

**Az élő rendszerek konzervatív struktúrái:**

*A lipidek*

# A lipidek hidrofób molekulák sokrétű csoportja

---

- A **lipidek** olyan különböző felépítésű és funkciójú hidrofób anyagok, melyek apoláros oldószerekben jól, vízben nem vagy alig oldódnak.
  - Nem képeznek polimer makromolekulákat
  - Tartalmazhatnak poláros kötések (pl. oxigénnel), de elsősorban szénhidrogén régiókat találunk bennük
  - Csoportosíthatóak kémiai összetételük és biológiai funkcióik alapján
-

# A lipidek csoportosítása kémiai összetétel alapján

---

- **Egyszerű lipidek:** hidrolízissel egyszerűbb alkotókra nem bonthatóak fel (nem szappanosíthatóak)
    - Zsírsavak
    - Szteroidok
    - Karotinoidok
    - Terpének
    - Prostaglandinok
  - **Összetett lipidek:** hidrolízissel egyszerűbb alkotókra bonthatóak fel (szappanosíthatóak)
    - Neutrális zsírok
    - Viaszok
    - Foszfatidok
-

# Zsírsavak

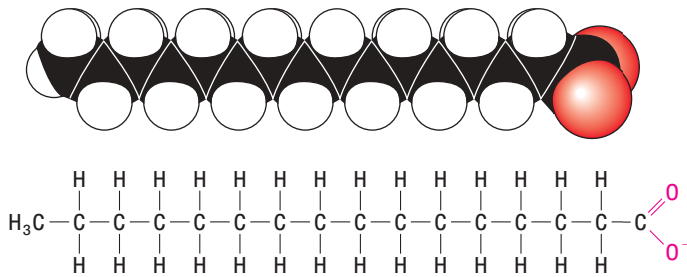
---

- Hosszú szénhidrogén láncokat tartalmazó molekulák, a végükön **karboxil** csoporttal (páros számú szénatomból állnak)
  - A zsírsavak szabadon is előfordulnak, de lehetnek az anyagcserefolyamatok köztes-termékei vagy összetett lipidek prekurzorai
  - A szénhidrát lánc tartalmazhat kettős kötéseket, ez esetben telítetlen zsírsavakról beszélünk (pl. olajsav).
-

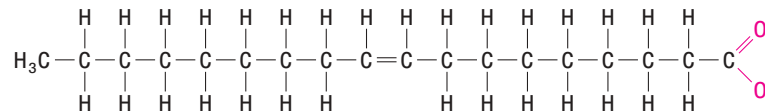
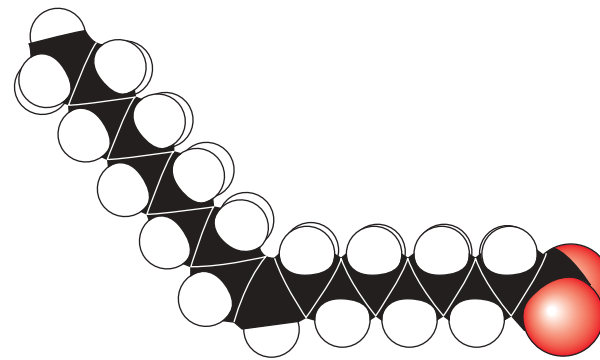
# Zsírsavak hidrogenizálása

---

- A szénlánc hossza, és a kettős kötés jelenléte (mely általában cisz konformációjú), meghatározza a molekula alakját és tulajdonságait:



Palmitát  
(olvadáspont: 63,1°C)



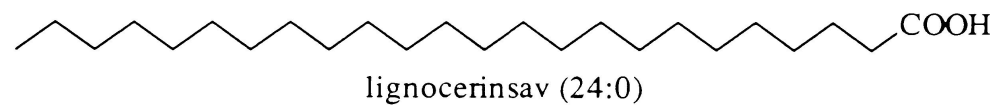
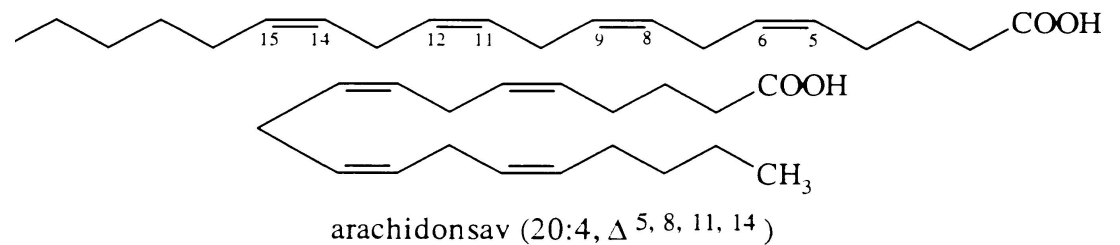
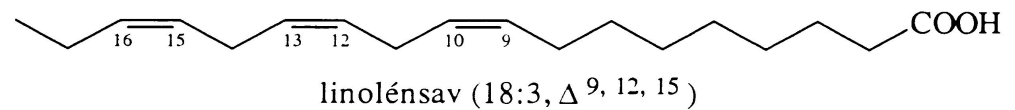
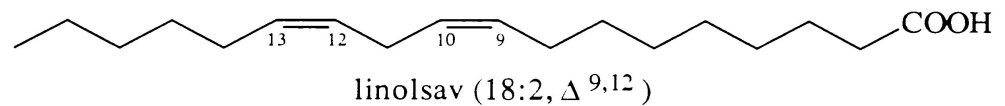
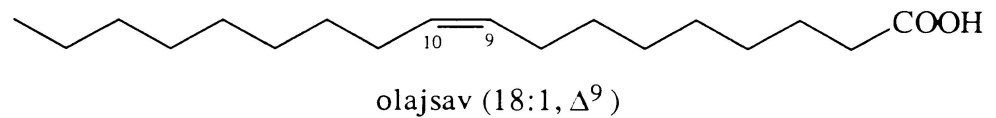
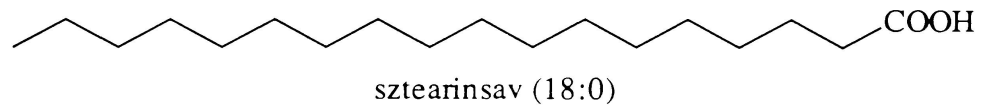
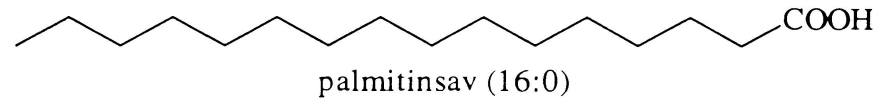
Oleát  
(olvadáspont: 13,4°C)

---

# Zsírsavak

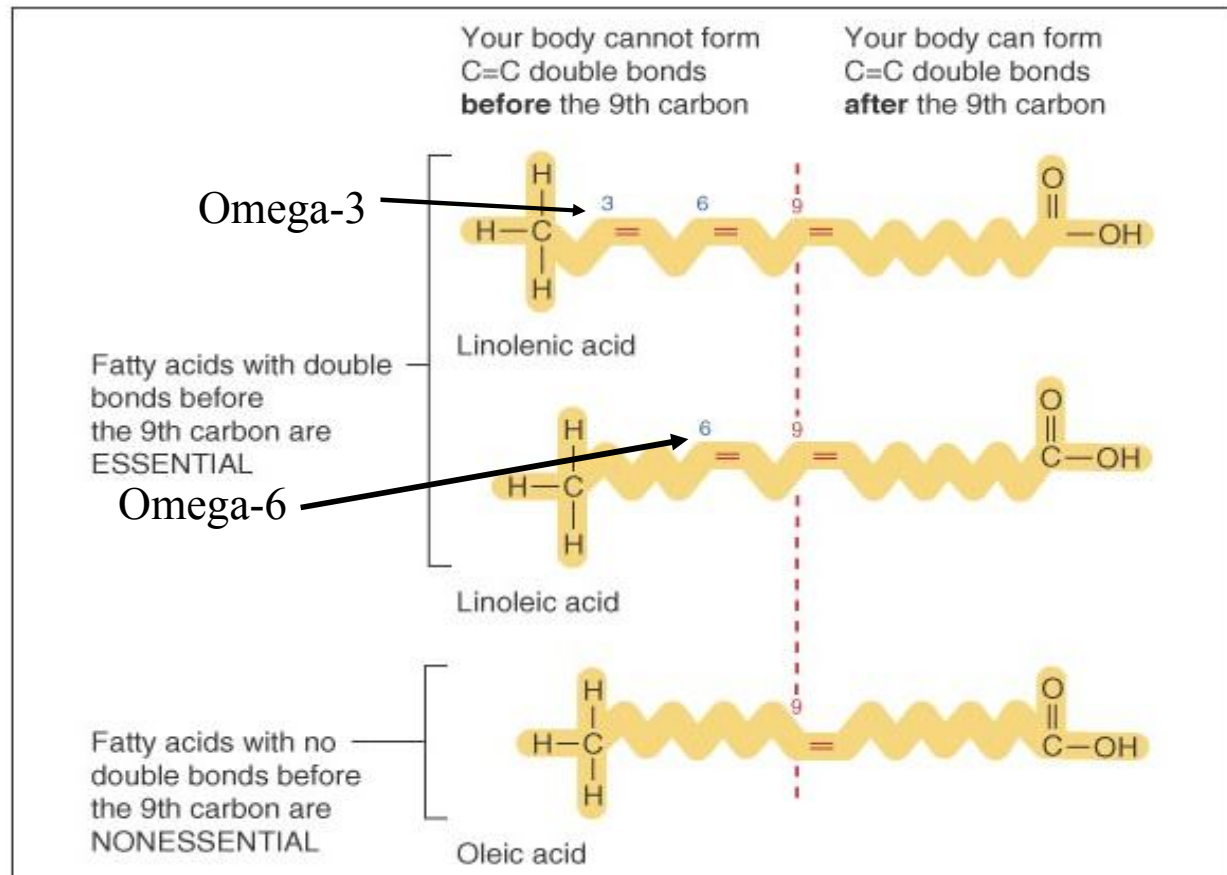
---

- Példák zsírsavakra:



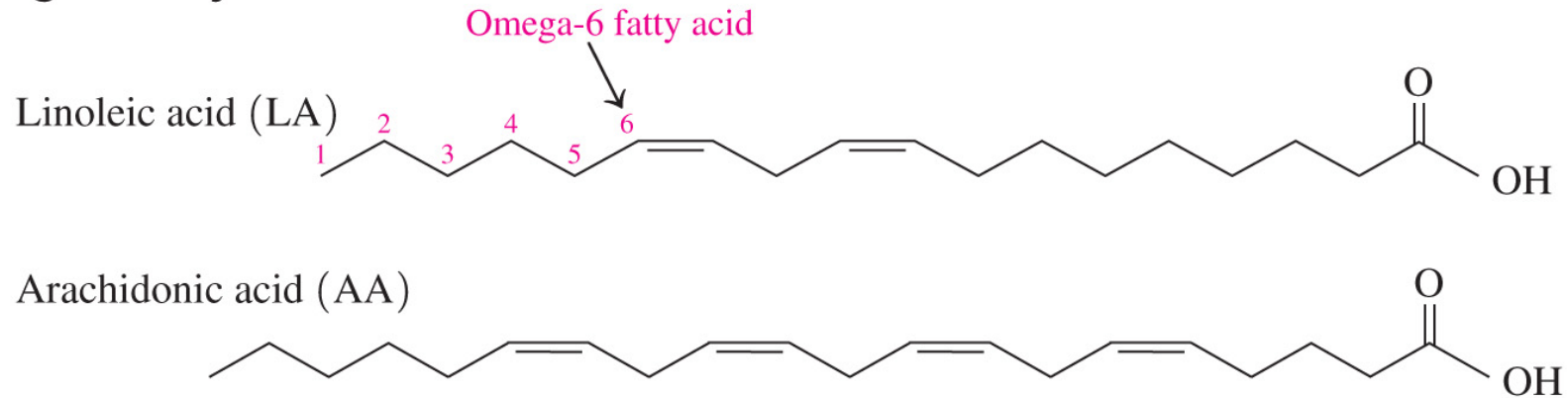
# Esszenciális zsírsavak

- Az emberi test képes szintetizálni telített, vagy omega-9 egyszeresen telítetlen zsírsavakat, de **nem képes kettős kötések**et vinni az **omega-3** illetve az **omega-6** helyekre, ezért az ilyen zsírsavakat kívülről kell pótolni.

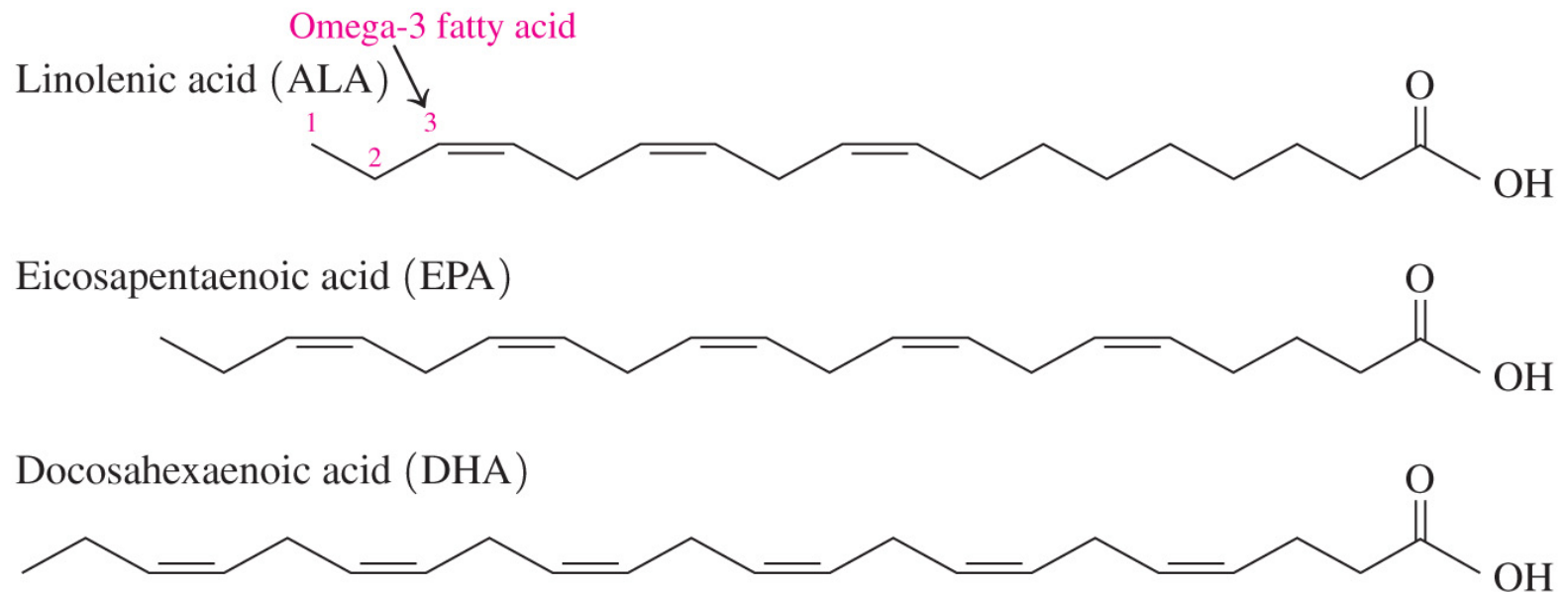


# Omega-6 és Omega-3 zsírsavak

## Omega-6 Fatty Acids



## Omega-3 Fatty Acids

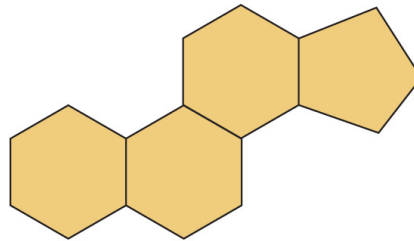




# Szteroidok

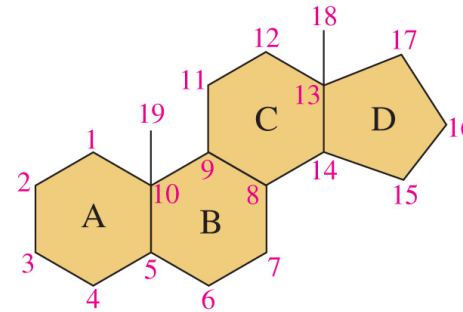
---

- **A Szteroidok szterán vázzal rendelkező lipidek.**



Steroid nucleus

© 2015 Pearson Education, Inc.



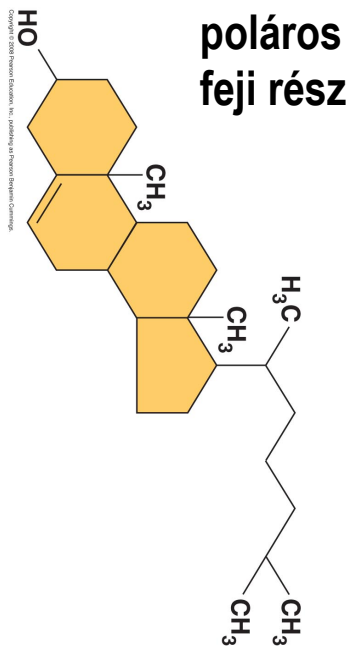
Steroid numbering system

Főbb csoportjaik:

- Szterolok
  - Epesavak
  - Hormonok
  - D-vitamin
-

# Koleszterin

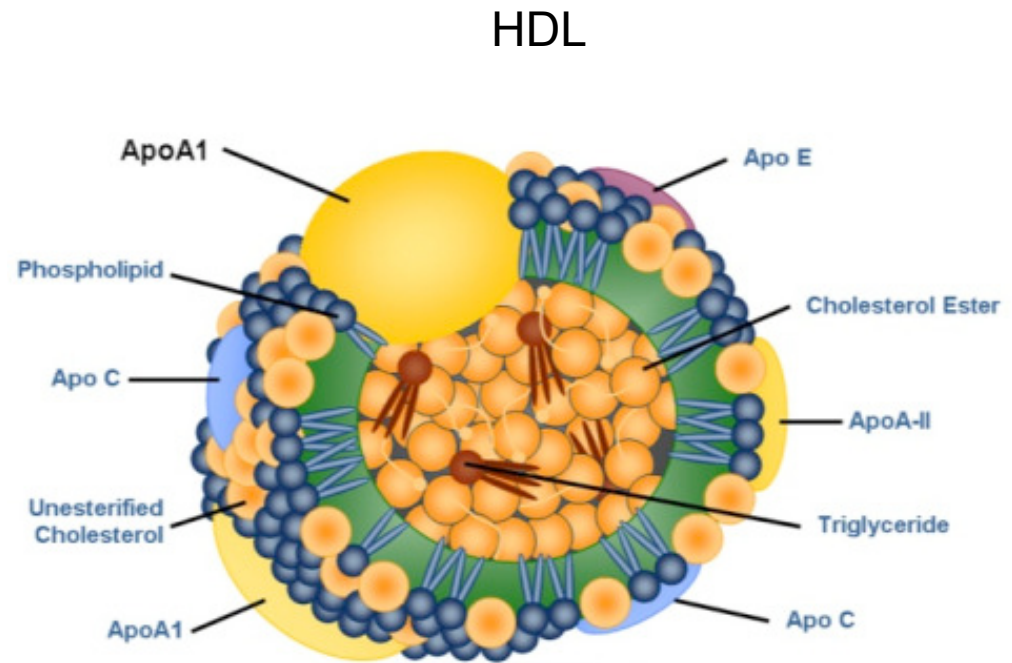
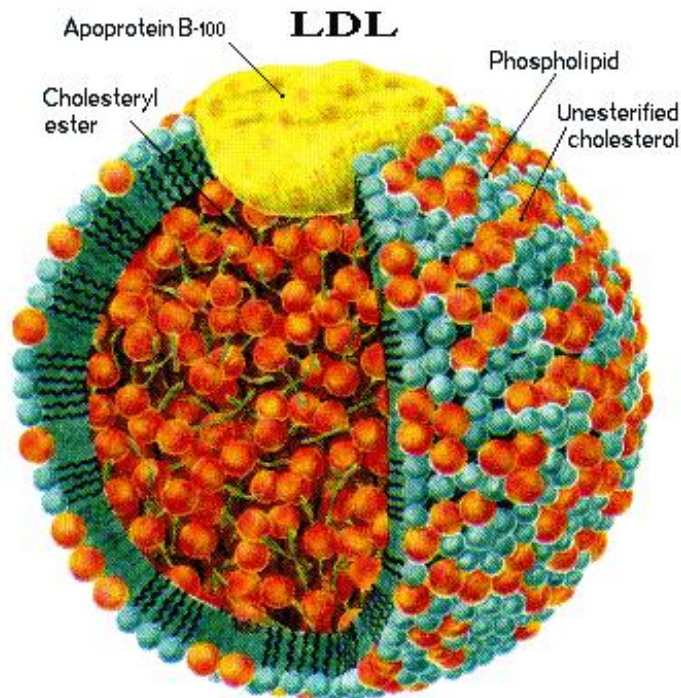
- Koleszterin elsősorban a biológiai membránokban előforduló **amfipatikus** molekula. A membránalkotók 50-70%-át is kiteheti. A membránok fluiditását csökkenti, azokat merevíti.



A koleszterint a legtöbb szerv szintetizálja (elsősorban a máj), másrészt a táplálékkal kerül a szervezetbe. A koleszterin előanyaga az epesavaknak, szteroidhormonoknak és a D-vitaminnak.

# Koleszterin

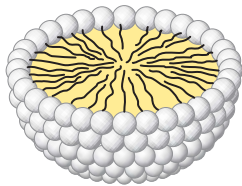
- A plazmamembránon kívül a **szérum lipoproteinek** (LDL, HDL, VLDL) tartalmazzak koleszterint. Ezek a lipoproteinek nem- kovalens kötéssel összekapcsolt lipidek és fehérjék (apolipoproteinek) változó arányú keverékének komplexei.



# *Epesavak*

---

- Az epesavak a májban koleszterinből képződnek. Szintézisük jelenti a koleszterin lebontásának és eltávolításának fő útját.
- Az epesavas sók természetes detergensek, poláros és apoláros részeik vannak. Vizes oldatban micellákat képeznek.



- Epesavas sók jelenlétében a lipidekből egyszerű rázással emulzió képződik, amit a diszpergált részecskék felületének negatív töltése stabilizál
-

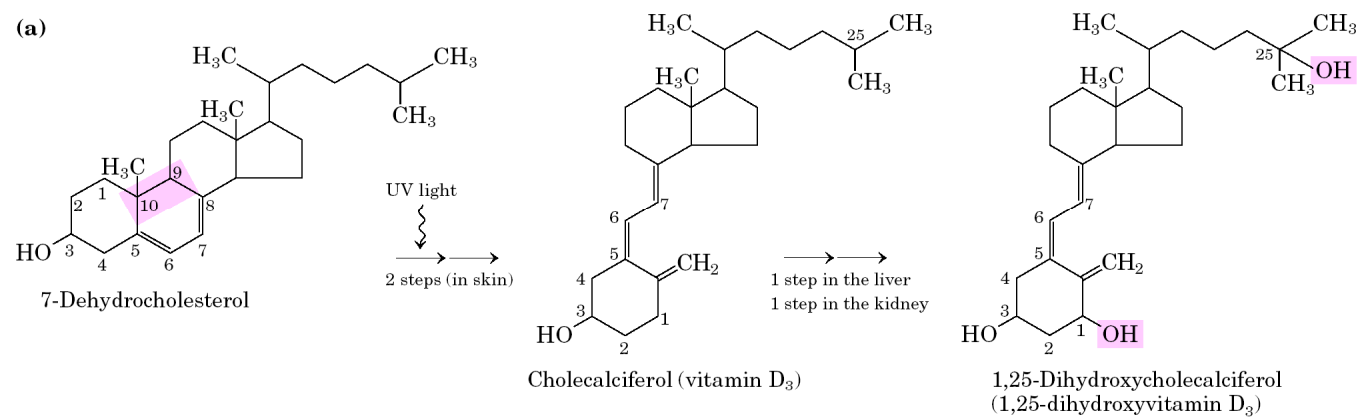
# *Szteroid hormonok*

---

- Kortikoszteroidok (mellékvese kéreg hormonok)
    - *glikokortikoidok*: **kortizol** (Stressz hormon - fokozza a glukoneogenezist, segíti a glükóz felhasználást, és jelentős gyulladáscsökkentő hatása is van)
    - *mineralokortikoidok*: **aldoszteron** (só- és vízháztartását szabályozzák)
  - Nemi hormonok
    - *Női nemi hormonok*: **ösztragének és progesztinek** (ösztradiol, progeszteron)
    - *Hím nemi hormonok*: **tesztoszteron és androgének**
-

# D-vitamin

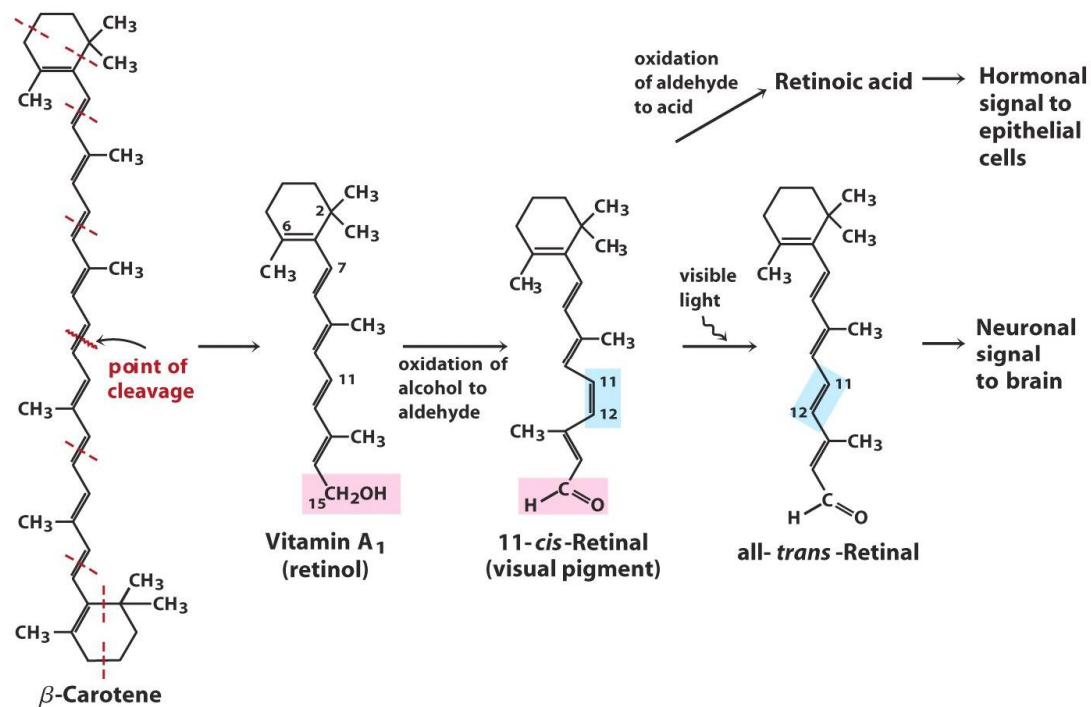
- Szintézise koleszterolból történik, a szteránváz felnyílásával



- Hatása: a  $\text{Ca}^{2+}$  és a foszfát szintjét szabályozza: csontok képződése, növekedése, ásványok beépülése

# Terpének: *Karotinoidok*

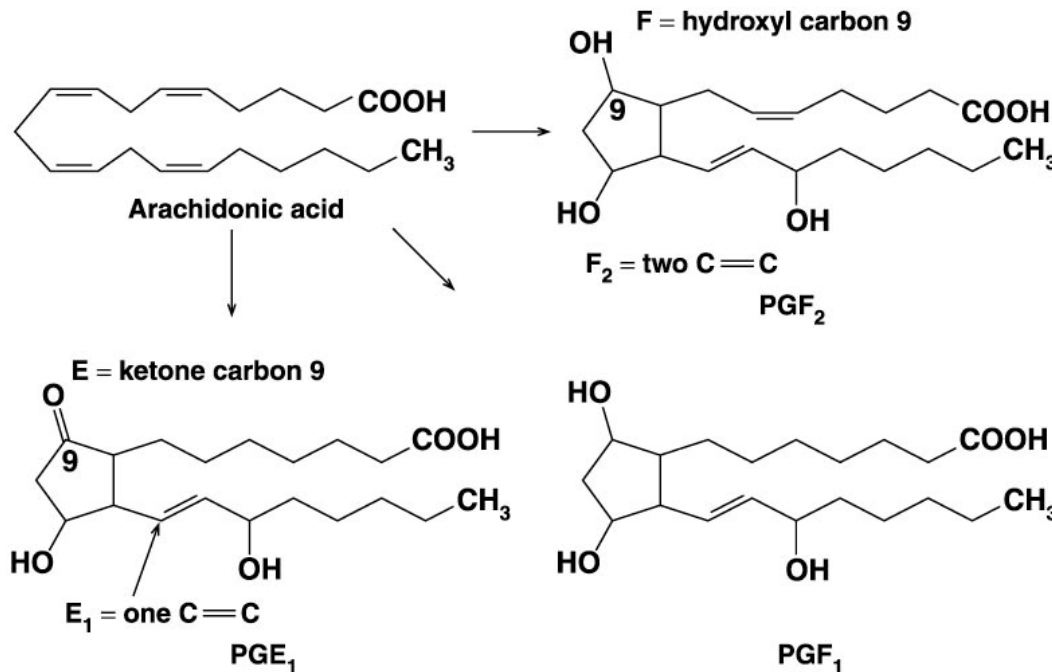
- 5 szénatomos, izoprén egységekből felépülő apoláros vegyületek (pl.  $\beta$ -karotin)



Konjugált kettős kötés rendszert tartalmaznak, ezért színesek.

# Prostaglandinok

- Arachidonsavból szintetizálódnak



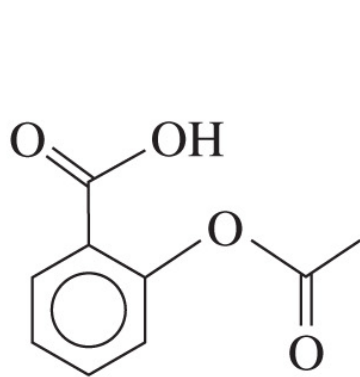
Timberlake, Chemistry: An Introduction to General, Organic, and Biological Chemistry, Eighth Edition.  
Copyright © 2003 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

**Biológiai hatás:**  
simaizom kontrakció,  
vérnyomás csökkentés,  
véralvadás,  
anyagcserefolyamatok  
szabályozása.

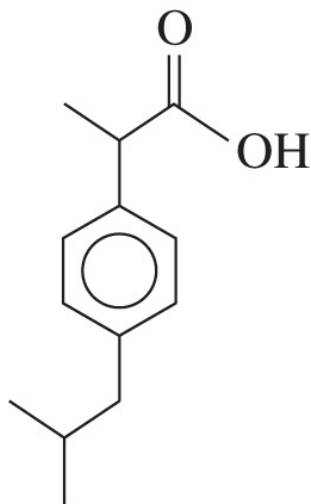
A ciklooxygenáz enzim  
blokkolása  
gyulladáscsökkentő (pl.  
acetilszalicilsav).



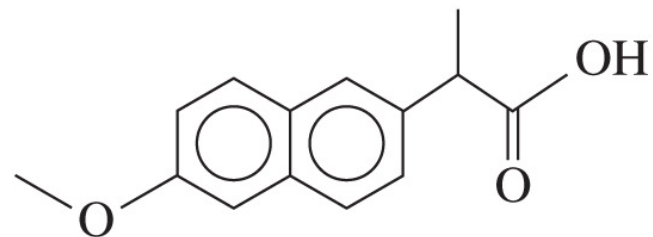
# Ciklooxygenáz-gátló gyulladáscsökkentő hatóanyagok



Aspirin



Ibuprofen (Advil, Motrin)



Naproxen (Aleve, Naprosyn)

# A lipidek csoportosítása kémiai összetétel alapján

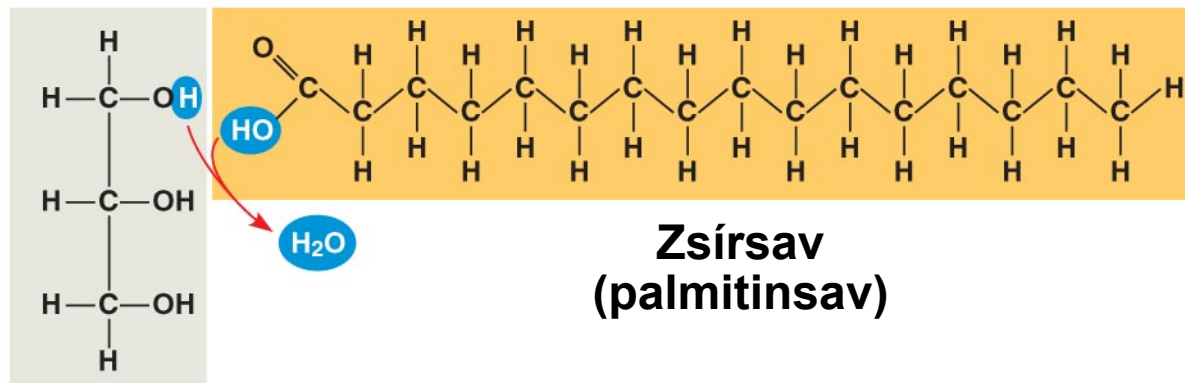
---

- **Egyszerű lipidek:** hidrolízissel egyszerűbb alkotókra nem bonthatóak fel (nem szappanosíthatóak)
    - Zsírsavak
    - Szteroidok
    - Karotinoidok
    - Terpének
    - Prostaglandinok
  - **Összetett lipidek:** hidrolízissel egyszerűbb alkotókra bonthatóak fel (szappanosíthatóak)
    - Neutrális zsírok
    - Viaszok
    - Foszfatidok
-

# Neutrális zsírok

---

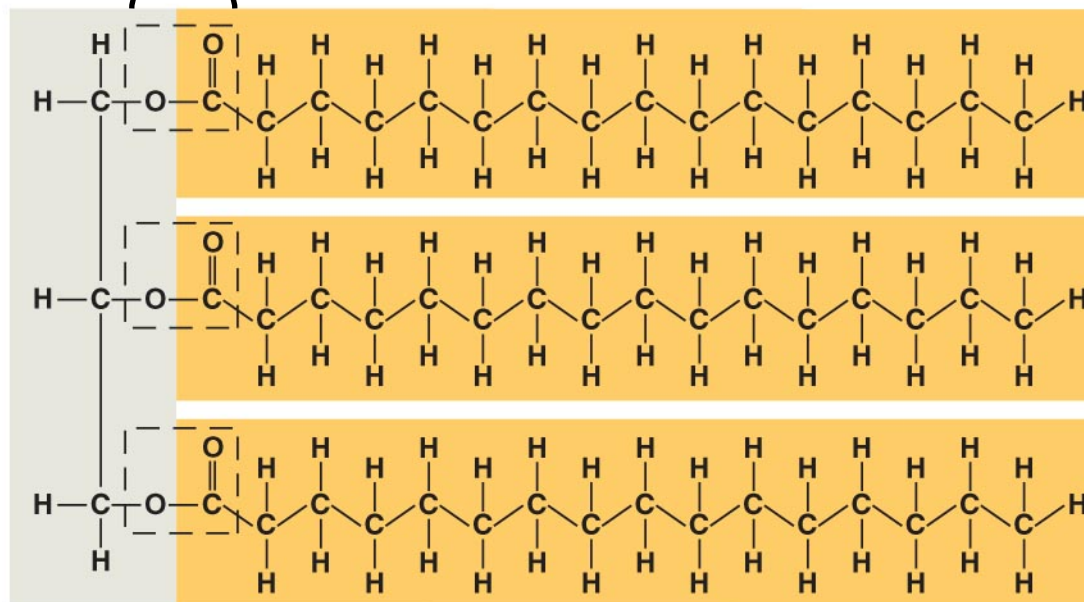
- **A neutrális zsírok** glicerinre és zsírsavakra bonthatóak.
  - A glicerin mindhárom hidroxil csoportja észteresítve van zsírsavakkal (triglicerid)
  - Általában különböznek a savkomponensek.
-



**Glicerol**

**(a) Dehidrációs reakció: észterkötés kialakulása**

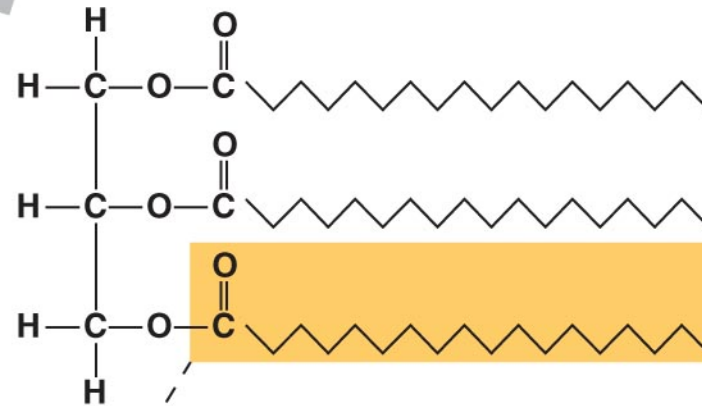
**Észter kötés**



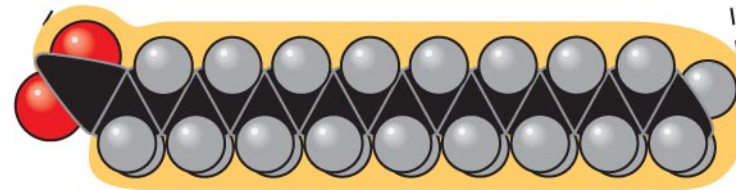
**(b) Zsír molekula (triacylglicerol)**



**Telített zsír  
molekula**



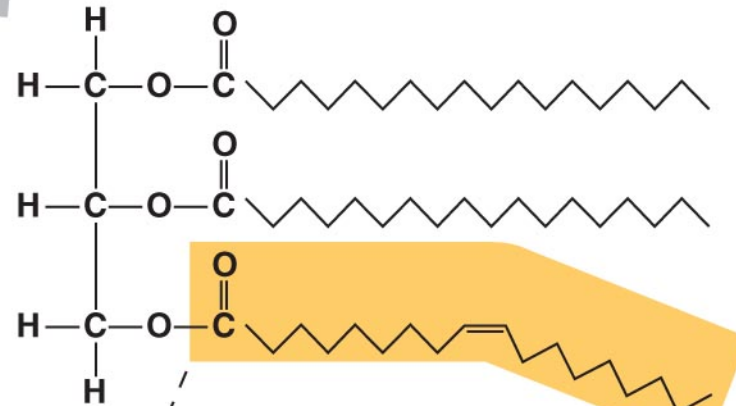
**Sztearinsav,  
telített zsírsav**



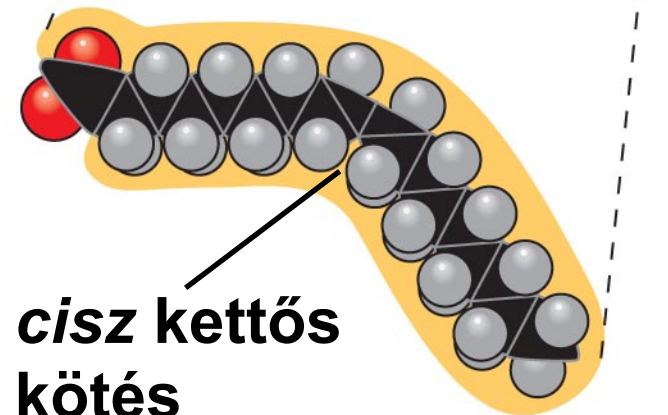
**(a) Telített zsírok**



**Telítetlen zsír  
molekula**

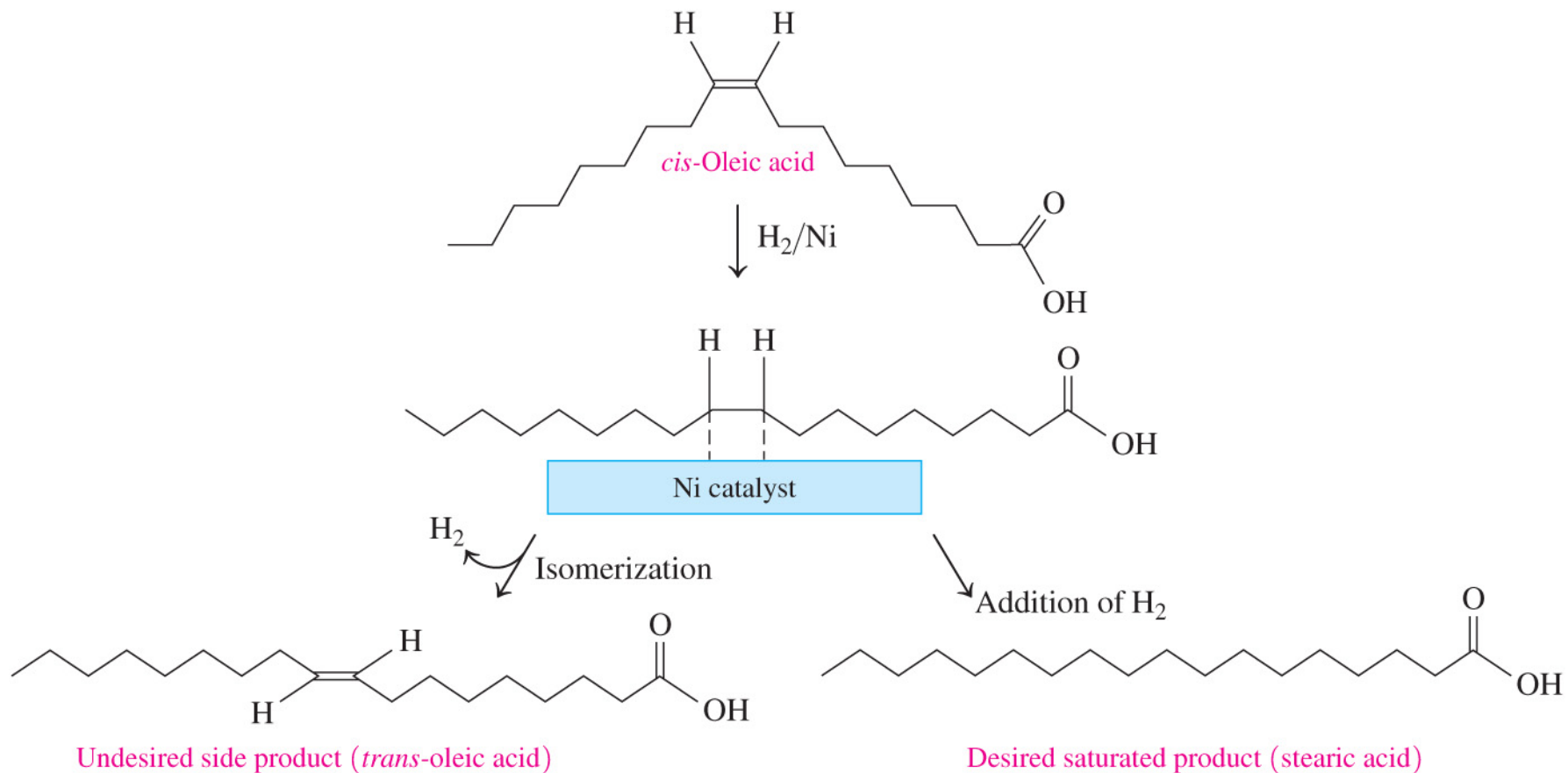


**Olajsav,  
telítetlen zsírsav**



**(b) Telítetlen zsír**

# Telítetlen kötések hidrogénezése



© 2015 Pearson Education, Inc.

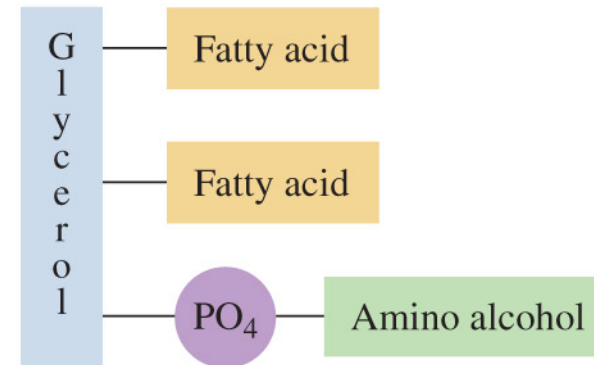
A telítetlen kötése hidrogénezése általában nem teljes.  
(szobahőmérsékleten félkemény állapot)

- 
- A telített zsírok szobahőmérsékleten szilárdak (állati zsírok)
  - A telítetlen zsírok vagy olajok szobahőmérsékleten folyékonyak
  - A telített és transz-zsírsavakat tartalmazó zsírok közrejátszhatnak az érlemeszesedés kialakulásában
  - A zsírok fő funkciója az energiaraktározás, a hőszigetelés és a mechanikai védelem.
-



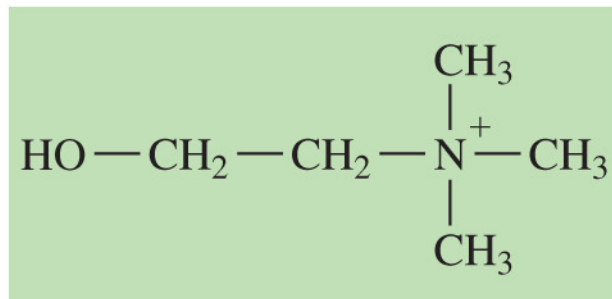
# Foszfolipidek

A **glicerofoszfolipidek** esetében a glicerinnel két zsírsav és egy foszfát csoport kapcsolódik

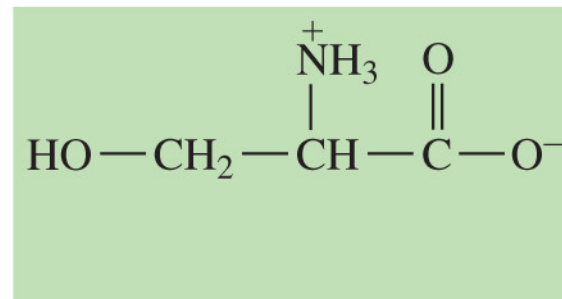


Glycerophospholipid

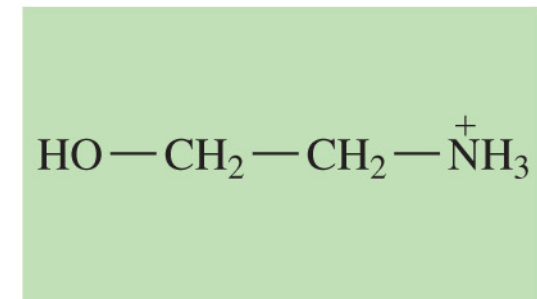
Az amino-alkohol csoport lehet:



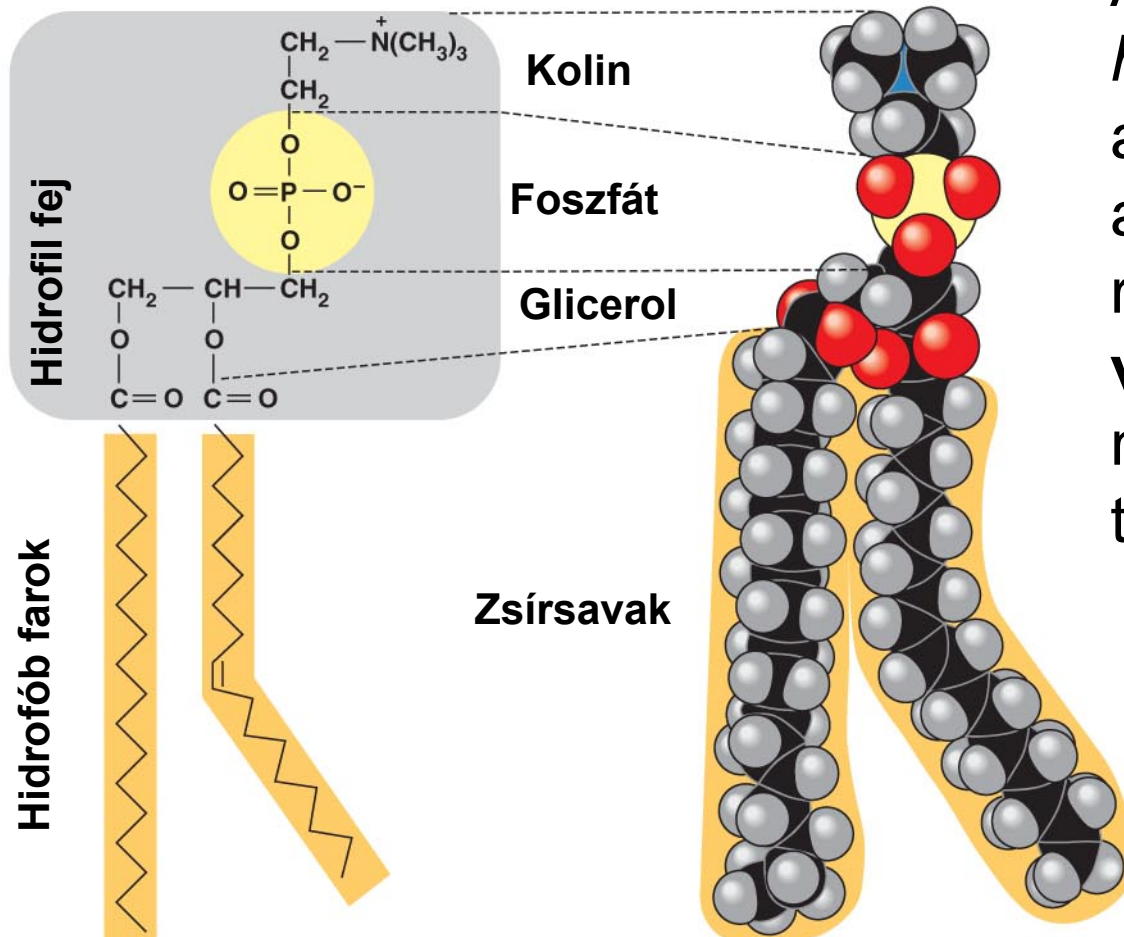
Choline



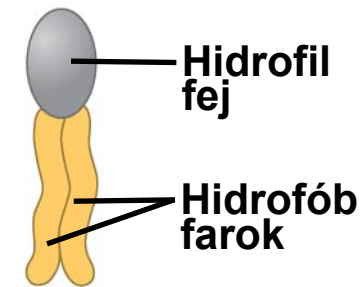
Serine



Ethanolamine



A két zsírsav oldallánc *hidrofób* karakterű **farki**, a foszfát csoport és az ahhoz kapcsolódó részek *hidrofil*, **feji véget** képeznek. Így a molekula amfipatikus tulajdonságú lesz.



(a) Szerkezeti rajz

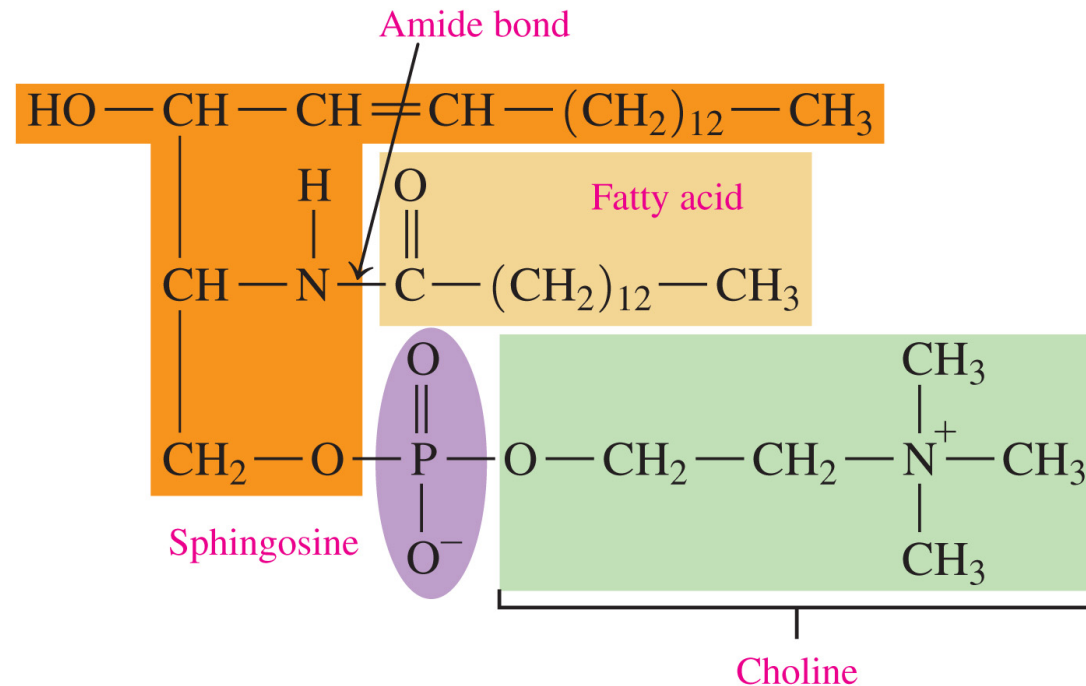
(b) Tér-kitöltő modell

(c) Foszfolipid szimbólum

Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

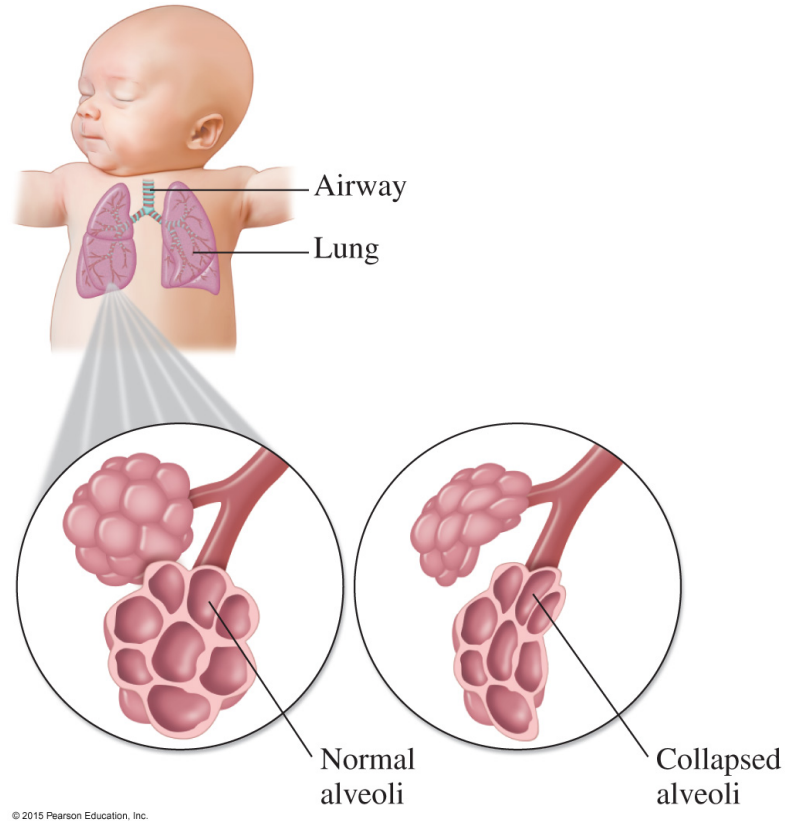
# Fosfolipidek II.

- A **szfingolipidek** esetében a szfingozinhoz egy zsírsav és egy foszfát csoport kapcsolódik



A sphingomyelin containing myristic acid and choline

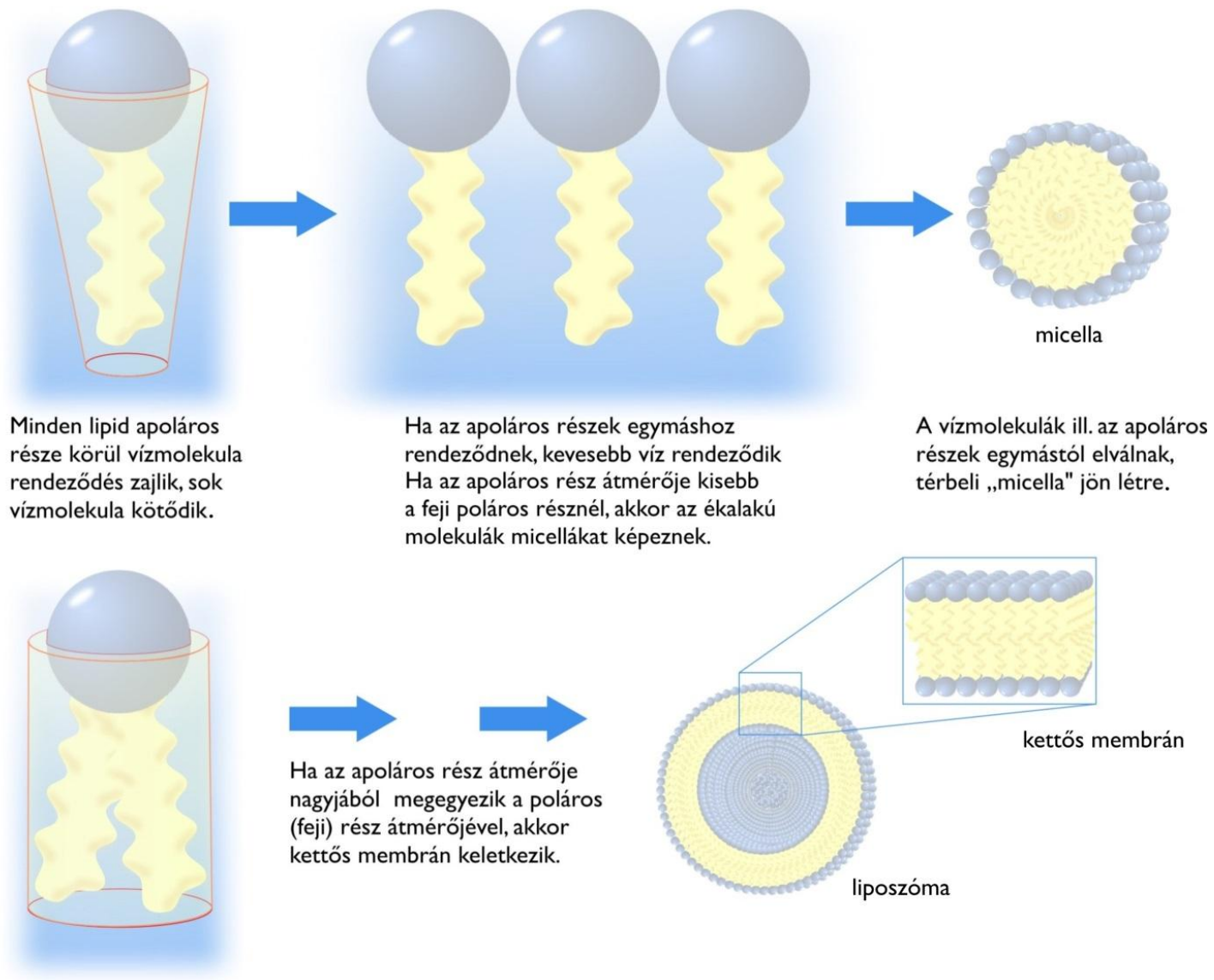
# Foszfolipidek hiányában IRDS alakulhat ki



Foszfolipidek (pl. lecitin és szfingomielin) vesznek részt a tüdő *surfactant* anyagának képzésében.

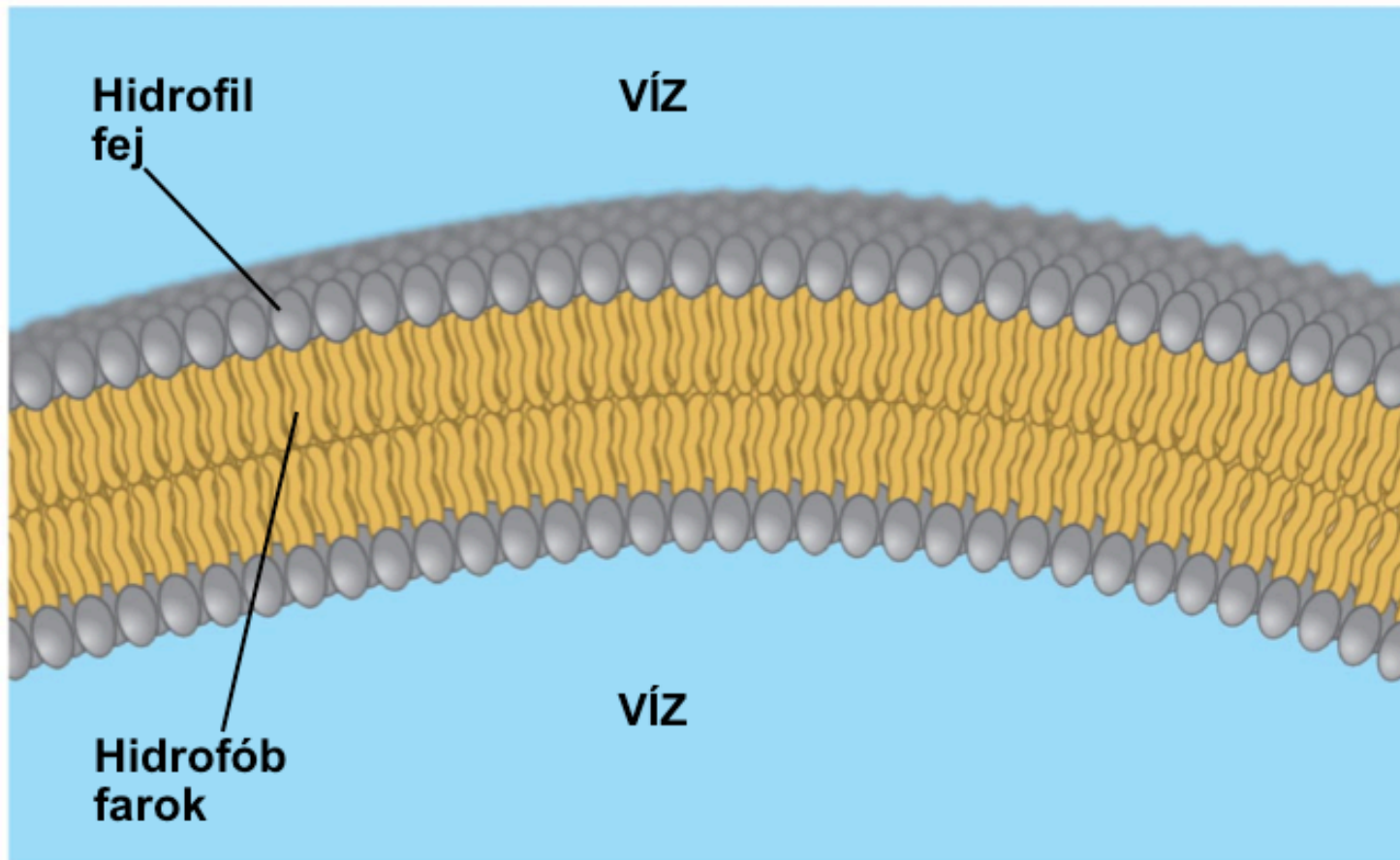
Koraszülöttek esetén (28. előtt) a surfactant kevés lehet, és **infant respiratory distress szindróma** (IRDS) alakulhat ki.

A rizikó felméréhez a magzatvízből meghatározzák a lecitin/szfingomilein arányt. (<1,5 magas rizikót jelent)



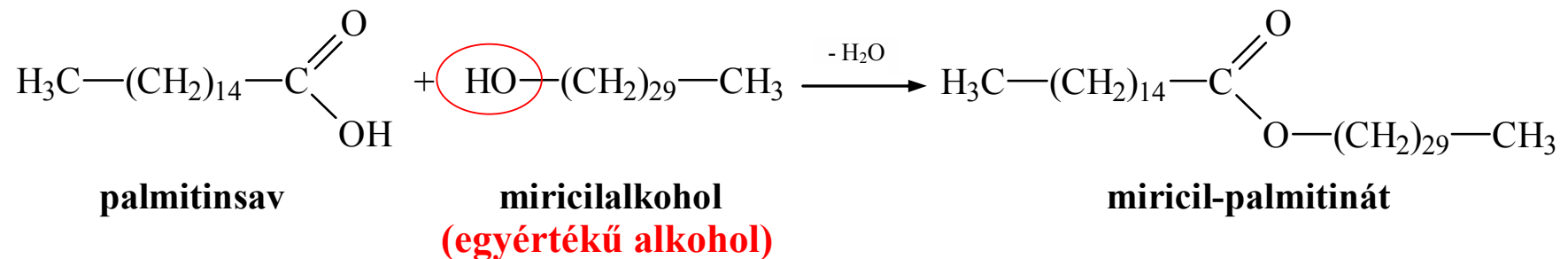
**2.28. ábra: Az amfipatikus molekulák vízben szerkezetüktől függően micellákat, vagy membrán kettősréteget képeznek**

- 
- A foszfolipidek vízben kétrétegű struktúrákat alkotnak, fő komponensei a biológiai membránoknak:



# A viaszok

- A viaszok nagy molekulájú zsírsavak és egyértékű, nagy molekulatömegű alkoholok észterei
  - védőfunkció
    - gyümölcsök felületén viaszréteg (hamv)
      - ▶ nincs víz, nincs mikroba
    - madarak tollának víztaszító bevonata
    - méhviasz: palmitinsav + 26-34 szénatom-számú alkohol észtere



**Az élő rendszerek konzervatív struktúrái:**

*A nukleinsavak*



## A nukleinsavak tárolják és továbbítják az öröklődés információit

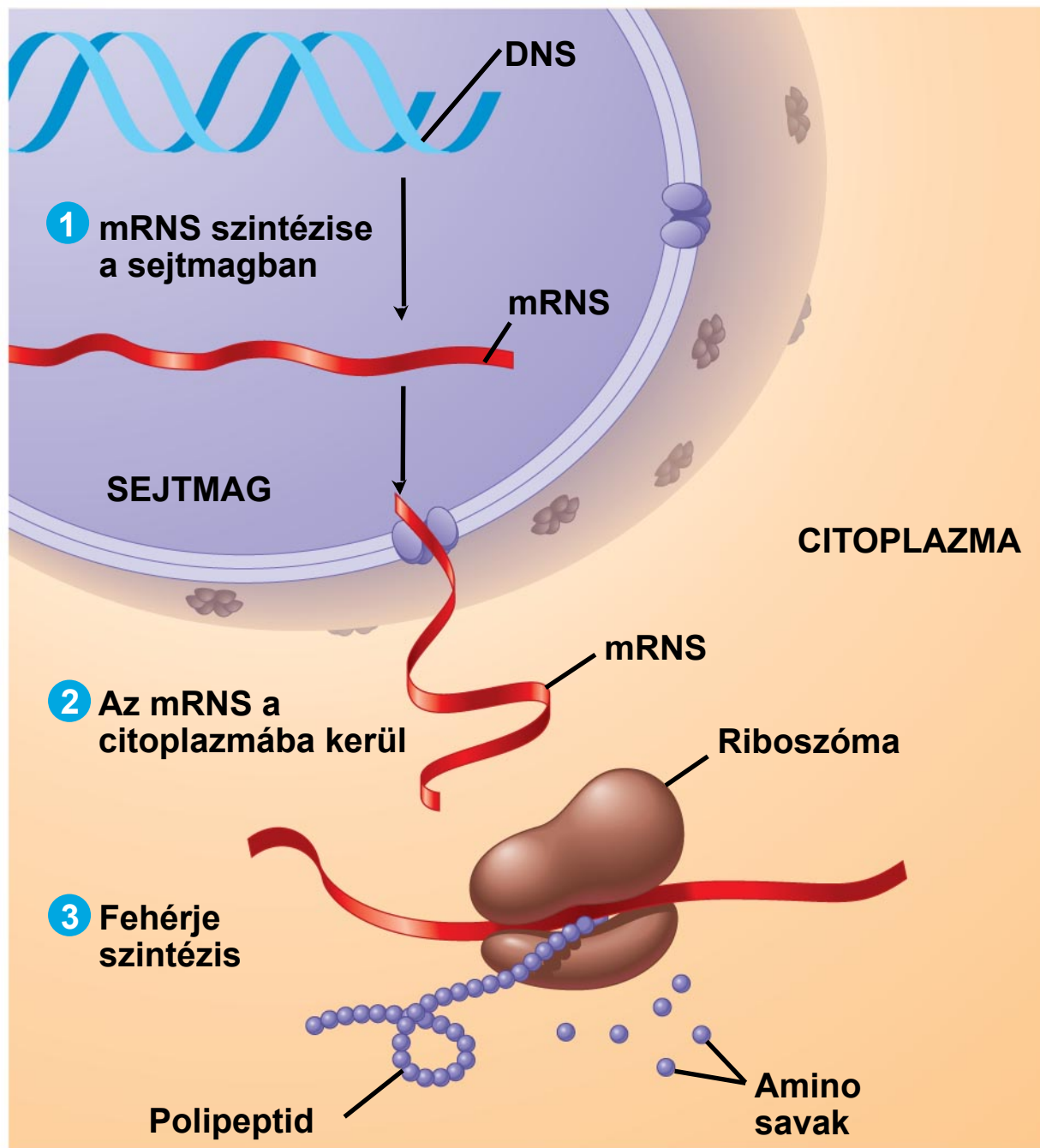
---

- A polipeptidek aminosav szekvenciáját a öröklődés egységei, vagyis a **gének** szabják meg
  - A géneket DNS, egy nukleinsav szekvenciája határozza meg
-

# A nuklein savak szerepei

---

- Kétféle nukleinsavat különítünk el:
    - **Dezoxiribonuklein sav (DNS)**
    - **Ribonuklein sav (RNS)**
  - A DNS irányítja a saját megkettőződését
  - A DNS irányítja a hírvivő (messenger) RNS szintézisét és rajtuk keresztül a fehérje szintézist
  - A fehérjék szintézise a riboszómákon történik
-



# A nukleinsavak szerkezete

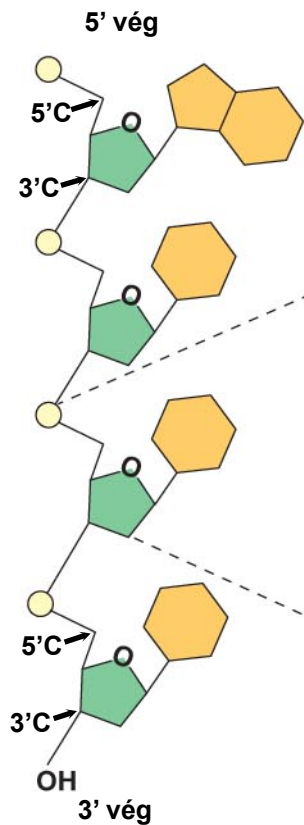
---

- A nukleinsavak polimerek, **polinukleotidok**
  - A monomer egységek a **nukleotidok**
  - Minden nukleotid szerves bázisból, pentózból és foszfát csoportból áll
  - A foszfát csoport mentes nukleotid részletet *nukleozidnak* nevezzük
-

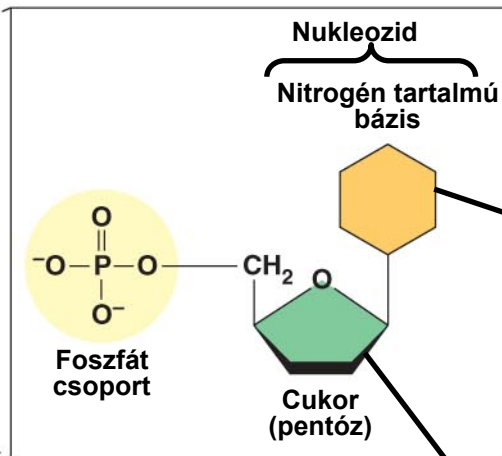
## *Nukleotid monomerek*

---

- Nucleozid = nitrogén tartalmú szerves bázis + cukor
  - A N-tartalmú szerves bázisoknak két csoportja:
    - **Pirimidinek** (citozin, timin, uracil) egyszerű hattagú gyűrűből épülnek fel
    - **Purinok** (adenin és guanin) hat és öttagú gyűrű kombinációjából állnak
  - A DNS-ben a cukor **dezoxiribóz**; az RNS-ben a cukor **ribóz**
  - nukleotid = nukleozid+ foszfát csoport
-



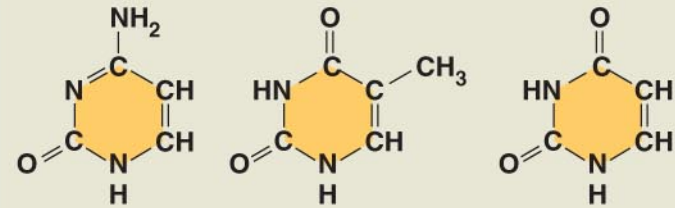
(a) Polinukleotid vagy nukleinsav



(b) Nukleotid

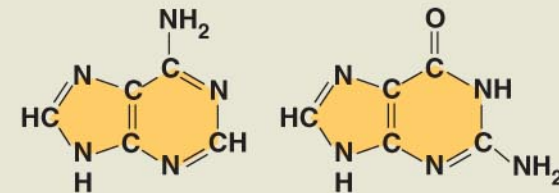
Nitrogén tartalmú szerves bázisok

Pirimidinek



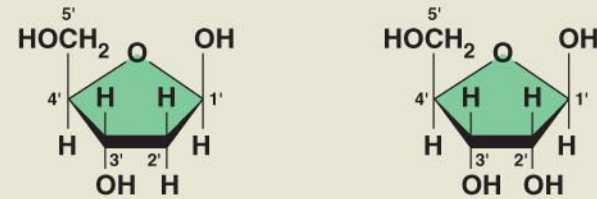
Citozin (C) Timin (T, DNS-ben) Uracil (U, RNS-ben)

Purinok



Adenin (A) Guanin (G)

Cukrok



Dezoxiribóz (DNS-ben)

Ribóz (RNS-ben)

(c) Nukleozid komponensek

## *Nukleotid polimerek*

---

- A nukleotid polimerek összekapcsolódnak és polinukleotidokat hoznak létre
  - A szomszédos nukleotidok kovalens kötéssel kapcsolódnak össze, mely a nukleotid 3' szénatomjának –OH csoportja és a következő nukleotid 5' szénatomjának foszfát csoportja között jön létre (foszfodiészter kötés)
  - Így egy cukor-foszfát gerinc alakul ki
  - a bázisok sorrendje a DNS-ben vagy az mRNS-ben minden génre egyedi
-

# A DNS kettős hélice

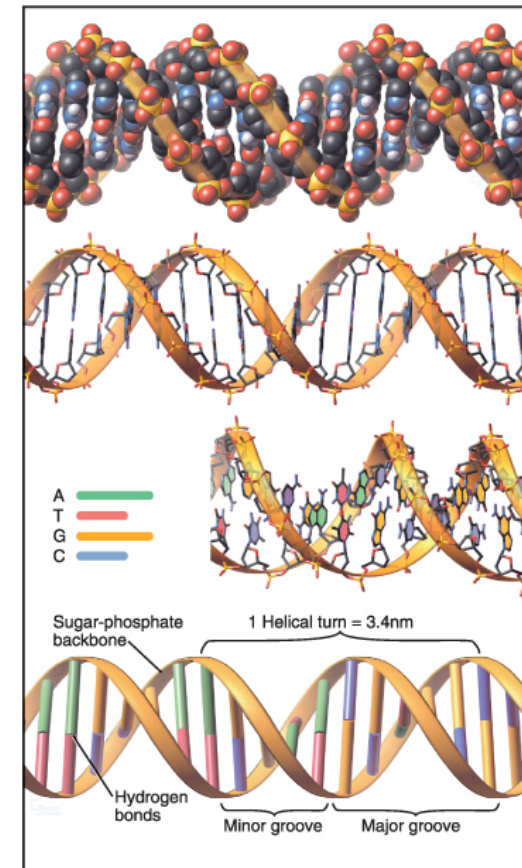
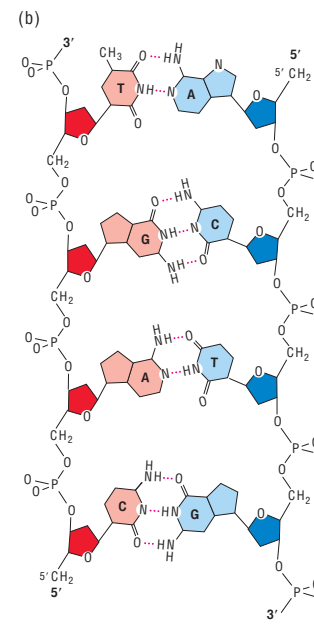
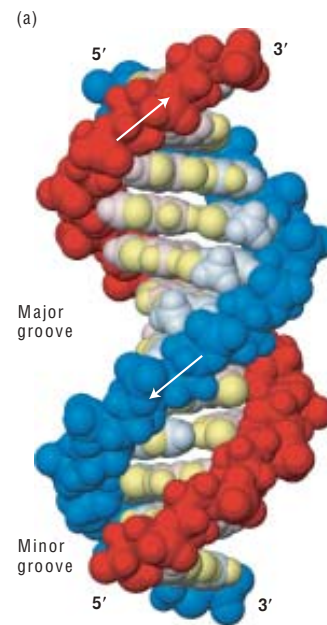
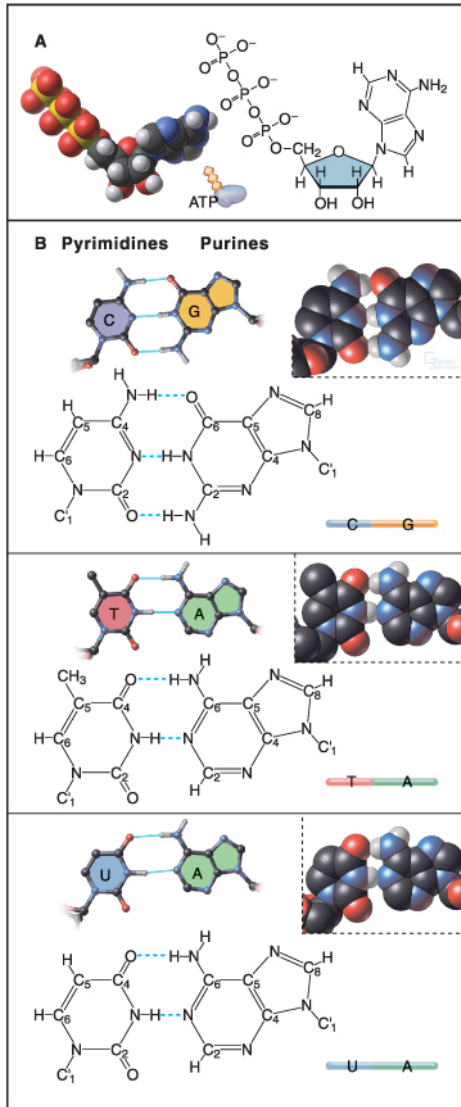
---

- A DNS molekulának két polinukleotid szála van, mely egy képzeletbeli tengely körül kettős **hélixet képez**.
  - A DNS kettős hélixben a két gerinc egymásnak ellentétesen fut  $5' \rightarrow 3'$  irányba, vagyis **antiparalell** elrendeződésű
  - Egy DNS molekula számos gén hordozhat
  - A nitrogén tartalmú bázisok az antiparalell szálakban párba állnak és hidrogén kötésekkel kapcsolódnak: adenin (A) - timin (T), és guanin (G) - citozin (C)
-

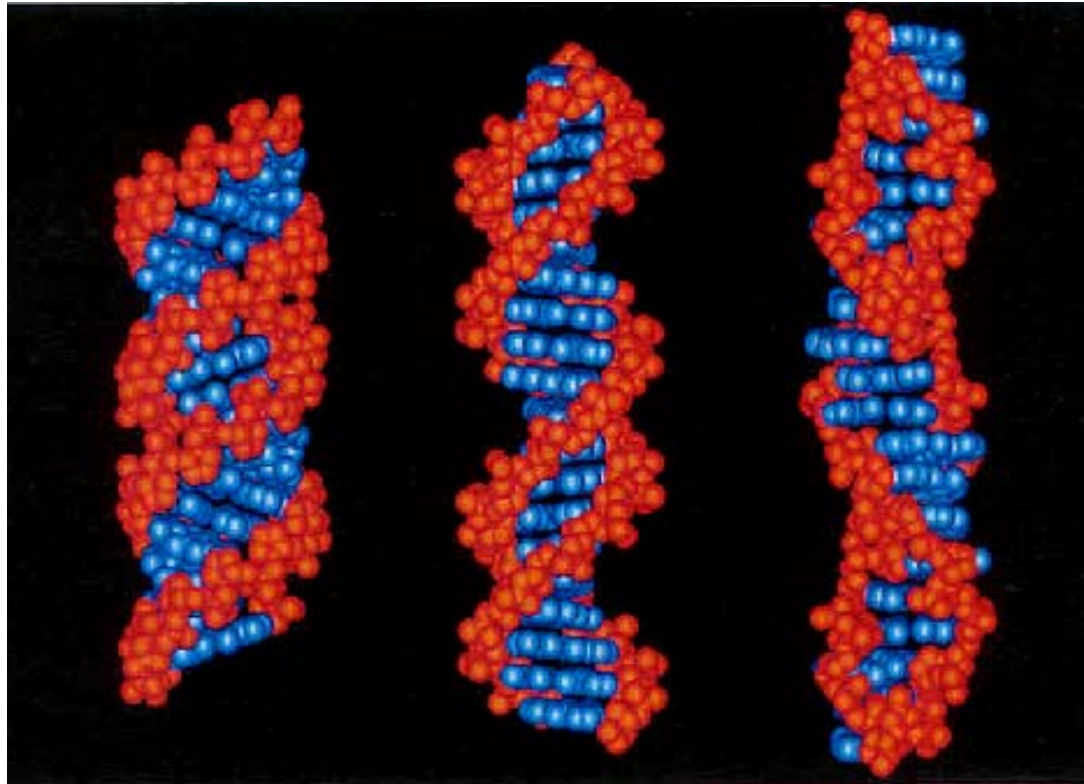


# A DNS kettős hélice

A nitrogén tartalmú bázisok az antiparalell szálakban párba állnak és hidrogén kötésekkel kapcsolódnak: adenin (A) - timin (T) és guanin (G) - citozin (C)



# A DNS kettős hélice

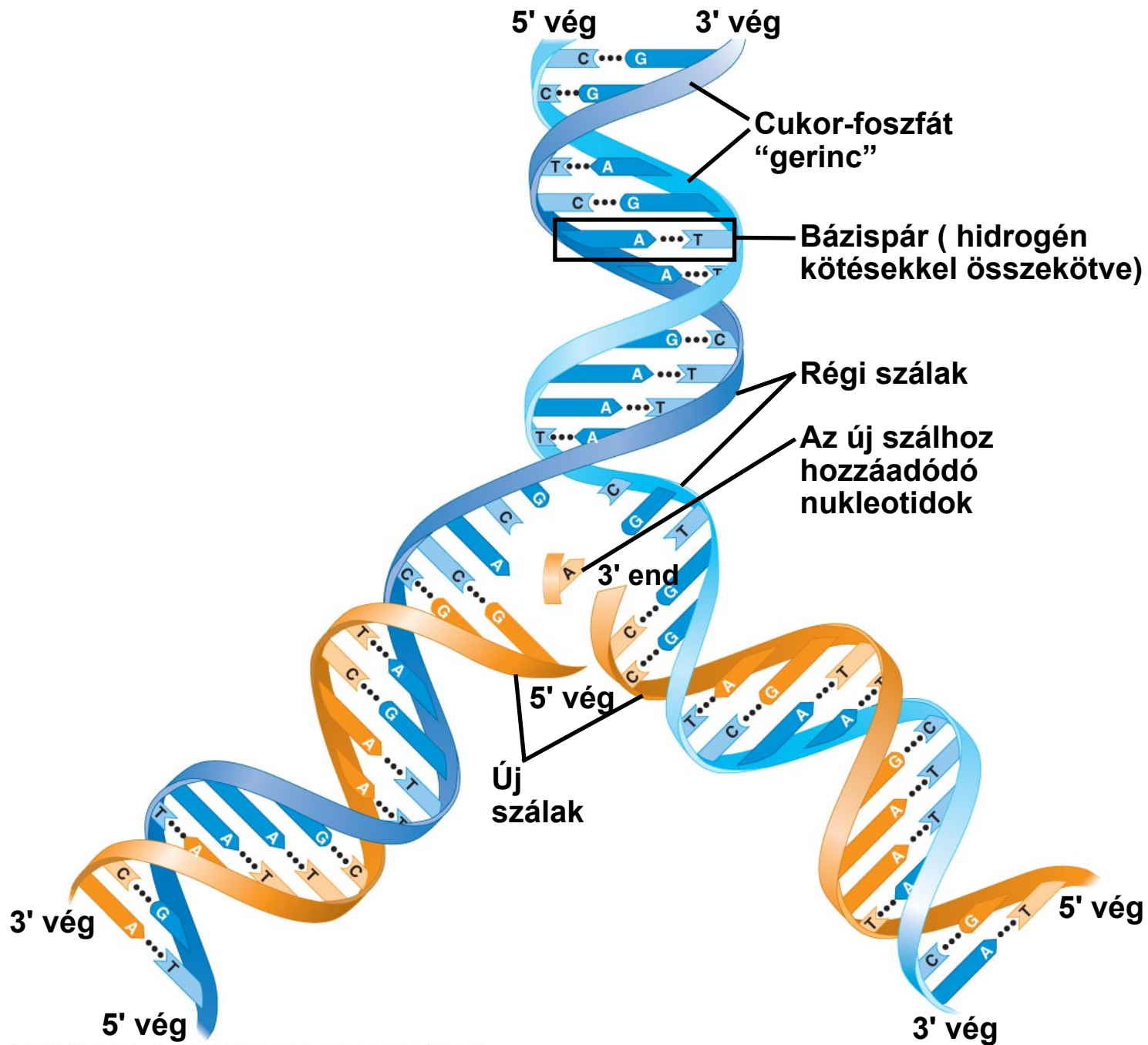


A-DNS

B-DNS

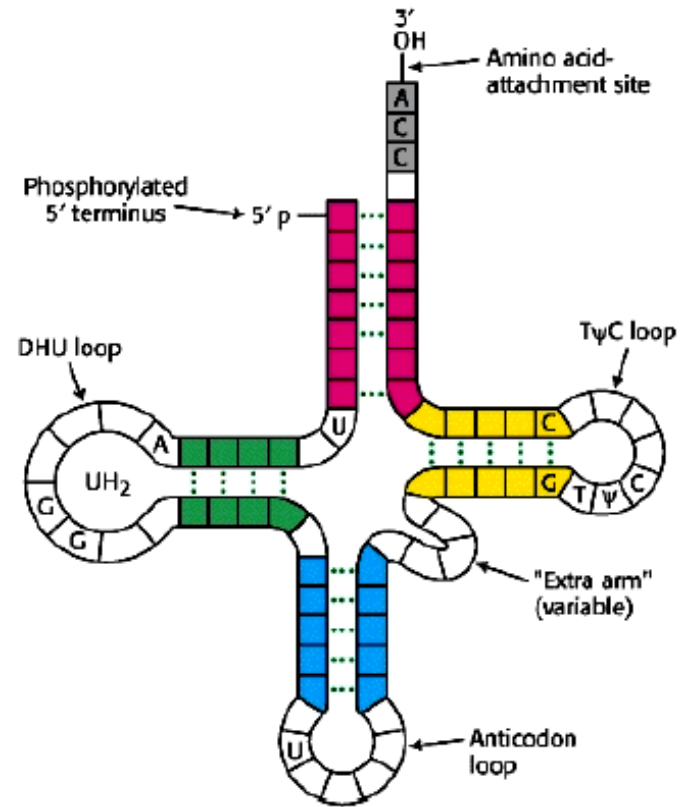
Z-DNS

- B-DNS
  - élőlényekben, vizes oldatban ez a leggyakoribb, a bázisok síkja majdnem merőleges a cukorfoszfát gerincre
- A-DNS
  - dehidrált körülmények között egy tömörebb forma jön létre, a bázisok síkja megdől
- Z-DNS
  - hosszú GCGCGC... ismétlődések ezt a formát vehetik fel, amely balmenetes, zeg-zugos lefutású és megnyúlt



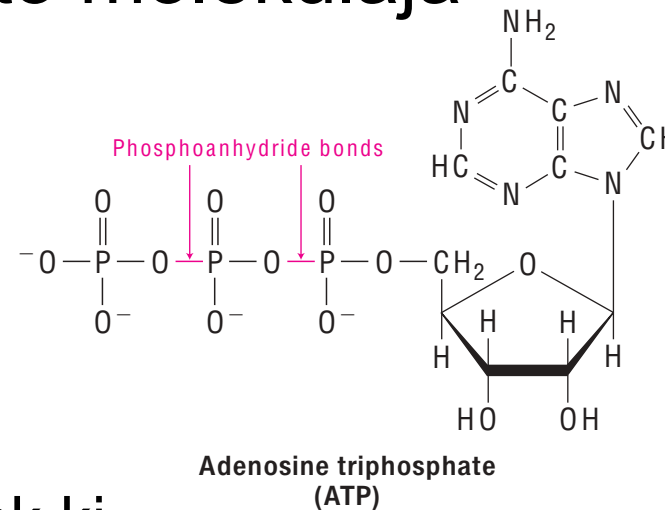
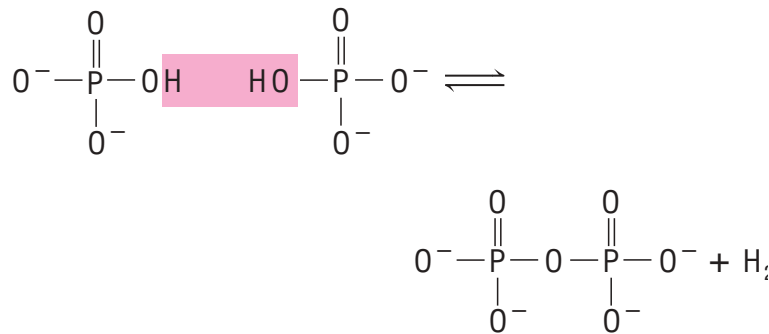
# Ribonukleinsavak

- Hírvivő (messenger) RNS (mRNS)
  - genetikai kód közvetítése a DNS-ről a fehérjeszintézis helyére
- Riboszómális RNS (rRNS)
  - fehérjékkel együtt alkotja a riboszómát, melyek a fehérjeszintézis helyei
- Szállító (transfer) RNS (tRNS)
  - megfelelő aminosavak biztosítása a fehérjeszintézishez
    - 80 nukleotidból áll; 1 szál, de a szálon belül H-kötések, így „lóhere alakú” ►
- Kis magi RNS (snRNS)
  - átírás utáni módosítás
- Kis RNS-ek
  - kromatinszerkezet módosítása, szabályozás, védelem vírusok ellen (újabb felfedezések, funkciók)

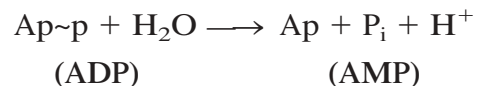
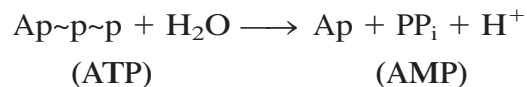
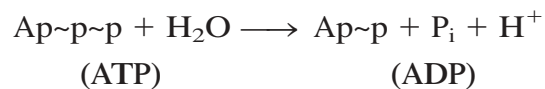


# A nukleotid származékok a sejt energetikai folyamataiban, redox reakciókban vesznek részt

- Az adenzin trifoszfát (ATP) molekula a sejt fő energia raktározó /szállító molekulája



A foszfátcsoportok között foszfoanhidrid kötések alakulnak ki



foszfoanhidrid kötések felbomlása  
7,3 kcal/mol energiát szabadít fel.

# A nukleotid származékok a sejt energetikai folyamataiban, redox reakciókban vesznek részt

- A nikotinamid adenin dinukleotid (NAD) és a flavin adenin dinukleotid (FAD) a számos biológiai redox folyamatban vesz részt

