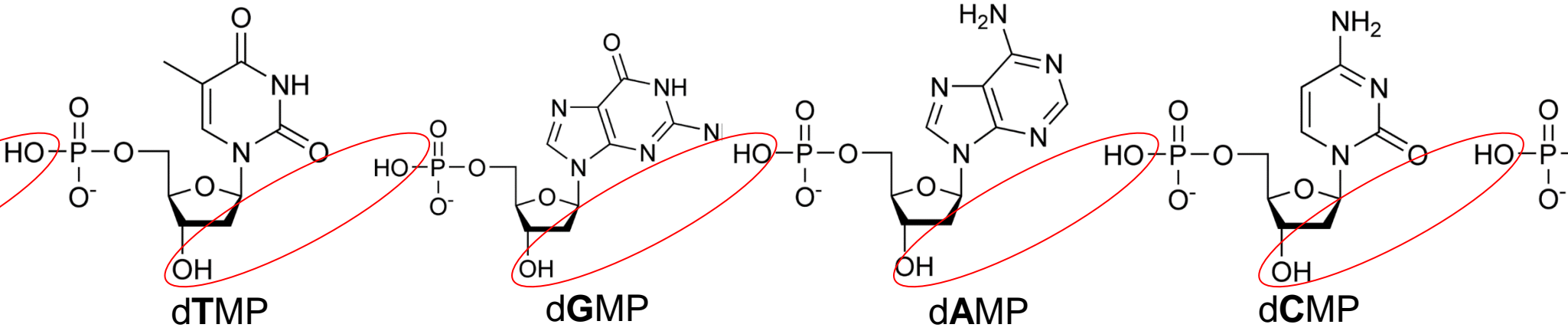


Nukleotidnak nevezik a “rögzítőeleméhez” kapcsolt bázist. Balra a timin (T), jobbra a guanin (G) látható ebben az állapotban, amit rövidítve dTMP-nek és dGMP-nek nevezünk [2].

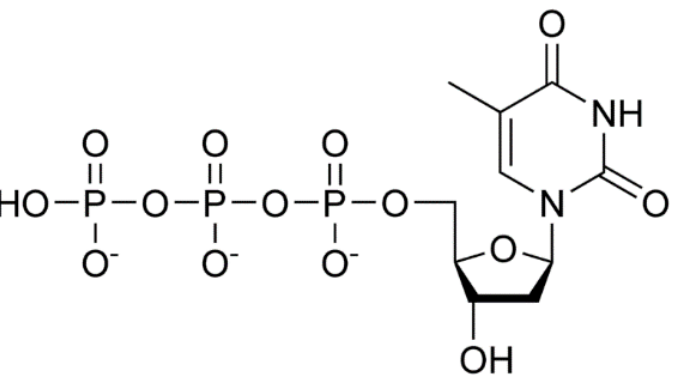
# Nukleotidok: (a DNS-t felépítő\*) bázisok a hozzájuk tartozó “rögzítőelemekkel”. Ezekből a molekulákból épül fel a DNS lánca.

\* Megjegyzés: szép számmal léteznek olyan nukleotidok is, amik nem vesznek részt a DNS felépítésében. Ezek lehetnek az RNS építőegységei, enzimfehérjék kofaktorai, energiatároló molekulák (ATP) vagy információtovábbítást végző, más szóval jelátvivő anyagok. Később még lehet szó róluk.

➤ A rögzítőelemek a bázisok egymáshoz kapcsolásához és külső környezeti hatásoktól való védelméhez szükségesek. Információt nem hordoznak.



Dezoxitimidin-monofoszfát



- Összeolvasva: TGAC lenne a belőlük felépülő DNS darabka bázis-sorrendje.
- Értelmes információ egységet három egymás mellett álló bázis alkot. Pl.: TGA vagy GAC értelmes információ egységek, és egy-egy fehérje építőelemet (aminosavat) kódolnak.
- Balra: így néznek ki a nukleotidok a DNS-be való beépítésük előtt. Tartalmaznak egy nagy energiájú trifoszfát csoportot, ami a beépítésükhöz szükséges energiát tárolja.

# A bázispárok és a kettős láncszerkezet kialakulása

**DNS:** a fehérjék felépítését kódoló „könyvtár”.

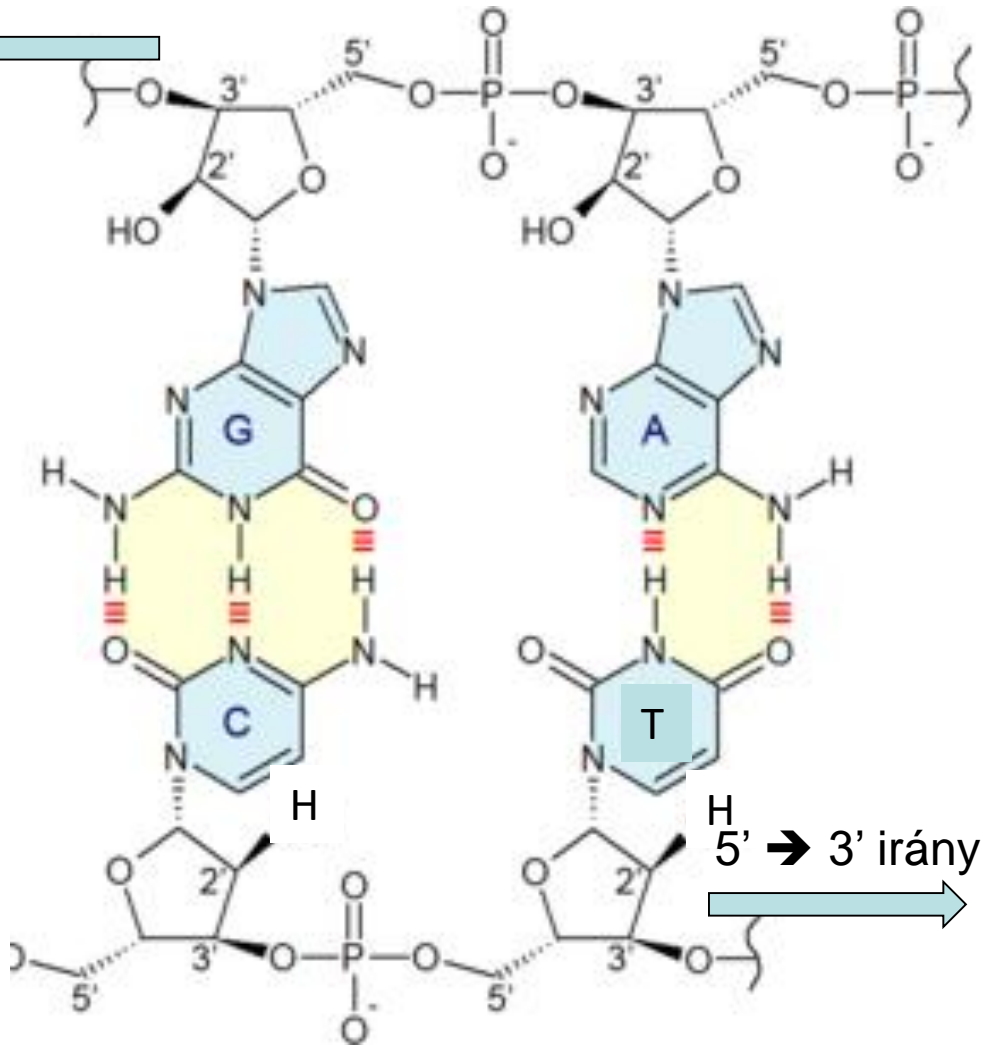
4-féle bázis (G, C, A, T) kódolja a tényleges információt, de a bázisok “tartószerkezetükkel”, egy cukor-foszfát alapegységgel együtt épülnek be a DNS láncba. Ezt az alapegységet nevezik nukleotidnak.

A cukor-foszfát lánc, amihez a bázisok kapcsolódnak, igen hosszú, lineáris (értsd: nem elágazó = nem hálózatos) polimert képez.

A bázisok a szerkezetükben előre meghatározott módon képesek egymással kölcsönhatást kialakítani. C≡G, G≡C, A=T és T=A párok jöhetnek belőlük létre. Ilyen módon két, egymással szemben álló DNS szál jön létre.

A két szál egymással ellentétes irányú, de ugyanazt az információt hordozza, mivel egy adott bázis egyértelműen meghatározza, hogy milyen másik bázis fog tudni vele szemben elhelyezkedni. Más szóval: a két szál komplementere egymásnak.

3' ← 5' irány



5' → 3' irány

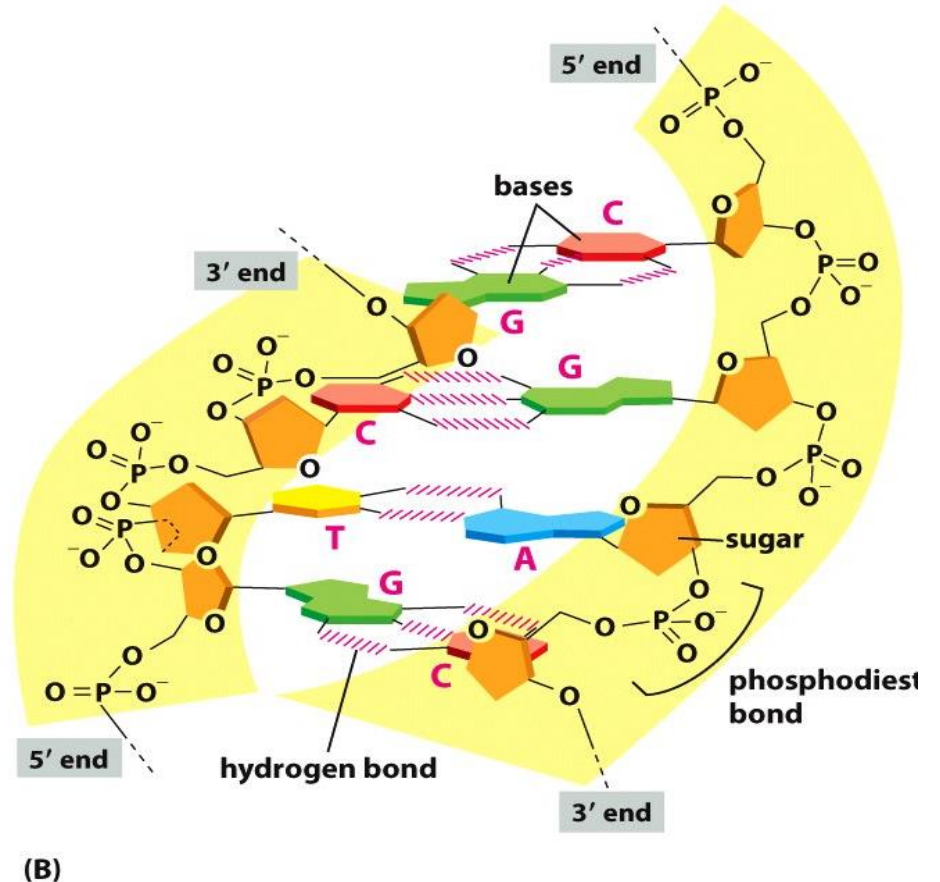
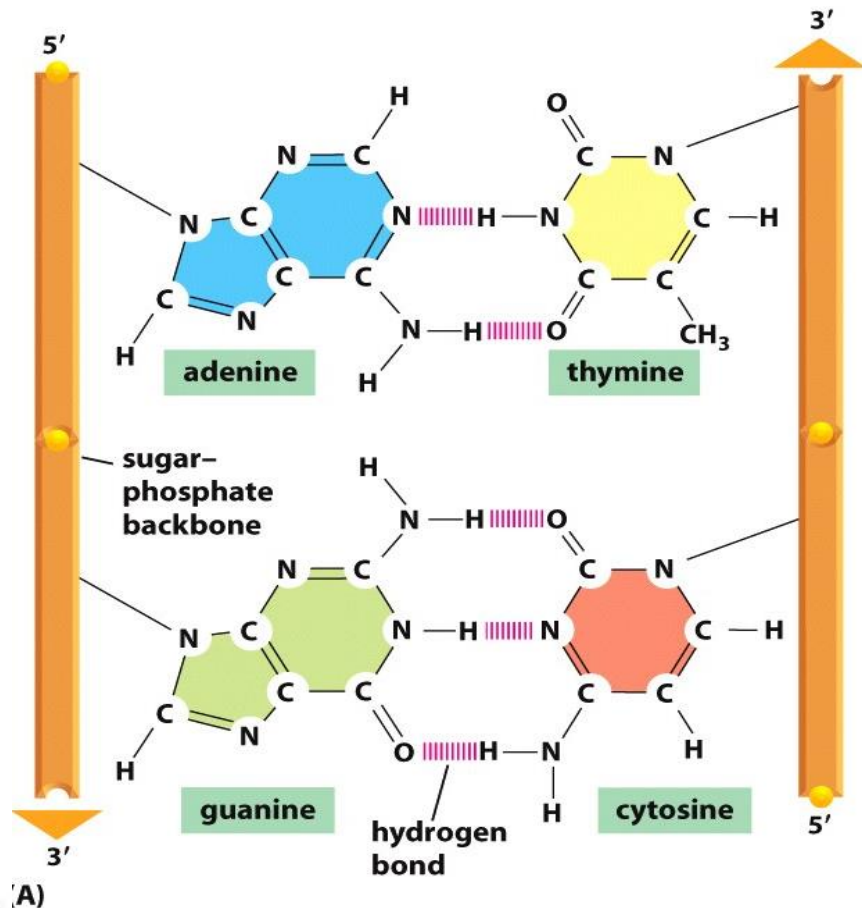
A DNS-t felépítő 4 bázis beépülése a cukor-foszfát láncba és a közöttük kialakuló kölcsönhatások (hidrogén-kötések). A dián látható kép forrása:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Nucleobase>

# Hogyan építik fel a bázisok a DNS kettős spirál szerkezetét?

**DNS:** a fehérjék felépítését kódoló „könyvtár”. Az információt **4 bázis** sorrendje kódolja.  
4 “betűből” formál **3 betűs kódokat** (kodonokat), amik a fehérjék (és RNS-ek) felépítésére vonatkoznak.

A könyvek be vannak csukva → kettős szál hidrogén – kötésekkel összetartva.  
Lemásolásához vagy leolvasásához a könyvet „ki kell nyitni”. → a két szálát szét kell választani.



# Hogyan építik fel a bázisok a DNS kettős spirál szerkezetét?

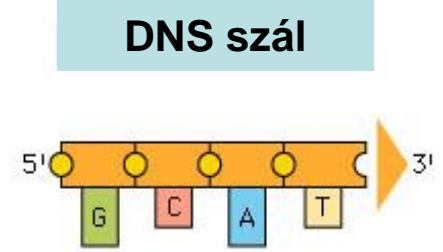
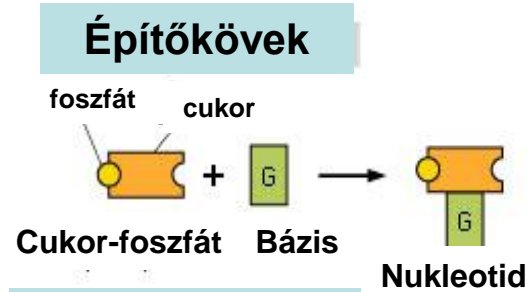
**DNS:** a fehérjék felépítését kódoló „könyvtár”.

4-féle bázis (G, C, A, T) kódolja a tényleges információt, de a bázisokon kívül még van két fő alapegység.

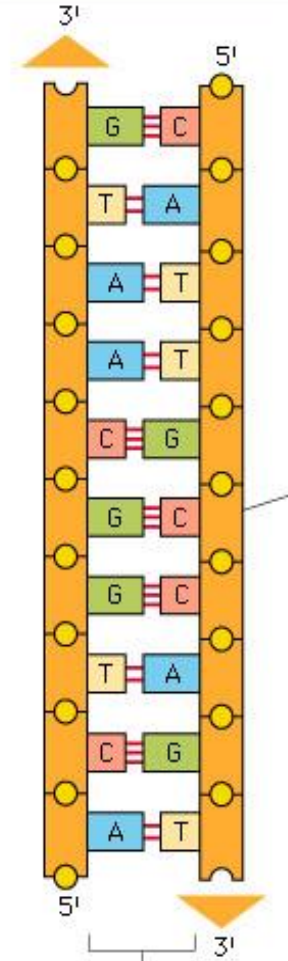
Alapegységek: három molekulából tevődnek össze: cukor, foszfát, bázis. A négyféle bázis miatt négyféle egység: A, C, G, T.

**Nukleotid = Cukor+Foszfát+[A,G,C,T]**

Lineáris: a cukor-foszfát lánc igen hosszú polimert képez.

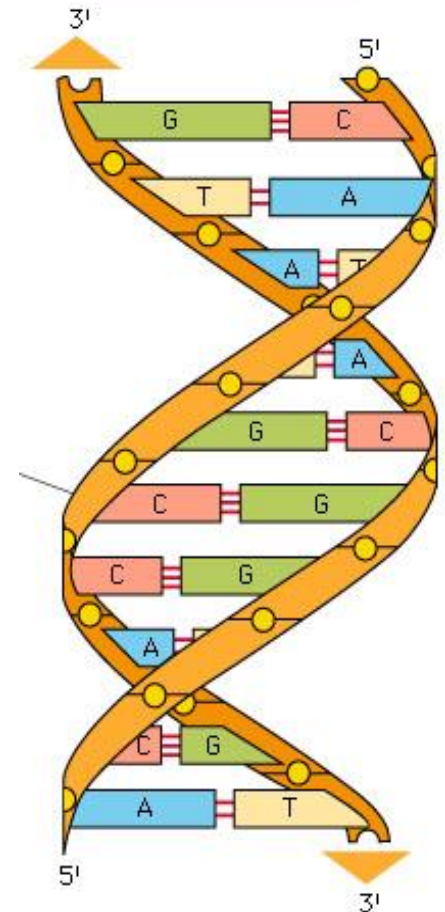


### Dupla DNS szál



Cukor-foszfát váz

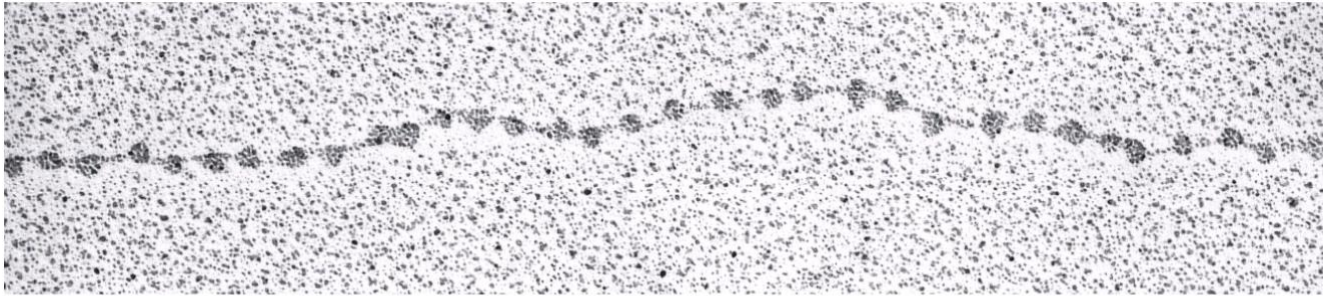
### DNS kettős hélix



Hidrogén kötéssel összetartott bázis párok

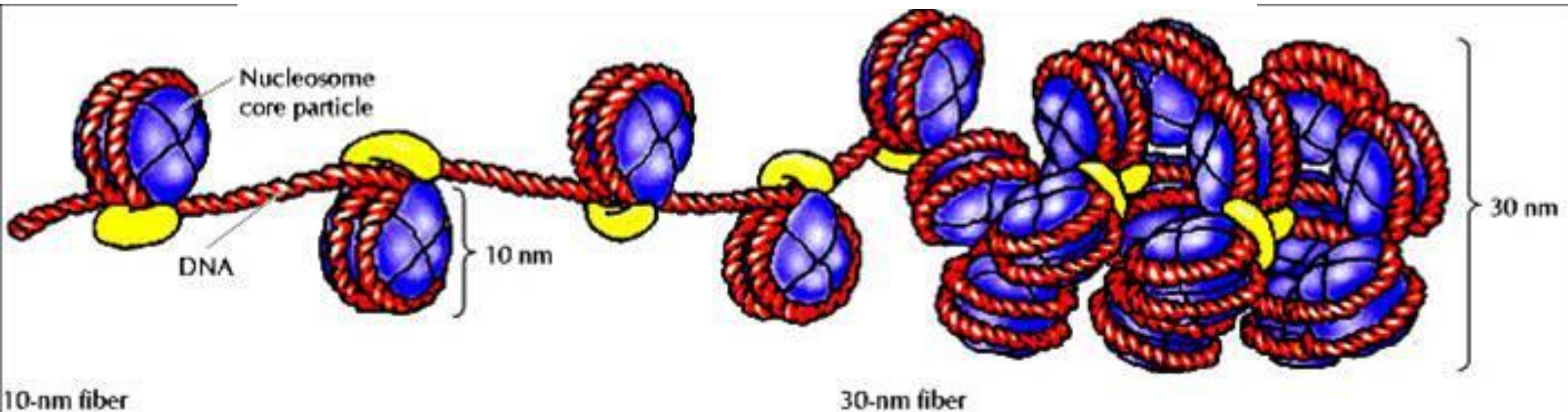
# Hogyan valósul meg a természetben a DNS helytakarékos tárolása?

- A DNS „helytakarékos tárolását” a hiszton fehérjék és a DNS-ből és hisztonokból felépülő kromoszómák biztosítják.
- A DNS gömb vagy korong alakú hisztonokra (bázikus fehérjék-re) tekeredik fel.
- V.ö.: informatikai adatok tömörítése.



A kromoszómák finomszerkezete

50 nm





# A DNS tömörítése

A DNS feltekert és többszörösen összehajtogatott formában tárolódik a kromoszómákban.

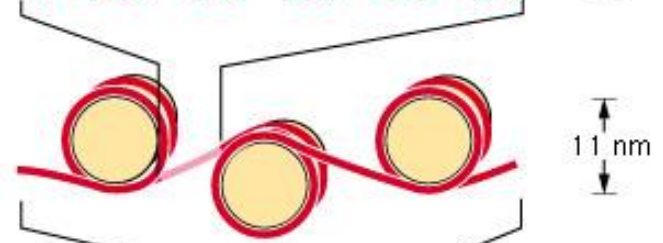
A DNS szál kb. 50.000-szer hosszabb, mint a kromoszóma, a DNS feltekeredett, tömörített változata.

V.ö.: minta 50 GB-nyi fájlt 1 MB-tá sikerülne tömöríteni.

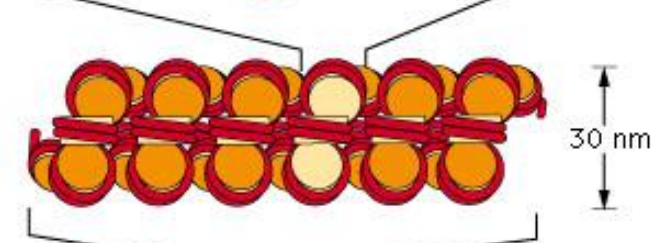
A DNS kettős spirálja



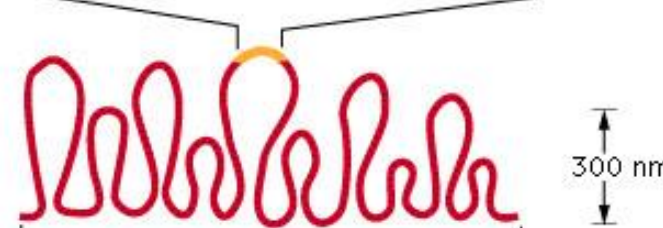
"Gyöngysor" kromatin



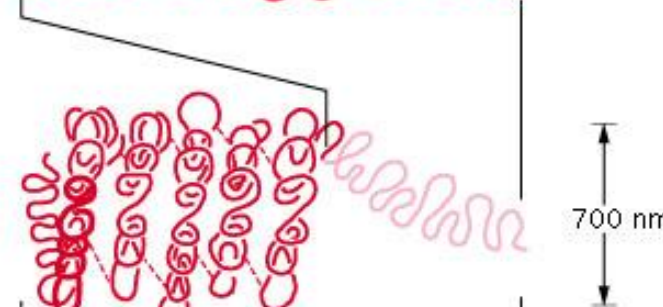
Párhuzamos nukleoszóma láncok



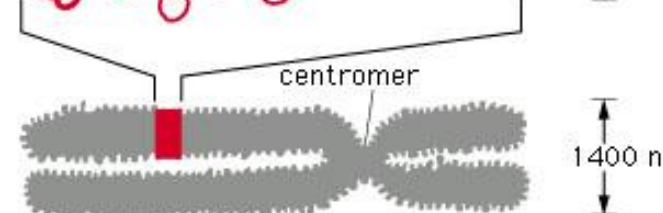
"Kigombolyított" kromoszóma részlet



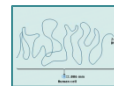
Tömör szerkezetű kromoszóma részlete



Teljes diploid kromoszóma



A kromoszómában a DNS 50.000-szer rövidebb, mind teljesen kiegyenesítve



# Az örökítőanyag (DNS) szükséges funkciói

A DNS-re nemcsak az egyedfejlődés, hanem az élőlény egész élete folyamán aktívan szükség van.

- **Nagy információ tároló kapacitással rendelkeznek.**
- **Képes sokszorozódni (lemásolódni vagy replikálódni)**
- **Képes változni (mutálódni). Mutatio = változás.**
- **A benne kódolt információ képes fehérjékké átfordítódni.**

Általánosabban fogalmazva, a benne tárolt információ képes hasznosulni, fizikai megjelenést ölteni.

A DNS a fehérjék felépítésére (aminosav sorrendjére), valamint a felépítés helyére és idejére vonatkozó információt tartalmaz, amit ki lehet belőle olvasni és végre is lehet hajtani.

Minden, amit a sejtben a DNS-en és az RNS-en kívül látunk, fehérje vagy fehérjék által létrehozott termék.



# A DNS-en tárolt információ fizikai valósággá – fehérjékké – való átfordítása

- Két lépésben történik meg. Egy 4 elemű kódrendszerről egy 20 elemű kódrendszerre való áttérést jelent.
- A 20 elemű kódrendszert aminosav sorrendnek (aminosav szekvenciának) hívják, és a fehérjék térbeli felépítését, szerkezetét határozza meg.
- Az emberiségnek sikerült megérteni a két kódrendszer közötti összefüggést, ami a jobbra látható aminosav kódszótárból (codon dictionary) olvasható ki.
- (Az aminosav kódszótár tekinthető a genetika Rosetta kövének is, de nem hívják így.)

		SECOND BASE				
		U	C	A	G	
FIRST BASE U	U	UUU } Phe	UCU } Ser	UAU } Tyr	UGU } Cys	U C A G
		UUC } Phe	UCC } Ser	UAC } Tyr	UGC } Cys	
		UUA } Leu	UCA } Ser	UAA Stop	UGA Stop	
		UUG } Leu	UCG } Ser	UAG Stop	UGG Trp	
FIRST BASE C	C	CUU } Leu	CCU } Pro	CAU } His	CGU } Arg	U C A G
		CUC } Leu	CCC } Pro	CAC } His	CGC } Arg	
		CUA } Leu	CCA } Pro	CAA } Gln	CGA } Arg	
		CUG } Leu	CCG } Pro	CAG } Gln	CGG } Arg	
FIRST BASE A	A	AUU } Ile	ACU } Thr	AAU } Asn	AGU } Ser	U C A G
		AUC } Ile	ACC } Thr	AAC } Asn	AGC } Ser	
		AUA } Ile	ACA } Thr	AAA } Lys	AGA } Arg	
		AUG Met or Start	ACG } Thr	AAG } Lys	AGG } Arg	
FIRST BASE G	G	GUU } Val	GCU } Ala	GAU } Asp	GGU } Gly	U C A G
		GUC } Val	GCC } Ala	GAC } Asp	GGC } Gly	
		GUA } Val	GCA } Ala	GAA } Glu	GGA } Gly	
		GUG } Val	GCG } Ala	GAG } Glu	GGG } Gly	

# Hogyan kódolják a 3 bázisból álló DNS egységek (kodonok) a fehérjét

		SECOND BASE					
		U	C	A	G		
U	U	UUU } Phe	UCU } Ser	UAU } Tyr	UGU } Cys	U C A G	
		UUC } Phe		UAC } Tyr	UGC } Cys		
		UUA } Leu		UCA } Ser	UAA Stop		UGA Stop
		UUG } Leu		UCG } Ser	UAG Stop		UGG Trp
C	C	CUU } Leu	CCU } Pro	CAU } His	CGU } Arg	U C A G	
		CUC } Leu		CCC } Pro	CAC } His		CGC } Arg
		CUA } Leu		CCA } Pro	CAA } Gln		CGA } Arg
		CUG } Leu		CCG } Pro	CAG } Gln		CGG } Arg
A	A	AUU } Ile	ACU } Thr	AAU } Asn	AGU } Ser	U C A G	
		AUC } Ile		ACC } Thr	AAC } Asn		AGC } Ser
		AUA } Ile		ACA } Thr	AAA } Lys		AGA } Arg
		AUG Met or Start		ACG } Thr	AAG } Lys		AGG } Arg
G	G	GUU } Val	GCU } Ala	GAU } Asp	GGU } Gly	U C A G	
		GUC } Val		GCC } Ala	GAC } Asp		GGC } Gly
		GUA } Val		GCA } Ala	GAA } Glu		GGA } Gly
		GUG } Val		GCG } Ala	GAG } Glu		GGG } Gly

A 3 betűs kódok (kodonok) egy-egy fehérje építőegységnek, más néven aminosavnak felelnek meg.

Az aminosavak a fehérjék építőkövei.

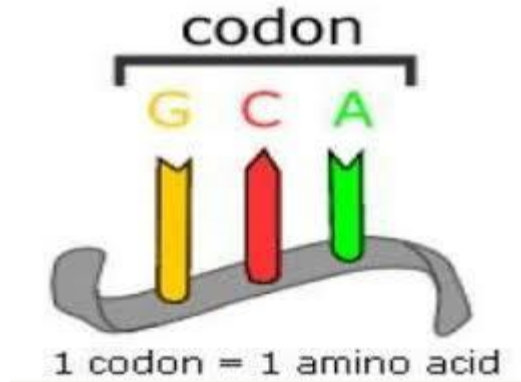
20 féle fehérjeépítő aminosav létezik.

De  $4 \times 4 \times 4 = 64$  lehetséges kodon rakható ki a DNS-t felépítő 4 bázisból.

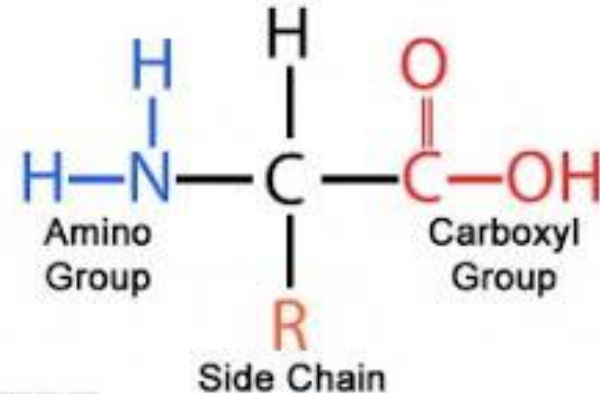
Így egy aminosavat több kodon is kódolhat (vö. burgonya = krumpli 😊)

A nyelvet felépítő szavak is tekinthetők kodonnak = kódnak. Tárgyakat, személyeket, jelenségeket, elvont fogalmat kódolnak. Csak nem olyan egységes szerkezetűek, mint a genetikai kód.

# A fehérjék általános felépítése



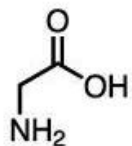
## Amino Acid Structure



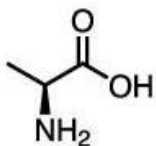
**A DNS a fehérjék  
(és RNS-ek) felépítését kódolja.  
3 bázis = a kód alapegysége (kodon)  
1 kodon ~ egy aminosav**

Képzeltethetjük őket egy kirakós játék elemeinek, ahol az egyes darabok közötti hézagokat helytakarékosan és a célfeladat betöltésére koncentrálnak kell kitölteni. Erre való a 20 különböző oldallánc.

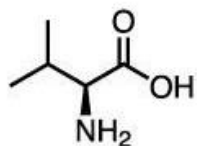
- 20-féle “alfa” aminosav alkotja őket
- Ezek általános felépítése megegyezik, de az oldalláncuk különböző.
- A DNS három betűs kodonjai egy-egy aminosavnak felelnek meg.
- Kivéve a STOP kodont.
- Egy aminosavat több kodon is kódolhat.
- Emiatt a fehérje szerkezetének ismeretében a DNS bázissorrendje nem fejthető vissza egyértelműen.
- Egy adott DNS bázissorrendről viszont egyértelműen kiderül, hogy milyen fehérjét kódol.



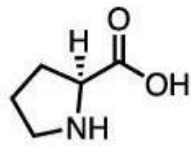
Glycine



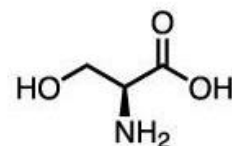
Alanine



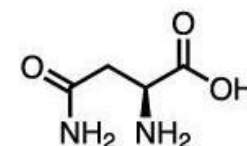
Valine



Proline

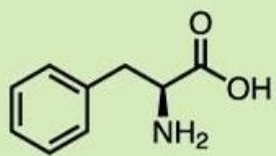


Serine

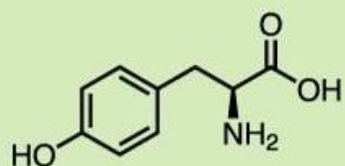


Asparagine

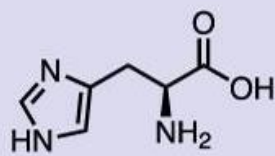
## A fehérjéket felépítő 20 alfa aminosav



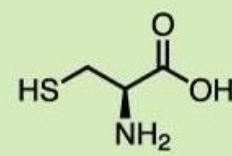
Phenylalanine



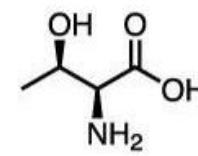
Tyrosine



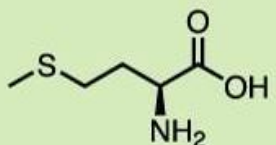
Histidine



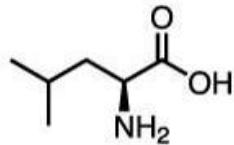
Cysteine



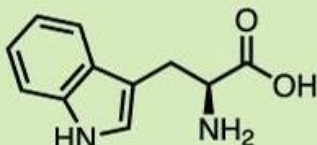
Threonine



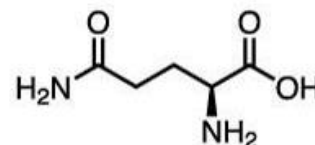
Methionine



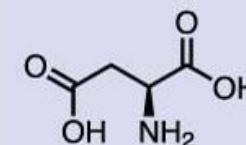
Leucine



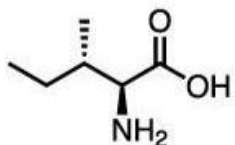
Tryptophan



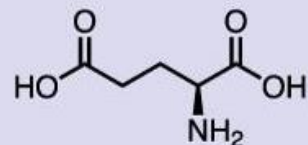
Glutamine



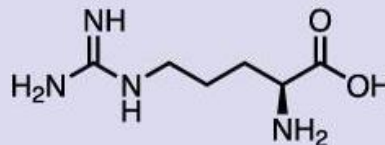
Aspartate



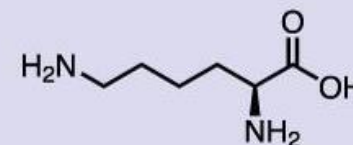
Isoleucine



Glutamate



Arginine



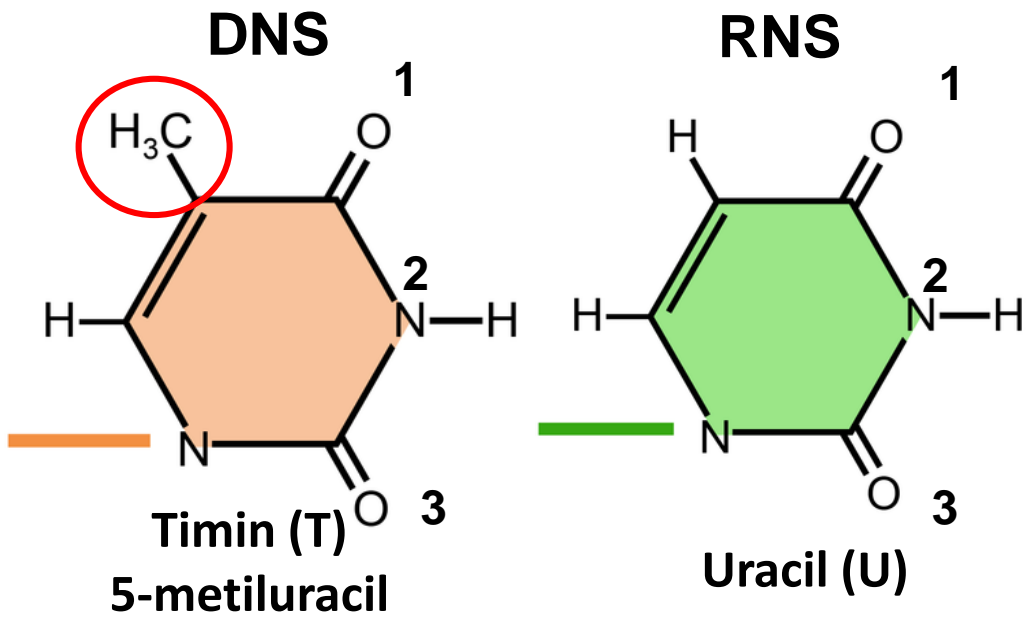
Lysine

# De miért van U feltüntetve a kódszótárban és miért nincs egy darab T sem?...

## A DNS és az RNS összehasonlítása

- Mert a DNS-ben tárolt információ átírása két lépésben, egy közvetítő molekulán, az RNS-en keresztül történik.
- A DNS egyik száláról egy pontos, egyszálú RNS másolat készül.
- Ahhoz, hogy egy ilyen másolat létrejöhessen, az RNS-nek nagyon hasonlónak kell lennie a DNS-hez. DE:
- Az RNS-ben a 4 bázis egyike kicsit kevésbé stabil formában van jelen. (Hiányzik róla egy -CH3 csoport). Ezt a formát a biológusok uracilnak hívják, a metilezett formát pedig timinnek.
- A 2 molekula információ tárolás szempontjából teljesen azonos, de a sejtek kényszerrel figyelnek arra, hogy az uracil a DNS-be ne épülhessen be.

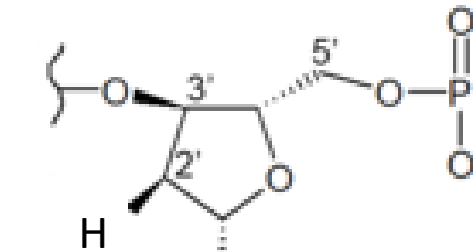
		SECOND BASE					
		U	C	A	G		
U	UUU	Phe	UCU	Tyr	UGU	Cys	U
	UUC		UCC		UGC		C
	UUA	Leu	UCA	Ser	UAA	Stop	A
	UUG		UCG		UGG		Trp
				UAG	Stop		



1, 2 és 3: a hidrogén-kötés kialakítására alkalmas pontok (atomok) azonosak a két molekulában.

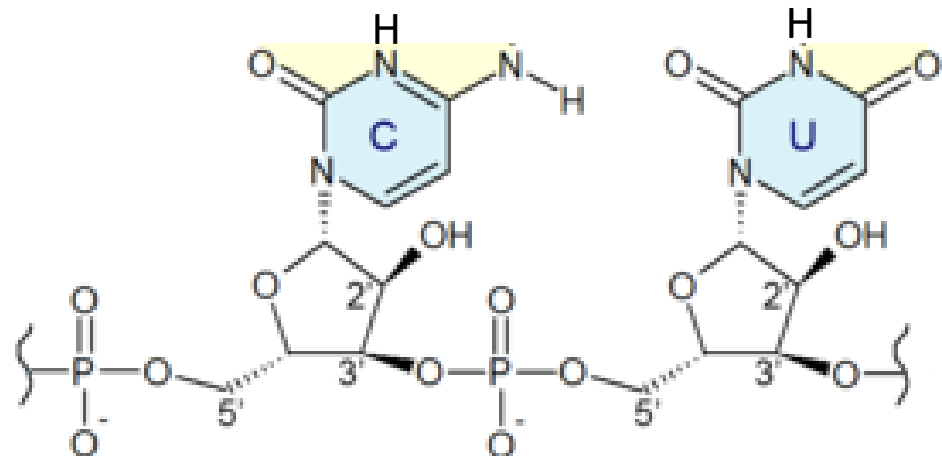
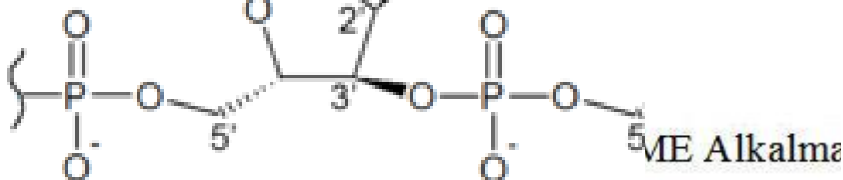
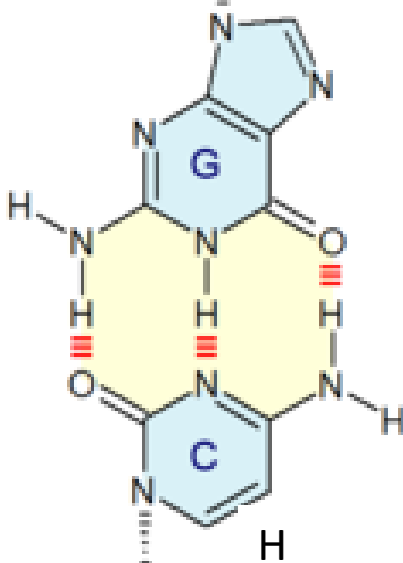
# A DNS és az RNS összehasonlítása: egy másik különbség

- Hosszabban kifejtve: az RNS cukor-foszfát láncában a cukor molekulákon van egy kötésben nem résztvevő –OH csoport, ami miatt az RNS molekulák nem tudnak olyan stabil kettős szálú szerkezetet felvenni, mint a DNS molekulák.
- Rövidebben összefoglalva: a DNS kétszálú, az RNS viszont egyszálú molekula.



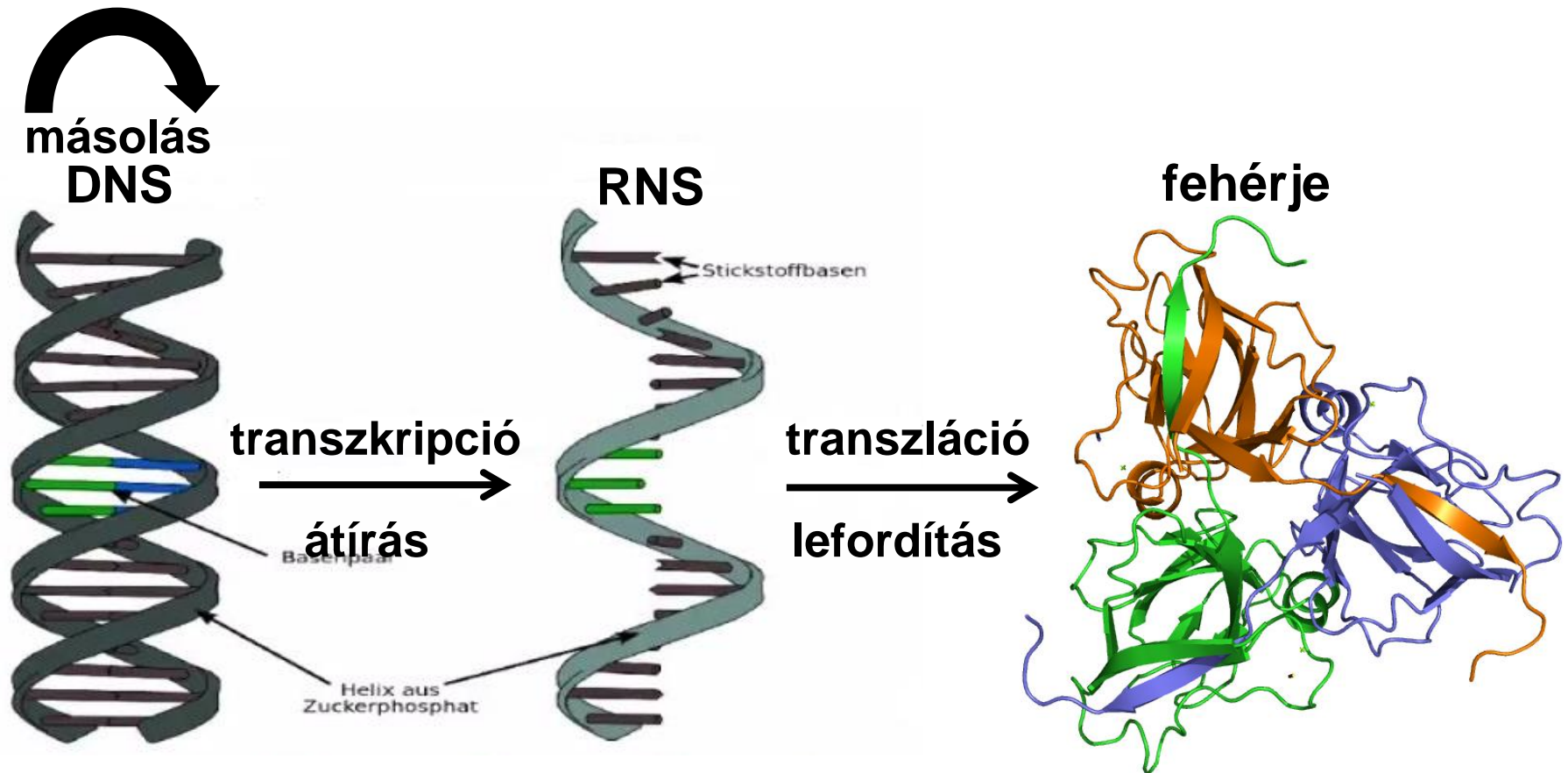
Balra: egy bázispárnyi részlet egy DNS molekulából

Jobbra lent: két bázisos részlet egy RNS molekulából





Nincs ez túlbonyolítva? Mi szükség az RNS-ekre? És egyáltalán, miért nem másolják le a fehérjék egyszerűen önmagukat?



Nagyon stabil szerkezet, ideális tárolóeszköz, de pont emiatt nem is rugalmas. Nem alkalmas “végrehajtó” feladatok ellátására.

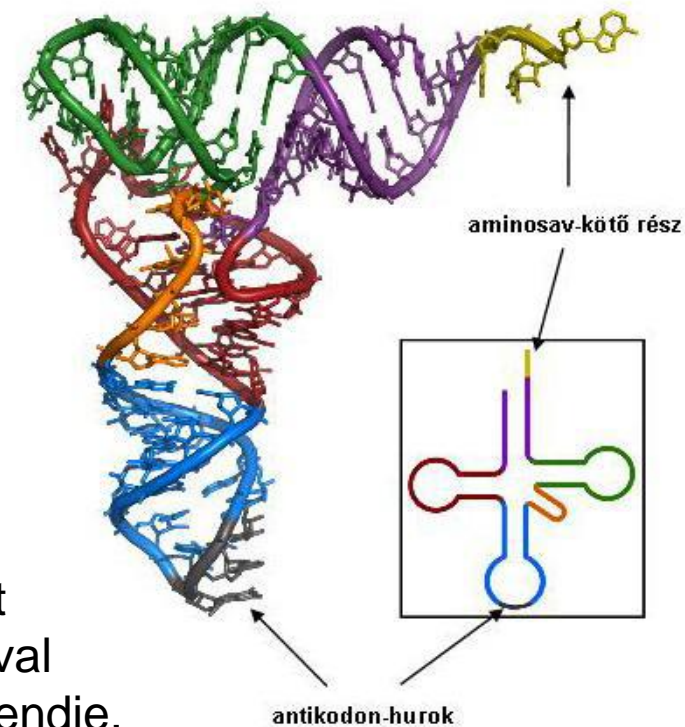
Kevésbé stabil, mivel a bázisok a “külvilág” felől megközelíthetőek, de kicsit rugalmasabb molekula. Információ tárolásra és bizonyos végrehajtó feladatokra is alkalmas, de csak korlátozott ideig.

A legtöbb fehérje instabil, a DNS-hez és az RNS-hez képest is nagyon sérülékeny. DE hatékony és változatos célokra felhasználható “végrehajtó eszköz”.

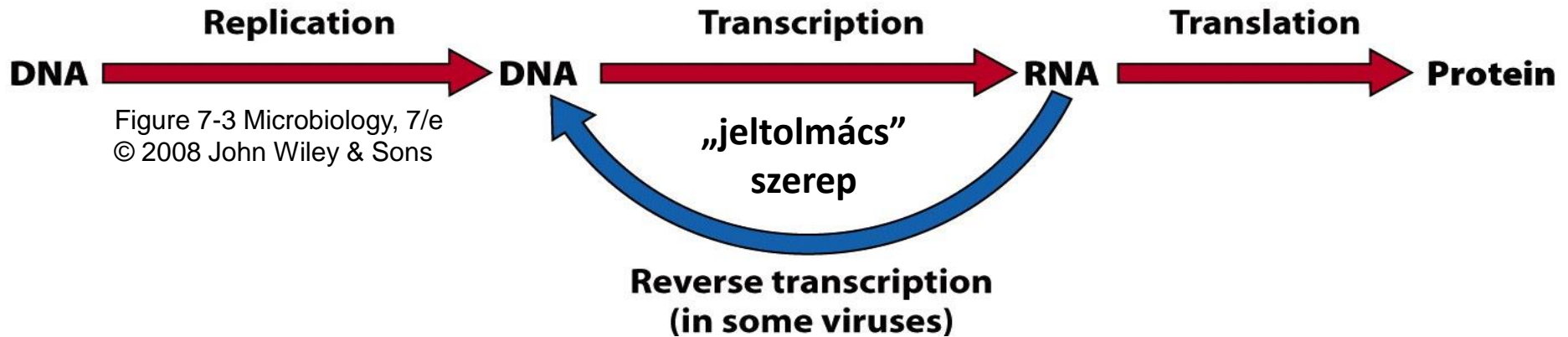
# Az RNS-ek típusai és feladatai a sejtekben

- Az RNS egyszálú
- A DNS-sel komplementer
- Timin (T) helyett uracilt (U) tartalmaz
  
- Három gyakori alaptípus: mRNS, tRNS, rRNS
- m: messenger, t: transfer, r: riboszomális.
- Mindháromnak a fehérjék *szintéziséhez* van köze, de más-más a feladatuk.
  
- Az mRNS-es egy egyszálú, pontos másolat a DNS egy adott (hosszabb-rövidebb) szakaszáról. Emiatt a DNS egyik szálával komplementer, a másikkal pontosan megegyező a bázissorrendje.  
= Ugyanazt az információt kódolja, mint a DNS, csak hozzáférhetőbb formában.
  
- tRNS: ennek a molekulának a feladata az DNS-ben kódolt információhoz való hozzáférés és az információ felhasználása. Fehérjét épít az információ alapján. Ez a molekula végzi el a 4 elemű kód lefordítását a fehérjék felépítésének 20 elemű kódjára, az aminosavak sorrendjére. (Nevezhetnék tolmácsnak is, de nem hívják így.)
  
- rRNS: Munkafelületként szolgál a fehérjék összerakásához, vagyis az mRNS, a tRNS és az aminosavak egy helyen, egy időben történő találkozásához. Ez a munkafelület a riboszóma.

## A tRNS szerkezete



# A DNS lemásolása (replikáció) és átírása (transzkripció)



A fehérjék előállítása két lépésben történik:

1. Átírás (transzkripció) DNS-ről mRNS-re.
2. Fehérjeszintézis (lefordítás, traszláció) mRNS-ről fehérjére (aminosav láncre).

Az mRNsek közvetítő molekulák a DNS leolvasás és a fehérje felépítés között.

**A genetika centrális dogmája (az ábrán piros nyilakkal jelezve):**

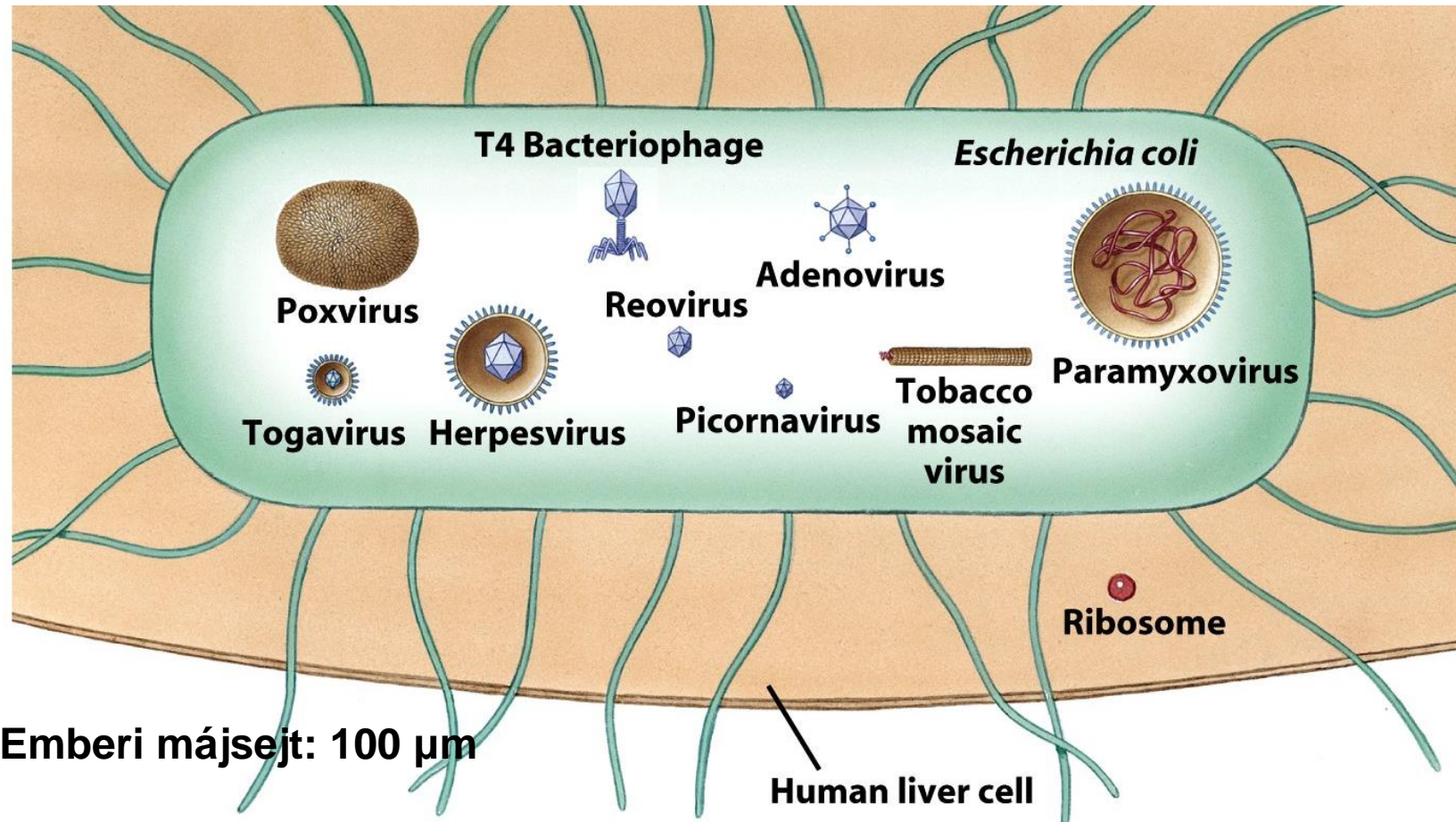
**Az információ mindig csak egy irányban, a DNS-ről kerül továbbításra az RNS-re, és az RNS-ek közvetítésével valósul meg a fehérjék szintézise.**

A retrovírusok (pl. HIV) rációfoltak a centrális dogmára: RNS található bennük, ez hordozza a genetikai információjukat. Az RNS-en egy reverz transzkriptáz nevű enzim fehérjét is kódolnak, ez képes a gazdasejtben kifejeződni és a vírus RNS-t DNS-sé átírni.

A DNS-sé átírt vírus örökítőanyag a gazdasejt saját DNS-ébe be tud épülni, és itt elrejtőzve képes a gazdasejt DNS-ével együtt minden egyes sejtosztódáskor lemásolódnia. A fenti ábrán a kék nyíl jelöli az RNS → DNS irányú információ áramlást.

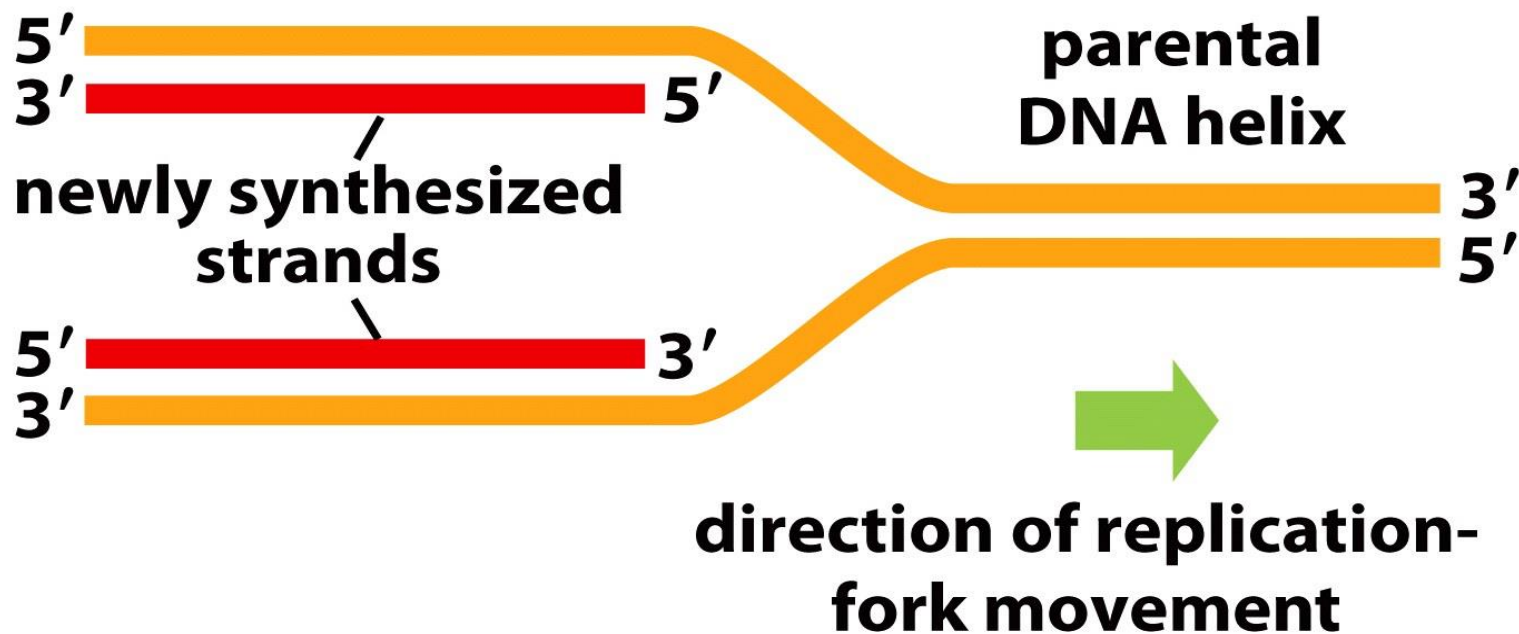
# Vírusok

- A vírusok nem sejtek! Önálló életmódra alkalmatlan örökítőanyag darabkák, fehérje burokba csomagolva.
- Még a prokarióta sejteknél is kisebb méretűek. (A prokariótáknak is vannak vírusaik.)
- Örökítőanyaguk lehet RNS is: egyszálú vagy kétszálú RNS és egyszálú vagy kétszálú DNS.
- Bővebb információ a vírusokról a 3. órán...

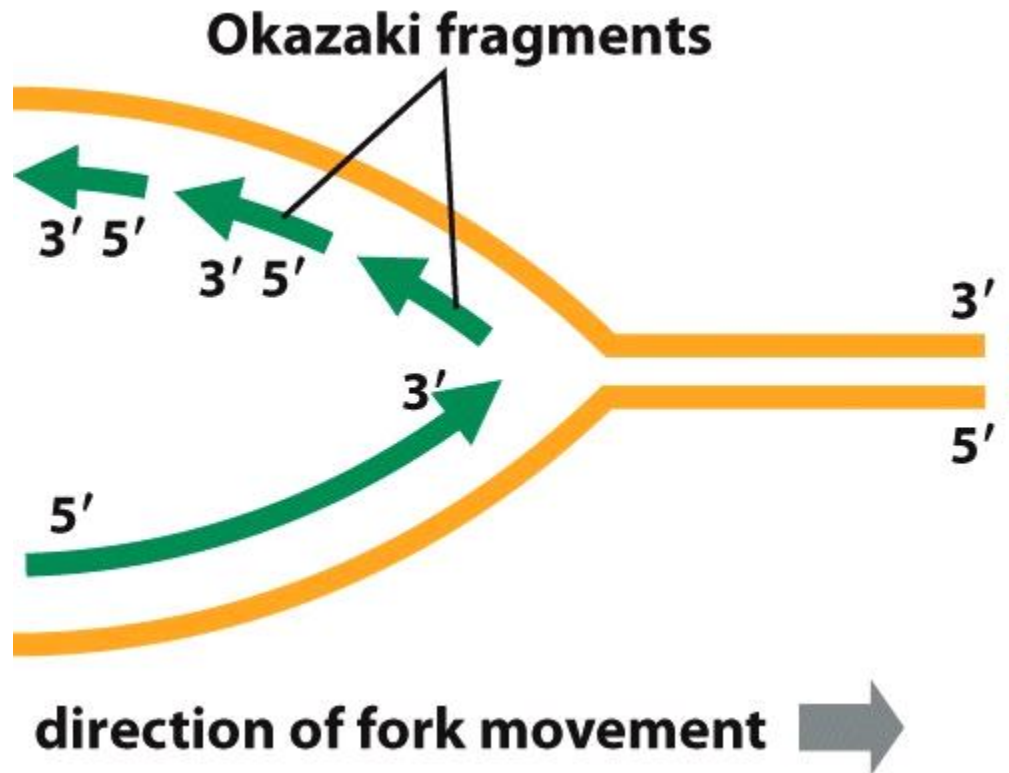


# A DNS lemásolása (replikációja)

- Ehhez a DNS két szálát szét kell nyitni
- A két szál szétválasztását és az új szálak szintézisét egy enzimfehérje rendszer végzi a sejtben
- A másolás egyirányú
- A folyamat során “replikációs villa” keletkezik.



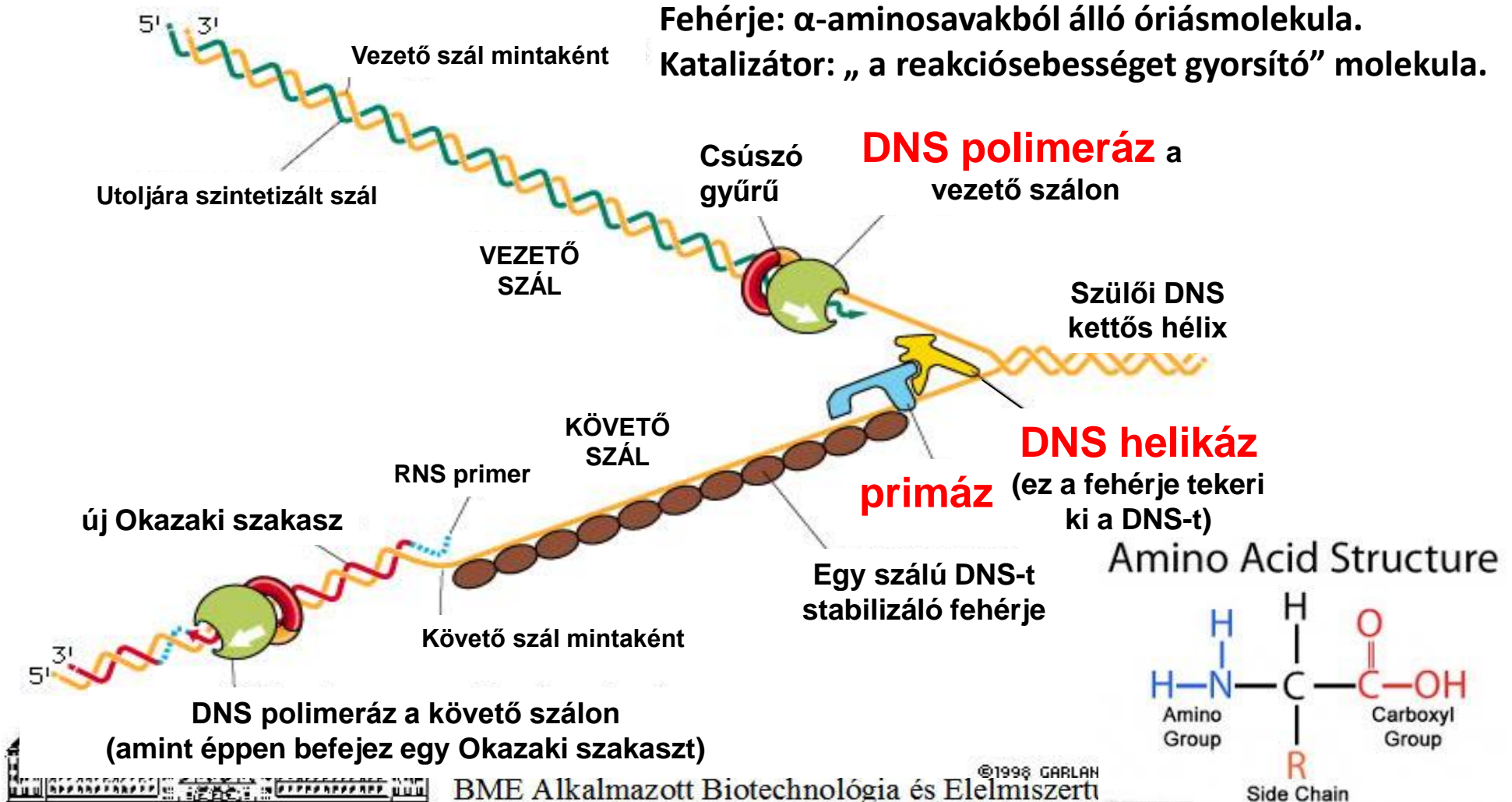
# A DNS lemásolása (replikációja)



# A DNS másolása (DNS replikáció) a sejtben

A sejt szaporodásához van rá szükség. A DNS lemásolását a sejt osztódása követi. A sejtben ezt a folyamatot (szálak szétválsztása és másolás) **enzimek** végzik. Enzim: **fehérje, katalizátor**, a sejtben zajló biokémiai folyamatok kivitelezője.

Fehérje:  $\alpha$ -aminosavakból álló óriásmolekula.  
Katalizátor: „ a reakciósebességet gyorsító” molekula.



# A következő óra tartalmából

- Mire jó, hogy ismerjük a DNS szerkezetét és meg tudjuk határozni a genetikai kód jelentését (*értelmezni* tudjuk a kódot)?
- Hogyan tudjuk *elolvasni* és lemásolni a kódot?

## Ajánlott olvasmány

Ajánlott **kiegészítő** olvasmány az 1. ZH anyagához (a genetika iránti érdeklődés vagy a kötelező tananyaggal kapcsolatos teljes tanácsstalanság\* esetén javaslom):

[https://www.interkonyv.hu/konyvek/deak\\_veronika\\_altalanos\\_genetika](https://www.interkonyv.hu/konyvek/deak_veronika_altalanos_genetika)

A megadott linken ingyenesen elérhető. A “kosár” és a “fizetés” pontokra kell kattintani, de regisztráció után 0 Ft-ért le lehet tölteni.

\* Kérdezzetek óra előtt, óra után vagy emailben.

