

EGÉSZSÉGTUDOMÁNYI

KAR



PÉCSI

TUDOMÁNYEGYETEM



# Biológia érettségire felkészítő kurzus

Stromájer Gábor Pál

# Mi a biológia tudományának jelentősége?

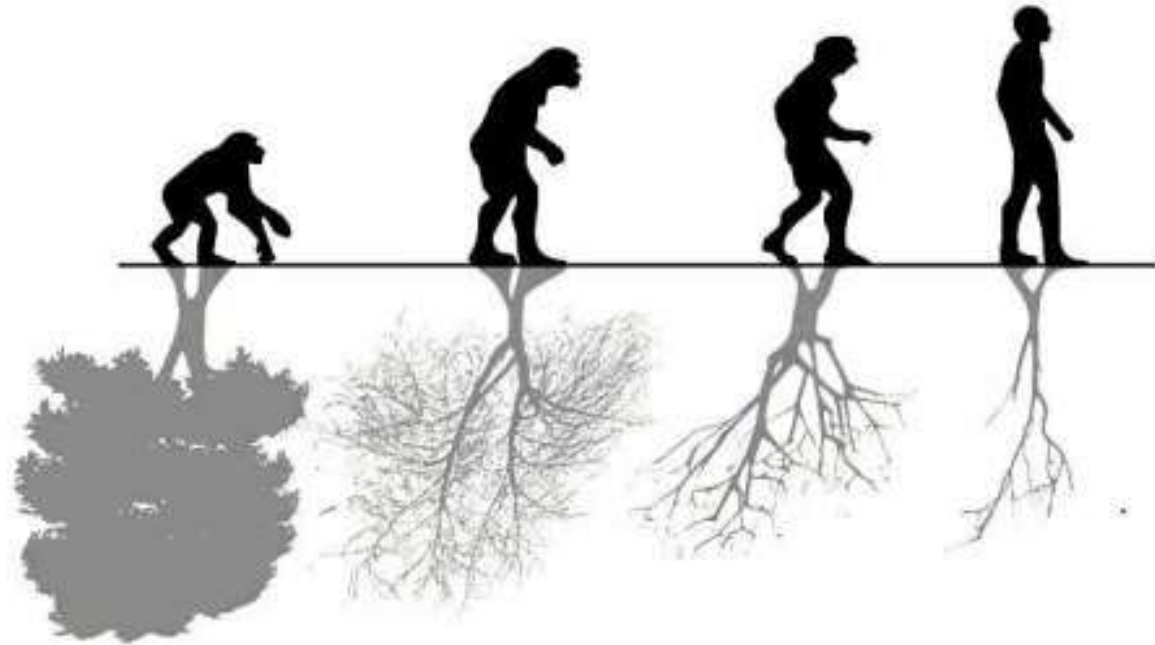
## Szociális szempontból

- gyógyászat
- közegészségügy
- környezeti katasztrófák



# Mi a biológia tudományának jelentősége?

- evolúció
- genetika



# Biológia szó jelentése

Görög eredetű, jelentése „az élet tudománya

Biosz = élet

Logosz = tan, tudomány

# Mi a biológia?

- Az élő természetre vonatkozó tudományos ismeretek rendszere
- Az anyagi világ változásával és fejlődésével foglalkozik
- Mechanikai, fizikai, kémiai és biológiai megközelítés

# Mi teszi az élt élővé?

- Az őt körülvevő környezettel való szoros kölcsönhatás
- Belső állandóság / melynek feltétele az
  - Önszabályozó képesség / alkalmazkodás

# Életfolyamatok / életjelenségek életkritériumok

- Anyagcsere ( táplálkozás, emésztés, kiválasztás, légzés, anyagforgalom)
- Mozgás
- Szaporodás
- Növekedés
- Fejlődés
- Öröklődés
- Ingerlékenység
- Változékonyság



# Az élőlény és környezete kapcsolata

- Élőlény – anyag átalakítás a sejten belül, intermedier anyagcsere
  - Felépítő folyamatok / asszimilációs foly.
    - Autotróf ( fotoszintézis, kemoszintézis) /litotróf, organotróf
    - Heterotróf / litotróf, organotróf
  - Lebontó folyamatok / disszimilációs foly.
- Mindezen folyamatokhoz az energiát és az anyagot az élőlény környezete biztosítja



# Az élő, mint biorendszer

## Anyagi rendszerek típusai



– Ha az anyagi rendszer a környezettől

Elszigetelt

El nem szigetelt

Nincs E és anyagforgalom

nyílt rendszer

zárt

rendszer

van anyag és E

anyagforgalom

nincs

forgalom

E forgalom

van

# A biorendszerek nyílt anyagi rendszerek

- Anyagforgalom
- E forgalom
- Információ
  - Ingerek
  - Örökítő anyag ( genetikai információ)

Örökítő anyag nélkül biorendszerek nem jöhetnek létre.

# Biogén elemek

BIOGÉN ELEMÉK			
ÁLLANDÓ BIOGÉN ELEMÉK			VÁLTOZÓ BIOGÉN ELEMÉK
MAKROELEMÉK		MIKROELEMÉK (NYOMELEMÉK) (néhány ezrelék)  I, Fe, Cu, Zn, Mn, Co, Mo	F, B, Si, Se, Sn, Cr, V
ELSŐDLEGES BIOGÉN ELEMÉK(kb. 95%)	MÁSODLAGOS BIOGÉN ELEMÉK (néhány %)		
C, H, O, N	P, S, Cl, Na, K, Ca, Mg		

# Biogén elemek

- Vizes közegben általában egyszerű ionokra disszociáltak fordulnak elő
- Ún. biogén elemek (23 fordul elő az élővilágban)
- Szén, oxigén, nitrogén, hidrogén, kén, foszfor (elsődleges biogén elemek)
  - Elektronegativitásuk közepes vagy nagy
  - Többszörös kovalens kötések kialakítására képesek
  - Változatos szerves molekulákat alkotnak
  - Ált. polárosak az általuk alkotott molekulák, így vízben jól oldódnak

- Szén
  - A biológiai szempontból fontos vegyületek java része szénvegyület
  - A fotoszintézis során a zöld növények a szerves CO<sub>2</sub> felhasználásával nagy molekulájú szerves vegyületeket állítanak elő
  - A szénatomok egymással korlátlan számú és hosszúságú láncokat, vagy gyűrűs szerkezetű makromolekulákat alkothatnak
  - Négy erős kovalens kötés létrehozására képes

- Oxigén
  - Az oxidációs folyamatok kulcseleme
    - A levegő oxigénjéből vagy a vízből származik
  - A vízmolekula alkotóeleme
  - Szerves szénvegyületek alkotóeleme
- Nitrogén
  - Fehérjék alapegységeinek az aminosavaknak alkotóeleme
  - Nukleinsavbázisok alkotója

- Hidrogén
  - Vízmolekula alkotóeleme
  - Szénvegyületek alkotóeleme
  - Energiatermelő folyamatok kulcseleme
    - A szerves molekulák hidrogénjének eloxidálásával víz keletkezik, a felszabaduló energiát az élőlény hasznosítja.
- Foszfor
  - Nukleotidok, nukleinsavak alkotóeleme
- Kén
  - Kéntartalmú aminosavak alkotója



# Ionok

A nátrium-, a kálium-, a klorid-, a magnézium-, és a kalciumion minden élőlényben előfordul.

Kationok



Anionok



- Makromolekulák töltéseit közömbösítik
- Izom-, és idegsejtek működésében vesznek részt
- A vérben és a sejtekben a tengervízzel közel megegyező koncentrációban vannak jelen

# Biogén elemek

- Összetett ionok

- Foszfátion  $(\text{PO}_4)^{3-}$  →  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  kalcium-foszfát (csontok)

- $\text{HPO}_4^{2-}$

- $\text{H}_2\text{CO}_3$   $\text{HCO}_3^-$  szénsav → a kilélegzett  $\text{CO}_2$  vízben oldott formája, mely a közeg kémhatását savasítja →

- Oxóniumion és hidroxidion →  $\text{H}_3\text{O}^+$  ,  $\text{OH}^-$

- Szulfátion  $\text{SO}_4^{2-}$

# Biogén elemek

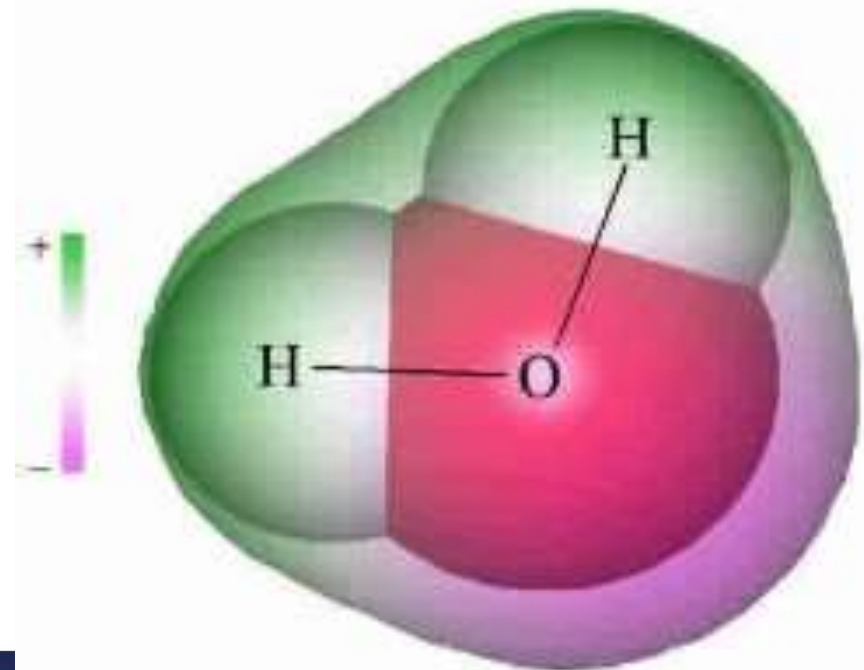
- Nyomelemek (vas, réz, kobalt, mangán, réz, cink, jód)
- kis mennyiségben szükségesek
- többféle oxidációs állapotban is stabilak (pl.:  $\text{Fe}^{2+}$  és  $\text{Fe}^{3+}$  A vas (Fe-ionok) redoxifolyamatokban elektronfelvevők és – leadók.
- A réz a puhatestűekben a hemocianin (vérfesték) képződésében vesz részt.
- A kobalt – fontos molekulák alkotói: vitaminok B 12, több enzim aktivitásához szükséges.
- A mangán – több enzim aktivitásához szükséges.
- A szelén – a máj működésében van szerepe.
- A cink ( $\text{Zn}^{2+}$ ) – biológiai szerepét még nem ismerjük pontosan, néhány fontos hormon, enzim alkotórésze. Egyes cinkben gazdag táplálék (cékla) gátolja a daganatos sejtek szaporodását.
- A jód – hormonalkotó.

# Biogén elemek

- Bór, alumínium, vanádium, molibdén, jód, szilícium, fluor
- csak bizonyos élőlényekben fordul elő.
- B - egyes növények fejlődéséhez szükséges, a bór jelentős szerepet tölt be a DNS szintézisben is
- Si – kovamoszatok, szivacsok váza, zsurlók sejtfala
- I – fontos molekulaalkotó, emberben a pajzsmirigy tiroxin és trijód- tironin nevű hormonjaiban van, egyes szivacsokban és barnamoszatokban is jelentős
- F – fogzománcba épül be.
- V – egyes tengeri algák alkotórésze.

# A biorendszerek alkotóelemei: szervetlen vegyületek – a víz

- Az anyagcsere reakciói folyadékfázisban mennek végbe
- Poláris molekula – jó oldószere poláris molekuláknak és ionoknak
- Az egyik legfontosabb szervetlen vegyület
- Az élő rendszerek átlagos víztartalma 60-80%. A száraz magvaké 13-25%, a medúzáé 95-99%. A felnőtt ember szervezete 60-64% vizet tartalmaz, míg egy újszülötté 92-95%-ot.



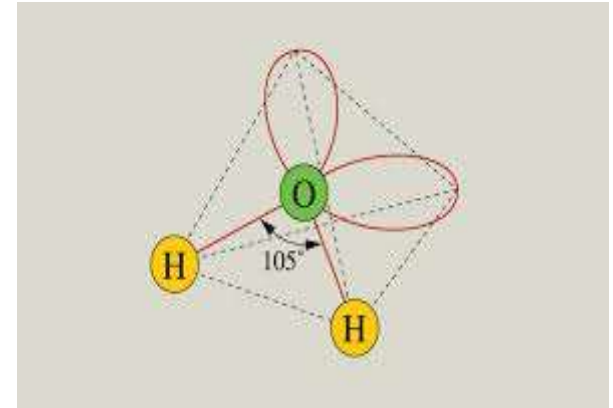
# A víz

Nagy mennyisége miatt a sejtekben összefüggő közeget alkot. A vízmolekulák közel 70%-a szobahőmérsékleten összekapcsolódik. Dipólusos felépítése miatt hidrátburkot képez. Emiatt csupán néhány %-a az ún. szabad víz. Ez funkcionál reakciópartnerként és szállítóközegként.

- Hidrogénkötései miatt szerkezeti anyag
- Nagy felületi feszültségű ( gömb alakú sejtek )
- Hőstabilizátor, mivel nagy a párolgáshője és a hőkapacitása (hőszabályozás)
- Szállítóközeg (kis viszkozitású)
- Kémiai reakciók kiindulási anyaga vagy végterméke

# A víz

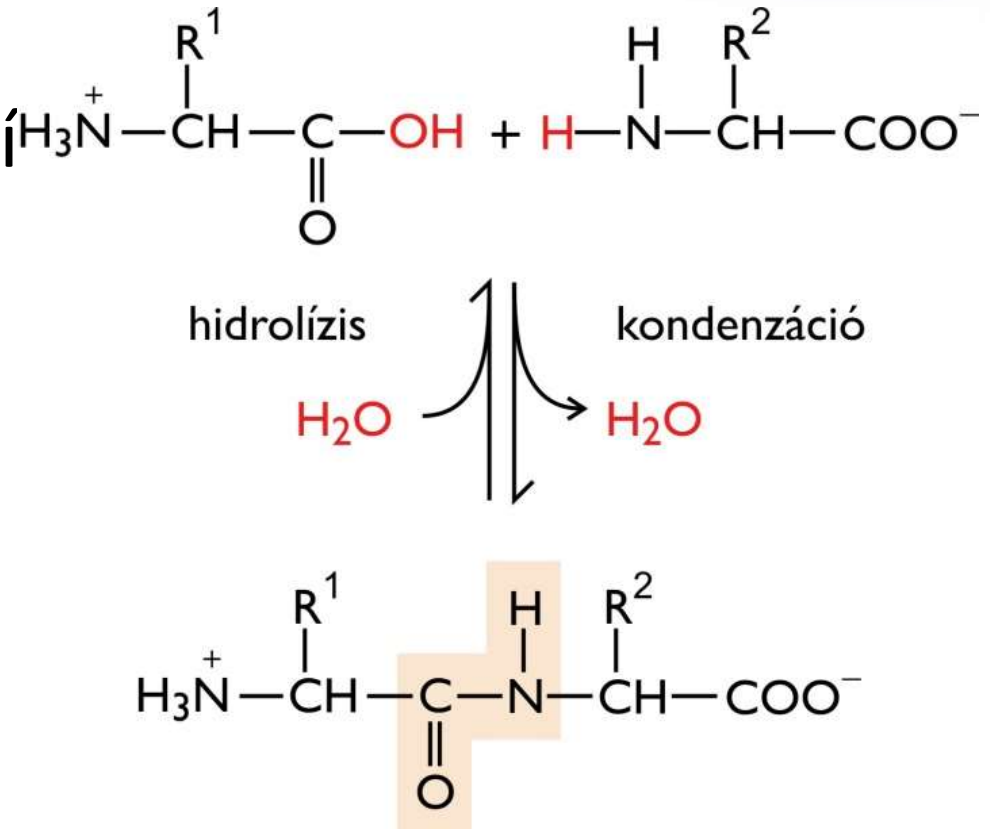
- Erősen dipólusos molekula (poláros, V-alakú, kötésszöge  $105^\circ$ )
- Elektroneloszlása egenlőtlen
- Az oxigén felőli rész negatív töltésű
  - Az oxigén nagy elektronegativitású
- A hidrogének felőli rész pozitív töltésű
  - A kötő elektronpárok helyzete miatt a hidrogének körül az elektronsűrűség csökken, így alakulhat ki egy másik vízmolekula oxigénjével egy gyenge kémiai kölcsönhatás az ún. hidrogénkötés.
- Az oxigén és hidrogének közti kovalens kötés erős



# A víz / reakciótípusok

## Hidrolízis

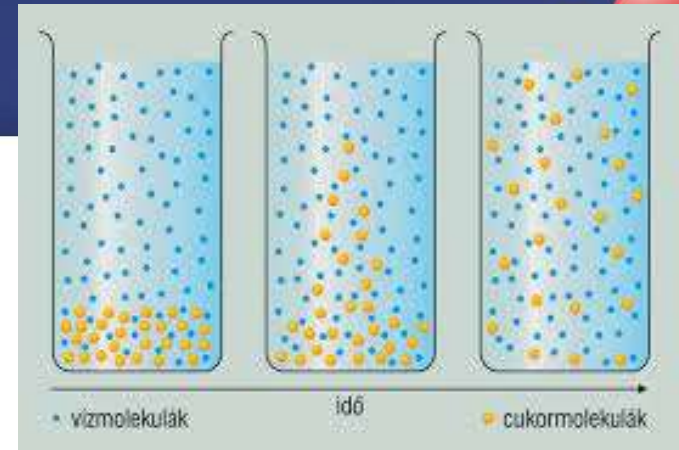
- Molekula bomlása vízkilépéssel.







# A víz



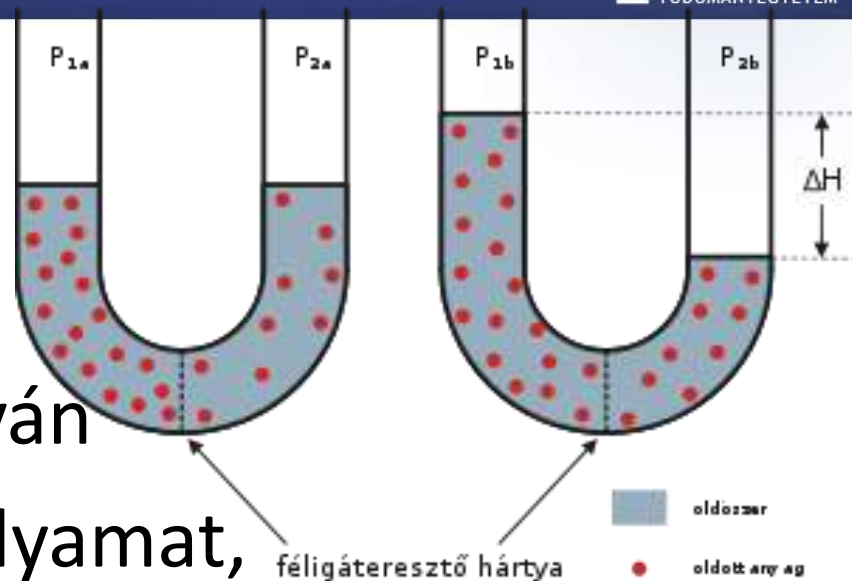
## Diffúzió

- A víz molekulái és a benne oldott ionok, molekulák a hőmozgás miatt az adott tér egyenletes kitöltésére törekednek.
- Ilyenkor az az anyag a nagyobb koncentrációjú hely felől a kisebb koncentráció felé áramlik, amíg a koncentrációkülönbség meg nem szűnik.
- A folyamat külön energiabefektetést nem igényel, passzív folyamat.
- A víz áramlik csak, hidrátburkában viszi magával az oldott anyagot.

# A víz

a folyamat előtt

a folyamat után



## Ozmózis

- Féligáteresztő

(szemipermeábilis) hártyán

keresztül zajló passzív folyamat,

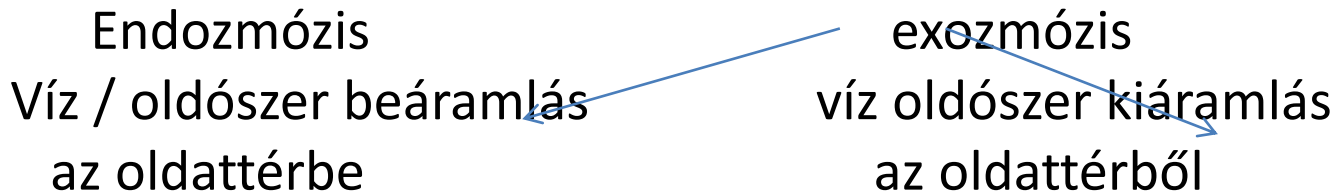
mely során a kis molekulák átférnek a hártyán, a nagy molekulák nem. A víz szempontjából itt is diffúzió valósul meg, melynek mértéke az oldat koncentrációjától függ.

– Tömény oldat      víz koncentrációkülönbsége

nagy    nagymértékű vízáramlás a hártyán

# A víz

## Ozmózis lehet



- Dinamikus egyensúlyi állapot áll be, ha:

$$V_1 = V_2$$

Azaz a hártya két oldalán a nyomáskülönbség – mely a víz diffúziójának hajtóereje az ozmózis során – kiegyenlítődik.

Ozmózisnyomásnak ( $p_0$ ) nevezzük a töményebb oldat hígulása során bekövetkező térfogatnövekedéssel együttjáró nyomást.

Ennélfogva a sejtek vízfelvevő képessége a  $p_0$ , mely az előbbiek alapján endozmózis!

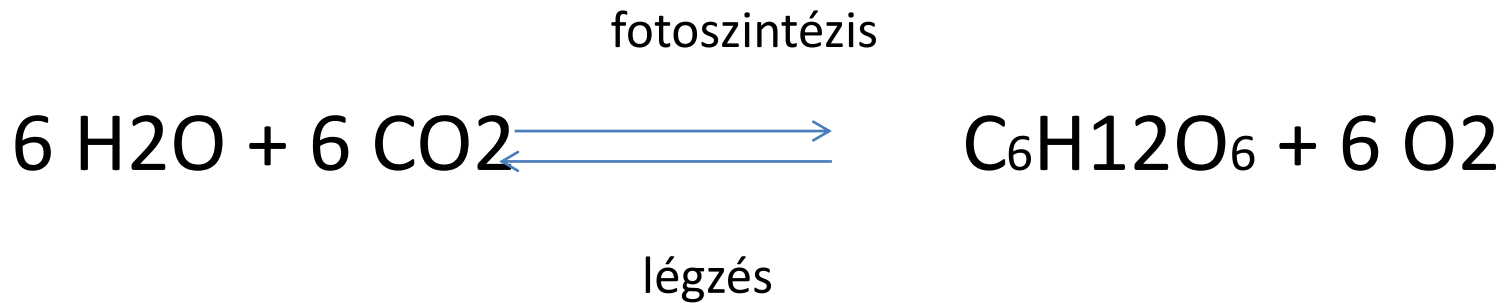
Nagy ozmotikus koncentráció esetén az ozmózis nyomás nagy, nagy a vízfelvevő képesség a sejt turgora növekszik.

A hártya egyik oldalán levő közeg koncentráció különbség alapján a másik oldalhoz viszonyítva lehet:

- Izotóniás – a két oldal ozmotikus koncentrációja megegyező
- Hipertóniás – a vizsgált oldal ozmotikus koncentrációja magasabb
- Hipotóniás – a vizsgált oldal ozmotikus koncentrációja alacsonyabb a hártya másik oldalán található oldaténál.

# A víz

- Fotoszintézis során felhasználódik, légzéskor felszabadul



# Lipidek

- Gyűjtőnév
- életfontosságú szerves vegyületek
- eltérő kémiai szerkezetűek
- hasonló oldhatósági tulajdonságúak
  - vízben oldhatatlanok
  - zsíroldószerekben oldódnak (benzol, éter, kloroform)
    - a bennük található (- CH<sub>2</sub> -) csoportnak, a sok szén-hidrogén kötésnek köszönhető:- a hosszú szénhidrogénláncok - szénhidrogéngyűrűk apoláros szerkezetűek.
  - jellegzetességeiket az oldalláncok, bekapcsolódó egyéb molekularészletek adják.

# A lipidek

- C-H kötések oxidációjával (főleg a hidrogén vízzé oxidálásával) nagy mennyiségű energia szabadul fel
  - a lipidek az egyik legfontosabb energiatárolók (1 g lipidből 39,5 kJ energia nyerhető a sejtben, ugyanekkora mennyiségű szénhidrátból 17,2 kJ)
  - A hidrolizálható lipidek
    - neutális zsírok (gliceridek)
    - foszfatidok
  - Nem hidrolizálható lipidek
    - szteroidok
    - karotinoidok



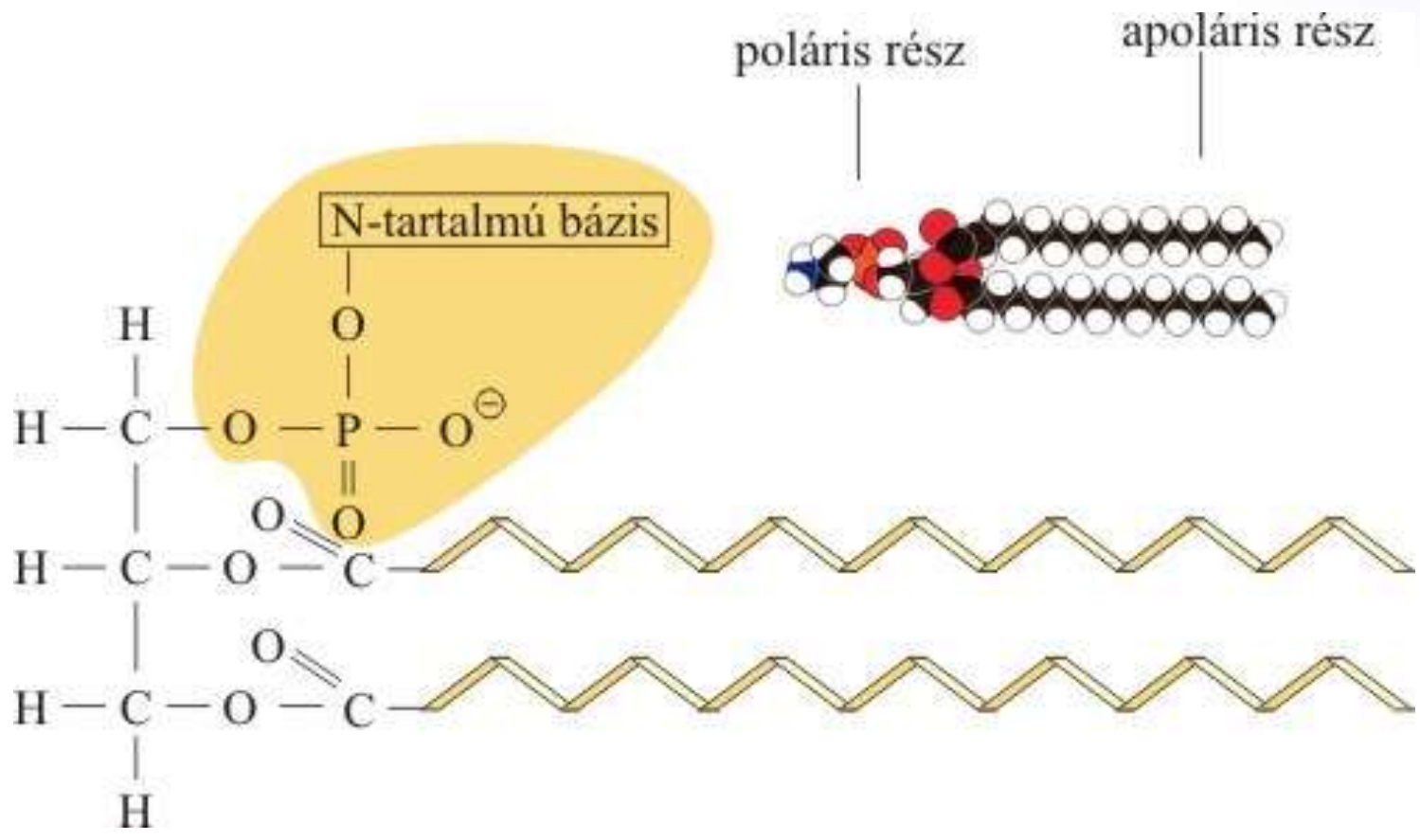


- a glicerinnel zsírsavakkal alkotott észterek
  - glicerinnel (3 értékű alkohol)
  - zsírsavak = hosszú szénláncú (C 12-24 ) telített / telítetlen szerves savak
    - palmitinsav (telített) –  $C_{15}H_{31}COOH$
    - sztearinsav (telített) –  $C_{17}H_{35}COOH$
    - olajsav (telítetlen) –  $C_{17}H_{33}COOH$
  - linolsav –  $C_{17}H_{31}COOH$  (minél több a molekulában a telítetlen zsírsav, annál folyékonyabb a molekulák halmaza)
  - vízkilépéssel járó kondenzációval jönnek létre – észterképzés (hidrolízissel bontható)
  - a létrejövő zsírmolekula kifelé semleges, apoláros
  - a természetben leggyakoribb lipidek tartaléktápanyagok
  - zsírszövet (nem rostos kötőszövet) - rugalmas (mechanikai védelem) - rossz hővezető (hőszigetelő) - magas energiatartalmú (tartalék tápanyag)

- - apoláros (egyres vitaminok oldószere: D, E, K, A) –
- levegőn állva telítődnek a telítetlen zsírsavak (avasodás) (katalitikus hidrogénezés)
- növényi olajok
  - olajat raktározó alapszövetben
  - magvakban
  - termések húsos falában - olajfa - napraforgó - len - repce - szója –
- állati zsiradékok
  - háziállatok
  - halak (halmáj olaj: A- és D-vitamin)

- glicerín
- zsírsavak
- foszforsav
- a glicerín két alkoholos hidroxil-csoportját egy-egy zsírsav észteresíti
  - apoláros rész (hidrogénkötésre alkalmatlan)
- a harmadik alkoholcsoportot foszforsav észteresíti
  - poláros rész (hidrogénkötés kialakítására képes)
- amfipatikus vegyületek
  - felületeken, vizes közegben cseppeket vagy vékony hártyákat alkotnak a folyadékban kolloid méretű micellákat képeznek
  - kettős rétegben elhelyezkedve liposzómákat alakítanak
  - biológiai membránok alapját adják

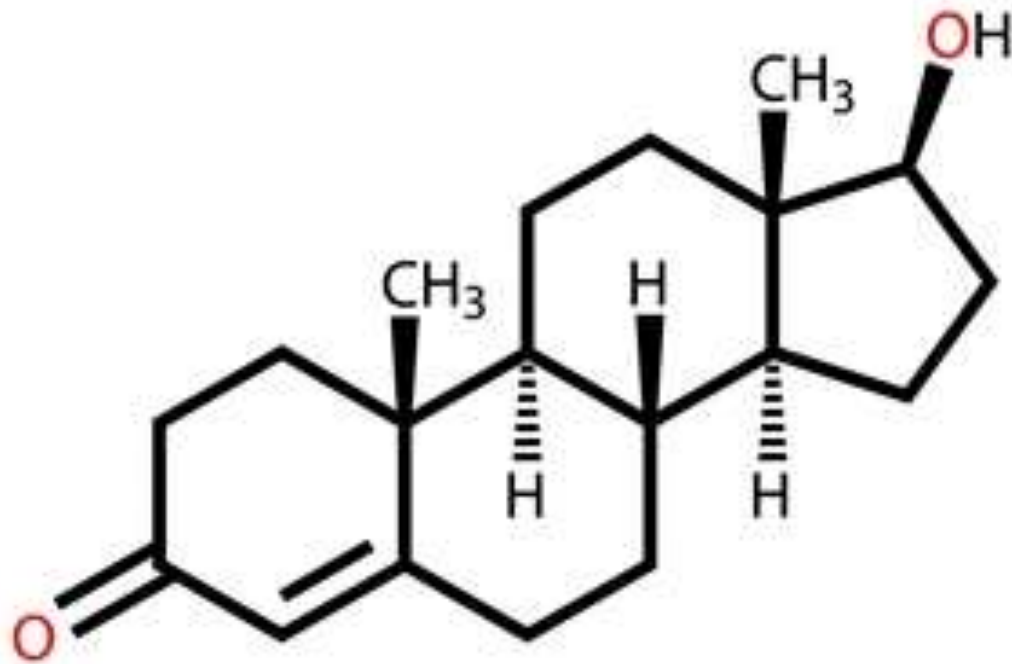
- apoláros részek között van der Waals-kölcsönhatások lehetnek
- Stabilizálják a szerkezetet
- akár több száz nanométeresek is lehetnek
- legegyszerűbb foszfatid a foszfatisav
  - más foszfatidok alapvegyülete
  - foszforsavat észteresíti egy amino- és hidroxil-csoportot tartalmazó molekula, mely a foszforsavval együtt poláros részét adja a foszfatid-molekulának.



# Szteroidok

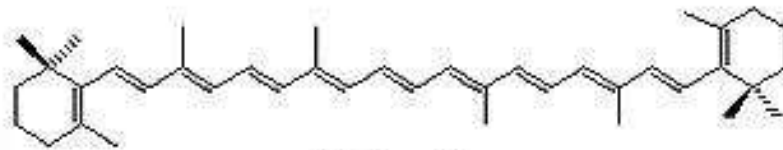
- szteránvázás vegyületek
- alapja a gonán, melyet három 6- és egy 5- atomos kondenzált gyűrű alkot
- A vázhoz kapcsolódó oldalláncok, funkciós csoportok változatos típusokat alakítanak ki
- zsírsavakhoz hasonló felépítés
  - koleszterin (a foszfatidokkal együtt a biológiai membránok alkotója, fokozza a hárták merevségét)
  - D-vitamin előanyaga az ergoszterin (a bőraljában a napfény UV-sugárzásának hatására alakul át D-vitaminná )
    - a D-vitamin fokozza a  $\text{Ca}^{2+}$  -ionok felszívódását a bélből - a  $\text{Ca}^{2+}$  -ionok fontosak a csontok és a fogak szilárdságánál - hiányukban angol-kór alakulhat ki
  - Epesavak, melyeket a máj termel (koleszterin az alapanyaga)
    - az epesavak tartják oldatban a koleszterint - ha az epesavak mennyisége lecsökken, akkor a koleszterin kiválik, epekő jön létre az epehólyagban
  - kólsav - felületi feszültséget csökkentő anyagok - a zsírokat kis cseppek formájában tartják , hogy nagyobb felületen férjenek hozzájuk a lipázok (zsírbonító enzimek)

- Sok hormon szteránvázas
- mellékvesekéregben aldoszteron, kortizon
- ivarmirigyekben a nemi hormonok
  - Az ösztrogén a petefészek tüszőiben termelődik, hatására a méh nyálkahártyája megújul a menstruációs vérzés után
  - A progeszteront az ovuláció után kialakuló sárgatest termeli. Hatására a méh nyálkahártyája még 14 napig nem épül le
  - A tesztoszteront a herecsatornácskák közötti kötőszövet hormontermelő sejtjei termelik
  - másodlagos nemi jelleg kialakítása
  - ivarsejttermelés
  - normális nemi működés

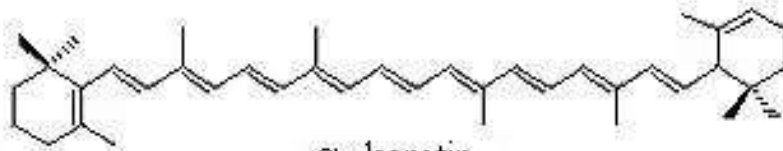




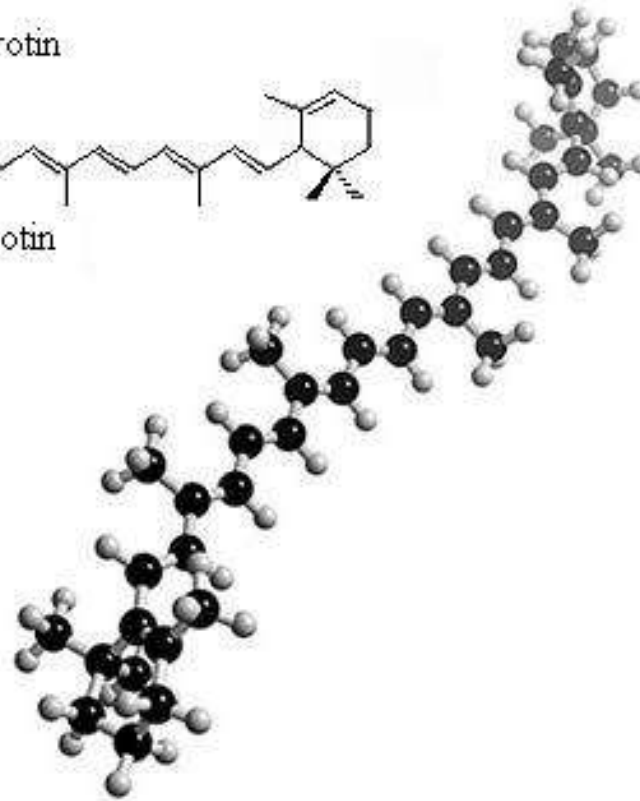
- láncokban konjugált kettős kötés rendszer van (szénatomok között váltakoznak az egyes és a kettős kötések)
- látható fény hatására is gerjeszthetők
- magasabb energiaszintre ugranak gyorsan és rövid ideig maradnak ott
- mikor visszakerülnek eredeti energiaszintjükre, fényt bocsátanak ki
- többnyire vörösek vagy sárgák
  - karotin (sárgarépa): narancsvörös
  - likopin (paradicsom): piros
  - xantofill (levelek): halvány sárga
  - Az A-vitamin előanyaga a béta-karotin - a szem retinájában lévő látóbíbor fény hatására opszinra (fehérje) és A-vitaminra bomlik - az inger megszűnik: újra kapcsolódnak A-vitamin hiányában nem alakulhat ki: farkasvakság (szürkületben nem lát)



$\beta$ -karotin



$\alpha$ -karotin



# Szénhidrátok

- a bioszféra szervesanyag-készletének fő tömege
- sejtfalanyag (cellulóz) –
- tartaléktápanyag (keményítő, glikogén)
  - fotoszintézissel állítják elő a növények szén-dioxid és víz felhasználásával napfény segítségével
- stabil vegyületek
- levegőn nem avasodnak mint az egyes zsírsavak C-C kettős kötések tartalmazó részei.
- A szénhidrátok polihidroxi-oxovegyületek, polihidroxi-aldehidek (aldehidek) vagy polihidroxi-ke-tonok (ketózok), vagy olyan vegyületek, melyek hidolízisével ilyen vegyületek képződnek.
- Csoportosításuk felépítésük alapján –
  - mono-, di- és poliszacharidok.
  - a sejt vagy a szervezet energiaháztartásában és felépítésében játszanak szerepet.

# A szénhidrátok - monoszacharidok

- egy egységből, monomerből állnak, nem hidrolizálhatók
- Alapvázukat 3-7 C-atom alkotja
- Nyílt láncúak, de nagyobb méretűek gyűrűvé is záródhatnak.
- Vízben jól oldódnak, könnyen átjutnak a sejthártyán.
- vizes oldataik formájában jól szállíthatók
  - vérben, növények háncsszöveteiben
- foszfátészterek a szénhidrát-anyagcsere köztestermékei, s egyúttal energiatárolók, gyümölcsökben, nektárookban
- Szerkezetük jellemzői
- Aldózok: az oxocsoport láncvégi helyzetű (aldehidcsoport)
- Ketózok: az oxocsoport láncközi helyzetű (ketocsoport)

# A szénhidrátok - monoszacharidok

- Királis molekula – olyan molekula, amelynek tükörképe nem hozható önmagával fedésbe.
- A biológiai rendszerekben a szerves molekulák egy részének (szénhidrátok, aminosavak) van kiralitásuk.
- E molekuláknak 1 vagy több kiralitáscentrumuk (asszimmetriacentrumuk) van.
- A C-atom királis, ha négy különböző ligandum (egy molekulában a központi atomhoz kapcsolódó atom vagy atomcsoport) kapcsolódik hozzá (a láncközi H-C-OH részlet szénatomjai, mivel a molekula két vége eltérő – kiralitáscentrumok).

# A gyűrűs szerkezet kialakulása

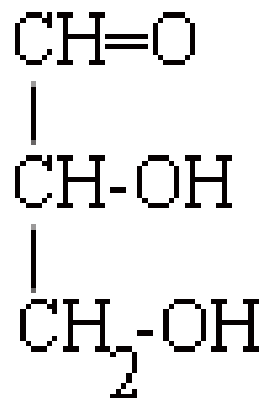
- Azok a hidroxilcsoportok, amelyek reakciójukor öt vagy hattagú gyűrűvé alakulhat ki, addícióval képesek az oxocsoportot hordozó C-atomhoz kapcsolódni. (A folyamatot a lánc utolsó előtti C-atomjához kapcsolódó O nemkötő elektronpárjának az oxocsoport elektronhiányos C-atomjához történő bekötése indítja el, addícióval datív-kötés jön létre.) A kialakuló gyűrűs molekulában az oxocsoport hidroxilcsoporttá, ún. glükozidos hidroxilcsoporttá alakul, míg a lánc utolsó előtti C-atomja – OH-csoportjának oxigénje a gyűrű tagjává válik, éterkötést létrehozva.

# A szénhidrátok - monoszacharidok

- Az 1. C-atomon az oxocsoportból a gyűrűvé záródáskor a kialakuló glikozidos hidroxilcsoport helyzete alapján alakul ki az  $\alpha$ - és  $\beta$ -konfiguráció.
- A gyűrűs molekula síkjára merőlegesen elhelyezkedésű (axiális helyzetű) hidroxilcsoportot tartalmazó az  $\alpha$ -konfigurációjú, a síkkal párhuzamos (ekvatoriális) helyzetű  $-OH$  csoporttal rendelkező a  $\beta$ -konfigurációjú molekula.

# A szénhidrátok - monoszacharidok

- triózok (3C)
- a glicerín oxidációs termékei
- glicerin aldehid - biokémiai folyamatok (anyagcsere-folyamatok) köztes terméke

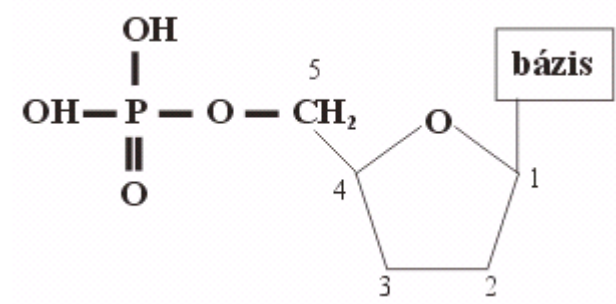




# A szénhidrátok - monoszacharidok

- pentózok (5C)
- nukleinsavak, koenzimek alkotórészei,
- köztestermékek, ötagú gyűrűt képeznek
- 2-dezoxi-ribóz (DNS) (hidroxil-csoport helyett hidrogénatom van a 2. szénatomon, eggyel kevesebb O van benne)
- ribóz (RNS) - foszforsavval alkotnak észtereket (így vesznek részt a nukleinsav

képzésében)  
– pentóz-foszfát

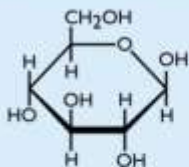


# A szénhidrátok - monoszacharidok

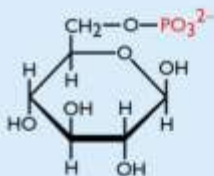
- hexózok (6C)
- az élővilágban előforduló leggyakoribb monoszacharidok
- szabad állapotban is jelen vannak (sejtben és sejtközi állományban)
- a szénhidrátszállítás ebben a formában történik a sejten belül és a sejtek közötti térben is
- a cukrok lebontása innen indul ki
- gyakran diszacharidokat és poliszacharidokat képeznek
- szőlőcukor (glükóz) ( $C_6H_{12}O_6$ ) – aldehid - az egyik O-atomján keresztül az 1. és 5. C-atomjával hattyúgyűrűvé kapcsolódik össze - az 1-es szénatom glikozidos hidroxil-csoportja kétféleképpen állhat
- foszforsavval észtereket alkot (biokémiai folyamatok köztes terméke) szabadon és nagyobb molekulák alapegységeként is fontos

- a természetben D-glükóz molekula van, fotoszintézis során keletkezik
- di- és poliszacharidok építőegységei
- az ember vérének állandó glükóz koncentrációja van
- az ember sejtjei főleg glükózzal táplálkoznak
- fruktóz – gyümölcscukor (legédesebb monoszacharid), összegképlete ugyanaz, mint a glükózé, de az atomok kapcsolódási sorrendje más.
- termékekben, mézben fordul elő, az anyagcsere-folyamatok köztes terméke a foszfátszármazéka

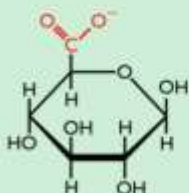
### Glükóz család



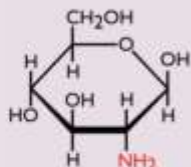
$\beta$ -D-glükóz



$\beta$ -D-glükóz-  
6-foszfát



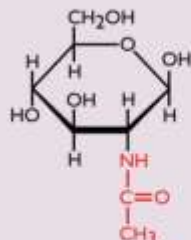
$\beta$ -D-glükuronát



$\beta$ -D-glükózamin



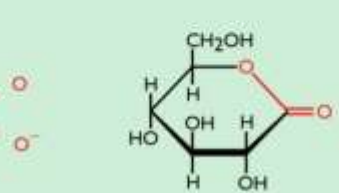
$\beta$ -D-glükózamin



N-acetil- $\beta$ -D-glükózamin

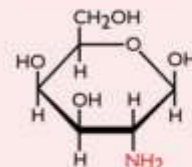


N-acetil- $\beta$ -D-glükózamin

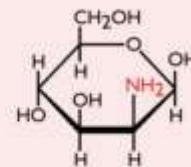


$\beta$ -D-glükono- $\delta$ -lakton

### Aminocukrok

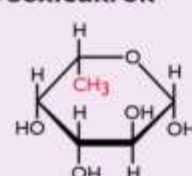


$\beta$ -D-galaktózamin

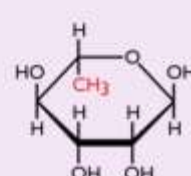


$\beta$ -D-mannózamin

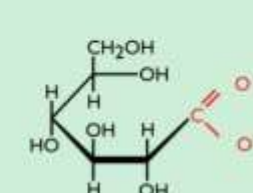
### Deoxicukrok



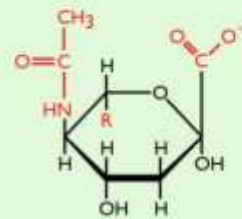
$\beta$ -L-fukóz



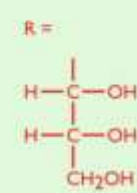
$\alpha$ -L-ramnóz



D-glükonát



N-acetilneuraminsav  
(szialsav)



# A szénhidrátok - diszacharidok

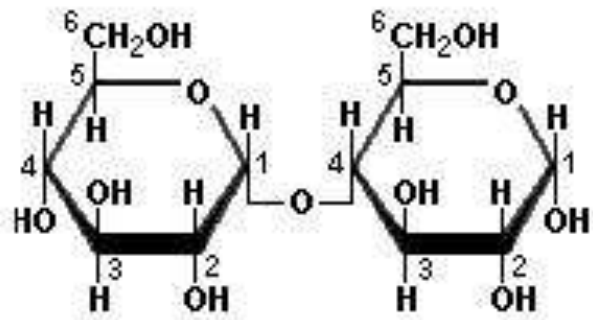
- a diszacharidok két monoszacharidból állnak, melyeket éterkötés kapcsol össze (a két gyűrű között vízkilépés után egy O teremt kapcsolatot)
- a kondenzációban legalább az egyik egyszerű cukor glikozidos hidroxil-csoportja vesz részt
  - a matóz és a cellobióz lebontási köztestermék az élővilágban
  - vízben jól oldódnak és általában édes ízérzetet keltenek két glükózmolekula között jön létre glikozidkötés vízkilépéssel (kondenzációval)
  - hidrolízissel bontható

# A szénhidrátok - diszacharidok

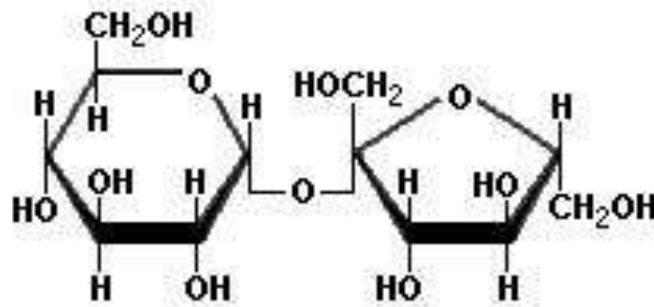
- maltóz (malátacukor)
  - 2 db -glükóz építi fel
  - keményítőbontás köztesterméke, vagy glikogénbontáskor képződik
  - édes (nyálamiláz hatására képződik a szájüregben)
  - hidrolízissel bontható egységeire (középbélben)
  - redukáló típusú diszacharid
- cellobióz - 2 db  $\beta$ -glükóz
  - cellulózbontáskor képződik –
  - redukáló típusú diszacharid

# A szénhidrátok - diszacharidok

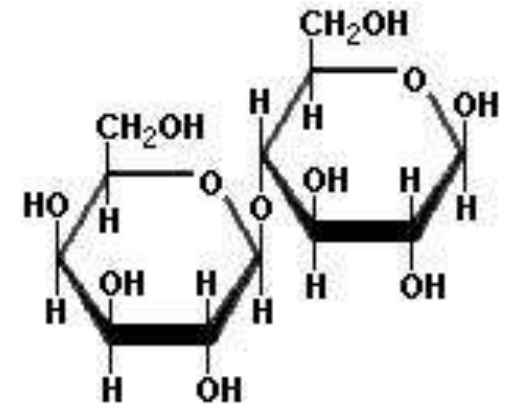
- szacharóz (répacukor, nádcukor)
  - heterotróf élőlények tápanyagai
  - cukorrépa és cukornád tartalmazza 10-20%-ban
  - nem redukáló típusú diszacharid
  - 1 db fruktóz és 1 db glukóz összekapcsolódásával, vízkilépéssel jön létre
- fruktóz (gyümölcscukor)
  - glükózzal azonos összegképletű
  - gyümölcsökben gyakori
  - édes (mézben is sok van)
  - a szervezetben a szacharóz lassabban használható fel, mint a glükóz, ezért adják a cukorbetegeknek (előbb glükózra és fruktózra bomlik, majd a fruktóz glükózzá alakul át, így kerül a vérkeringésbe)
- laktóz (tejcukor)
  - 1 db glükóz és 1 db galaktóz alkotja
  - redukáló típusú diszacharid



Maltóz



Szacharóz



Laktóz



# A szénhidrátok - poliszacharidok

- -a poliszacharidok
- több száz vagy több ezer monoszacharid kondenzációjával keletkező makromolekulák (a makromolekulák kolloid méretű polimerek – molekulatömegük nagyobb, mint 10000)
- monomerjük: a glükóz
- minden molekula közös jellemzője, hogy a monomerek között 1-4 glikozidoskötés (Vagyis a kapcsolódó glükózmolekula 1. és mellette lévő monomer 4. C-atomján lévő hidroxil-csoportok között éterkötés) van
- a poliszacharidok közötti különbséget a monomerek típusa és száma, és az összekapcsolódás módja adja
- képződésük során a funkciós csoportjaik kovalens kötésekkel, vagy hidrogénkötésekkel vannak lekötve, így kifelé nincs poláros csoportjuk, ezért vízben nem oldódnak, nem édesek, sokkal stabilabbak, mint a monoszacharidok. Tartaléktápanyagok, szilárdító vázanyagok. A keményítő vízben oldhatatlan keményítőszemcsék formájában válik ki a sejtben, így szinte korlátlan mennyiségben raktározható.

# A szénhidrátok - poliszacharidok

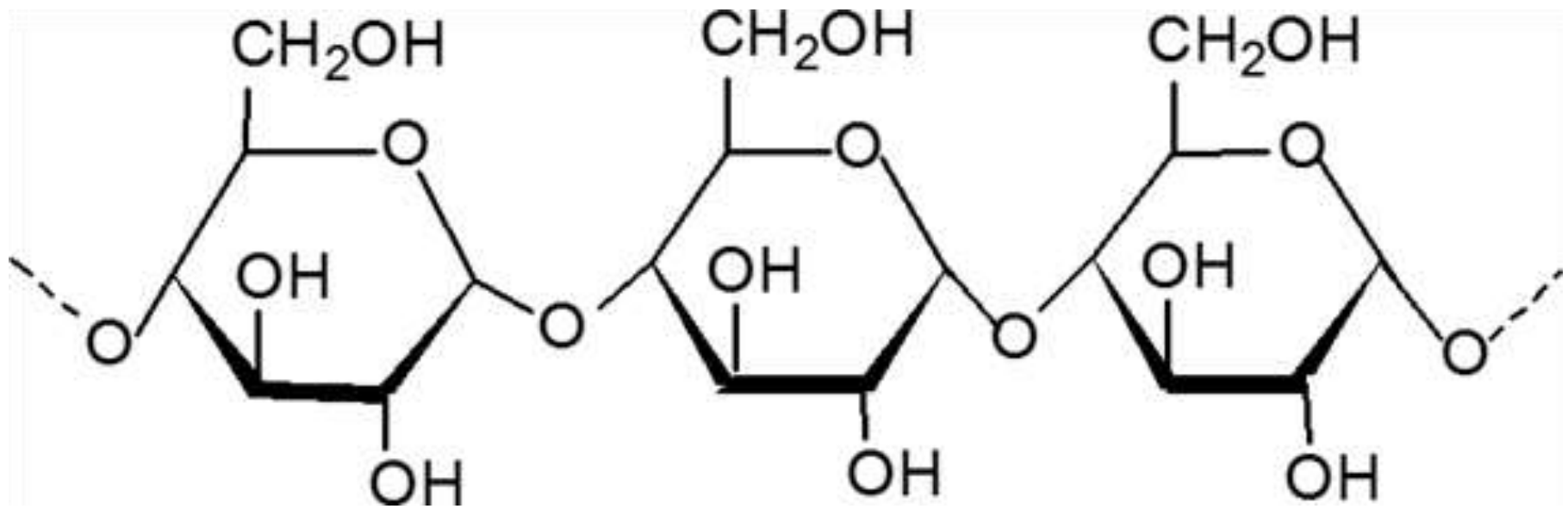
- Keményítő (amilum)
- növényi tartaléktápanyag (búza, burgonya, rizs)
- fotoszintézis során képződik
- a sejtekben a fajra jellemző alakú keményítőszemcsék formájában raktározódik
- a szemcsék réteges felépítésűek, bennük amilóz és amilopektin szénhidrát-molekulák mellett szénhidrátot felépítő és lebontó (amiláz) enzimek is vannak és több száz D-glükózokból épül fel (glikozidkötések kapcsolják össze őket)
- két összetevője:
  - amilóz - fonalas, elágazásmentes spirális (hélix) lánc – 1-4 glikozidos kötésekkel a szemcsé belsejében
  - amilopektin - kb. 12 egységenként elágazó a lánc (20-25 egységenként az 1-6 glikozidos kötések miatt), elágazó szerkezetű
  - Hidrolízissel maltóz egységekre majd D-glükózokra bontható
  - (A keményítőben az amilóz és az amilopektin szemcsénkénti aránya: 20:80.)

# Glikogén

- állatok és a gombák tartaléktápanyaga
- D-glükózokból épül fel
- amilopektinre emlékeztet, de gyakrabban ágazik el
- a spirál 1-6 glikozidos kötéseket tartalmaz
- a gerinceseknél a májban és a harántcsíkolt izmokban tárolódik (szemcsék formájában)
- A cellulóz a legelterjedtebb poliszacharid növényi sejtfa alapanyaga, vázanyag, növényi rostok hosszú, egyenes, elágazásmentes lánc az egységek elrendezése miatt - a láncon belül az egymás melletti egységek között létrejöhet hidrogénkötés - a láncok egymás mellé rendeződnek (hidrogénkötések stabilizálják ezeket)

# A szénhidrátok - poliszacharidok

- vízben nem oldódik
- nehezen hidrolizálható egységekre (cellulózbontó baktériumok, gombák, egyes egysejtűek képesek erre speciális enzimeikkel)
- az ember a cellulózt (a rostot, a korpát nem hasznosítja táplálékként, csak a perisztaltikus mozgáshoz kell)
- papírként, vattaként, lenként, kenderként hasznosítható
- kitin nitrogéntartalmú szénhidrát
- hasonlít a felépítése és szerkezete a cellulózra
- ízeltlábú állatok és gombák vázanyaga



# Fehérjék

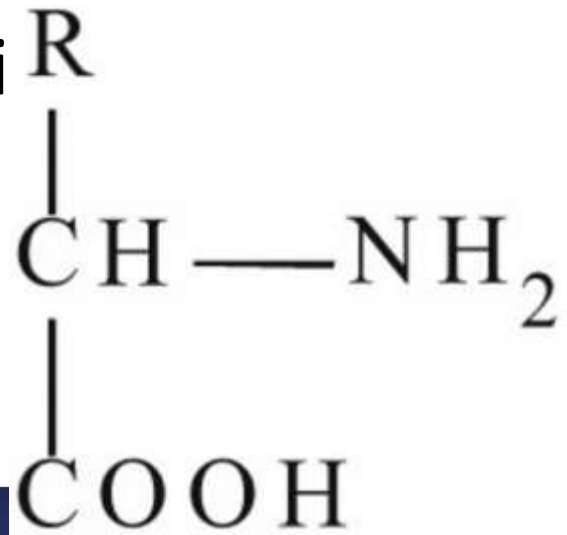
- változatos biológiai szerepük van
  - sejtfelépítők (membránfehérjék), az élő anyag szerkezetalkotói (pl.: kollagén a kötőszövetben)
  - enzimek: az anyagcsere-folyamatok katalizátorai (pl.: amiláz, foszfátáz)
  - szállítómolekulák (oxigén, vas, lipidek szállítása)
  - molekulaszállító: hemoglobin
  - immunanyagok
  - hormonok alkotói (pl.: növekedési hormon)
- felépítésükhöz nitrogéntartalmú vegyület kell
  - nitrogénkötő baktériumok a levegő nitrogénjével szervesen nitrogénvegyületeket állítanak elő
  - az autotróf növények ezeket felhasználva állítják elő fehérjeiket
  - a heterotróf állatok csak kész szerves nitrogéntartalmú vegyületekből tudják előállítani
  - ezért fehérjetartalmú táplálékot fogyasztanak

# A fehérjék felépítése, szerkezete

- A felépítésben résztvevő elemek: C, H, O, N, S.
- Alapegységeik az aminosavak (20 féle)
- Funkciós csoportjaik: amino- ( $-NH_2$ ) és karboxil- ( $COOH$ ) csoport
- Lehetnek  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -aminosavak
- $\alpha$ -aminosavból épülnek fel az emberi test fehérjéi
- $\beta$ -aminosav, pl.: koenzim-A (az anyagcserében kulcsfontosságú molekula)
- $\gamma$ -aminosav, pl.: ingerületátvivő anyag (a  $\gamma$ -aminovajsav = GABA)
- Ikerion szerkezetüket figyelembe véve általános szerkezeti képletük:  $NH + 3 CH COOH R$

# A fehérjék felépítése, szerkezete

- Vízkilépéssel peptidkötést hoznak létre:
- néhány aminosav oligopeptid (pl.: oxitocin, ADH)
- sok aminosav polipeptid vagy fehérje (pl.: ACTH, pepszin, hemoglobin)
- 10000 moláris tömeg alatt polipeptidek felette fehérjének nevezzük





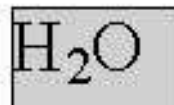
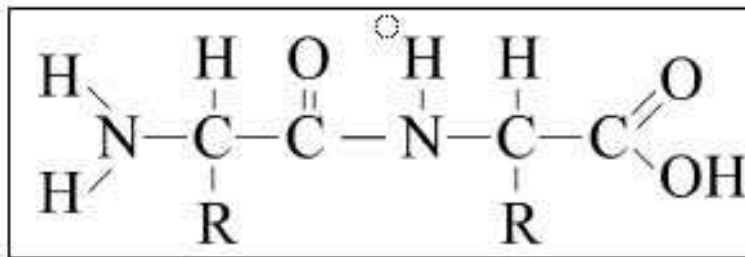
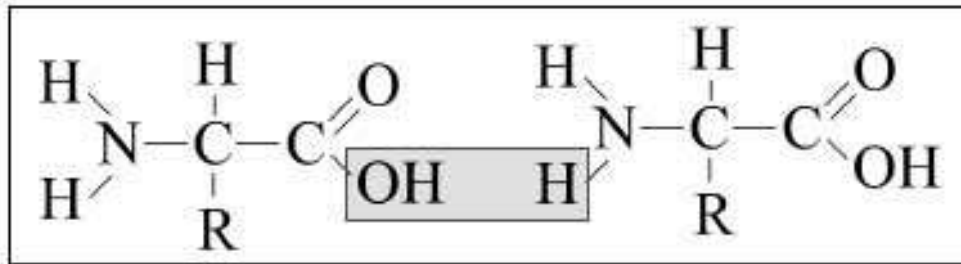
# A fehérjék elnevezése, csoportjaik

- Elnevezésük: szabályos kémiai nevüket nem használják
- triviális nevükből származtatott hárombetűs jelölést használnak gyakran
- csoportjaik:
  - monoamino-monokarbonsavak
  - monoamino-dikarbonsavak (savas aminosavak) - bázisos aminosavak (mert nem mindig aminoscsoport, a második bázisos jellegű rész)
- esszenciális aminosavak: a szervezet nem képes előállítani őket készen kell felvenni őket pl.:fenil-alanin lizin triptofán
- túl sok aminosav is lehet káros
  - fenilketonúria - ilyenkor hiányzik egy enzim, ami a fenil-alanin átalakítását végzi
  - a fenil-alanin felhalmozódik a vérben
  - az agyba kerülve értelmi fogyatékossgot okoz

# Az aminosavak kapcsolódása

- fehérjék - aminosavak kapcsolódása ún. peptidkötéssel - vízkilépéssel jár - egy aminocsoport és egy karboxilcsoport között jön létre
- hidrolízissel bontható (víz kell hozzá)
- dipeptid jön létre két aminosavból
- további aminosavak kapcsolódásával polipeptidlánc alakul ki
- több száz alegységből is létrejöhetnek
- alapja egy poliglicinlánc, amelyhez oldalláncok kapcsolódhatnak, egyik végén aminocsoport ( $\text{NH}^{3+}$ ) – amino-láncvég (N terminális) - a másik végén karboxilcsoport ( $\text{COO}^-$ ) – karboxil-láncvég (C terminális)

- Az aminosavak kapcsolódása: fehérjék



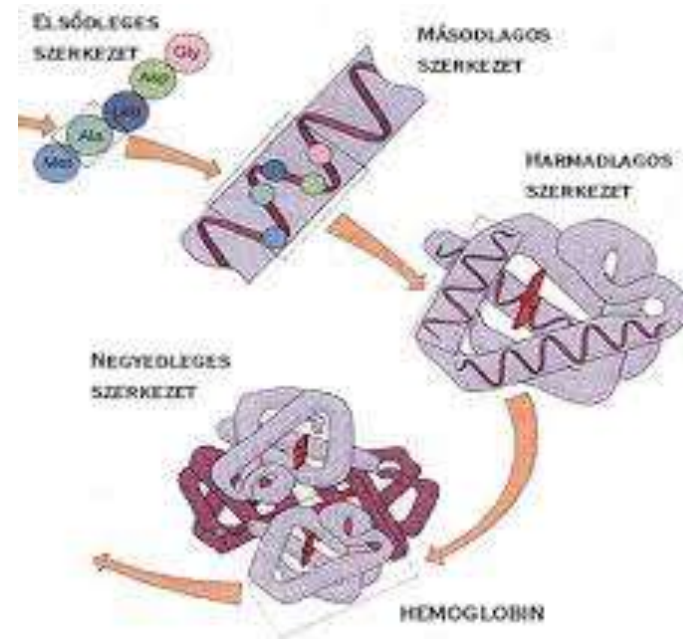
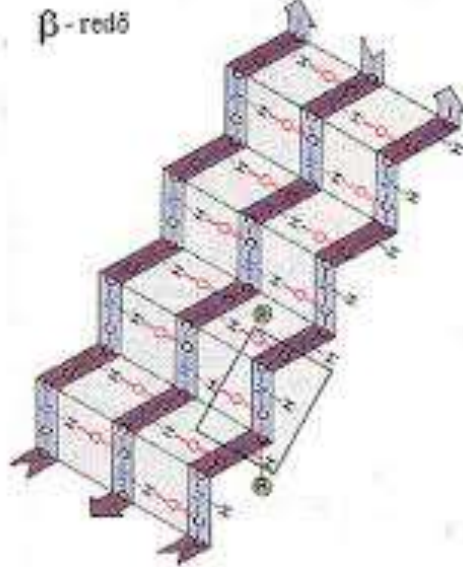
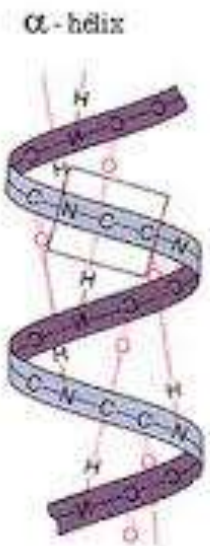
# A fehérjék szerkezete

- Néhány száz, ritkán több ezer aminosav építi fel
- Térbeli szerkezetük (konformációjuk van)
- változatos felépítésűek
- változatos funkcióúak
- csak adott szerkezet mellett látják el funkcióikat
- fajoként más-más lehet az azonos funkciójú fehérjék felépítése (pl.: inzulin)
- Elsődleges (primer) szerkezet: = aminosavsorrend / szekvencia
- az aminosavak egymással peptidkötéssel kapcsolódva polipeptidláncot alkotnak, az aminosavakat kovalens vegyértékkötések kapcsolják egymáshoz
- fajlagosságukat az elsődleges szerkezet adja
  - inzulin (az elsőnek megállapított aminosavszekvencia) - 51 aminosav - Sanger, angol biokémikus 10 évi kutatással
  - (Nobel-díj - 1958) - 1980: 2. Nobel-díj: a nukleinsavak kutatásáért

# A fehérjék szerkezete

- Másodlagos (secunder) szerkezet
- másodlagos kötések (H-kötések, diszulfid-híd, van der Waals-kölcsönhatás) által kialakított  $\alpha$ -hélix (spirál) és  $\beta$ -redő szerkezet
- a nagyobb oldalláncok  $\alpha$ -hélixet, a kisebbek  $\beta$ -redőt alakítanak ki.
- a másodlagos szerkezet az  $\phi$ -szénatom körüli szabad forgás miatt sokféle térszerkezet lehet
- két stabil szerkezet van
  - $\phi$ -hélix-szerkezet - spirális szerkezet - molekulán belüli hidrogénkötések rögzítik - az amino-csoportok és a karboxil-csoportok között
  - $\phi$ -lemez-szerkezet - polipeptidlánc-szakaszok fekszenek egymás mellett egy hajtogatott lemezben - hidrogénkötések rögzítik egymáshoz ezeket
  - Pauling, amerikai kémikus az 50-es években - kristályos fehérjéken bocsátott át röntgensugarakat, azok elhajlottak - térbeli elrendeződést vizsgált röntgendiffrakciós vizsgálattal
  - hemoglobin szerkezetének kiderítése 23 évet vett igénybe

- A fehérjék szerkezete



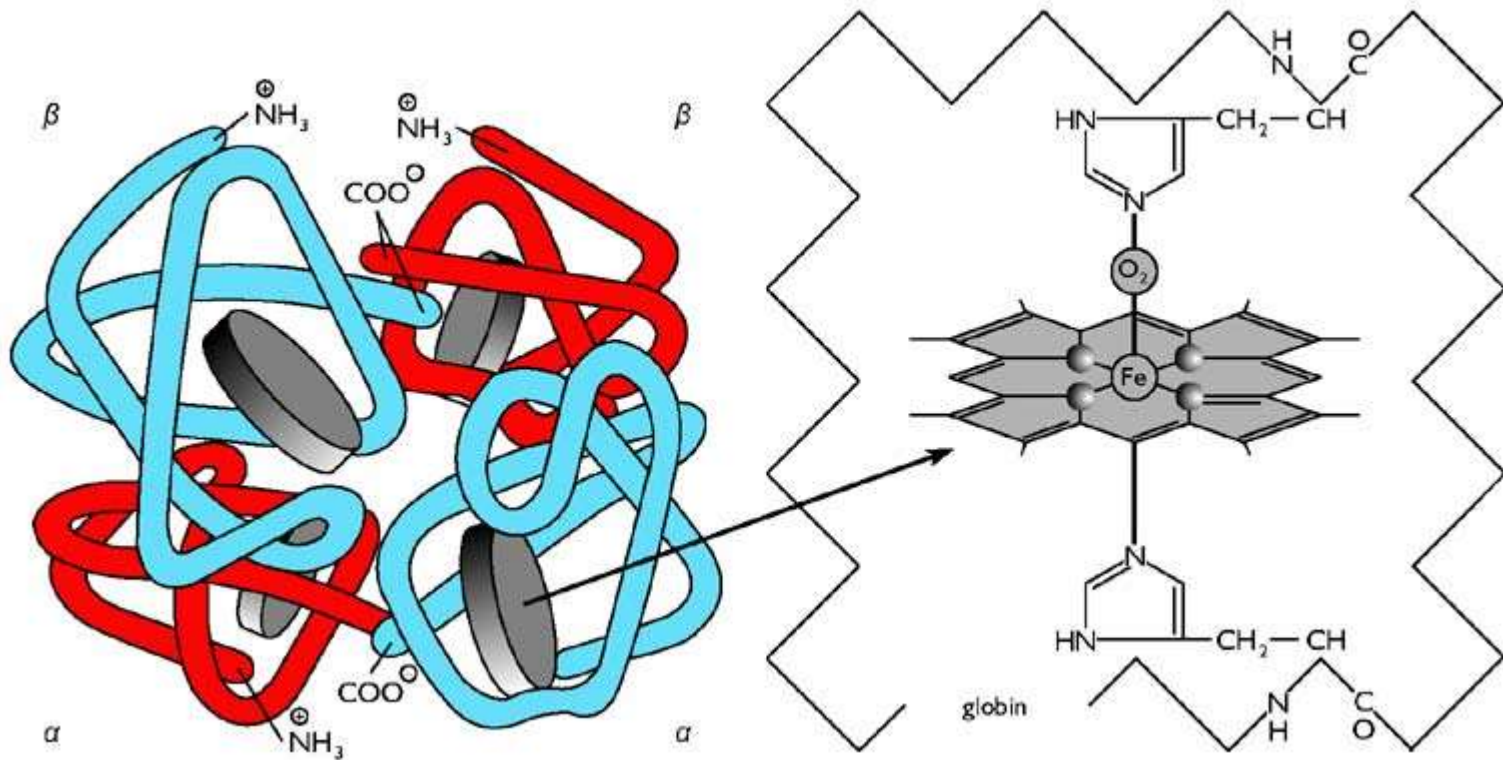
# Térbeli szerkezetük (konformációjuk van)

- Harmadlagos szerkezet = teljes molekula térbeli szerkezete
  - a másodlagos polipeptidlánc egymástól távoli pontjai között másodrendű kötések alakítják ki
  - fibrilláris: csupa  $\alpha$ -hélix, vagy csupa  $\beta$ -redő (pl.: keratin és fibroin)
  - globuláris  $\alpha$ -hélixekből, vagy csupa  $\beta$ -redőkből álló szakaszok váltakoznak, rendezetlen szakaszok is lehetnek pl.: enzimek

- Negyedleges (kvaterner) szerkezet
- több polipeptidlánc egymáshoz kapcsolódása másodrendű kötésekkel
  - a hemo-globin-molekula 4 peptidláncot tartalmaz



- hemoglobin



# A fehérjék felosztása

- a fehérjék típusai
- egyszerű fehérjék - csak aminosavak keletkeznek hidrolízisük során - pl. albumin (tojásban)
- összetett fehérjék - aminosavakon kívül van bennük más is (nem fehérjejellegű rész) - pl. kazein (tej) (foszforsav) hemoglobin (VVT) (hem – vastartalmú rész)

# A fehérjék működése

- Fajlagosak –Fajnak, egyénnek, szervnek, sejtnek egyedi fehérjéi vannak
- Fajlagosságuknak jelentősége van: vérátömlesztésnél szövet- és szervátültetésnél Rh-faktor kapcsán, a terhességnél immunológiai folyamatokban baktériumok elleni védekezésben táplálkozásban.
- Enzimek –Enzimek biokatalizátor tulajdonságú fehérjemolekulák –Élőlényekben enzimek nélkül nem mennek végbe a kémiai reakciók

# A fehérjék működése

- Az enzimek csoportosítása működés szerint
- Hidrolázok hidrolízist katalizálnak
- oxireduktázok redoxfolyamatokat gyorsítanak
- ligázok kötést hoznak létre
- Liázok kötést bontanak
- Izomerázok a molekula izomerét állítják elő

# A fehérjék működése

- Az enzimek tulajdonságai
  - fajlagosak: szubsztrátumra, reakcióra
  - pH-optimum: minden enzimnek megvan a maga hidrogénion-koncentrációs optima, amely mellett a hatását legjobban ki tudja fejteni
  - hőmérsékleti optimum: a hőmérséklet emelkedésével a reakciók gyorsulnak, de csak bizonyos határig, pl.: 40 °C-nál magasabb hőmérséklet a fehérjék irreverzibilis tönkremenését okozhatja
- Hatásmechanizmusa: Az aktív centrumhoz kötődik a szubsztrátum. Végbemegy a katalikus folyamat. A termék (produktum) leválik. Visszaáll az enzim eredeti szerkezete

# A fehérjék működése

- Hibátlan működésük feltétele
  - a megfelelő térbeli szerkezet –Az aminosav sorrend megváltozása miatt megváltozhat a térszerkezet (pl.: a sarlósejtes vérszegénység esetében: amikor glutaminsav helyett valin van a fehérjeláncban) –
  - Denaturálódás és koaguláció miatt is megváltozhat a térszerkezet

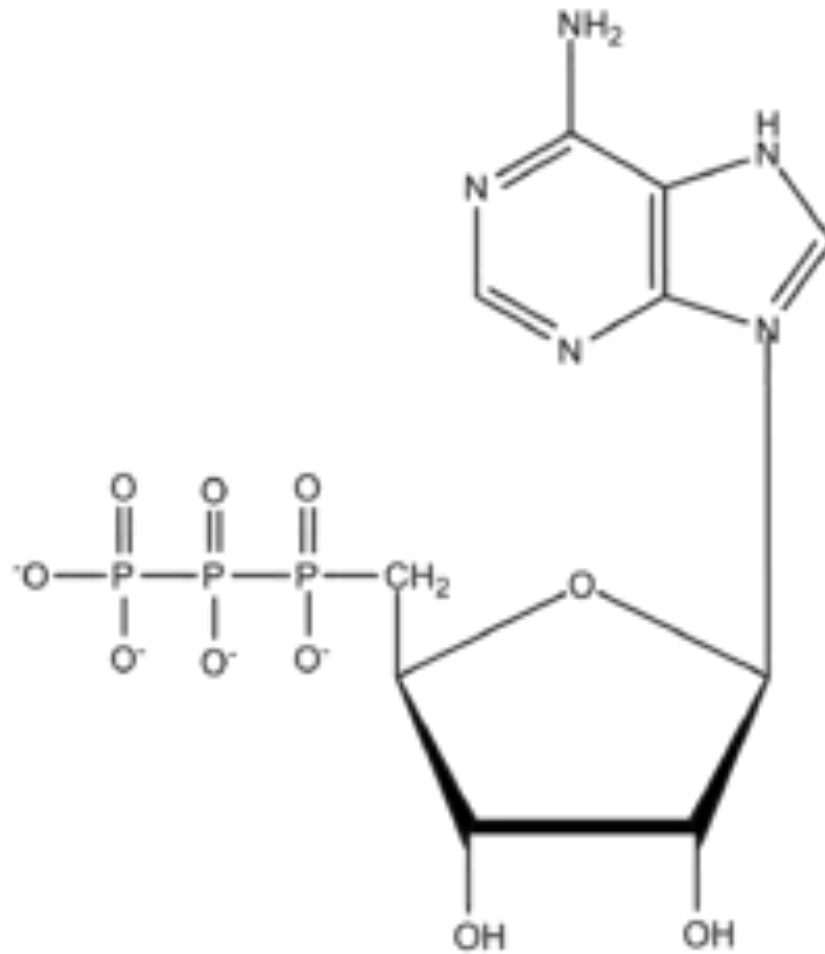
# A nukleotidok és a nukleinsavak

- a nukleotidok változatos funkciójúak
- energiaátalakítás
- energiaraktározás
- szállítómolekulák
- nukleinsavak felépítői
- különböző alegységekből épülnek fel
- Foszforsav, pentóz (RNS-ben ribóz a DNS-ben 2-dezoxi-ribóz)  
nitrogéntartalmú szerves bázis amely pirimidinvázis (6 tagú, egy gyűrűs)
  - citozin (RNS, DNS) (3), timin (DNS) (2 hidrogénkötésre képes), uracil (RNS) (2)
- purinvázis (9 tagú, két gyűrűs)
  - adenin (DNS, RNS) (2 hidrogénkötésre képes)
  - citozin (DNS, RNS) (3)

# Mononukleotid

- kondenzációs folyamattal jön létre (2 vízmolekula kilépésével) foszforsav + pentóz + bázis
- 5. szénatomjához kapcsolódik észterkötéssel a foszforsav
- 1. szénatomjához a bázis egyik nitrogénatomja kapcsolódik pld. adenzin-monofoszfát (AMP)
- két foszfátcsoporthoz: adenzin-difoszfát (ADP)
- három foszfátcsoporthoz: adenzin-trifoszfát (ATP)
- nagy energiájú kötést tartalmazó molekula - 25 kJ/mol-nál több energia szabadul fel hidrolízisekor
- hidrolízisekor ADP és foszforsav keletkezik (+ 30kJ/mol)
- ATP központi szerepű a sejtek energiaforgalmában
- a foszfátcsoporthoz mozgékony (felvehető, leadható)
- a molekula energiataralma magas - energiatermelő folyamatokban ATP- szintézis zajlik míg energiaigényes folyamatokban ATP- hidrolízis zajlik





- sok szállítómolekula alapszerkezet visszavezethető nukleotidokra
- koenzim-A (KoA) mely az acetylcsoport szállítását végzi
- a dinukleotid két mononukleotidból áll - pld: nikotinamid-adenin-dinukleotid (NAD) - nikotinsavamidós mononukleotid + mononukleotid
  - a hidrogén szállítását végzi (hidrogén felvétele 1 proton és 2 elektron felvételét jelenti a savamidnál, a másik proton hidrogénion formájában oldatban marad - ekkor redukálódik NADH-vá mely egy másik folyamatban leadja a hidrogént (oxidálódik))
- egyes folyamatokban a NADP játszik szerepet - a mononukleotid-rész tartalmaz még egy foszfátcsoportot

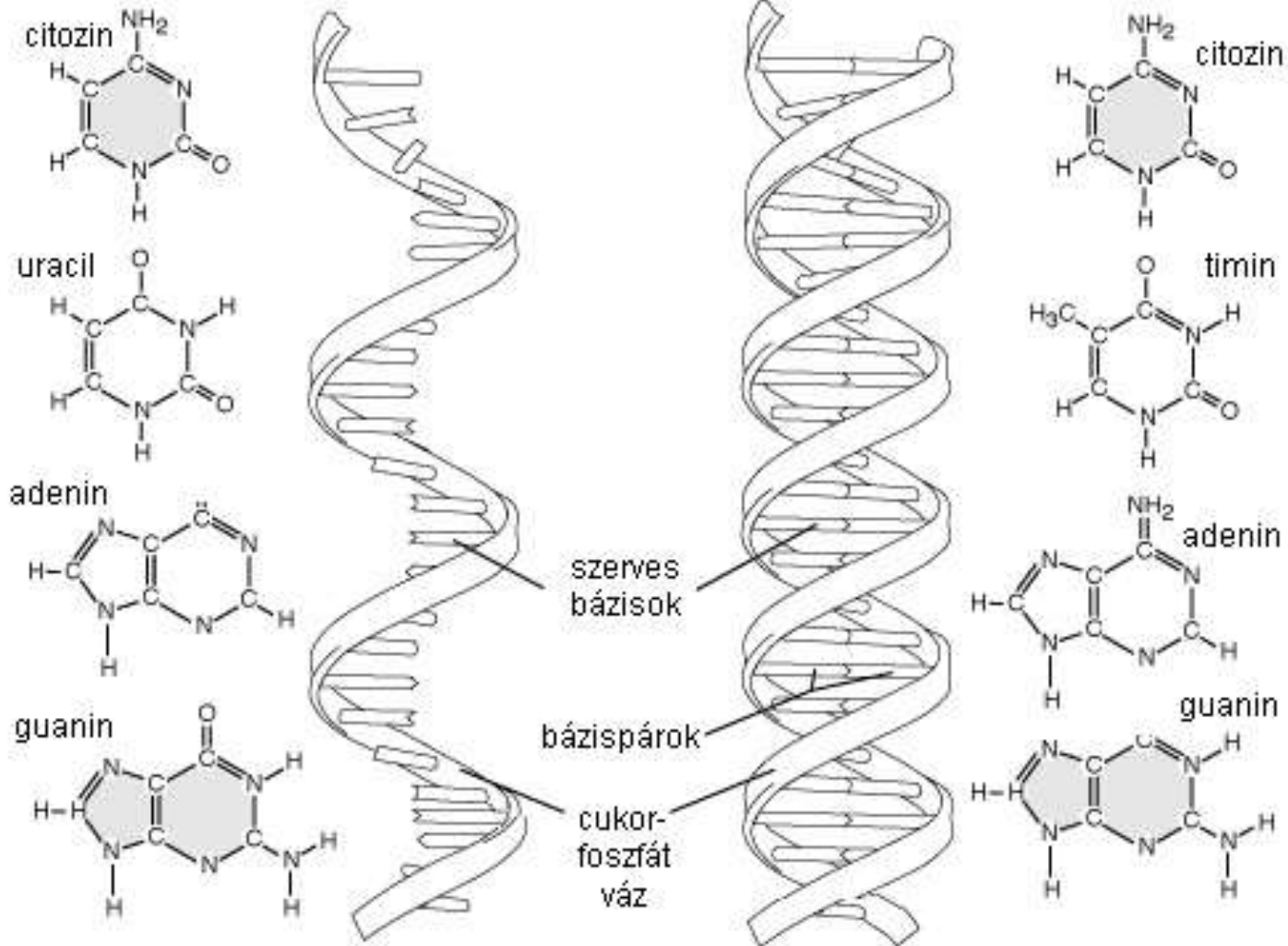
# Nukleinsavak - polinukleotidok

- nukleotid egységekből állnak
- a pentózok 3. és 5. szénatomjai között alakul ki kapcsolat a foszfátcsoporton keresztül
- a bázissorrend fontos a felépítésükben
- RNS: ribózt tartalmaz (és uracilt timin helyett)
- DNS: 2-dezoxi-ribózt tartalmaz (timint uracil helyett)
- két párhuzamos, de ellentétes lefutású polinukleotid-láncból áll (antiparalel)
- egymással a bázispárok hidrogénkötései kapcsolják össze
- távolságuk: 2 nm - egy csavarmenet magassága: 3,4 nm, egy csavarmenetben 10 db bázispár van - purinnal szemben pirimidinbázis lehet - csak olyan, amelyik azonos számú hidrogénkötés kialakítására képes - adenin és timin (kettő) - guanin és citozin (három)
- egyik lánc meghatározza a másikat, mert kiegészítik egymást (komplementerek)
- kettős hélix-szerkezetű
- 1953, Cambridge - Wilkins (angol biofizikus) - röntgendiffrakciós vizsgálatokat végzett különböző DNS-ekkel - mindig hasonló szerkezeti képet kapott –
- Watson (amerikai biológus) - Crick (angol biofizikus) elkészítették a modelljét - Nobel-díj

- ribózt tartalmaz (és uracilt timin helyett)
- funkció szerinti fajtái
  - riboszómákat felépítők, ezek vannak a legnagyobb mennyiségben (a fehérjeszintézisben játszanak szerepet) rRNS
  - aminosavakat szállító t-RNS-molekulák,
  - kisebb mennyiségben - a fehérjeszintézisben játszanak szerepet
  - DNS információit szállító mRNS, néhány százalékuk ilyen melyek a fehérjeszintézisben játszanak szerepet  
Egy szálúak, de visszakanyarodással kialakíthatnak kétszálú részeket - pld: tRNS

### ribonukleinsav (RNS)

### dezoxiribonukleinsav (DNS)



# A sejtekben zajló anyagcsere általános jellemzői

- a sejtek anyagcséréje a biokémiai folyamatok összessége
- három folyamat alkotja
  - energiaáramlás
  - anyagforgalom
  - információáramlás (egymással szorosan összefüggő folyamatok)
  - energiaigényes felépítő folyamatok (pld. szénhidrátok felépítése)
  - energiatermelő lebontó folyamatok (pld. szénhidrátok lebontása)
  - információáramlás (pld. fehérjeszintézis egyes lépései)
  - energiaigényes folyamatok - autotrófok - szervetlenből szervest képesek előállítani - pld. fotoszintézissel fényenergiából kémiai energiát készítenek (ATP)
  - kémiai reakciók során felszabaduló energiát használják fel a heterotrófok mely során szervest alakítanak át, így nyernek kémiai energiát (ATP)

# Felépítő, lebontó folyamatok

- Felépítő folyamatok
- kiindulási anyagaik
  - kis méretűek
  - kis energiatartalmúak
- energiatermelő folyamatok
- szerves anyagok lebontása (lebontó folyamatok)
  - többlépéses folyamat
  - építőegységek
  - köztes termékek
  - egyszerű végtermékek (szén-dioxid és víz)
  - közben kémiai energiát nyernek (ATP)

- a részt vevő anyagoknak magasabb energiaszintre kell jutniuk
- aktivált állapotba kell kerülniük
- aktiválási energia a két energiaszint közötti különbség
- elérhető melegítéssel - ez kedvezőtlen a sejtekben
- elérhető katalizátorokkal
- többféle út is lehetséges a végtermék felé
- az megy végbe, amelyikhez a legkisebb aktiválási energia szükséges
- a katalizátorok csökkentik a szükséges aktiválási energiát
- általában ezek fehérjék (biokatalizátorok: enzimek)
- felgyorsítják a reakció sebességét
- az aktív centrum egy kis része az enzimnek - speciális rész, mert az aminosavak oldalláncai itt speciálisak - ide csak bizonyos szubsztrátok kapcsolódhatnak be
- az enzimek fajlagossága ebből adódik (csak 1 reakciót katalizál)
- az enzim felületén keletkezik a termék (produktum)
- a termék utána leválik - az enzim újabb reakciót katalizálhat
- az enzimek többsége összetett fehérje, tehát van nem fehérjejellegű része is - ez a rész kell a működésükhöz (koenzim) - pld. KoA, NAD
- ezek felépítésében fontosak egyes vitaminok
- a környezeti hatásokra érzékenyek, könnyen denaturálódnak



# A szénhidrátok felépítése energiát igényel

- alapvető felépítő folyamat
- fotoszintézis - fényenergia megkötése (átalakítása kémiai energiává) - a fény 400 és 800 nm közötti tartományát hasznosítják
- fényenergia - alapanyagok - enzimek - fényelnyelő anyagok - színes szerves vegyületek (pigmentek) - konjugált kettős kötések tartalmaznak - a szénláncban könnyen elmozdítható elektronok vannak
- a fotonok energiáit átveszi - magasabb energiaszintű pályára lép egy elektron (a pályák közötti energiakülönbség a fotonok energiájával egyezik meg)

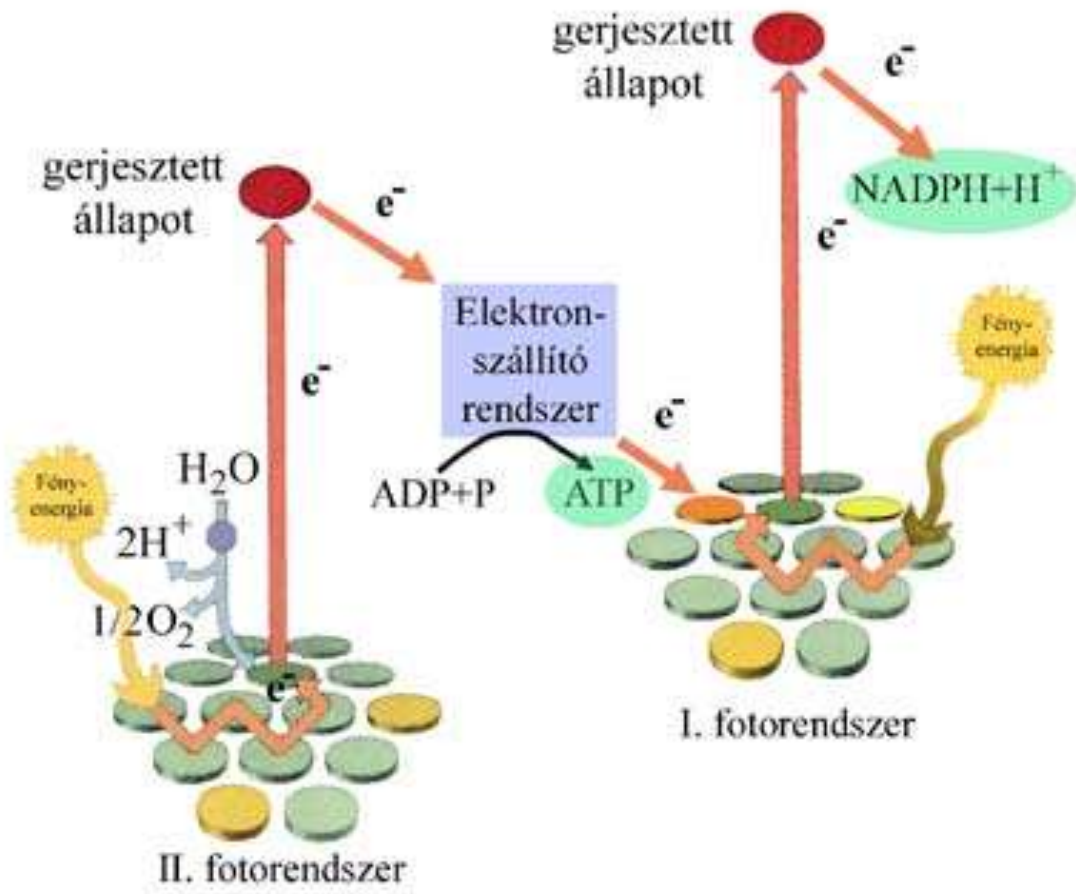
- a gerjesztett állapot rövid ideig tart
- az energia elvész fény formájában v. - az energia átkerül másik molekulára v. - maga az elektron kerül át egy elektronfelvevő molekulára
- ezzel oxidálódik a fényt megkötő molekula
- az elektronfelvevő molekula redukálódik
- klorofill típusú vegyületek
- zöld vegyületek - porfirinvázások - ez alkotja a molekula központját (négy pirrolgyűrű) középen egy magnéziumatom
- oldalláncok vannak a pirrolokon
- a-klorofill (metil-csoport)
- b-klorofill (aldehid-csoport)

- egyszerű lipidek
- karotin: narancsvörös
- xantofill: sárga (a karotin oxigéntartalmú származéka)
- fényelnyelési maximumok
  - klorofill: kék és vörös tartományban
  - karotinoidok: kék tartományban - a zöld színű fényt egyik sem tudja elnyelni, ezért zöldek ezek a növények
  - vörös moszatok - kék fényt hasznosító fikoeritrin (pigmentanyag)
- fehérjéhez kötött a-klorofill molekulák - ezek képesek a fényenergiát kémiai energiává alakítani
- nem fehérjéhez kötött pigmentek - fehérjéhez kötött a-klorofill molekulákhoz juttatják az energiát

- fajtáik:
- 1. pigmentrendszer - karotin - b-klorofill - a-klorofill  
–
- 2. pigmentrendszer - xantofill - b-klorofill - a-klorofill
  - részeik: - fénygyűjtő rész (ebben különböznek)
  - 1. pigmentrendszer: hosszabb hullámhosszú fényt nyeli el
  - 2. pigmentrendszer. rövidebb hullámhosszú fényt nyeli el
  - reakcióközpont (fehérjékhez kötött a-klorofill molekulákból áll) - az egész 1%-át teszi ki

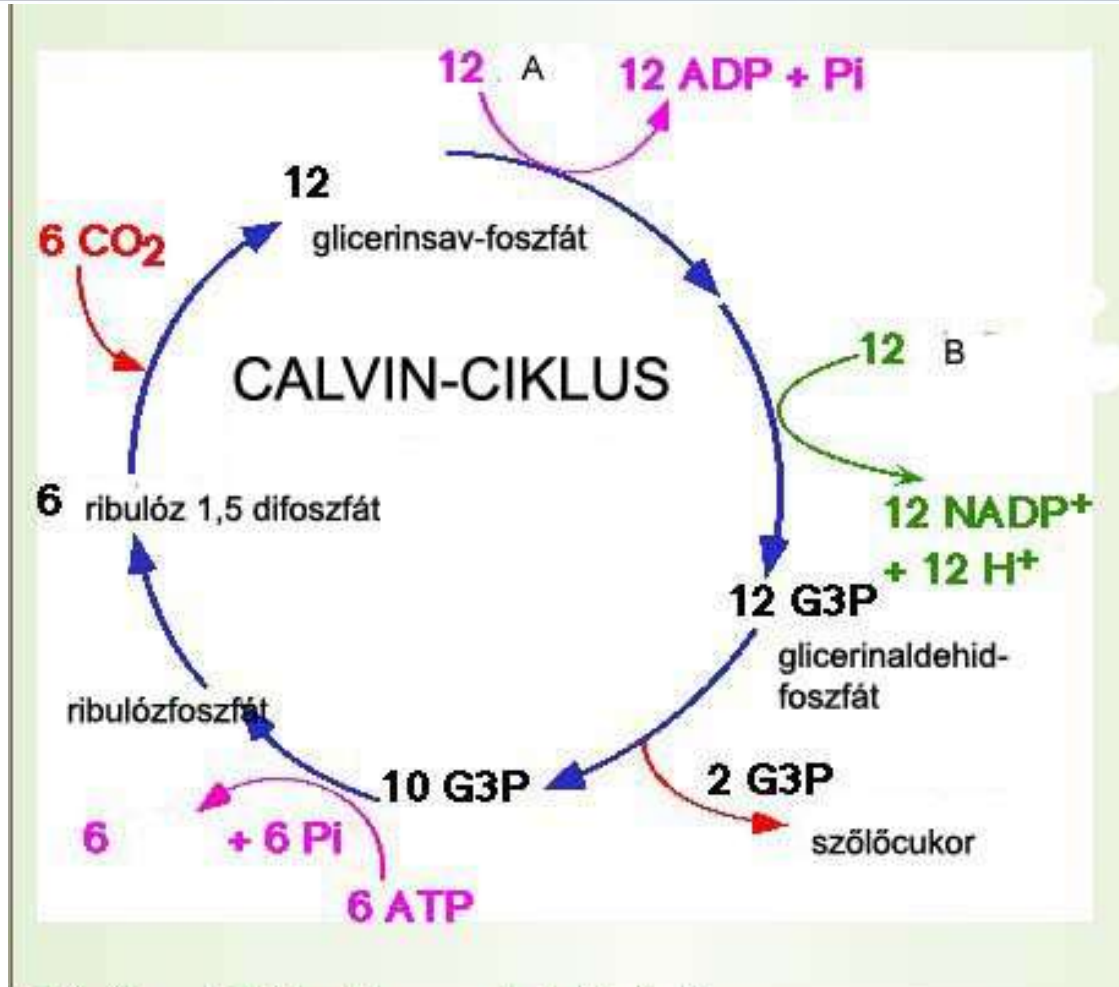
# A fotoszintézis fény szakasza

- a fényenergia átalakítása kémiai energiává (a fényenergia megkötése)
- az 1. pigmentrendszer központi a-klorofill molekulája a foton hatására lead egy elektront, ezt felveszi egy elektronszállító rendszer mely többtagú és redoxi folyamatokra képes (citokrómok - porfirinvázások (Fe-tartalmúak, a Fe<sup>3+</sup> redukálódni képes Fe<sup>2+</sup>-vé))
- végső elektronfelvevő: NADP-molekula mely NADPH-vá redukálódik az elektron felvételével
- a víz fotolíziséből származó proton felvételével az 1. pigmentrendszer elektronhiánya a 2. pigmentrendszerből pótlódik
- a leszakadt elektront elektronszállító rendszer juttatja át (ez az elektron jóval alacsonyabb energiaszintre jut) és ATP keletkezik
- a 2. pigmentrendszer elektronhiánya a víz fotolíziséből pótlódik - molekuláris oxigén is felszabadul közben
- a víz a végső elektronleadó (oxidálódik a hidrogénje)
- a fény szakasz végtermékei: - oxigén - ATP - NADPH - utóbbi kettő a szén-dioxid megkötéséhez kell a későbbiekben



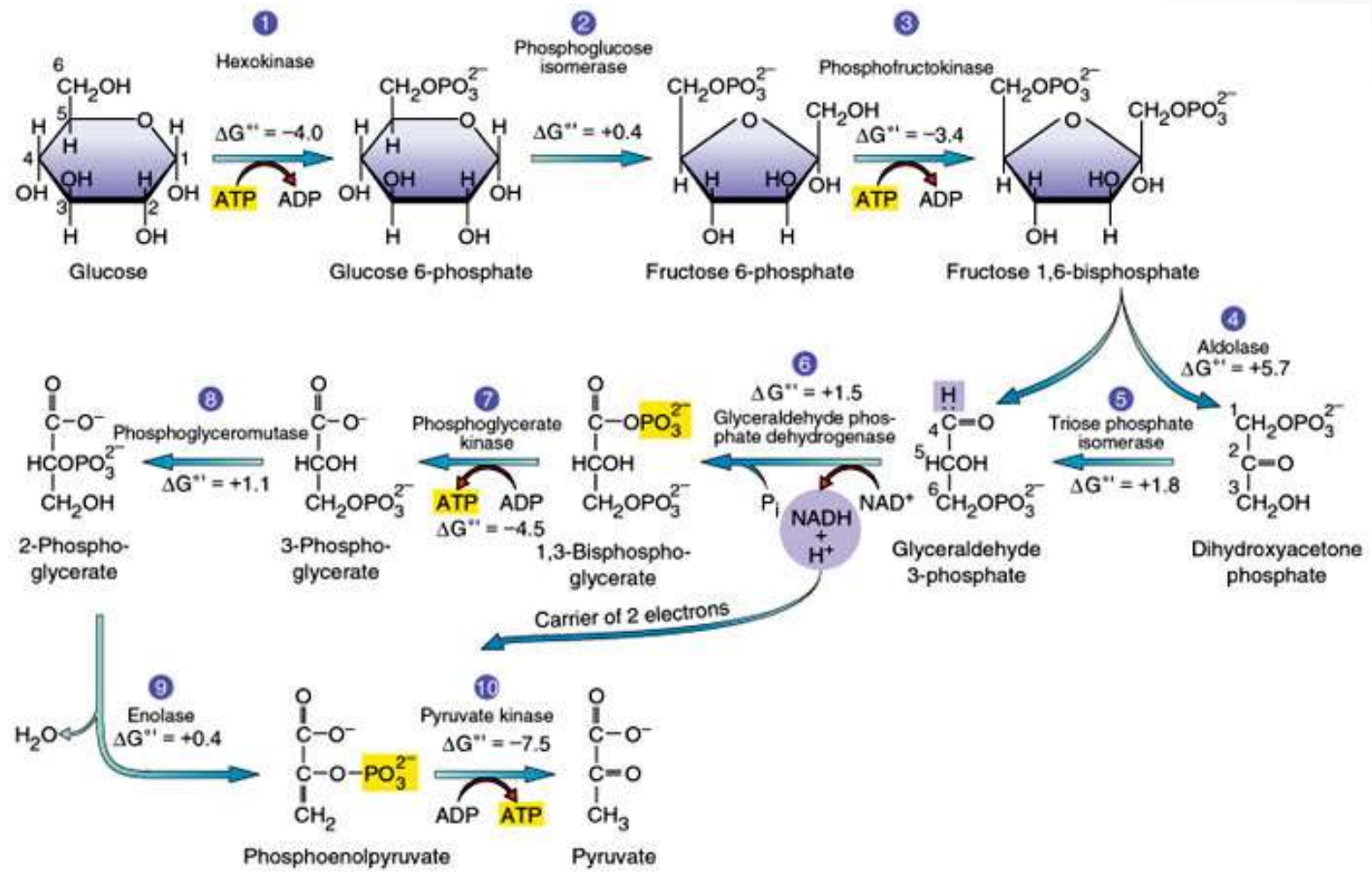
# A fotoszintézis sötét szakasza

- Melvin Calvin amerikai kémikus kutatta
- a szén-dioxid megkötése, redukciója
- redukciós ciklusban pentóz-difoszfát köti meg a légköri szén-dioxidot és átmenetileg egy hat szénatomos molekula keletkezik ami két három szénatomos glicerinsav-foszfátra bomlik Ez glicerin-aldehid-foszfáttá redukálódik melyhez NADPH és ATP kell. Ettől a ponttól kétféle úton mehet tovább a folyamat - nagyobb része pentóz-foszfáttá alakul át - ez visszaalakul ATP felhasználásával pentóz-difoszfáttá - kisebb része glükóz-foszfát molekulákká alakul - belőle glükóz, keményítő, cellulóz keletkezhet.

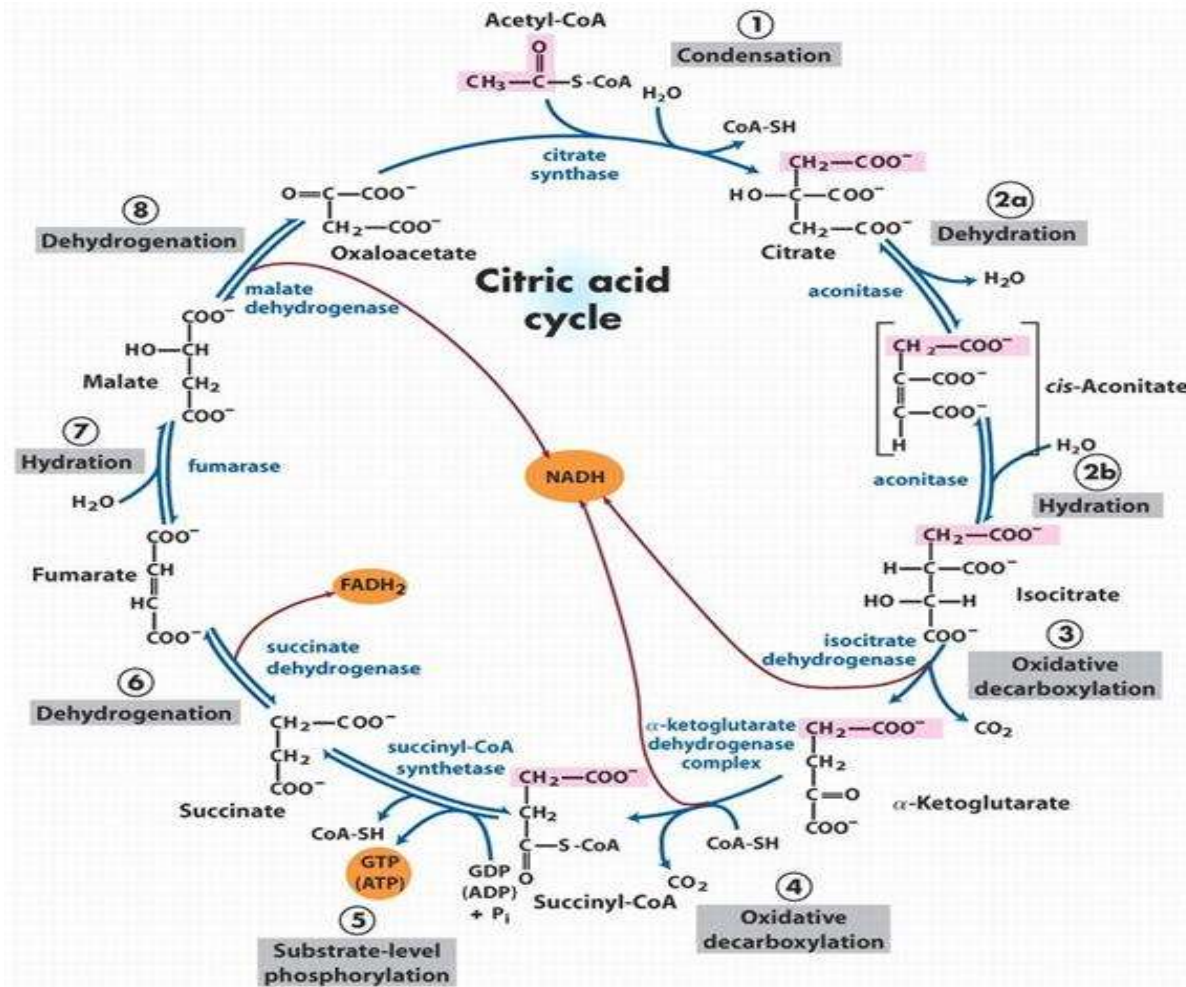




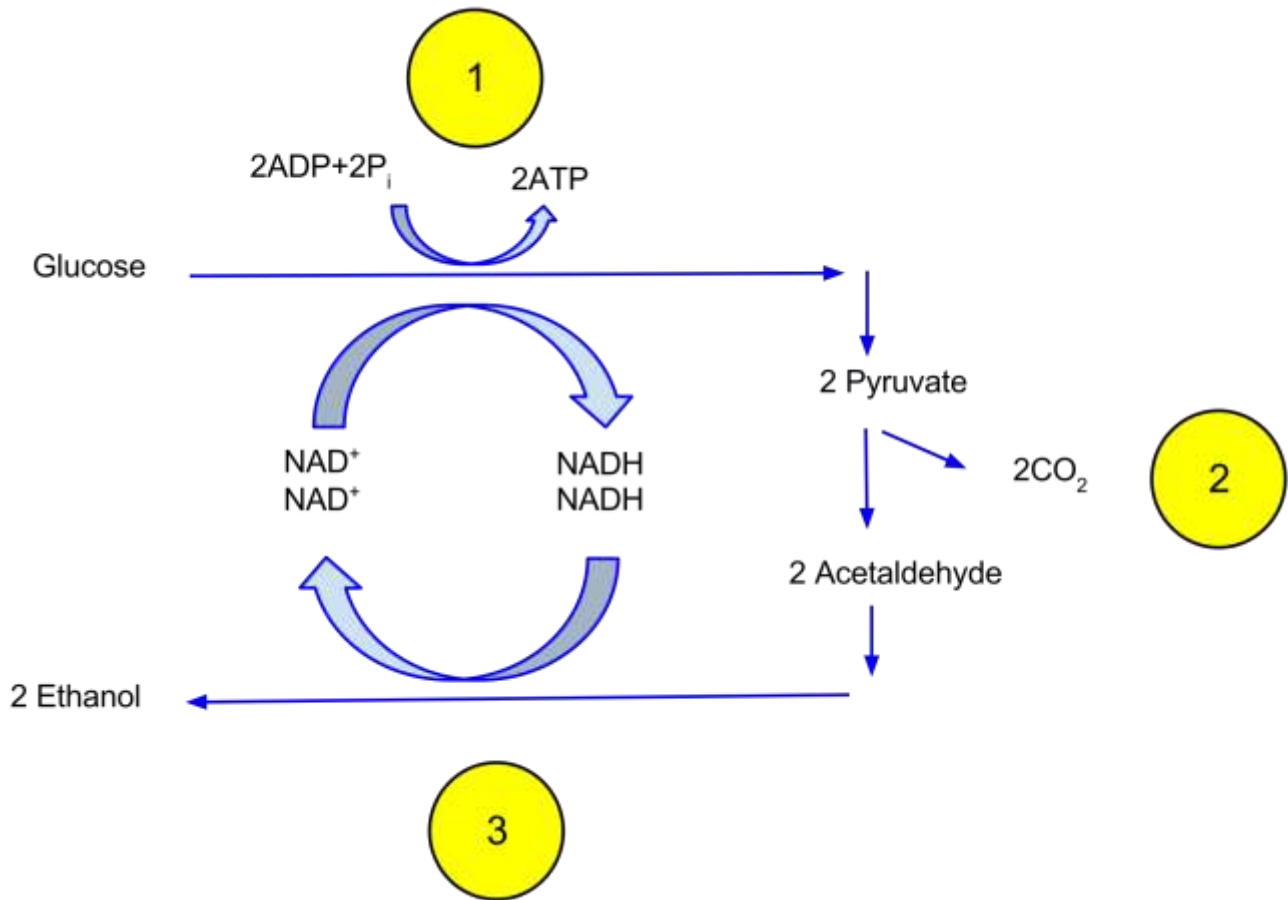
# Glikolízis



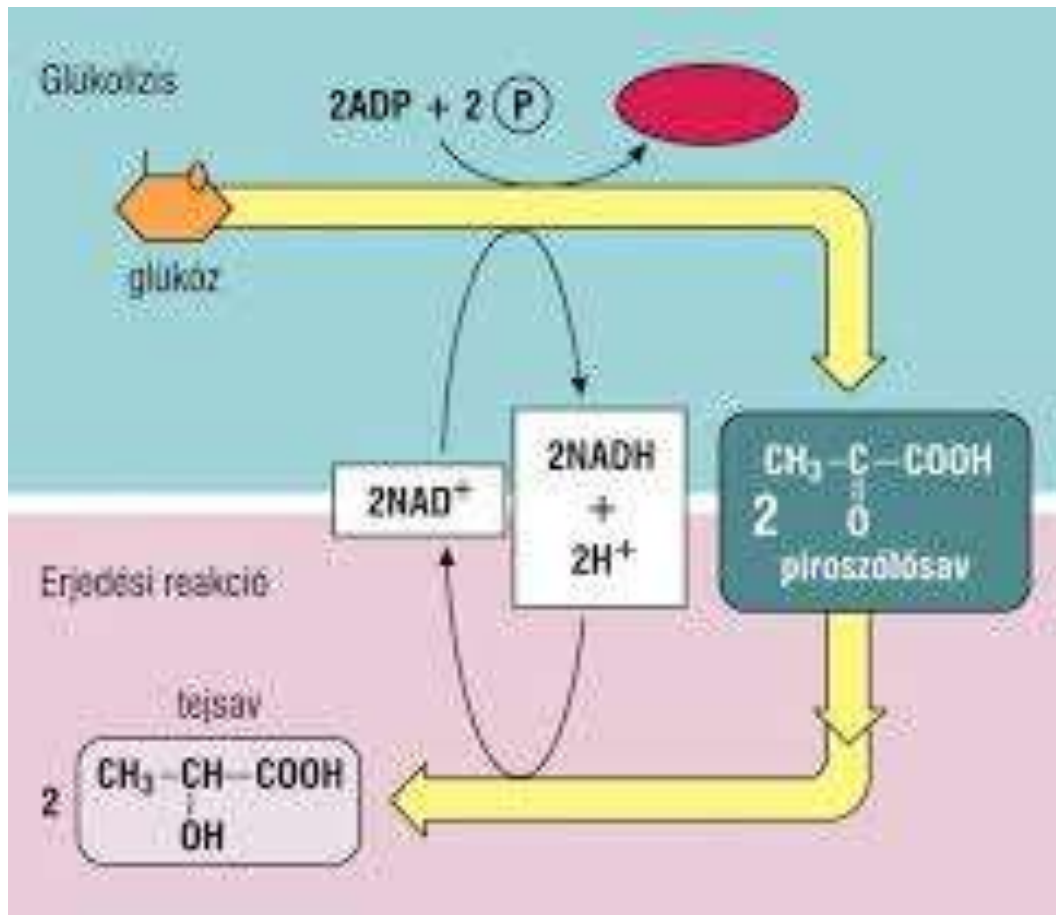
# Citromsav-ciklus



# Alkoholos erjedés,



# Tejsavas erjedés



# A nukleinsavak információhordozók

- tüdőgyulladást okozó baktériumok
- egyik faj egyedei általában vastag tokot képeznek (kórokozók)
- ezekkel beoltott egerek egy-két napon belül elpusztulnak
- ha hővel kezelt baktériumokkal oltják be az egereket, nem pusztulnak el
- van olyan változata is ennek a fajnak, amely nem képez tokot (nem kórokozók)
- ezzel beoltott egerek nem pusztulnak el - ha a hővel előlt kórokozó és nem kórokozó egyedek keverékével oltják be az egereket akkor az egerek elpusztulnak
- az egerekben kórokozó baktériumokat találtak
- következtetés: - a hővel előlt kórokozó baktériumokból olyan anyag került át a nem kórokozókba, amely megváltoztatta azok tulajdonságait - a DNS felelős ezért az információátvitelért

- egy másik bizonyíték:
- a bakteriofágok megfertőzik a baktériumokat
- DNS-ből és fehérjeburokból állnak
- Vírusfertőzéskor a fág megtapad a gazdasejten
- DNS-e bekerül a sejtbe míg a fehérjeburka kívül marad
- a vírus örökítő anyaga elnyomja az eredeti funkciót
- megsokszoroztatja magát
- kettős izotópjelölést használtak a DNS bejutásának bizonyítására
- a fehérjéje izotóp kénatomot a DNS izotóp foszforatomot tartalmazott
- a baktériumban a DNS izotópjai jelentek meg

# A nukleinsavak információhordozók

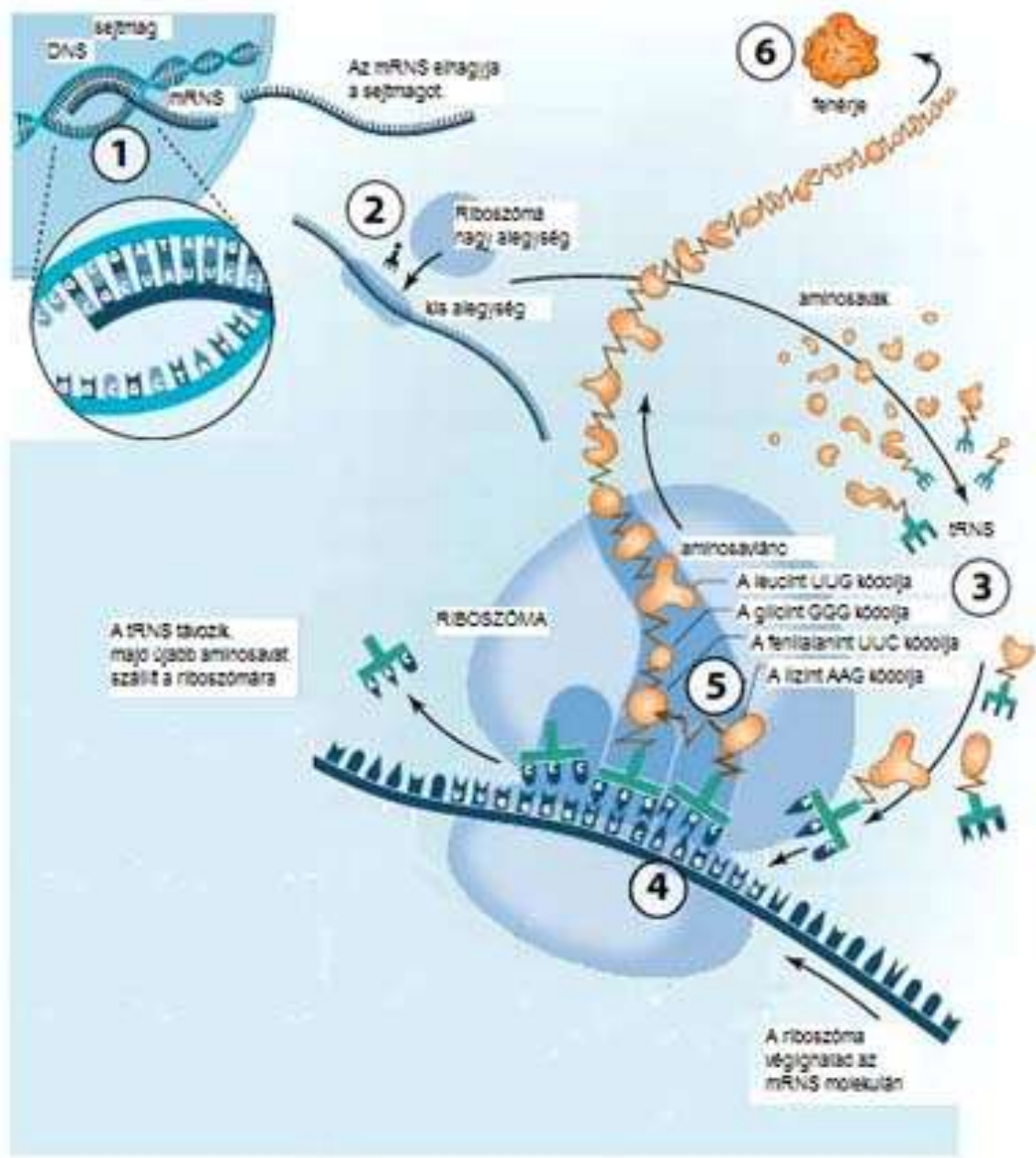
- A nukleinsavak információhordozók
- másolat jön létre
- A folyamatot enzimek katalizálják
  - másolás kezdőpontját megtalálók
  - a kettős spirált szétnyitók a hidrogénhidak mentén
  - kiegészítő szálakat szintetizálók a nukleotid egységek felhasználásával
- prokarióták: egy helyen indul a replikáció
- eukarióták: több ezer helyen is kezdődhet (gyorsabban zajlik így)
- az elkészült részeket egy enzim kapcsolja össze a folyamat végén
- hibajavító enzimek is ellenőrzik a végeredményt

# A fehérjeszintézis

- a nukleinsavak információhordozók a fehérjék felépítésére vonatkozó információt hordozzák, azok elsődleges szerkezetét határozzák meg (aminosavsorrend – aminosavszekvencia)
- a DNS bázishármasai határozzák meg az aminosavakat
- a DNS és a fehérjeszintézis nem egy helyen van, mRNS-molekulákra íródik át az információ (mRNS-molekulák szállítják az információt a fehérjeszintézis helyére)
- az átírás (a transzkripció) folyamata
  - enzim széttekeri és szétnyitja azt a DNS-szakaszt, aminek az információjára szükség van
  - ezzel hozzáférhetőek lesznek a bázishármasok
  - megfelelő mRNS-nukleotidok kapcsolódnak egymáshoz az információt tartalmazó szál mentén (a néma szálról nem készül átírás)
  - ha kész az mRNS-szál, leválik a DNS-ről és a DNS visszanyeri eredeti szerkezetét és alakját - az mRNS a fehérjeszintézis helyére szállítódik



- a fehérjeszintézis helyére tRNS-molekulák szállítják a megfelelő aminosavakat
- a leolvasás (transzláció) folyamata
  - az aminosavak aktivált állapotba kerülnek
  - ehhez szükséges - ATP - 20 féle enzim - kapcsolatba kerülnek az aminosavak az őket szállító tRNS-molekulákkal
  - a riboszómákhoz szállítják az aminosavakat
  - a riboszómán történik a fehérjeszintézis - a riboszóma összetett fehérjéből és rRNS-molekulából áll
  - egy kisebb és egy nagyobb részből áll
  - képes egyszerre megkötni az mRNS-t a képződő fehérjemolekulát
  - megkezdődik az mRNS-molekula leolvasása - a riboszóma végighalad az mRNS-molekulán - közben mindig az a tRNS-molekula szállítja az aminosavat
  - bázishármasaiknak kell kiegészíteniük egymást - az újonnan érkezett aminosav hozzákapcsolódik az egyre hosszabb fehérjéhez
  - vízkilépéssel járó reakció, peptidkötés- a megüresedett tRNS-molekula leválik a riboszómáról



- a lánckezdés mindig metioninnal kezdődik (START-jel: AUG bázishármas jelöli)
- ez a metionin a fehérjelánc létrejötte után leválik enzim segítségével
- a leolvasás a STOP-jelig tart (három ilyen bázishármas is van)
- DNS: kódot tartalmaz a fehérje összetételéről bázishármasok formájában
- 64 féle eleme van ennek a kódnak, mert minden helyen négy féle bázis lehet
- viszont csak 20 féle aminosava építi fel a fehérjéket ( START-jel és STOP-jelek)
- egy aminosavnak több kódja is lehet - az aminosav kódszótár (ami nem kódszótár valójában, mert RNS- bázishármasokat tartalmaz)
- a kódszótár általános érvényű az élővilágban



Köszönöm a figyelmet.