

BEVEZETÉS A BIOLÓGIÁBA

1. A BIOLÓGIA TUDOMÁNYA, RENDSZERTANI EGYSÉGEK, VIZSGÁLATI SZEMPONTOK

AZ ÉLET JELLEMZŐI: ÉLŐ RENDSZEREK SZERVEZŐDÉSI SZINTJEI

FIZIKAI ÉS KÉMIAI ALAPISMERETEK

Biológia és rendszertani egységek (=vizsgálati szempontok), az élővilág fejlődése:

- bevezetés: a világegyetem folyamatosan változik, zajlik az evolúció (az anyagi világ folyamatos és állandó fejlődése, egymást követő minőségi változások sora)*

*fizikai, kémia, biológiai és társadalmi változások (ezekkel a megfelelő tudományok sora foglalkozik)

biológiai evolúció: az élővilág állandó változása (biológia)

- a biológia (azaz élettan): *biosz + logosz*(görög)
 - az anyagi világ változásaival, az élőlények vizsgálatával foglalkozó tudomány (vizsgálja az élet keletkezésének lehetőségét, az élet megjelenési formáit, azok működését, az élő és élettelen közötti különbséget és kapcsolatot)
 - fő tudományterületei: növénytan (botanika)/ állattan (zoológia)/ embertan (antropológia)
 - folyamatosan elkülönülő és fejlődő alkalmazott biológiai tudományok pl. orvostudomány, mezőgazdasági tudományok
 - tudományágak: rendszertan (szisztematika), bonctan (anatómia), sejttan (citológia), szövettan (hisztológia), szervtan (organológia), élettan (fiziológia), környezettan (ökológia), viselkedéstan (etológia), örökléstan (genetika), egyedfejlődéstan (ontogenetika), törzsfjlődéstan (filogenetika) stb.
 - határtudományok: biokémia, biofizika, biokibernetika, biotechnológia, bionika, biomatematika, biometria stb.
- a fajok rendszerezése:
 - több mint másfélmillió növény és állatfaj (közel 2 m)> a rendszerezés szükségessége
 - mesterséges (az élőlények külsőleg megfigyelhető, önkényesen kiragadott tulajdonságok alapján történő rendszerezése)
 - természetes azaz fejlődéstörténeti (a fajokat a származásuk, rokonságuk alapján csoportosítja. A rendszer felhasználja az élővilág evolúciójáról, fejlődéséről megszerzett ismereteket is. Az élőlények, a fajok változnak, új fajok különülnek el, általában bonyolultabbá válnak, mások kipusztulnak. A földkéregben megtalált leletek (lenyomatok, kőületek)** vizsgálatából és a mai élőlények alaktani, biokémiai sajátosságaiából következtethetünk a lezajlott változásokra, a rokonságra, a leszármazásra)

** lelet: az élőlény megkövesedett maradványa vagy negatív mintája a földkéregben

lenyomat: az élőlény külső formájának megszilárdult nyoma a földkéregben (üledékes kőzetekben)

kövület: az élőlény szilárd szöveteinek, ellenálló részeinek megkövesedett maradványa a földkéregben

- rendszerek:

1. Arisztotelész, ókor:

az általa ismert mintegy 500 állatot két csoportba, a nem vörös vérűekre és a vörös vérűekre osztotta > mesterséges rendszer (az első rendszerezések azok voltak)

2. Carl Linné (18. század):

- rendszerének alapja a faj (ma is így van)
- a különböző fajokat kettős latin névvel jelölte (binominális nomenklátúra*** vagy „kettős nevezéktan”; elgondolásainak továbbfejlesztett változatát használjuk ma is)
- kiragadott tulajdonságok alapján
- a rendszerezés alapegysége a faj
- akkor ismert több mint 70 ezer faj növényeit a porzósám és a termők alapján igyekezett tudományos igényvel osztályozni (könyv: a természet rendszere)

3. Kitaibel Pál: magyar természettudós, Linné rendszerének alapján, a növények közül 1015 fajt rendszerezett, többet ő írt le először

*** Homo habilis: ügyes ember

Homo erectus: egyenes ember

Homo sapiens: bölcs ember

- első része: nemzetség + második része: nemzetségen belüli faj

A kettős latin név használatával már csoportosítunk, de szükséges nagyobb egységeket is létrehozni

- a fejlődéstörténeti (természetes) rendszerek:

- a rendszerezés alapegysége itt is a faj

3. J. B. Lamarck, 18. 19 sz.:

- elsőként vetette el a fajok állandóságának elvét

- elképzelése: a fajok azért változnak, mert az élőlények befolyásolója a környezet > egyed alkalmazkodik, átalakul. (Pl.: a zsiráf nyaka azért nyúlt meg, mert nyújtózkodnia kellett a falevéért) Az egyedi élet során szerzett tulajdonságokat azonban az élőlények nem képesek örökíteni utódaikra, így ez az elképzelés hibás volt

4. Charles Darwin (19. század) : evolúciós elmélet

- élőlények közti rokonsági fok meghatározásához a leszármazási kapcsolatok figyelembe vétele

- könyve: A fajok eredete > Az ember származása > Az érzelmek kifejezése az embereknél és az állatoknál

- a fajok megváltozásának okát abban látta, hogy a létért való küzdelemben a gyengék elpusztulnak, szelektálódnak, az erősek életben maradnak és továbbszaporodnak > a faj fennmarad, de a tulajdonságok megváltoznak és öröklődnek

- a fejlődéstani rendszerben is a faj a rendszerezés alapegysége: a közös származású, külső alakjukban és belső felépítésükben csaknem teljesen megegyező, önmagukhoz hasonló termékeny utódokat létrehozó egyedek összessége. A fajmeghatározás lényeges eleme a termékeny utódok létrehozásának képessége

- a rendszertan egységei:

ország: az élőlények rendszerezésének legnagyobb egysége

prokarióták, eukarióta egysejtűek, *állatok, növények, gombák

törzs: az a rendszertani kategória, amelyekben rokon osztályokat sorolunk

gerincesek

osztály: olyan rendszertani kategória, amelyben az egymáshoz közel álló rendeket soroljuk közös tulajdonságaik, és evolúciós fejlettségük alapján

emlősök

rend: rendszertani egység, amely családokból áll

főemlősök

család: élőlények rendszertani egysége, mely több nemzetségből áll

emberfélék

nemzetség: a rokon fajokat nemzetségekbe soroljuk

homo/emberek

faj: a közös származású, külső alakjukban és belső felépítésükben csaknem teljesen megegyező, önmagukhoz hasonló termékeny utódokat létrehozó egyedek összessége

sapiens/bölcs ember

faj alatti rendszertani kategóriák:

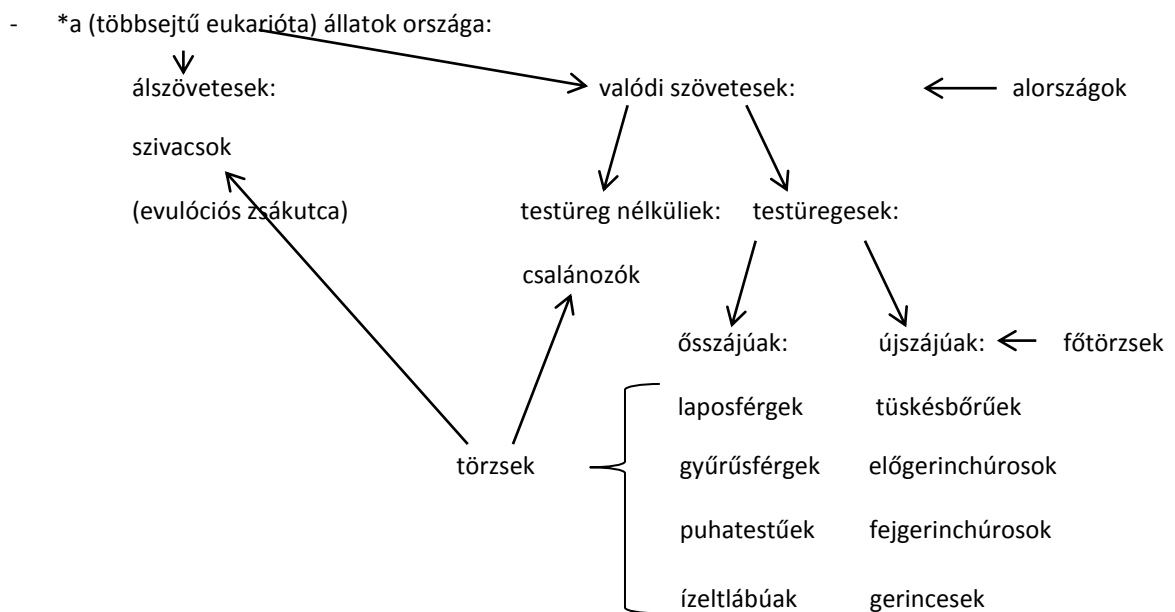
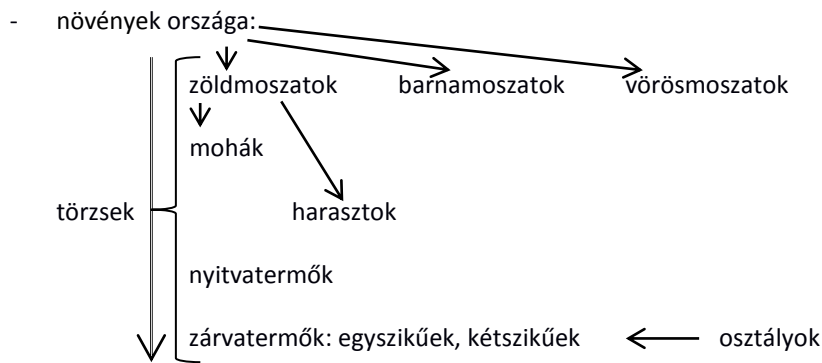
alfaj: természetesen létrejött csoport a fajon belül, a faj egyedeinek környezethez való alkalmazkodása során alakultak ki > különböző elterjedési területek

változat: olyan fajon belüli csoportok, amelyek eltérő tulajdonságai öröklődnek, földrajzilag azonban nem különülnek el

forma (eltérés): olyan egyedek, amelyek v.milyen körny-i hatásra kialakuló, nem öröklődő tulajdonságokban különböznek a faj többi egyedétől

rasz: földrajzilag jól elkülöníthető csoport a fajon belül, rendszertanilag megfelel az alfajnak

fajta: az ember által kialakított csoport a fajon belül. Pl.: racka juh, jonatán alma



- további fontos fogalmak:

- feltevés, azaz hipotézis: tárgyak, jelenségek közti összefüggések feltételezett magyarázata, amely bizonyításra vár
- teória: tárgyak, jelenségek közötti összefüggések bizonyított magyarázata
- a biológiai kutatás menete:

- az élőlény megfigyelése
 - kísérletezés
- } jegyzőkönyv pontos vezetése, egyszerre csak egy kísérleti tényező megváltoztatása
- modell: bonyolult részleteiben nem ismert fizikai, kémiai, biológiai rendszerek működésének magyarázatára készített szematikus elképzelés, amely alkalmas arra, hogy a rendszert matematikailag leírjuk vagy összefüggésekre következtessünk

Élő rendszerek szerveződési szintjei:

- szerveződési szint: az élőlények önfejlődésének eredményeként jöttek létre, a szintek alá- és fölérendeltségi viszonyban vannak egymással, és a magasabb szerveződési szint magába foglalja az alacsonyabb szintet
- az egyed alatti szerveződési szintek
 - sejt:
 - az élővilág legkisebb önálló életre képes, alaki és működési egysége (kül-ő sejtalkotókból)
 - saját önfenntartó működésekkel: mozgás, növekedés-fejlődés, anyagcsere, alkalmazkodás a környezethez, szaporodás
 - egyetlen sejt is rendelkezik az összes olyan alapvető tulajdonsággal, ami az élőlény egészét jellemzi
 - szövet:
 - hasonló alakú és azonos működésű sejtek összessége
 - növényi és állati szövetekről egyaránt beszélünk
 - szerv:
 - különböző sejtek, szövetek együttműködése meghatározott működés érdekében
 - szervrendszer:
 - meghatározott szervek együttműködése adott cél érdekében: életműködések és egyensúly fenntartása
- egyed:
 - a biológiai szerveződés egysége
 - a környezetétől jól elhatárolható
 - a másiktól különálló formában létezik
 - az élővilág szerkezeti és működési alapja (saját önfenntartó működésekkel)
- az egyed feletti szerveződési szintek
 - populáció (népesség):
 - egy fajhoz tartozó azon egyedek összessége, melyek tényleges szaporodási közösséget alkotnak

- biocönózis (társulás):
 - egy időben, egy helyen együtt élő populációk összessége (azaz egy élőhelyen élő élőlények)
- élőhely:
 - a társulások „alkotják”
 - azon élő és élettelen feltételek összessége, amelyek biztosítják a társulás életfeltételeit (egész kis élőhely is lehetséges pl. egy korhadó fatörzs)
- biom:
 - a társulások zonálisan elhelyezkedő, egész kontinensekre kiterjedő sora
- bioszféra:
 - a legmagasabb ökológiai rendszer
 - a vízburoknak, levegőburoknak és a földkéregnek azon része, ahol az élet létezik
- önfenntartó működések:
 - anyagcsere: a sejtekben lejátszódó biokémiai folyamatok összessége/ az élő rendszer és a környezete között lezajló anyagfelvétel, az anyagok átalakítása és az anyagleadás
 - ↓
 - homeosztázis: a szervezet egyensúlyi állapotának fenntartása (a lezajló anyagcsere folyamatok tartják fenn)
 - pl. belső hőmérséklet, folyadék egyensúly, nyomás és pH <- fontosak pl. enzimműködés szempontjából
 - ingerlékenység: az élő szervezetek azon életjelensége, amely a külvilág ingereinek felfogását teszi lehetővé
 - mozgás: az élőlények egyik alapvető, és általános jellemzője, a legszembetűnőbb életjelenség. Helyváltoztató és helyzetváltoztató lehet
 - alkalmazkodás: az élőlények szabályozott megváltozási folyamata. Ennek során alaki és életjelenségbeli sajátágaikkal környezetükhöz hozzáilleszkednek, és azzal összhangba kerülnek
 - belső egység: a szervrendszernek olyan összehangolt működése, amely lehetővé teszi, hogy az élőlény a külvilág hatásaira egységes egészként reagáljon
 - biológiai óra: az állatok életfolyamatainak ritmikus változásaiért felelős, feltételezett mechanizmus
 - növekedés: olyan életfolyamat, amelynek során a sejtek megnagyobbodnak, és speciális működésre differenciálódnak
 - szaporodás: olyan életjelenség, melynek során az élőlények önmagukhoz hasonló, termékeny utódokat hoznak létre
 - öröklődés: a tulajdonságok kialakításáért felelős DNS-szakaszok átadása az utódoknak
 - az öröklődés átadása (=öröklődő változékonyság): az a tulajdonság, amely lehetővé teszi, hogy a változatlanul átadódó gén ellenére, az élőlény képes legyen alkalmazkodni a környezethez

- halandóság: az élőlények elpusztulása az ivarérett korig
- evolúció: az anyagi világ állandó fejlődése, egymást követő minőségi változása

Fizikai, kémiai alapismeretek:

- diffúzió: olyan (külső hatás nélkül bekövetkező) anyagáramlás, melynek következtében egy anyaghalmazban a kezdetben meglévő koncentrációkülönbségek kiegyenlítődnek. Nagyobb konc-ú hely felől a kisebb felé.

- pl. gázok és zsírolékony anyagok diffúzióval az érfalon át (ami visszamarad a sejt közötti állományban: nyirok)

- ozmózis: az oldószer (általában víz) áthaladása féligáteresztő hártán keresztül a kisebb koncentrációjú oldat felől a nagyobb felé. A féligáteresztő hárták olyan résekkel rendelkeznek, amelyek csak bizonyos mérethatár alatti részecskéket engednek át. Ez azt eredményezi, hogy a hártya a nagyobb molekulák áthaladását akadályozza, a kisebbeket viszont nem.

Pl: az élő szervezetben ozmózissal szívódik fel a víz a növény gyökerén, ill. az állatok bélfalán át, és ozmózissal szívódik vissza a víz a szűrletből a vesében

- ozmózisnyomás az a nyomás, amelyet az oldatra kell kifejteni ahhoz, hogy dinamikus egyensúly jöjjön létre (vagyis megakadályozzuk az ozmózist) az oldószerrel szemben

- egy oldat ozmotikus nyomása nagyobb, mint egy másiké, akkor az azt is jelentheti, hogy nagyobb benne az oldott részecskék koncentrációja

- ha a rendszer koncentrációja egyenlő a környezetével, akkor a környezet izotóniás a rendszerhez viszonyítva

- a rendszer koncentrációja kisebb, mint a környezeté, akkor a környezet hipertóniás a rendszerhez viszonyítva

- ha a rendszer koncentrációja nagyobb, mint a környezeté, akkor a környezet hipotóniás a rendszerhez viszonyítva

- fiziológiás oldat (=izotóniás oldat): a sejt ozmotikus nyomásával megegyező oldat; az embernél 0,9%-os NaCl oldat

- hemolízis: a vörösvérsejteket hipotóniás oldatba helyezve, megfelelően híg oldat esetében, a vörösvérsejtek megduzzadnak és szétpukkanak

- plazmolízis: növényi sejteket hipertóniás oldatba helyezve a sejtől víz áramlik ki, ami miatt a sejt citoplazmája zsugorodik, és a sejthártya elválk a sejtaltól

(pl. a víz a polárosak jó oldószere, az apolárosakat diszpergálja=elosztatja)

- diszperz rendszer: olyan legalább kétkomponensű rendszer, amelyben az egyik komponens (diszpergáló közeg) részecskékre oszlatott állapotban tartja a másik komponenst (diszpergált anyag)

csoportosíthatók:

- a diszpergált részecskék mérete szerint: durva diszperz rendszer ($> 500\text{nm}$);
kolloid rendszer ($1-500\text{nm}$); oldatok ($< 1\text{nm}$)
- diszpergált anyag és a diszpergáló közeg halmazállapota szerint
 - emulzió: folyadékban folyadék elosztatása pl. tej és tejföl (vízben elosztatott zsír), majonéz
vagy bármilyen víz-olaj, olaj-víz emulzió
 - szuszpenzió: folyadékban szilárd anyag pl. kakaó
 - továbbiak: gáz + gáz – gázelegy
gáz + folyadék – köd vagy aeroszol
gáz + szilárd anyag – füst vagy aeroszol
folyadék + gáz – hab pl. felvert tojásfehérje (a fehérje folyékony közegébe a felveréssel levegőt juttatunk $>$ a fehérjéből vékony hárták képződnek a levegő körül/ ha továbbverjük, összeesik, mert a hárták szétszakadnak

aeroszol: gáz közegben szétosztatott folyadék vagy szilárd részecske

- szerep:

- felhőképződés: a levegő port és füstöt tartalmaz, a vízgőz ezekre válik ki és le hull
- szmog: ha a levegőben együttesen fordulnak elő levegő és szilárd részecskék

Kitekintés:

- adszorpció: felületen való megkötődés első vagy másodrendű kötésekkel

pl. fehérjemolekula hidrátburka

- ellentétes folyamata a deszorpció ->> az adszorpció és a deszorpció a zárt rendszerben egyensúlyt alkot

- abszorpció: az anyagban való megkötés

pl. klorofill megköti a fényenergiát

- koaguláció: az a folyamat, mely során a kolloid részecskék durva diszperz rendszeré állnak össze

- reverzibilis (visszafordítható): pl. hidrofil kolloidok vízelvonással (=dehidratálással) történő kicsapása

- irreverzibilis (visszafordíthatatlan): pl. hidrofób kolloidok szolvátburkának elvonása

*kolloidok: nagy fajlagos felületű részecskék, ezért termodinamikailag instabilak -> felületükön különböző anyagokat köthetnek meg pl. fehérjék, nukleinsavak, poliszacharidok

- kolloidok típusai oldószerrel való viszonyuk alapján:
 - hidrofil (liofil): vonzza a vizet, adszorbeálja a felületén**
 - hidrofób (liofób): taszítja a vizet, iont adszorbeál

**vizes alapú kolloid rendszerek lehetnek:

- a diszpergált részecskék típusa szerint:

- makromolekuláris kolloidok: azok a nagymolekulák, amelyek elvileg oldódnak az adott oldószerben, de a méretük eléri a kolloid méretet, pl. fehérje- vagy keményítő oldat
- asszociációs kolloidok: poláris és apoláris részt is tartalmazó (=amfipatikus) vegyületek, a kolloid rendszer felszínén 1 rétegű filmet alkotnak, a folyadék belsejében pedig gömbszerű micellák képződnek, ezek ionok és molekulák halmazai pl. mosószeroldatok
- gél vagy szol:
 - szol állapot: folyékony állapot, a kolloid részecskék önálló hidratburokkal rendelkeznek, egyenként elmozdulhatnak/ akkor alakul ki ha a hőmozgás erősebb, mint a kolloid részecskék közti vonzóerők pl. vér és tej
 - gél állapot: kocsonyás, szilárdabb állapot, a kolloid részecskék összekapcsolódnak hidratburokukkal, jellegzetes térhálós szerkezet/ akkor alakul ki, ha a részecskék közti vonzás nagyobb, mint a hőmozgás energiája

gél keletkezik, ha szilárd, duzzadásra képes anyagot folyadékba helyezünk és melegítünk

szol-gél és gél-szol atalakulás pl. hőmérséklet változására, kolloid részecske hidratburokának elvonásával (pl. jól hidratálódó anyagok hozzáadásával, mint a só és alkohol), kolloid mennyiségének növelésével, hígítással

- kolloid pl. izomszövet, vér*, sejthártya
*a vérben kolloidális mérettartományba esnek a vérplazma némely fehérjéi, mint a globulinok, az albumin és a fibrinogén
- talajkolloidok:
0,002 mm-nél kisebb részecskék, amelyek fénymikroszkóppal már nem láthatók. A szerves kolloidok keveréke az agyag, a szerves kolloidoké a humusz. Legfontosabb tulajdonságaik a nagy víz- és tápanyagmegkötő képesség, valamint a talaj vázrészeinek morzsákká történő összeragasztása, és ezáltal a morzsás talajszerkezet kialakítása
- A humuszban és az agyagban gazdag vályogtalajok előnyösebbek, mint a homok talajok.
- kolloidális részecskék között a hézagokban a víz gyorsan vándorol és megmarad, ez a hajszálcsövesség v. kapilláris jelenség
- a sejtek közti víztartalomnak nagy szerepe van a magvak fagy- és szárazságtűrésében (pl. csírázásnál a kiszáradt 'gél' képes újra vizet felvenni, duzzad)
- Zsigmondy Richárd: magyar szárm-ú, osztrák kémikus, aki a kolloidok kutatásáért és az ultramikroszkóp ilyen irányú továbbfejlesztéséért kémiai Nobel-díjat kapott

- kromatográfia: olyan eljárás, amely folyadék vagy gázelegyek összetevőinek elválasztására szolgál, aszerint, hogy az ún. álló fázison átbocsátva az elegy vagy keverék egyes komponensei különböző sebességgel haladnak, Cvet orosz botanikus alkalmazta először a fotosz-us pigmentek szétválasztására

tudjuk mérni a beadagolás és a távozás közti időt (=retenció idő), meg tudjuk mondani az adott anyag anyagi minőségét

a kromatográf részei: állófázis és mozgófázis

több formája:

- halmazállapotok szerint:

Állófázis	Szilárd	Folyadék
Mozgófázis		
Gáz	Gáz-szilárd kromatográfia v. adszorpciós gázkromatográfia	Gáz-folyadék kromatográfia v. adszorpciós gázkromatográfia
Folyadék	Adszorpciós folyadékkromatográfia Ioncserés kromatográfia Gélkromatográfia	Megoszlásos folyadékkromatográfia

- technikai elrendezés szerint:

oszlopkromatográfia

síkkromatográfia (papírkromatográfia, vékonyréteg kromatográfia)

- adszorpciós folyadékkromatográfia: az elegy összetevőinek különböző oldhatóságán alapszik, az elegy mozog - az a-ós felület áll, az állófázison pl. szűrőpapíron a különböző összetevők másként kötődnek

pl. fotoszintetikus pigmentek: szétzúzott levelek anyagaiból alkoholos kivonatot készítünk - ez a mozgó fázis: v. mennyi elegyet a szűrőpapírra cseppentünk -> színes folt képződik, megvárjuk a száradást majd megismételjük többször -> a fotoszintetikus pigmentek más sebességgel haladnak és máshol is kötődnek meg: legtávolabbra jut a legkevésbé kötődő xantofill és karotin; közelebb a b-klorofill; a cseppentés közeli részeken a legközelebb a legerősebben kötődő a-klorofill

- megoszlásos kromatográfia: az anyagkeveréket két egymással nem, vagy csak részlegesen elegyedő folyadékban oldjuk, amelynek összetevői a kialakuló fázisokhoz való eltérő oldódásuknak megfelelően oszlanak el a különböző oldószerben

- vékonyréteg kromatográfia: az állófázis vékony, finom szemcseméretű kovalens gél vagy alumínium-oxid vagy cellulóz, az eljárás egyesíti adszorpciós és a megoszlási kromatográfia elemeit is

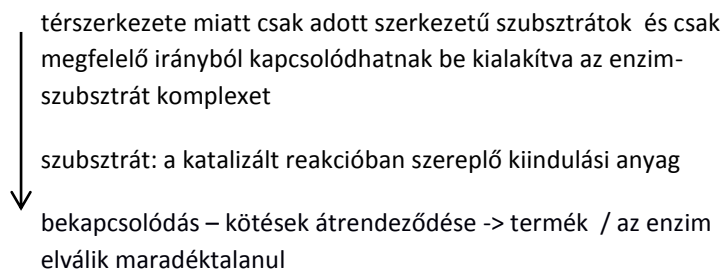
- enzimek:

= biokatalizátor: olyan globuláris fehérje, amely segíti egy adott biokémiai reakció vagy reakciótípus végbemenetelét

(katalizátor: olyan anyagok amelyek kémiai reakciót segítenek elő, anélkül hogy a reakciókban részt vennének, az élő szervezetben ezek fehérjék=enzimek és ribonukleinsavak=ribozimek*)

*ribozimek: katalizátor hatású RNS az élő rendszerekben

- aktiválási energia: az aktivált állapot és a kiindulási állapot energiaszintje közti különbség, az az energiamennyiség, amely ahhoz kell, hogy a kémiai reakció végbemenjen, az enzimek ennek mértékét csökkentik
- jellegzetes térszerkezet -> az enzimek specifikusak
- a folyamatokban az aktív centrum vesz részt
 - aktív centrum: az enzimnek az a része, ahol a katalizált reakció végbemegy



- pH és hőmérséklet optimummal rendelkeznek (ezért fontos a szervezet homeosztázisa); ellenkező esetben denaturálódhatnak v. koagulálódhatnak; pepszin pl. csak erős savas közegben, nyálamiláz pedig enyhe lúgos pH-n hatékony – a hőmérséklet emelkedése bizonyos mértékig (a hőm. optimumon belül) fokozza a reakciósebességet
- a közeg ionösszetétele is befolyásolja az enzimműködést: az ionok megváltoztatják az enzimfehérje és a víz kölcsönhatását; emellett az enzimműködéshez nélkülözhetetlen ionok (=aktivátorok) pl. kloridion a nyálamiláznak
- az enzimműködés gátlása = az aktív centrum nem képes a szubsztrátot terméké alakítani

okai:

kompetitív gátlás (egy más molekula a szubsztrát helyére kapcsolódik)

allostérikus gátlás (az anyag nem az aktív centrumhoz kötődik, de megváltoztatja a fehérje térszerkezetét, és az aktív centrum nem tudja megkötni a szubsztrátot)

(aktiváló részek is bekapcsolódhatnak)

- lehetnek: egyszerű enzimek: csak aminosavakra hidrolizálhatók (nagyobb molekula bomlása víz belépésével)

összetett enzimek: fehérje (apoenzim) és nem fehérje (kofaktor) rész is

kofaktor lehet: koenzim (leválasztható és visszakapcsolódhat) pl. NAD^+ , NADP^+ , Koenzim-A

prosztetikus csoport (az enzim tönkremegy a leválasztással) pl. hem

- laktóz-intolerancia = tejcukor érzékenység: enzimhibán alapuló betegség, amelyet a laktáz nevű enzim hiánya v. csökkent termelődése okoz -> a laktózt így nem a vékonybél, hanem a vastagbél baktériumai bontják rövid

szénláncú zsírsavakká és gázokká → puffadás, görcsös hasi fájdalom, hasmenés, émelygés

tejfogyasztás mérséklése v megszüntetése vagy szójatej

- fenilketonuria: öröklődő hajlamú enzimhibán alapuló betegség, súlyos szellemi fogyatékosághoz vezető anyagcsere zavar, ugyanis a szervezet nem képes a fenil-alanin feldolgozásra, mérgező anyagok halmozódnak fel, ami agyi károsodást okoz

fenil-alanin hiányos táplálkozással kezelhető

- ATP és energiaigényes folyamatok:

- ATP, adenzin-trifoszfát:

egy adenzin molekulából és hozzá kapcsolódó három foszfátcsoporthoz épül fel; a legutolsó foszfátcsoporthoz leválasztása energiát szabadít fel, adenzin-difoszfát (ADP) képződik + a felszabadult energiát a sejtek felhasználják

ATP-nek ADP-ből való képzéséhez is energia kell, a sejtek ezt cukrok és tápanyagok elégetésével biztosítják

- energiaigényes folyamatok szoros kapcsolata az ATP-bontó enzimekkel pl. izomműködés (ld lejjebb) miozin ATP bontó enzimhatása Ca és Mg – ionok jelenlétében (az ATP a Mg-ion segítségével kötődik a miozinhoz, Ca-ion jelenlétében pedig ATP → ADP hidrolizálás)

- mitokondrium és ATP:

a sejtek mitokondriumában zajlik az anyagok oxidálása = lebontó folyamatok → energiafelszabadulás, ebből pedig ATP képződés (a sejtekben előállított ATP 80%-a a mitokondriumban képződik)

- ATP szintézis és egyenőtlen ioneloszlás kapcsolata:

- Peter Mitchell adta meg először az ATP termelés magyarázatát a kemiozmotikus elméletben

ozmotikus: mivel a membránok által egymástól elkülönült terekben létrejövő H-ion koncentrációs különbségen alapszik

kémiai: az ott felszabaduló energia az ATP szint-re fordítódik (pl. a terminális oxidációnál is)

- adott koncentráció felett az ioncsatornák megnyílnak és a protonok passzív módon kiáramlanak, a koncentrációs különbség kiegyenlítésének munkavégző képessége ATP-szintetáz enzim segítségével ATP molekulák képzésében hasznosul

- az energiaigényes folyamatok ATP-t használnak fel (mint mozgás és egyes szállító folyamatok*)

*- aktív transzport:

a membrán enzimek aktív centrumukkal megkötik a szállított anyagot + ATP hidrolízise által keltett energia → a hordozó (=enzim) térszerkezete átmenetileg megváltozik → a szállított anyag átkerülhet a membrán másik oldalára (a hordozó térszerkezete végül visszaáll)

a hordozók specifikusak: egy vagy két szubsztrátot tudnak átjuttatni, egyirányba (symport, pl. Na⁺ és glükóz juttatása egyszerre a sejtekbe) és kétirányba (antiport, pl. Na⁺ – K⁺ – pumpa*)

*Na⁺ – K⁺ – pumpa: egyszerre juttat a sejtől Na⁺-kat kívülre, és K⁺-kat a citoplazmába a sejtközi térből. Egy ATP felhasználásával 3 Na⁺-t és 2 K⁺-t szállít ellentétes helyre.

- membrán áthelyezéssel járó transzport:

exocitózis (az anyag sejtől történő leadása) és endocitózis (a sejt anyagfelvétele)

ATP itt a membrán áthelyezéséhez

az enzimek szerepe: az enzim segítségével a membrán felületi feszültsége csökken > megváltozik majd újrendeződik a membránszerkezet

pl.:

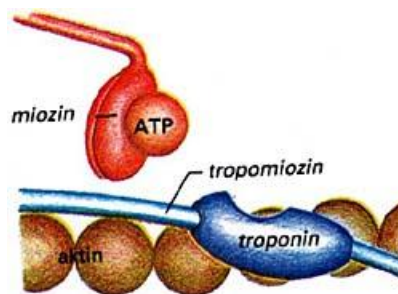
exocitózis: mirigysejtek váladékának leadása, idegsejtek ingerület átvivő anyagainak ürülése

endocitózis: emberi fehérvérsejt bekebelezése

- izomműködés és ATP (bővebb változat)::

A harántcsíkolt izmokban az aktin és miozinfehérjék szabályos rendben, egymásba csúszva.

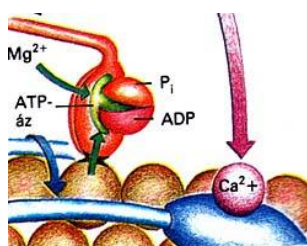
Az aktin szálai tartalmaznak, az aktin gömböcskéken kívül, tropomiozin és a troponin nevű fehérjéket. Ezek megakadályozzák, hogy a miozinmolekulák az aktinnal kötődni tudjanak:



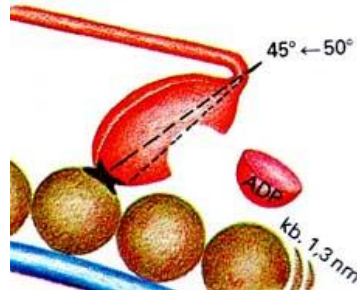
A miozinmolekulák feji vége képes ATP molekulák megkötésére, de ahhoz, hogy teljesen ADP-re és foszforsavra hasítsa azt, kapcsolatba kell lépnie az aktinnal.

(az aktin tehát lényegében a miozin ATP-bontó hatását fokozó katalizátor!)

Az aktin-miozin kapcsolat addig nem jöhet létre, amíg a tropomiozin ki nem billen a helyéről. Ez akkor történik meg, amikor (idegingerület hatására) az izomrostok endoplazmatikus hálózatából az addig ott tárolódott kalciumionok felszabadulnak és a troponin kötőhelyére beépülve a fehérje szerkezetváltozását eredményezik (a tropomiozin lecsúszik az aktinszálaban megfigyelhető "árokba")



Az aktinnal való kötődés hatására (magnéziumionok jelenlétében) a miozin elhasítja az ATP-t, s emiatt a saját térszerkezete is megváltozik. A "fejecske" hajlásszöge a foszforsav leválásakor 90°-ról 50°-ra, majd az ADP ledisszociálásakor 50°-ról 45°-ra változik ("bólintás"), és emiatt a miozin magával húzza az aktint:



Az aktin-miozin kapcsolat csak egy újabb ATP molekula bekötődésével szűnik meg (ekkor ismét a legelső ábrának megfelelő szituáció áll be, azzal a különbséggel, hogy a tropomiozin mindaddig az "árokban" marad, amíg az ingerhatás tart), és a leírt folyamat többször, ciklikusan ismétlődik (egy másodperc alatt akár több százszor is), s ez a sok pici elmozdulás végül is az izom összehúzódását eredményezi.

Ha azonban nincs több ATP, a miozin az utolsó ábrán látható módon, stabilan az aktinhoz kötve marad és az izom merevvé válik (ez történik pl. a hullákban, ez az ún. hullamerevség.)

EGYED ALATTI SZERVEZŐDÉSI SZINT

1. SZERVETLEN ÉS SZERVES ALKOTÓELEMEK (ELEMÉK, IONOK, SZERVETLEN MOLEKULÁK, LIPIDEK, SZÉNHIDRÁTOK, FEHÉRJÉK, NUKLEINSAVAK, NUKLEOTIDOK)

ANYAGCSERE FOLYAMATOK, TRANSZPORTFOLYAMATOK

SEJTALKOTÓK

OSZTÓDÁS, SEJTMŰKÖDÉSEK VEZÉRLÉSE

Elemek, ionok, szerves molekulák:

- biogén elemek: az élőlények sejtjeinek, az élő rendszernek felépítésében és életfolyamataiban szerepet játszó kémiai elemek
 - elsődleges biogén elemek: a sejtek 99% -t ezek teszik ki, kovalens kötéssel vesznek részt a szerves és szerves molekulák létrehozásában, ezek a molekulák polárosak (vízben jól oldódnak)

szén, hidrogén, nitrogén, kén, foszfor, oxigén
 - másodlagos biogén elemek: 0,005 – 1% -ig fordulnak elő a sejtekben, főleg ionként

nátrium, kálium, magnézium, kalcium, vas, kloridion

minden élőlényben megtalálhatók, izom- és idegsejtek működésében vesznek részt; makromolekulák töltéseit közömbösítik

+ kalciumion: a csontokban (táplálkozásunk során bevihetjük: spenóttal, sóskával)

+ magnéziumion: a klorofill alkotója (a fotoszintézishez kell) / (táplálkozásunk során burgonyával, halfélékkel bevihető)

+ vas-II és vas-III ionok: hemoglobin alkotói (szójabab, petrezselyem, káposzta és más leveles zöldségek)

+ nátriumion, kloridion és káliumion: a tengervízben, sejtekben, vérben (megfelelő mennyiségű só, kálium a banánban, grépfrútban, narancsban, babban)

- nyomelemek: igen kis mennyiségben fordulnak elő

jód*, kobalt, nikkell, réz, cink, molibdén, szelén

*fontos: hiánya -> aluszékonyság, hízékonyság (kevés bevitt táplálék ellenére), elbutulás
túlzott bevitel -> időskorban szemek kidülledése, izzadákonyság, hőemelkedés, testsúlycsökkenés, nem fáradékony (sőt túlzott aktivitás)

pajzsmirigy hormonok alkotója:

- tiroxin (=tironin-tetrajód): 4 db jodidiont tartalmazó fehérje

- trijód - tironin: 3 db jodidiont tartalmazó fehérje



serkentik a sejttanyagcserét, hatásukra fokozódik az oxigénfogyasztás, az oxidáció, nő a hőtermelés

(ezért jódozzák a sót)

- maradék elemek: csak egyes fajokban fordulnak elő

szilícium, fluor, vanádium, stroncium

szilícium: egyes kovamoszatokban, zsurlókban

fluor: emlősök fogzománcának és csontoknak erősítője (ezért van a fogkrémekben)

vanádium: tengeri algák

stroncium: gyökérlábúak néhány fajának külső sejtváza

- más ionok:

hidrogén-karbonát ion, HCO_3^- : összetett ion, a szén-dioxid szállításban van szerepe

forrásvizek, ásványvizek, folyóvizek természetes anionja

a testfolyadék egyik legnagyobb mennyiségben jelen lévő szabad anionja

puffer* hatású

*puffer-oldat: olyan anyagi rendszer, amely a pH változást igyekszik csökkenteni

ha a pH csökken -> nő a H^+ koncentráció

ha a pH nő -> csökken a H^+ koncentráció

(a H^+ a pufferből szabadul fel)

karbonátion, CO_3^{2-} : összetett ion, megtalálható a szénsavban, mészkőben, egyes fikuszfajok levélbőrészvöveti sejtjeiben

nitrit, NO_2^- : vérben és testfolyadékokban

nitrát, NO_3^-



autotrófok nitritként és nitrátként veszik fel a nitrogént

foszfátion, PO_4^{3-} : összetett ion, kalcium-foszfátként a csontokban $Ca_3(PO_4)_2$

- víz, H_2O :

- felnőtt ember szervezetének 62 tömegszázaléka víz

érdekesség: medúzáé 98% / emberi szem üvegteste: 90% / fiatal palántáknak 75-80%

- a Földön a legnagyobb mennyiségben megtalálható vegyület

- szerepe: anyagszállítás, oldószer, reakciópartner és reakcióközeg

↑ - molekulája dipólus, 105 fokos kötésszöggel, V-alakú -> kiváló oldószer poláris anyagoknak, apolárosakat diszpergálja (mozgékony)

- jó diffúziós képesség, részt vesz az ozmózisban

- hidratburkot képez (sejtekben lévő víz döntő többsége molekulához, ionhoz kötötten, csak kis százalék szabadon):

- hidrogénkötéseket létesít a fehérjemolekulák közt a citoplazmában (térhálós szerkezet) -> a sejtek rugalmassága

- disszociációja révén savas jellegű oxóniumionok, és lúgos jellegű hidroxidionok keletkeznek



- desztillált (=kémiailag tiszta víz) pH-ja 7, semleges

- nagy fajhő (=hőkapacitás: egy rendszer hk-a megmutatja, h mennyi hőt kell közölni a rendszerrel, hogy hőmérséklete egy kelvinnel emelkedjen, jele: C, me-e: J/K)

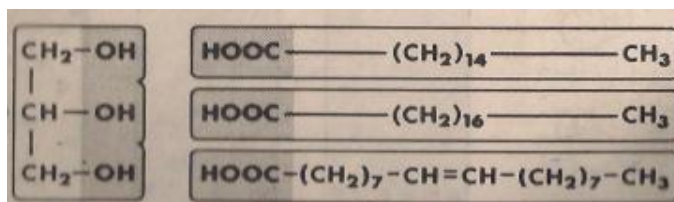
↓
sejtes szinten és ökológiai szempontból is képes tompítani a hőmérséklet szélsőséges ingadozásait

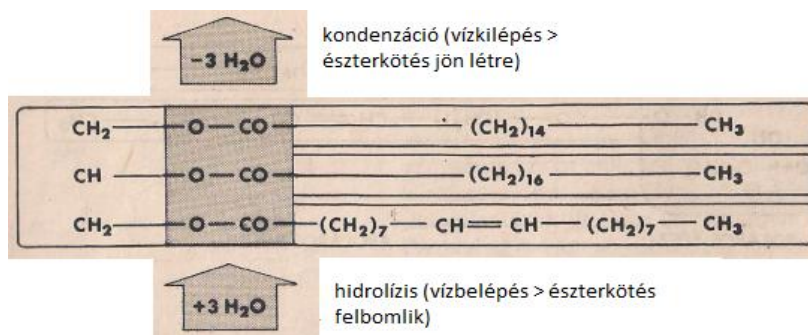
- szén-dioxid, CO₂:
 - a bioszférában 0,03 – 0,04 % az értéke
 - részben geológia esemény kapcsán kerül oda: pl. szilikátok málása + részben élőlények légzési folyamatainak során (a biológiai oxidáció bomlásterméke)
 - vízben oldva mint hidrogén-karbonát ion a vérplazma fontos szén-dioxid szállítója (a hidrogén-karbonát, mint puffer vegyület is jelentős)
 - növények fotoszintéziséhez
- ammónia, NH₃:
 - a fehérjebontás terméke
 - vegületként mérgező
 - növények ammónium-ion (vagy nitrát, nitrit) formájában veszik fel a nitrogént: pillangós virágú növények gyökérgümőjében élő baktériumokkal megkötik, és ammóniává alakítják

Lipidek:

- vízben nem, apoláros oldószerekben jól oldódnak (éter, benzol, etil-alkohol)*: a molekuláikat felépítő hosszú szénhidrogén láncok vagy gyűrűk okozzák, melyek apolárosak (foszfatidok kivételével)
- *érdekesség: ezért lehet a makacs, vízben való mosással eltávolíthatatlan zsírfoltokat a ruhából foltbenzinnel eltávolítani
- fő alkotóik: szén, hidrogén, oxigén
- két csoport: neutrális zsírok, lipidok
- neutrális zsírok (gliceridek): glicerín zsírsavakkal* alkotott észtere (kondenzációs reakcióban, azaz vízkilépéssel képződik -> hidrolízissel felbontható)

glicerín: zsírsavak: palmitinsav, sztearinsav, olajsav





*zsírsavak: hosszú szénláncú telített vagy telítetlen szerves savak

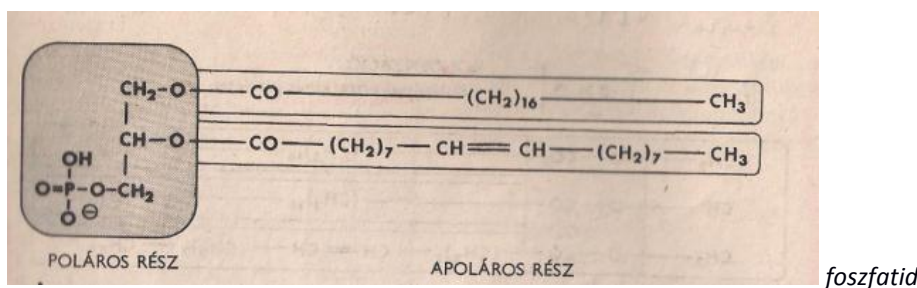
palmitinsav: $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ (telített)

sztearinsav : $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ (telített)

olajsav: $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ (telítetlen)

minél több a molekulában a telítetlen zsírsav, annál folyékonyabb a molekula

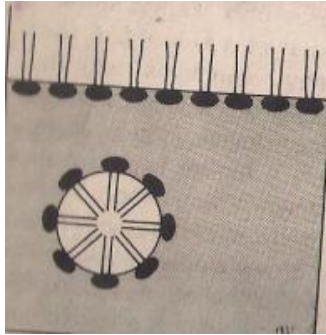
- gliceridek: különböző állati zsírok (sertés, kacsa, liba) és olajok (napraforgó, repce, oliva)
- biológiai szerepük: tartalék tápanyag, hőszigetelés, mechanikai védelem, oldószer pl. zsírban oldódó vitaminok (D, E, K, A) – ott is raktározódnak, ezért nem kell naponta bevinni őket + halmájolaj A és D vitaminban gazdag
- lipidok: hidrolízissel nem bonthatók
- lehetnek: foszfatidok, szteroidok, karotinoidok
- foszfatidok: glicerín + 2 zsírsav + foszforsav észterkötése / legegyszerűbb foszfatid: foszfatidsav* (a kül-ő foszfatidok alapvegyülete)
- legismertebb foszfatid: lecitin (tojássárgájában)



poláris és apoláris tulajdonságokkal is > vízben jellegzetesen viselkednek:

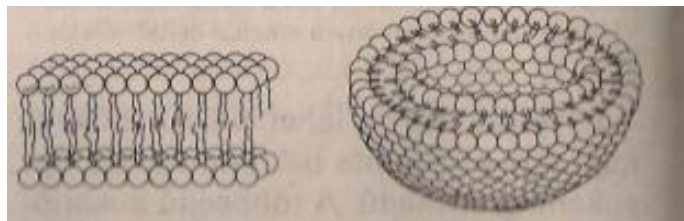
poláris részükkel a víz felé fordulnak, vele hidrogénkötést (dip. kötést is) létesítenek + apoláris részeik a vízből kirekesztődnek > a foszfatidmolekulák cseppeket vagy vékony hártványokat alkotnak

(apoláris részeik egymás mellé kerülnek, diszperziós kötések tartják össze őket (=a hidrogénkötésnél gyengébb másodrendű kötés)



(kettős tulajdonságúak) amfipatikusak -> alkalmasak a sejt határhártyáinak, membrán kialakítására**

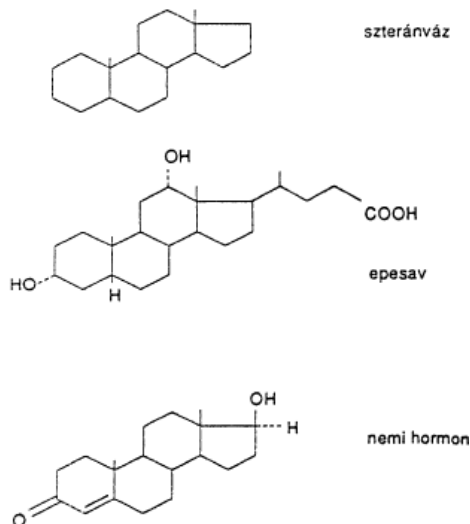
**a membránok alapja a foszfatidokból álló kettős réteg, vizes fázisban kétrétegű határhártyákat hoznak létre:



- szteroidok: kémiaailag rokon vegyületek, melyek szteránvázakra + v. milyen jellegű oldalláncokra vezethetők vissza

molekulája apoláros

szteránváz a koleszterin, az epesav, a D-vitamin, a tesztoszteron (termelődés: here), az ösztrogén (termelődés: petefészek), progeszteron, azaz sárgatest hormon (termelődés: petefészek), kortikoszteron (mellékvesekéreg), aldoszteron (mellékvesekéreg)

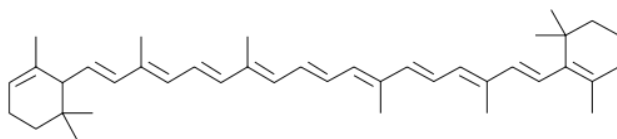


- karotinoidok: izoprén származékok > molekulájukban szabályosan váltakozó szén közötti egyes és kettős kötések > a molekulán végigvonuló konjugált kettős kötések miatt ezek az anyagok többnyire vörösek v. sárgák*

*a konjugált kettős kötések pi elektronjai delokalizálódnak, így a látható fény fotonjait képesek gerjeszteni > az elnyelt, kisugárzott energia miatt színesek

apolárosak

karotinoidok: A, E és K vitamin, *likopin (színanyag), xantofill (színanyag), karotin (színanyag)

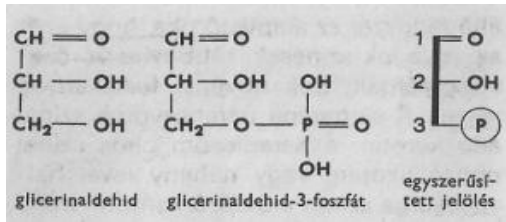


(*alfa-karotin váza*)

A vitamin: bőrvédő hatású, a szem látóbíborának alkotásában vesz részt (a látás folyamata során a látóbíbor A-vitaminra és rodopszinra bomlik), elősegíti a sejtek anyagcseréjét, és fokozza az ellenállóképeséget, hiányába a szaruhártya is károsodik, elsősorban a máj sejtjei raktározzák, kisebb mértékben a zsírszövet, 4 izoprén összekapcsolódásával jön létre

Szénhidrátok:

- polihidroxi-oxovegyületek vagy olyan vegyületek, melyek hidrolízisével ilyen molekulák képződnek
- lehetnek: polihidroxi-aldehidek (=aldózok: az oxocsoport láncvégi helyzetű) és polihidroxi-ke-tonok (=ketózok: az oxocsoport láncközi helyzetű)
- a zöld növények fotoszintézis útján állítják elő szén-dioxidból és vízből
- növényi és állati szervezetben is
- az állatok közvetlenül vagy közvetve növényekből szerzik meg-> zsírok formájában raktározzák
- csoportosítás méret szerint
 - monoszacharidok vagy egyszerű cukrok: nem hidrolizálhatók, vízoldható, kristályos vegyületek. Kül-ő triózok, pentózok, hexózok tartoznak ide.
 - oligoszacharidok vagy összetett cukrok: hidrolízissel néhány (2-6) monoszacharid molekulára bonthatók. Legfontosabb képviselőik a diszacharidok. Megkülönböztetünk redukáló és nem redukáló diszacharidokat aszerint, hogy a Fehling-oldatot** redukálják-e vagy sem
 - **Fehling-próba: aldehyd csoport kimutatására használjuk (ezüsttükör próba is alkalmas rá)
 - poliszacharidok: számos kisebb egységre, oligo-, di- majd monoszacharidokra bonthatók
 - általános képletük: $C_n H_{2n-2} O_{n-1}$
- glicerin-aldehyd
 - monoszacharid, trióz
 - sejtben szabad állapotban nem, inkább köztestermék
 - elsősorban foszforral alkotott észterszármazéka a jelentős: glicerin-aldehyd-3-foszfát

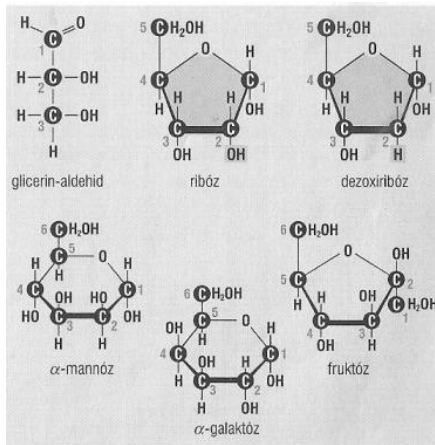


- ribóz:

- monoszacharid, pentóz
- ribonukleinsav alkotója (foszforsavval észtert képezve)

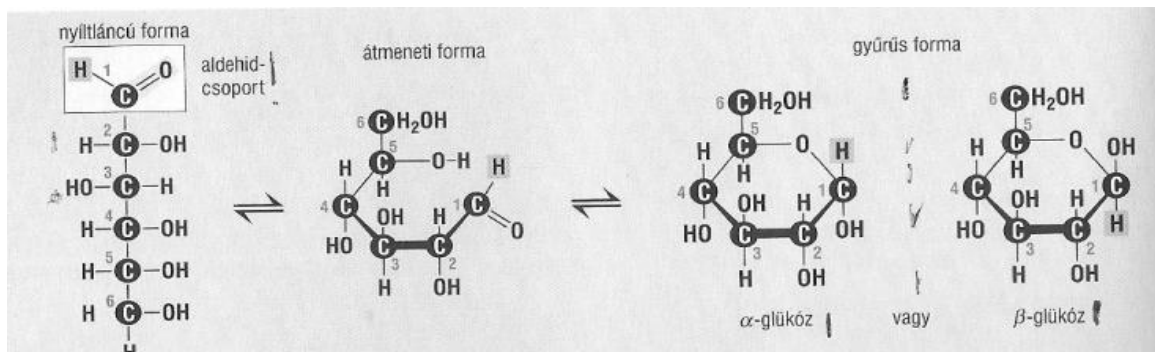
- dezoxiribóz:

- monoszacharid, pentóz
- dezoxiribonukleinsav alkotója (foszforsavval észtert képezve)
- egyel kevesebb oxigénatom, mint a ribózban



- glükóz (=szőlőcukor) $C_6H_{12}O_6$:

- monoszacharid, hexóz
- fizikai tulajdonságai: vízben jól oldódik, fehér színű, édes ízű, kristályos szerkezetű
- számos összetett szénhidrát alapmolekulája
- a sejtek legfontosabb energiaforrása
- a szénhidrát szállítás elsősorban glükóz formájában
- a glikozidos hidroxilcsoport kétféleképpen kapcsolódhat -> alfa-glükóz és béta-glükóz



- fruktóz (=gyümölcscukor):
 - monoszacharid, hexóz
 - főként termésekben és mézben
 - a legédesebb cukorféleség
- maltóz:
 - két alfa-glükóz molekula közt glikozidkötés vízkilépéssel (=kondenzációval)* -> diszacharid molekula
 - a keményítő lebontási folyamatának köztes terméke
 - hidrolízis** felbontható

*kondenzáció: vízkilépéssel járó kémiai reakció pl. neutrális zsírok vagy fehérjék képződése

**hidrolízis: a kond. fordítottja, víz belépésével járó reakció, amely az egységes molekulát részre bontja pl. összes emésztési folyamat
- szacharóz:
 - egy béta-fruktóz molekula és egy alfa-glükóz molekula összekapcsolódása -> diszacharid
 - az étkezési cukor (répacukor) mindegyik formája kristályos szacharóz
- laktóz (=tej cukor):
 - diszacharid: béta-glükóz + béta-galaktóz
- keményítő:
 - poliszacharid: két eltérő szerkezetű összetevővé: amilóz* és amilopektin** 20 – 80 % arányban (mindkettő alfa-glükóz molekulából épül fel) + (ezért édes a sokáig rágott kenyér)
 - fotoszintézis eredményeként keletkezik, növényi tartalék tápanyag
 - maltózra (diszacharid) majd alfa-glükóz egységekre bontható

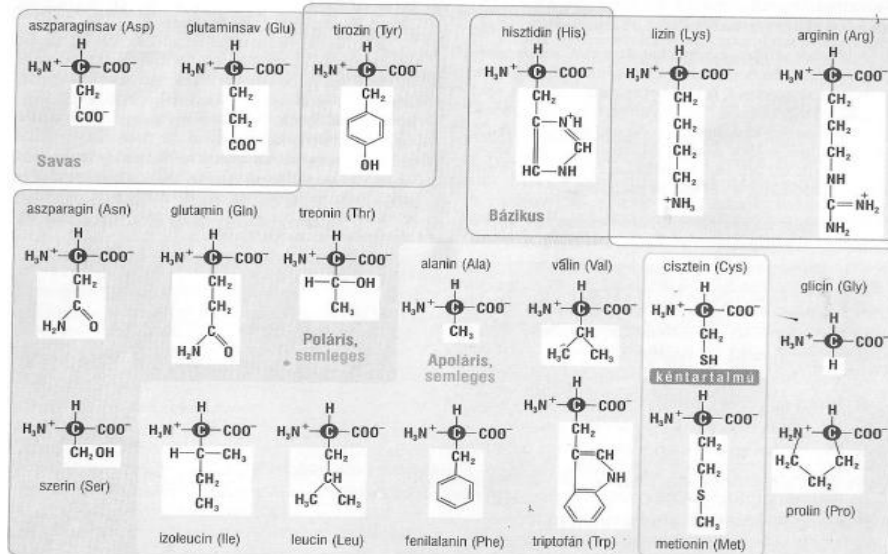
* amilóz: 1,4 glikozidos kötések, el nem ágazó lánc, többszáz glükóz egység vesz részt a spirális helix kialakításában (=makromolekula: olyan – általában kolloid méretű – polimer, amelynek molekulatömege nagyobb, mint 10 000), amelyet hidrogén kötések stabilizálnak

**amilopektin: 1,6 glikozidos kötések, elágazó, 20 – 25 glükóz egység
hideg vízben nem oldódik, meleg vízben kolloidot ad, kimutatása kálium-jodidos jódoldattal (lugol-oldat) történik << amilopektin > kék színváltozás /amilóz > lila színváltozás
- glikogén:
 - állati tartalék tápanyag forrás
 - poliszacharid: alfa-glükóz molekulák 1,6-os kötésekkel
 - szerkezete hasonló az amilopektinhez, de több elágazást tartalmaz

- vízben a keményítőnél jobban oldódik
- cellulóz:
 - poliszacharid: cellobiózra (diszacharid) és béta-glükózra (monoszacharid) bontható
 - hosszú, elágazás nélküli, egyenes láncú, párhuzamos kötegekbe rendeződve > ellenálló, nehezen hidrolizálható és emészthető (biológiai bontását baktériumok végzik)
 - vázanyag: növények, gombák sejtfalában, rovaroknál kitinben
 - vízben nem oldódik

Fehérjék:

- jellegzetes térszerkezettel rendelkező, sajátos működésű polimer makromolekulák
 - lehetnek: egyszerű fehérjék (proteinek) és összetett fehérjék (proteidek)
 - egyszerű f-ék: csak aminosavakra hidrolizálhatók pl. kollagén, aktin, fibrinogén
 - összetett f-ék: szerves vagy szervetlen nem fehérje részt is tartalmazó fehérjék pl. miogloblin, kazein, mucin
 - a fehérjék biológiai funkciójuk szerint lehetnek:
 - vázfehérjék: támasztásra szolgálnak pl. keratin, kollagén, elasztin
 - összhúzóköny fehérjék pl. aktin, miozin
 - enzimfehérjék pl. pepszin
 - transzport fehérjék pl. hemogloblin, miogloblin
 - hormon fehérjék: inzulin, oxitocin
 - véralvadás fehérjék: fibrinogén
 - immun fehérje: gamma-globulin
 - + ún. hőszokk-fehérje (=stressz-fehérje): hőmérséklet emelkedése v. csökkenése, kiszáradás stb. = stressz hatására a sejtek anyagcsere folyamatai megváltoznak, a fehérjék másodlagos és harmadlagos szerkezete átalakul, megnő a kicsapódás veszélye (ezért veszélyes a magas 42 fok körüli láz is) -> a stresszfehérje ezt a kicsapódást igyekszik megakadályozni, azonban némelyike a rákos sejtek szaporodását elősegíti
 - alapvető egységeik az aminosavak
- aminosav: amino- és karboxilcsoportot tartalmazó molekulák (a fehérjék felépítésében 20 vesz részt)



- alfa-aminosav: a lánc alfa szénatomjához kapcsolódik az aminocsoport
- ikerionos jelleg: a bázikus aminocsoport és a savas jellegű karboxilcs. pozitív töltésű hidrogéniont ad át egymásnak oda-vissza ->
- > az aminosavak amfoterek (lúgban és savban is oldódnak)
- két aminosav peptidkötéssel kapcsolódik (erős kovalens kötés képződése vízkilépéssel az egyik aminosav karboxilcsoportja és a másik aminocsoportja közt –hidrolízissel felbontható)

a létrejövő molekula egyik végén mindig szabad, peptidkötésben részt nem vevő karboxilcsoport (C terminális) a másik végén ugyancsak szabad, kötésben részt nem vevő aminocsoport (N terminális)

további kapcsolódás -> polipeptidlánc (fehérjéknél akár többszáz aminosav egység összekapcsolódása)

- elsődleges szerkezet: az aminosavak kapcsolódási sorrendje az aminosavszekvencia (döntő hatással van a fehérjemolekula szerkezetére, tulajdonságaira*)

*pl. vörösvérsejtek –egyetlen aminosav megváltozása is hatással van a fehérje térszerkezetére és működésére: sarlósejtes vérszegénységnél a betegben sarló alakú vörösvérsejtek, amelyek gyakran oxigén szállításra is képtelenek vagy elzárják a vékony ereket (mivel összeakadnak); oka: a hemoglobin hibája: normál esetben a hemoglobin 4 fehérjeláncból áll, azaz két alfa- és két béta-láncból 576 aminosavval, sarlósejtes vérsz. esetén az egyik béta-lánc 6. beépülő aminosavja glutaminsav helyett valin

peptidkötések tartják össze, amelyek meghatározzák a polipeptidlánc térszerkezetét, amit fel tud venni (=lánckonformáció) <- több szinten alakul ki: másodlagos, harmadlagos és negyedleges szerkezet

- másodlagos szerkezet: a polipeptidlánc rövidebb-hosszabb részeinek térbeli elrendeződése adja, alfa-helix vagy béta-lemez

alfa-helix szerkezet: csavarmenet alakú, hidrogénkötés (a peptidkötések mellett) Pl: keratin (haj, köröm)

béta-lemez szerkezet: párhuzamosan futó, összekapcsolódó polipeptidlánccok, hidrogénkötés (a peptidkötések mellett) Pl: selyem

- harmadlagos szerkezet: a fehérjét alkotó lánc teljes térbeli elrendeződése két típusa (konformáció szerint):

globuláris: gömbszerű térkitöltésű

Pl. mioglobín: alfa-helix szerk; izomfehérje: az izmok oxigéntároló fehérjéje; a fehérjeláncához kapcsolódik a nemfehérje természetű hem; hem= 4 pirrolgyűrű összekapcsolódásával kialakuló porfirinváz, a pirrolgyűrű nitrogénatomjai vasII- ionnal kapcsolódnak; az oxigénmolekula a vashoz kötődik koordinatív (=datív) kötéssel); egyetlen lánc alkotja, nincs negyedleges szerkezete)

és citokróm C: béta-redő (=béta-lemez) szerk; a redoxi reakciókat segíti

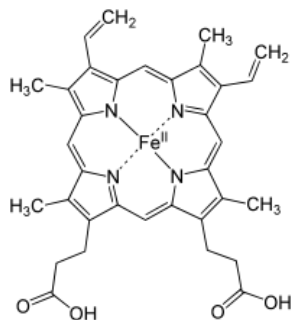
fibrilláris: szálas szerkezetű Pl. kollagén

- befolyásolja (=kötések, amelyek rögzítik):

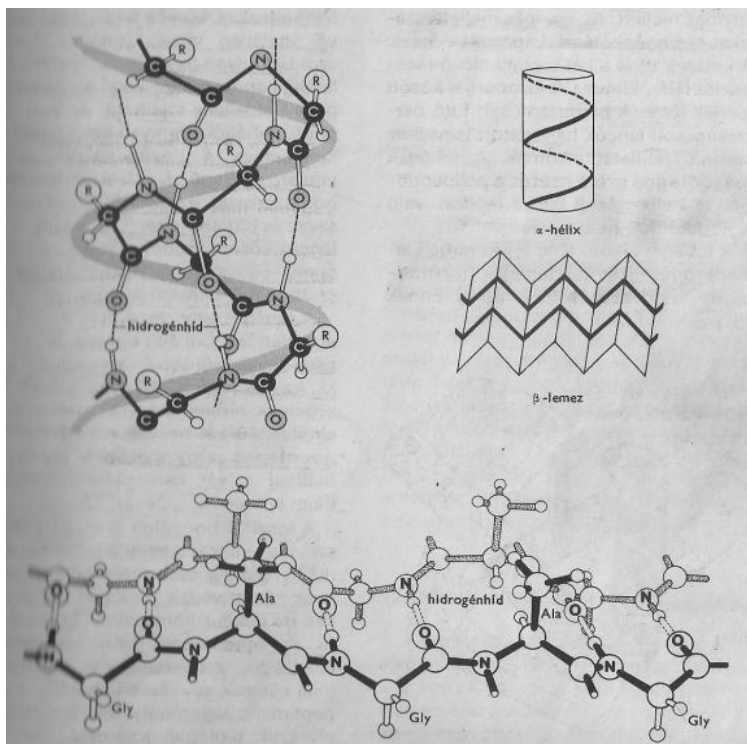
- egymáshoz közel kerülő apoláros oldalláncok közt van der Waals kölcsönhatás (diszperziós kötés) Pl. leucin - alanin
-> többségük a molekula belsejébe kerül + poláris jellegű oldalláncok a molekula felületén, a vizes közeghez közel + bizonyos fehérjék felületén jelentős mennyiségű apoláris oldallánc -> kapcsolat kialakítása a lipidmolekulák apoláros részeivel
- hidrogénk.: szerin - tirozin
- savas és bázikus oldalláncok közti ionos kötés pl. aszparaginsav és lizin
- kéntartalmú oldalláncok közötti diszulfidhidak (kovalenskötés) pl. cisztein

- negyedleges szerkezet: óriás fehérjemolekulák térbeli összekapcsolódása (pl. hemoglobin* 4 egységből), amelyet az aminosav oldalláncok közti kötések stabilizálnak

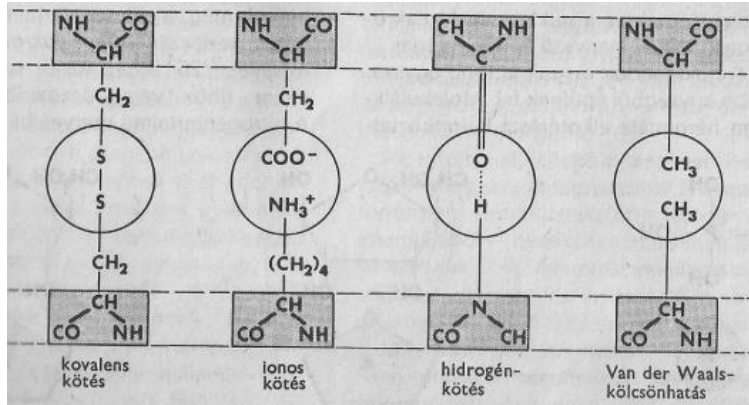
*hemoglobin= 4 alegységből áll, amelyek mindegyike: globuláris fehérje rész + hem csoport (4 (mioglobinhoz hasonló) fehérjelánc: két alfa- és két béta-lánc összesen 576 aminosavval) hem: 4 pirrolgyűrű összekapcsolódásával kialakuló porfirinváz, a pirrolgyűrű nitrogénatomjai vasII-ionnal kapcsolódnak



hemoglobin béta-lánca



fehérje másodlagos szerkezeti egységei (fent) a fehérjék térszerkezetét kialakító kötések (lent)



- denaturáció: a fehérjék térszerkezetének olyan megváltozása, melynek eredményeként megszűnik a biológiai aktivitás
- koaguláció: a kolloid állapot durva diszperz rendszerre alakulása (kicsapódás)

mindkettő lehet: visszafordítható (reverzibilis) és visszafordíthatatlan (irreverzibilis)

többféle hatásra mehet végbe:

- mechanikus hatás pl. tojásfehérje felverése
- nehézfémek hatása pl. higany vagy ólom (ha lenyeléssel kerül a szervezetbe, tejet kell itatni: a tejfehérjék már a bélcsatornában a fémionokhoz kapcsolódnak, megakadályozzák a fémek felszívódását)
- hő pl. tojásrántotta készítése
- esszenciális aminosavak: állati fehérjékben található meg, ezek teljes értékű fehérjék, főleg a fejlődő szervezetnek fontosak; csak növényi eredetű fehérjék nem fedezhetik, ezért körülményes a vegetarianizmus és egészségtelen főként gyermekkorban

a szervezet maga nem képes előállítani ezeket, 8 fontos esszenciális aminosav: metionin, leucin, izoleucin, lizin, treonin, triptofán, valin, fenil-alanin

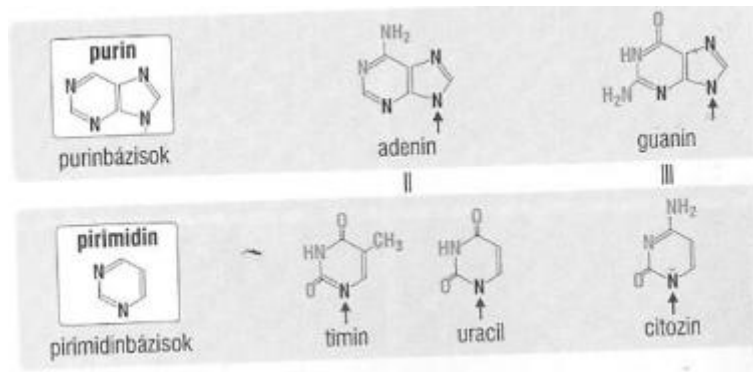
Nukleinsavak:

- polinukleotidok, azaz sok nukleotid* kondenzációjával létrejövő makromolekulák

* nukleotid: összetett vegyület, egy szerves bázis (nitrogén tartalmú heterociklusos molekula), egy öt szénatomos monoszacharid azaz pentóz (ribóz v. dexoribóz lehet) és egy foszforsav H₃PO₄ / a szerves bázis a pentóz 1'. , a foszforsav az 5'. szénatomját észteresíti

- szerves bázis szerint lehet: pirimidin vázas: hatos gyűrű két nitrogénnel pl. timin, uracil, citozin
 purin vázas: kilencatomos: egy hatos pirimidin és egy ötös imidazolgyűrű kondenzációja által és négy nitrogénatomot tartalmaz pl. adenin és guanin

az azonos alapvázú bázisok oldalláncaikban, funkciós csoportjaikban térnek el egymástól



- monoszacharidja lehet: ribóz (RNS) vagy dezoxiribóz (DNS)

- foszforsav száma szerint:

- azokat a nukleotidokat, amelyek 1 foszfátcsoportot tartalmaznak, nukleozid*-

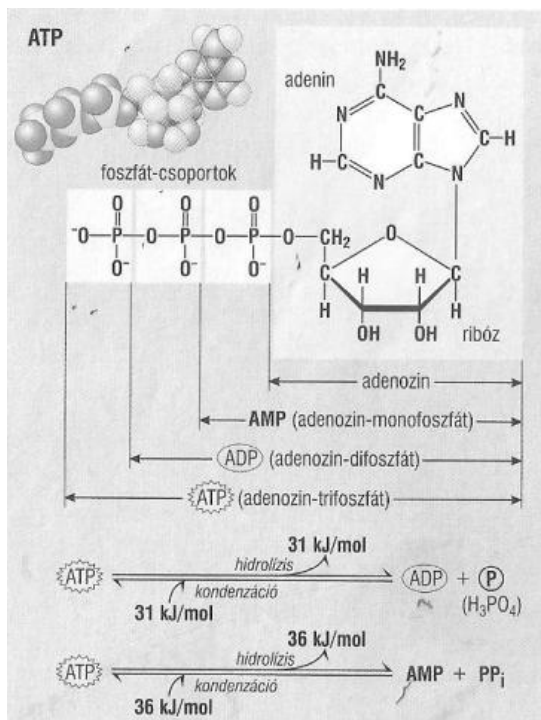
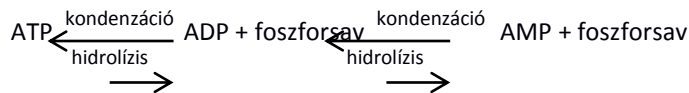
monofoszfátoknak nevezzük pl. adenzin-monofoszfát

(*nukleozid: a nuklein vegyületek építőkövei, 1 pentóz molekulából és egy szerves bázisból állnak)

- két foszfátos nukleotidok a difoszfátok, pl. adenzin-difoszfát

- három foszfátos nukleotidok a trifoszfátok pl. adenzin-trifoszfát: a nagy energiájú makroerg*
kötések miatt a sejtek energiaközvetítő vegyületei

*makroerg kötés: 25 kJ/mol- nál nagyobb energiájú kötés



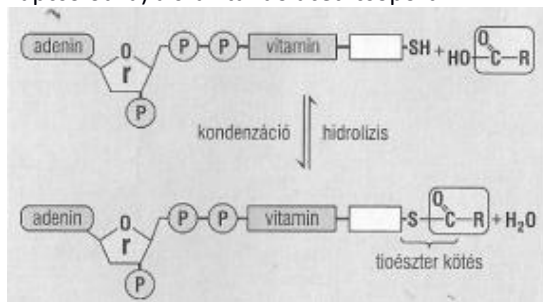
- nukleotidok fontos szerepe az anyagok átalakítását végző enzimek segítőiként = az enzimek kofaktorai

- nukleotidra visszavezethető szállító molekulák:

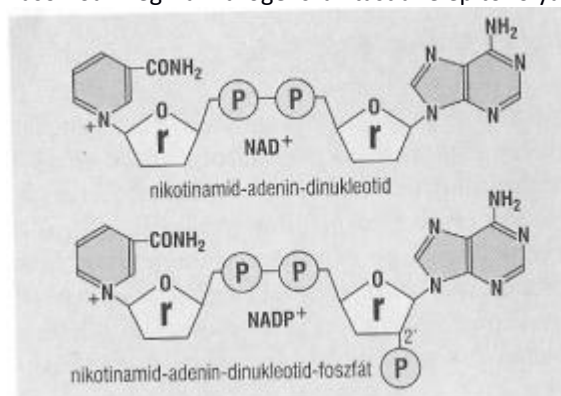
- koenzim-A:

- leggyakrabban acetyl csoport szállítását végzi

- lebontó és felépítő folyamatokban is; keletkezhet szénhidrátok, lipidek v. fehérjék lebontása közben és kiindulási anyaguként is szolgálhat
- molekulájában: adenin + ribóz + foszfátcsoport + vitaminjellegű csoport + (kénatomhoz kapcsolódva) a szállítandó acetilcsoport



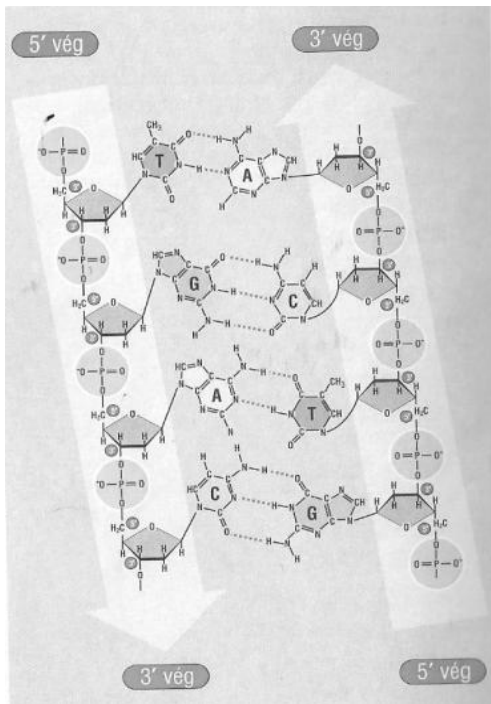
- NAD⁺, nikotinamid-adenin-dinukleotid:
 - dinukleotid típusú molekula: két ribóztartalmú nukleotid, szerves bázisa egy adenin és egy piridinvázú nikotinamid
 - hidrogén szállítás
 - savamidot tartalmazó része köti meg a hidrogént -> NADH molekulává alakul -> majd leadja - lebontó, energiatermelő folyamatokban vesz részt
- NADP⁺, nikotinamid-adenin-dinukleotid-foszfát:
 - NAD + 1 foszfátcsoport
 - hasonlóan végzi a hidrogénszállítást a felépítő folyamatokban



nukleinsavak:

- nukleotid monomerek 5' – 3' foszfodiészter kötéssel kapcsolódnak > lánc
- a lánc gerince a '...pentóz-foszfát-pentóz-foszfát...-sor'
- két típusa: deoxiribonukleinsav (DNS) és ribonukleinsav (RNS)
 - mindkettő 4-4 féle nukleotid polimerje
 - legalapvetőbb különbségek:
 - pentóz jellege: DNS-ben deoxiribóz; RNS-ben ribóz
 - bázisok tekintetében: adenin, guanin és citozin közös, különbség: negyedik bázis a DNS-ben timin; az RNS-ben uracil
- nukleinsavak elsődleges szerkezete: a nukleotidok (bázisok) sorrendje a polinukleotid láncban
- DNS:
 - DNS fogalma: az élő rendszer örökítő anyaga és a fehérje képzésnek közvetett irányítója (feladata az információtárolás és – továbbítás), a sejtekben található meg, de pl. a vörösvérsejtekben nincs
 - sokezer nukleotidból álló kettős polinukleotidlánc:
 - a bázisok közt kialakuló hidrogénkötések kapcsolják össze
 - bázispárok: adenin-timin kettős kötéssel, guanin-citozin hármaskötéssel; kilencatomos purinvázashoz hatatomos pirimidinváz és fordítva ->

- > a lánc párhuzamos, de ellentétes lefutású (=antiparalel) és egymás kiegészítője, azaz komplementere (a szálak irányát a pentóz helyzete szabja meg)
- a térben rendezett spirális szerkezet a kettős alfa-hélix, melyben a bázisok befelé fordulnak az őket érő apoláris hatások miatt, egy fordulat 10 bázispár és hossza 3,4 nm
- térben további felcsavarodás: szuperhélix szerkezet
- a molekula savas kémhatású, és anionként található meg a sejtben
- a DNS-szakasz stabilitását a kötés jellege befolyásolja: a 3as kötés jóval erősebb, mint a kettős
- a két lánc hő vagy kémhatás változásra elválhat egymástól, de a hatások megszűnésével visszaalakul



- gének: a polinukleotidok mentén elhelyezkedő bázisok meghatározott csoportját nevezzük géneknek, ezek a sejt működésére vonatkozó utasításokat és az élőlények életprogramját tárolják
- 1 DNS láncon több ezer
- DNS lánc = 2s spirál, amely egymást kiegészítő bázispárokból épül fel - > lehetővé teszi, hogy pontos másolatok keletkezzenek

- eukariótáknál: DNS fehérjékhez (=hisztonfehérjék) kötődve (prokariótáknál nincs hiszton)
- hisztonmolekulákból 8 db ad egy hisztonmagot
- a DNS a hisztonmagra kétszeresen, kb. 140 bázispárnnyi hosszúságú szakaszával feltekeredik – ezt egy fehérjemolekula kívülről rögzíti



- ➔ nukleoszóma: egy DNS-molekulán nagyon sok nukleoszóma, amelyeket 50 bázispárnnyi DNS-szakaszok kötnek össze

A DNS első beazonosítása:

- Friedrich Mischer, német orvos, 19 század: a gennyben foszforban gazdag, ként nem tartalmazó anyagot talált
- F. Griffith, angol bakteriológus, 20 sz. eleje: első bizonyíték az örökítőanyag létéről:
 - tüdőgyulladás kórokozójának 2 változata: betegséget okozó, tokot termelő S-változat; tokot létrehozni képtelen, betegséget nem okozó R-változat

- kísérletei során bebizonyította h. az R-változat S-változattá alakítható

1. élő S-variáns oltva egérbe -> egér megbetegszik, elpusztul
2. élő R-variáns beoltva -> életben maradt
3. hővel kezelt S-variáns -> az egér életben maradt
4. élő R-variáns összekeverve hővel elölt S-variánssal -> egerek többsége megbetegedett, elpusztult (+az egerekből élő S-variánsokat tenyésztették ki)

ugyanis: a kórokozó baktérium felépítésére és működésére vonatkozó biológiai információkat a DNS-molekula átvitte a nem kórokozó baktérium sejtjébe

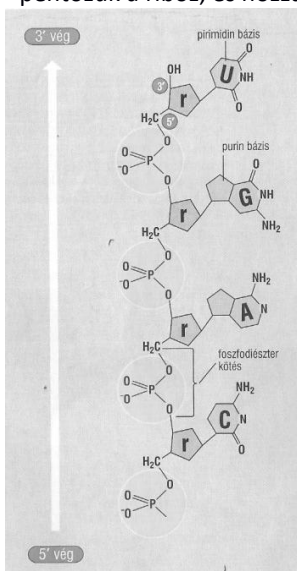
- hogy az átörökítésért nem a fehérje, hanem a DNS felelős, csak később nyert bizonyosságot: O. Avery, 20. sz. közepe: hővel elölt S-baktérium különböző részeit egyenként jutatta az egérbe

majd:

Alfred Hershey és M. Chase: radioaktív kén izotóppal jelölve a bakteriofágok fehérje részét és foszfor izotóppal a DNS-t -> (bakteriofág vírustamadás) azok a baktériumok váltak radioaktívvá, melyek foszforizotópot tartalmaztak

- RNS:

- a fehérjék képzését közvetlenül biztosító örökítőanyag
- biológiai működés sz. csoportosíthatók:
 - riboszómák építőanyagai (a fehérjeszintézis helyén található) – riboszomális azaz rRNS-molekulák
 - aminosavak szállítása a fehérjeszintézis helyére – szállító azaz transzfer, tRNS
 - aminosavak beépülési sorrendjének információját hordozzák - hírvívó azaz messenger, mRNS
- tömegük jóval kisebb, mint a DNS-é
- egyetlen polinukleotid-lánc alkotja (amely visszahajolhat és bázispárokat képezve ö.kapcsolódhat)
- pentózok a ribóz, és hozzá szerves bázispárok: adenin-uracil, guanin-citozin



Anyagcsere folyamatok és transzportfolyamatok a sejtben:

- a sejtek nyílt rendszerek, azaz állandó anyag és energia kicserélési kapcsolatban állnak környezetükkel
- a sejtek energiaforgalma: az energiáramlás a sejtekben egyirányú, célja a sejt belüli rendezettség fenntartása: a nagy energiatartalmú, redukált szénatomok eloxidálásának irányába tart; az általános energiahordozó az ATP (ezt szintetizáljuk oxidációval v. erjedéssel és a hidrolíziséből nyert energiát használjuk fel az energiaigényes folyamatokhoz, mint bizonyos transzportfolyamatok (=a membránokon keresztül végbemenő anyagfelvétel és leadás)* és mozgás)

*transzportfolyamatok csop-a aszerint, hogy igényel-e ATP-t:

- nem igényel:

- az anyagok önállóan haladnak, passzív diffúzió (n-obb konc-ú hely felől a kisebb felé) pl. kisméretű kevésbé poláris molekulák (pl. karbamid, glicerin) vagy apoláros molekulák (szteroidok, oxigén) átoldódása a lipidrétegen vagy kisméretű poláris molekulák (víz, ionok) a membrán csatornáin keresztül

kieg: ezért veszélyesek az apoláros oldószerek, melyek a szervezetbe jutva feloldják a membrán apoláros rétegeit (főleg az idegrendszerben kártékonyak, mivel ott a legmagasabb a membránok lipidtartalma), illékonyak, már a belégzés is káros, ezek pl: benzol, szén-tetraklorid, éter

- a membránokban található csatornaképző fehérjék külső hatásra megnyílnak (feszültségváltozás ionok hatására, kémiai hatás azaz molekula feh-hez kapcs-a stb.) – passzív transzport, szintén diffúzió

- a hordozó fehérje működése is segíti (a szubsztrát bekötődése köv-ben történő konformációváltozással) – segített, azaz facilitált diffúzió

- igényel:

- aktív transzport:

a membrán enzimek aktív centrumukkal megkötik a szállított anyagot + ATP hidrolízise által keltett energia -> a hordozó (=enzim) térszerkezete átmenetileg megváltozik -> a szállított anyag átkerülhet a membrán másik oldalára (a hordozó térszerkezete végül visszaáll)

a hordozók specifikusak: egy vagy két szubsztrátot tudnak átjuttatni, egyirányba (szintport, pl Na^+ -ion és glükóz juttatása egyszerre a sejtekbe) és kétirányba (antiport, pl $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ -pumpa*)

$\text{Na}^+ - \text{K}^+$ -pumpa: egyszerre juttat a sejtből Na^+ -ionokat kívülre, és K^+ -ionokat a citoplazmába a sejt közötti térből. Egy ATP felhasználásával 3 Na^+ -t és 2 K^+ -t szállít ellentétes helyre.

$\text{Na}^+ - \text{K}^+$ -pumpa is egy ATP-áz enzim: akkor hasítja a sejtben belüli ATP-t, amikor a saját fehérjéit foszforilálja, és amikor a sejt citoplazmájában a Na^+ -t köt meg; akkor defoszforilálódik, amikor a sejtmembrán külső felületén K^+ -hoz kapcsolódik (így ellensúlyozza a sejt a sejtből kijutni nem tudó nagyobb méretű molekulák ozmotikus hatását, tehát a víz szívó erejét, ha ez nem történne meg, a sejtek vizet vennének fel, és duzzadást követően kidurrannának)

- dinamikus egyensúly (=Donnan egyensúly):

a membránon is átférő ionok nem azonos sebességgel mozognak (v.melyik gyorsabban, v.melyik lassabban), ezért egy szüntelen ionmozgásra alapuló, dinamikus egyensúlyi állapot jön létre a membrán két oldala közt, amelyet Donnan egyensúlynak nevezünk

- nyugalmi potenciál:

a membrán két oldalán mérhető feszültség különbség

- membránáthelyezéssel járó folyamatok:
 - a: endocitózis (bekebelezés) és b: exocitózis (anyagleadás):
 - a: a felvett anyag a sejtthártya 1 darabjába kerül (=lizoszóma) és abban a citoplazmába két típusa: a.1: fagocitózis és a.2: pinocitózis
 - a.1: a bekebelezett anyag szilárd halmazú pl. számos egysejtű táplálkozása és a fehérvérsejt 'munkája' az immunfolyamatok során
 - a.2: a felvett anyag folyadékcsepp, oldat vagy kolloid, minden eukarióta sejtre jellemző
 - b: váladékkal telt v. emészthetetlen maradványokat tartalmazó sejtüregek (=lizoszómák) előbb a sejtmembránhoz vándorolnak, majd membránjuk a sejtével összeolvad, miközben a tartalmuk a sejten kívüli térbe ürül pl. ingerület átvivő anyagok leadása az idegsejtek esetében
 - intermedier anyagcsere: a sejtben az anyagfelvétel és az anyagleadás között lezajló biokémiai folyamatok összessége, a szerv-ben a sejt intermedier anyagcseréje a szervezet többi sejtjének műkövel összehangoltan
 - a biokémiai folyamatok gyorsítására enzimek (ld már korábban is)
 - anyagcsere: a sejtben lejátszódó különféle biokémiai folyamatok összessége, beleértve az energiaáramlást, az anyagforgalmat és az információáramlást, amelyek egymástól el nem választhatóak – szűkebb értelemben, bővebb ért-ben: az élő rendszer és körny-e között lezajló anyagfelvétel, az anyagok átalakítása és leadása
 - az anyagcsere folyamatok tartják fenn a szervezet egyensúlyát (homeosztázisát)
 - energiaigényes felépítő folyamatok - A
 - energiatermelő lebontó folyamatok - B
 - a felépítő folyamatok során az anyag redukálódik, az ehhez szükséges elektront a NADPH szolgáltatja
 - a lebontó folyamatok során oxidálódik, a leadott elektronok a NAD+ ra kerülnek
- A. kiindulási anyagai kis energiatartalmú és egyszerű molekulák, ezekből az autotrófok előbb komplexebb molekulákat, majd nagyobb energiatartalmú, szerves molekulákat, makromolekulákat és sejtalkotókat
- energiaigényes folyamatok forrásai:
- autotrófok: szerves anyagokból építik fel szerves anyagaikat (ezek a heterotrófok számára szolgálnak táplálékul)
 - fotoszintetizáló: a napfény energiáját kötik meg és alakítják kémiai energiává pl. növények
 - kemoszintetizáló: kémiai reakciók során felszabaduló energiát használnak erre a célra, amelyet szerves anyagok eloxidálásával nyernek pl. némely nitrifikáló baktérium*:
- Kitekintés:
- *a NADPH és az ATP a szén-dioxid megkötését és szerves anyaggá alakítását szolgálja az NH₃ nitríté és nitráttá alakítása során a Calvin-ciklusban (lásd lejjebb)
 - > glükoneogenezis: a glükóz képződése szerves anyagból pl. tejsav, pirosszőlősav (a glükóz ATP felhasználásával előállítható anyagcsere köztestermékből is; a folyamatokban keletkező acetilcsoport, gliceraldehid, tejsav vagy pirosszőlősav kiindulópontja lehet a glükóz lebontásához hasonló, de azzal ellentétes irányú folyamatnak)
 - fontos kitekintő: a növények a nitrogént ammóniumion vagy nitrit, nitrát formájában veszik fel, vannak amelyek (pillangósvirágúak) a nitrogényűjtő baktériumok segítségével (ezek a nitrogént nitrát>nitrit>ammónia formájában közveítik + bizonyos baktériumok a légköri

nitrogént alakítják ammóniává, pl. rhizobium és egyes kékbaktériumok / heterotrófok nitrogénforrásai a különböző állati és növényi fehérjék

- heterotrófok: szerves anyagokat vesznek fel (még hozzá az autotrófok által elkészített szerves anyagokat) pl. némely bakt., gombák, állatok, emberek

- fotoszintézis:

- a felépítő folyamatok közül a teljes élővilág számára alapvető jelentőségű
- azon folyamatok összesége, melyek révén egyes baktériumok és növények a fényenergiát használva a szén-dioxidot szerves vegyületekké redukálják
- 2 fő szakasza:
 - *fényszakasz: a fényenergia megkötése, kémiai energiává alakítása
 - ****sötétszakasz: szén-dioxid megkötése és redukciója szerves molekulákká az első szakaszban termelődött kémiai energia és enzimgyulladás segítségével

- * - a fényenergia megkötése különböző konjugált kettős kötésekkel tartalmazó szerves vegyületekkel (=fényelnyelő azaz fotoszintetikus pigmentekkel) történik: xantofill, klorofill (a-klorofill és b-klorofill – magasabb rendű növényekben mindkettő), karotin
 - a kettős kötések delokalizált elektronjai gerjeszthetők (felveszik a fény fotonjainak energiáját) – ha a gerjesztett elektron többletenergiája átadódik egy másik molekulára, hasznosulhat a fotoszintézis folyamatában; az energia másik részét visszasugározzák a környezetnek**

**különböző pigmentek eltérő fényelnyeléssel, a klorofillok két tartománnyal (kék és vörös) rendelkeznek, a zöld fényt egyik sem hasznosíthatja -> nem nyelődik el -> a leveleket zöldnek látjuk

- a fényenergiát kémiai energiává alakítani csak a fehérjékhez kötődő a-klorofill tudja <- a többiek tehát a felvett energiát ennek továbbítják a különböző pigmentrendszeren*** belül

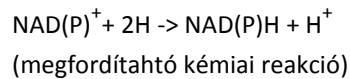
***I-es pigmentrendszer (másnéven: fotorendszer): a-klorofill, b-klorofill, karotin

II-es pigmentrendszer: a-klorofill, b-klorofill, xantofill

- mindkét rendszer a beérkező energiát a reakcióközpont (a-klorofill molekulából, a teljes rendszer tömegének mindössze 1%-a) felé irányítja – ezt a továbbítást az ún. antennamolekulák végzik
- eltérő az összetevők aránya, eltérő az elnyelt fény hullámhossza (I-es: nagyobb hullámhosszúságú fénysugarak; II-es: rövidebb h.h-ú fénysugarak)
- az I-es p- rsz. a-klorofill molekulája gerjesztett állapotba kerül a beérkező fotontól és lead egy elektront az elektronszállító rendszer számára, amelyben a tagok redoxifolyamatokkal kapcsolódnak egymásba (jellegzetes molekulái: citokróm*) -> a végső elektronfelvevő a NADP

*hemet tartalmaz, a hem porfirinvázzal fog kapcsolódni egy fehérjéhez (nem a vassal, a vas koordinatív kötéseinek egy része szabadon marad) és lehetővé válik vasionjának redoxi reakciója (vas(II)-ből vas(III) és vissza)

- NADP a beérkező elektronok és a víz fotolíziséből származó protonok együttes hatására NADPH molekulává redukálódik



- közben a II. pigmentrendszer fotontól gerjesztett a-klorofill molekulája is lead egy elektront -> a szállítórendszer pedig elszállítja az I. p.rendszer leadott elektronjának helyére ->> az elektron jóval alacsonyabb energiaszintre kerül ->> a két energiaszint közti különbség az ATP termelésére használható fel

- a II. p.rsz. kilépő elektronja a víz fotolíziséből**** pótlódik

↓
 ****a víz felhasad és H^+ formájában protont ad át a NADP redukálásához, illetve mint végső elektronleadó a II. pigmentrendszer felé is – a víz molekula oxidálódik, miközben molekuláris oxigén szabadul fel (amely bármilyen lebontó folyamatban felhasználható v. a légkörbe jut)

- oxigén, NADPH, ATP – a folyamat végtermékei

*****- redukciós ciklus enzimreakciói végzik a szén-dioxid megkötését és beépítését:

- 6 darab ribulóz származék (pentóz-difoszfát), mint szubsztrát összekapcsolódik a légköri szén-dioxiddal* -> enzimek hatására 12 glicerinsav-foszfát keletkezik + itt bekapcsolódnak a (fényszakaszból származó) NADPH-molekulák és ATP felhasználásával aldehiddé redukálják a szerves savakat: gliceraldehid-3-foszfát molekulák képződnek

* a CO_2 belép egy körfolyamatba (redukciós ciklusa a Calvin ciklus):

1. a CO_2 megkötése
2. pentóz-difoszfát molekulákhoz kapcsolódik
3. pentóz-difoszfát bomlása 2 glicerinsav-foszfátra
4. gliceraldehid-3-foszfát keletkezik

- gliceraldehid-3-foszfát nagyobb része a körfolyamatban marad és pentóz-foszfát molekulává alakul -> a pentóz-foszfát felvesz egy foszfátot és pentóz-difoszfátként ismét szén-dioxidhoz kötődik

- a körfolyamatból kilépő gliceraldehid-3-foszfát kiindulási alapja a glükóz, a keményítő és a cellulóz szintézisének

↓
 - szénhidrátok képződtek: 6 db pentóz és 1 db glükóz

- sötétszakasz helye:
 eukariótáknál: színtestjeik alapállományában
 prokariótáknál: citoplazmában
 > a képződő anyagok itt raktározódnak, de átkerülhetnek a citoplazmába

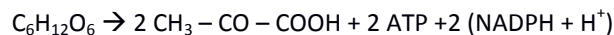
B. energiatermelő lebontó folyamatok:

- az itt felszabaduló energia jó része ATP szintézisére, legnagyobb részét a szénhidrátok lebontása teszi ki; a lebontás során keletkező köztestermékek a folyamatból kilépve más, felépítő folyamatok részeivé válhatnak
- lehet: biológiai oxidáció és erjedés
 - biológiai oxidáció: aerob környezetben végbemenő biológiai folyamat, amely a szerves anyagok szénatomjait szén-dioxiddá, a hidrogénjeit pedig vízzé redukálja
 - a poliszacharidok glükóz-foszfát építőegységekre (az összetett szénhidrátok monoszacharidokra, a lipidek glicerinre és zsírsavakra, a nukleinsavak nukleotidokra hidrolizálódnak; a molekulák nitrogén-tartalmú részeit az enzimek leválasztják és felhasználódnak felépítő folyamatokban vagy ürülnek az alábbi formákban: ammónia, húgysav, karbamid)->

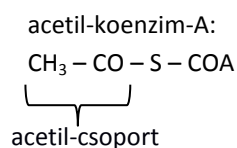
első szakasz: glikolízis (a monoszacharidok bontása; helye: citoplazma; anaerob környezetben is végbemehet; lényege: a glükóz ATP energiájával történő aktivizálása – a szakaszt először Pasteur francia vegyész vizsgálta)

1. glükóz → glükóz-6-foszfát (közben ATP → ADP: mivel itt a glükóz kötéseit az ATP-ből foszfátcsoporttal együtt átkerült energia lazítja)
2. glükóz-6-foszfát → fruktóz-6-foszfát
3. fruktóz-6-foszfát → fruktóz 1' 6' difoszfát (közben ATP → ADP)
4. (enzimhatásra) fruktóz 1' 6' difoszfát → 2 db gliceraldehid-3-foszfát
5. (enzimhatásra) 2 db gliceraldehid-3-foszfát → 2 db glicerinsav 1' 3' difoszfát (közben: $2 \text{ NAD}^+ + 2 \text{ P} \rightarrow 2 \text{ NADPH} + \text{H}^+$; a molekula 2. foszfátcsoportja a citoplazma szerves foszfátjai közül épül be, a felszabaduló H-ek pedig redukálják a NAD^{++} -ot)
6. 2 db glicerinsav 1' 3' difoszfát → 2 db glicerinsav-3-foszfát (közben $2 \text{ ADP} \rightarrow 2 \text{ ATP}$, mivel a glicerinsav-difoszfát az egyi C foszfátcsop-t leadja)
7. 2 db glicerinsav-3-foszfát → 2 db glicerinsav-2-foszfát (egy molekulán belüli átrendeződés eredményeként)
8. 2 db glicerinsav-2-foszfát → 2 pirosszőlősav azaz $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{COOH}$ (közben $2 \text{ ADP} \rightarrow 2 \text{ ATP}$, még egy foszfátcsoport kinyerésével)

összesített egyenlet:



9. a pirosszőlősav három szénatomos váza szén-dioxid leadása közben két szénatomos acetylcsoporttá alakul, melynek szállítását ezután a koenzim-A** végzi a következő szakaszba



A: szénhidrát energiával való feltöltése és kettébontása

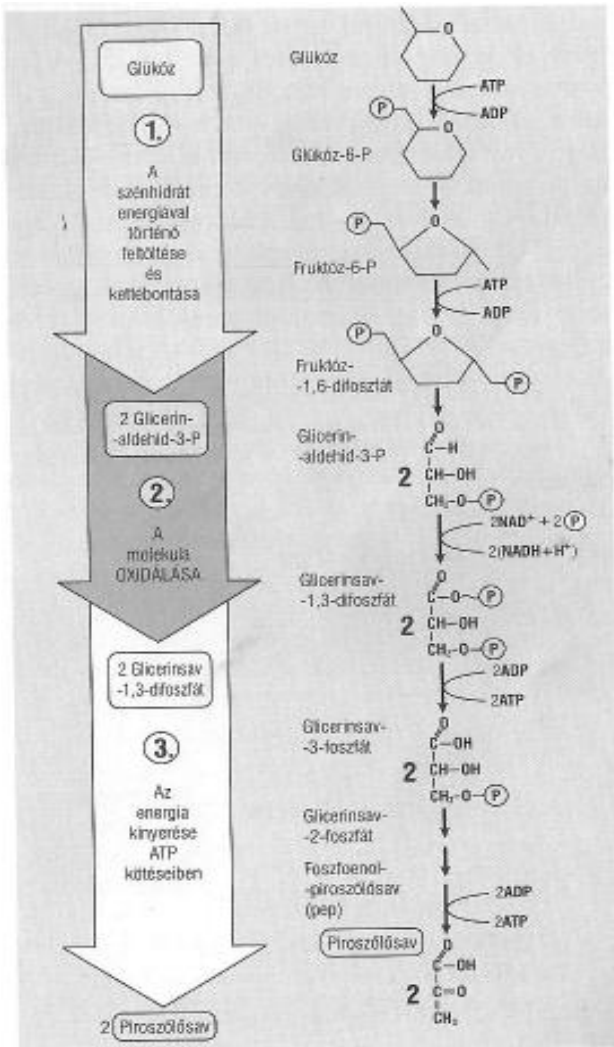
B: a molekula oxidálása

C: energia kinyerése az ATP kötéseibe

(lásd ábra)

(-oxigéndús közegben oxidációval folytatódik a folyamat, oxigénhiányos közegben erjedéssel

- oxigéndús közegben oxidálódhatnak:



- lipidek: a lebontásukból származó glicerint itt glicerinaldehid-foszfáttá alakul, és belép a glükolízisbe
- zsírsavak: acetyl csoportok képződnek, ezeket a koenzim-A különböző folyamatokba szállíthatja
- aminosavak nitrogénmentes láncai: szintén acetyl csoport-ra
- nukleinsavak pentóz-foszfátjai: a pentóz-foszfát ciklusban vagy szén-dioxidra bomlanak vagy glicerinaldehid-foszfáttá alakulva a glükolízisbe lépnek, és acetyl csoport-ra bomlanak
- a nitrogéntartó részek (mint aminosavak, nukleotidok esetében) -enzimek leválasztják és felhasználódnak felépítő folyamatokban vagy ürülnek az alábbi formákban: ammónia, húgysav, karbamid)

második szakasz: citromsavciklus (=citrát kör vagy Szent-Györgyi-Krebs – ciklus*); helye: mitokondrium alapállományában (az eukariótáknál általában, de prokariótáknál a citoplazmában)

az acetyl csoportot felveszi a négy szénatomos oxalacetsav és citromsavvá alakul (hat szénatomos)

a citromsavból kilép 2 H és 1 CO₂ -> 5 szénatomos álló átmeneti vegyület képződik

kilép 2 H és 1 CO₂ -> 4 szénatomos vegyület képződik, melynek átalakulása közben további 4 H lép ki (ezek a H-ek közben a FAD-ra és a NAD-ra adódnak)

ÖF: a citromsav több lépésben oxidálódik, molekulája átrendeződik, oxalacetsavvá alakul - a hat szénatomos lánc két szén-dioxid egymást követő leadásával négy szénatomosra csökken (így újra felveheti az acetyl csoportot)

*Szent-Györgyi Albert: magyar származású, Nobel-díjas kémikus, aki kimutatta h. már kis mennyiségű dikarbonsav izomba juttatása fokozza az izom oxigénfogyását és szén-dioxid termelését, foglalkozott továbbá a B₂ vitamin és a C vit. állati szervezetben történő

előfordulásával, a csecsemőmirigy műk-vel, az izomösszehúzóadás biokémiájával

H. A. Krebs: Szent-Györgyi A. munkásságára alapozva felderítette a teljes citromsavciklust, szintén Nobel-díj

harmadik szakasz: terminális oxidáció (helye: a mitokondrium belső membránja*) - ide szállítja az előző szakaszokban leadott H-ket a NADH, a szállítórendszerbe protonok és elektronok formájába kerülnek: vastartalmú citokrómok adják át egymásnak az elektronokat

a citokrómok reakciósora végén (=elektronszállító rendszer):

*a mitokondrium belső és külső membránja közé kerülnek a NADH protonjai, még az elektronok az alapállományba a légzési oxigénre kerülnek (ezért lesz a NADH-ból NAD⁺): a belső membrán két oldala közt töltéskülönbség jön létre, amelyet az enzimek által képzett csatornák megnyitásával a mitokondrium kiegyenlít

a protonok átáramolnak a kinyílt fehérjecsatornákon, energia szabadul fel -> ATP képzésre fordítható (két elektron végighaladásával 3 ATP képződik; a sejtek által megtermelt ATP 80-90%-a a mitokondriumban) - (Peter Mitchel - kemiozmotikus elmélet – lásd korábban)



elektronszállító rendszer végső felvevője: oxigén (ide érkeznek a NADH által szállított protonok is H⁺ formájában ->> vízképződés

ÖF: egyre csökkenő szénatomszámú köztes termékek kötik össze; a végén a citromsavciklusból szén-dioxiddá oxidálva lépnek ki a szerves molekulák szénatomjai – közben a NAD a leadott H-ket elszállítja a terminális oxidációba (mindhárom szakaszt összekötve), harmadik szakasz: víz képződése

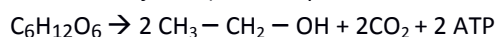


1 mol glükózból tehát 38 ATP (ebből 2 a glikolízis, 36 a terminális oxidáció szakaszában)

- erjedés (=fermentáció): anaerób környezetben lezajló anyagbontás, melynek végterméke szerves anyag

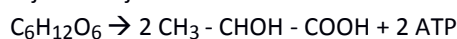
első szakasza megegyezik a glikolízis foly-vel a pirosszőlősav szubsztrátig; innen további fajtái:

- alkoholos erjedés (benne a p.sz.savból szén-dioxid lép ki és etanol képződik)



élesztőgombák végzik

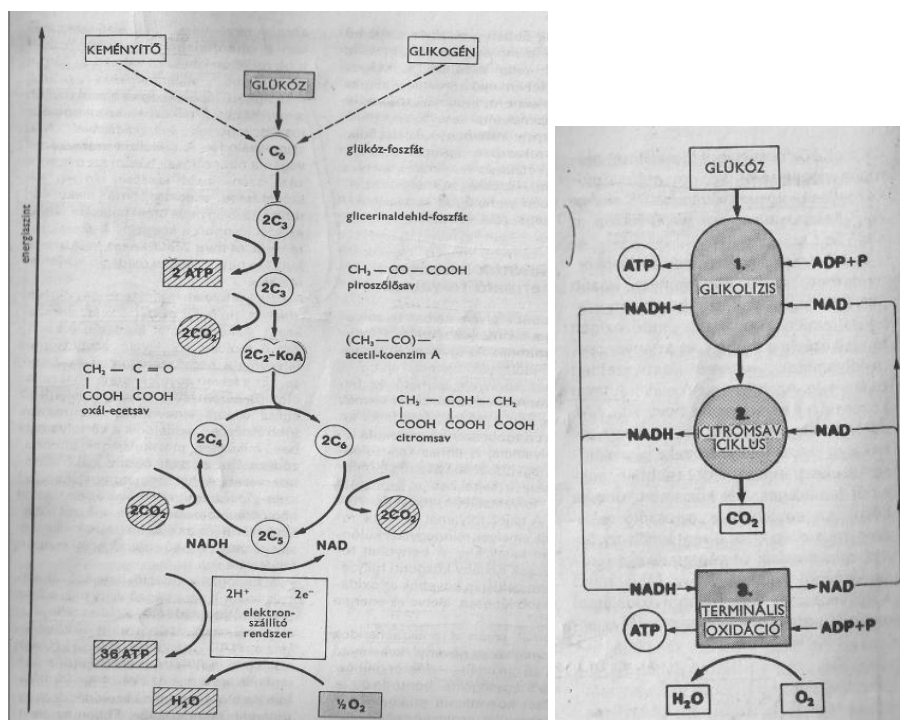
- tejsavas erj.



baktériumok

↓
sajtgyártás és savanyítás alapja

- + vajsavas erj
 - egyes baktériumok, pl. lépfene baktérium tevékenysége
 - kiindulási anyaga cellulóz vagy más hasonló szénhidrát
 - 1 glükózból 2 ATP



a biológiai oxidáció menete és részfolyamatai

Sejtalkotó anyagok, sejtalkotók:

- fogalmak:
 - sejt: az élővilág legkisebb önálló életre képes alak és működésbeli egysége
 - prokarióta sejt: olyan sejt, mely nem tartalmaz elkülönült sejtmagot
 - eukarióta sejt: tartalmaz elkülönült sejtmagot, és fejlett, önálló belső membránrendszere van
- prokarióta és eukarióta összehasonlítás:
 - a sejtés szerveződés ősi típusa a prok. sejt: kisebb méret, egyszerűbb felépítés (a sejtfalon és a sejtthártyán belül csak egy közös reakcióterű citoplazma, az örökítőanyag szabadon)
 - fejlettebb az eukarióta: kialakult sejtalkotók, nagyobb méret, változatos differenciálódási lehetőség (a nagyobb méret tette lehetővé, h a lassabban növekvő prokarióta sejt bekebelezésével létrejöhesse a mitokondrium és a színtest* - ÖH lásd lejjebb)
 - prokarióta sejtekben egy gyűrű alakú DNS az örökítőanyag, még az eukariótákban a DNS mindig több darabban, több molekulaként
- biológiai hárttyák szerepe, tulajdonságai:
 - sejtek környezettől való elhatárolása, sejtalkotók kialakítása
 - anyagcsere lebonyolítása (rajta keresztül)
 - prokarióta és eukarióta sejtnél (hogyan növelje a felületet) számos betüremkedés, azaz mezoszóma
 - alapjuk: lipidekből álló kettős réteg (foszfatidok: amfipatikusak, poláris részeik kapcsolatban a poláros közeggel – apoláros részeik pedig megakadályozzák az apoláros anyagok áramlását, mivel egymáshoz kapcsolódnak; a poláris részek a külső részek; a foszfatidok közül a legjelentősebb: lecitin és az idegsejtekben megtalálható kefalín)
 - a membrán specifikussá tétele:

- fehérjék és szénhidrátok által
 - fehérjék: a fehérjék a lipidrétgben mozaikszerűen helyezkednek el, molekuláik feladata sokrétű, pl.: a poláris anyagok átjutását, az anyagok megkötését és a membrán mozgását segítik
 - integráns fehérjék: globuláris szerű fehérjék, átérhetik a kettős lipidrétget vagy besüllyedhetnek egyik v. másik oldalról
 - perifériás fehérjék: a lipidek poláros felületéhez is kapcsolódhatnak, globuláris v. fibrilláris fehérjék lehetnek
 - membránfehérjék biológiai funkciói:
 - csatornafehérjék: amelyek a membránon át megvalósuló anyagforgalmat biztosítják; nagyméretűek, térben hengerszerűek; középső üregüket hidrofil oldalláncok alkotják, ezért a víz és az ionok számára átjárhatóak, a hidrofób részeik pedig képesek összekapcs-ni a lipidrétggel
 - enzimek
 - receptorfehérjék: pl. a hormonok sejtmembránhoz tört-ő kapcsolódását biztosítják
 - szénhidrátok: láncuk a membrán külső felületén fognak a fehérjéhez vagy a lipidekhez kapcsolódni; fontos szerep a sejtek felismerhetőségében (pl. kül-ő vércsoportok oka kül-ő fehérjéhez-kötött szénhidrátlánc)
- a membránok nem merev képződmények, a molekulák egymáshoz képest a membrán síkjával párhuzamosan elmozdulhatnak (=folyékony-mozaik membránmodell)

sejtalkotók:

- a kül-ő sejtalkotók membránjának felépítése alapján azonos, fehérjetartalmukban különböznek -> képesek egyikből a másikba alakulni, miközben megváltozik működésük
- citoplazma: a sejtek alapállománya, fő tömegét víz alkotja, ebben pedig szerves és szervetlen molekulákat egyaránt találunk, tartalmaz továbbá koloid állapotban lévő fehérjéket és lipideket is/ a citoplazma anyagai a sejtváza (=citoskelet) seg-vel találkoznak; a váz fehérjecsövekből (tubulusok) és fehérjeshálóból (=filamentumok) állnak; a csövek az anyagok és egyes sejtalkotók szállítását, a sejtváza hálózata pedig rögzítését végzi/ a sejtváza egyes fehérjéinek működése teszi lehetővé a sejten belüli mozgást és az amöboid mozgást is
- sejtcentrum: két apró, fehérjéből álló testecske a sejten, melynek feladata osztódáskor a magorsó fonalak kialakítása és működtetése, a sejten belüli mozgásokért is felelős, szerkezete megegyezik az alapi testtel: 9 csőszerű fehérjeegység hengerpalástszerűen (mindegyik három fehérjecsövből), középen nincs központi cső
- ostor és csilló: a sejtek mozgásszervei, állandósult plazmanyúlványok, melyek az alapi testből erednek/ ostor: egy vagy néhány, hosszúak; csilló: számos és rövidebb; felépítésük azonos: fonálból és alapi testből állnak:
 - o kör keresztmetszetű, kívülről sejthártya, belül kilenc kettős és ö.húzódsra alkalmas fehérjecső (=perifériás tubulus) hengerpalástszerűen, középen két fehérje (centrális tubulus) információ és ingertovábbító az alapi testből
- endoplazmatikus hálózat (= e-us retikulum):
 - a sejtmag körül, annak membránjával közvetlen kapcsolatban lévő, párhuzamos membránlemezekből és csövekből áll
 - eukarióta sejtekben található meg, abban is a membránrsz-ek közül a legnagyobb fel-ű
 - feladata az anyagok tárolása, káros anyagok lebontása, méregtelenítés
 - 2 típusa:
 - durva felszínű e-us h. (=rögös endoplazmatikus retikulum): felszínén riboszómák, a fehérjeszintézis helyszíne

- sima endoplazmatikus hálózat: nincsenek riboszómák (mert lejöttek a fel-ről), fel-a: az anyagok tárolása, káros anyagok lebontása, méregtelenítés, és egyes lipidek szint-e
- mitokondrium: pálcikaszerű sejtszervecske; külső feszes és belső gyűrt membránrendszerből áll; itt zajlik a citromsavciklus és a terminális oxidáció, az ATP szint-e
- sejtfal: a baktériumok, gombák és növényi sejtek külső részét határolja; a sejtmembrán termeli; anyaga: gombák - kitin, növények és kékbaktériumok - cellulóz
- zöld színtest: a növ-i sejtek jellemző sejtszervecskéje, itt zajlik a fotoszintézis
- zárványok: növ-i sejtekben lévő, raktározott anyagok, anyagcseretermékek ált-ban kristályos formában pl. keményítő szemcsék
- sejthártya: minden élő sejt citoplazmáját ez borítja; feladata: védelem, szállítás, anyagcsere és szerep az információ felvételében és leadásában, a sejtek egymással való kapcs-ában
- Golgi-készülék:
 - minden eukarióta sejtben
 - endoplazmatikus hálózat körül
 - az e-us h-ban képződött fehérjék a membránhólyagok közvetítésével kerülnek a Golgi-készülékre
 - egy sejtben annál több, minél erőteljesebb a váladéktermelése
 - feladata a fehérjeláncok átalakítása, membránhólyagokban a rendelt-i helyükre való leadása, a f-ék leadásának előkészületei
- lizoszómák:
 - membránhólyagok endo- és exocitózisnál
 - fontosak az anyagok sejtben belüli mozgásában és a citoplazma anyagaitól való elkülönítésében
 - bennük hidrolízis, melyet enzimek végeznek pl. ilyen membránhólyag a sejt egyes előregedett részeinek elbontására is, melyeket az ER membránja vesz körül
 - nagyobb méretű részecskék szervezetbe kerülésekor képződnek (kolloid v. d. d.rsz.)
 - elsődleges lizoszómák: az e-us hálózatból vagy a Golgi készülékből lefűződő (ez az enzimtart-ú) lizoszóma; emésztést még nem végez (mivel az enzim v. a bontandó anyag hiányzik belőle)
 - másodlagos lizoszómák: egy enzimtart-ú és egy anyagot tároló elsődleges l-a tal-ával alakul ki, hidrolízist is végez
 - harmadlagos lizoszómák: hidrolízis után képződik, a hasznosítható anyagok a citoplazmába kerülnek még a feleslegesek harmadlagos lizoszómákban exocitózissal örülnek
- sejtmaghártya:
 - az eukarióta sejt maganyagát borítja
 - 2-s membránrétegű, pórusokkal
 - fehérjékből álló nyitó-záró egység biztosítja a maganyag és a citoplazma kapcsolatát
 - maghártyán keresztül makromolekulák pl. RNS, fehérjék
- sejtmag:
 - a s.maghártyán belül találjuk meg
 - részei: magedv (a citop-hoz hasonlóan vízben oldott molekulákat és makromolekulákat tartalmaz, amelyek a sejtanyagcsere köztes- vagy végtermékei) és kromatin(-állomány): DNS-molekulából és fehérjékből (leginkább hisztonf-vel nukleoszómákat alkotva) áll/ kromatinállomány két része:
 - eukromatin: lazább szerk-ű, itt zajlik az RNS szintézise
 - heterokr.: kötöttebb szerk-ű, többszörösen feltekeredett DNS
 - a sejtmag állományában sejtmagvacskák (2 v. több; azon részen alakulnak ki, ahol a riboszómális RNS-ek képzésének irányítása zajlik; a membránnal nem határolt

sejtmagvacska a riboszómák képzési helye, benne: rRNS + citoplazmából szállított fehérje = riboszóma)

- *színtest és mitokondrium összehasonlítása:
 - mindkettőt membránok alkotják
 - eukarióta sejtalkotók
 - mindkettőnél feszes külső, de nagyobb és lazább belső membrán, amely begyűrűdött
 - a két membrán közt mindkettőnél membránközi tér, a belső membrán által határolt teret, alapállomány (=mátrix) tölti ki
 - eredetüket az endoszimbionta elmélet magyarázza: a mitokondrium bekebelezett baktériumnak, a színtest bekebelezett kékbaktériumnak a gazdasejttel létrejött szimbiózisa
 - a belső membránjuk eltérő: mitokondrium ujjszerű betüremkedései csövek vagy lemezek (csöves v. lemezes mitokondrium); a színtesteké pénzérmeszerű korongok (=gránumok) egymásra helyezve + azokat összekötő lemezek
 - anyagcsere folyamatok jellege is különbözik: mitokondriumban lebontó folyamatok (a biológiai oxidáció citromsavciklusa és a terminális oxidáció, a sejtek által termelt ATP legalább 80%-a itt); színtestben felépítő folyamatok (fotoszintézis, a gránumok membránjában fotoszintetikus pigmentek és enzimek, az alapállományában pedig szervesanyag képző folyamatok enzimek)
- színtestek három típusa:
(mivel osztódni képesek, több változat)
 - fénytől elzárt helyeken, az anyagokat raktározó színtelen leukoplasztisz
 - fény hatására benne klorofill képződik -> kloroplasztisz, azaz zöld színtest
 - színes színtestet tartalmaz (tehát klorofill helyett inkább karotinoidot) a piros v. sárgás színtest, azaz kromoplasztisz
- a sejtalkotók szétválasztásának módja a centrifugálás, amely az anyagok szétválasztása a gyors forgatással megnövelt erő felhasználásával
- a sejtek lehetséges mozgásszervei:
 - állásosok: pl. falósejtek
 - ostorral: pl. hímivarsejtek
 - csillóval: pl. orrnyálkahártya csillós hámja
- állati és növényi sejt részeinek összehasonlítása:

csak állati:	közös:	csak növényi:
	sejthártya	sejtfal
	sejtplazma	zöld színtest
	Golgi-k.	zárványok
	sejtközpont	sejtnedvvel telt üreg
	mitokondrium	
	endop-us h.	
	sejtmag	
	lizoszómák	

A sejtciklus és a DNS bioszintézise:

- a sejtek életfolyamatai ciklikusak (az éppen működő, életjelenséget mutató sejt osztódás szempontjából nyugalomban van – G1 szakasz)
- a ciklus alapvető 2 része: nyugalmi szakasz és osztódás

- nyugalmi, azaz G1 szakaszban: közvetlen osztódás után a sejt pihen, ellátja feladatát, majd felkészül az oszt-ra
- S szakasz: intenzív anyagcsere folyamatok, az örökítőanyag megkettőződése:
 - (prokariótáknál nem fehéhez kötött DNS, és ott csak egy helyen indul meg a megkettőződés – eukariótáknál hisztonfehéhez kötöttek, és a megkettőződés egyszerre több helyen)
 - enzimek > sejtmag kromatinja fellazul > lecsavarodnak a DNS-szakaszok a nukleoszómákról:
 - DNS-nukleotidok ATP felhasználásával történő aktiválódása (> tehát a nukleotidok trifoszfátokká alakulnak)
 - a nukleoszómákról lekerült alfa-helixeket lecsavaró enzimek és a hidrogén-kötéseket felszakító enzimek kinyitják > replikációs villa kialakulása
 - az aktivált nukleotidok kapcs-a a szabad bázisokhoz a bázipárosodás szabálya alapján > a DNS-polimeráz enzim segítségével, amely kialakítja az 5'-3' foszfodiészter kötések (lehasította a pirofoszfátokat, és a felszabaduló energiával az egyik nukleotid foszforsavját a mellette lévő nukleotid dezoxiribózának 3' szénatomja hidroxil-csoportjához kapcsolta)
 - a javító enzimek kijavítják az esetleges hibákat
 - az elkészült DNS-szakaszok fehérjékre csavarodnak
 - a folyamatsor ismétlődése a teljes DNS-en
 - szemikonzervatív replikáció:
 - a képződő mindkét DNS-molekula egyik polinukleotid lánc az eredeti molekulából származik, még a vele komplementer lánc újonnan képződött, a képződő új DNS lánc egyik polin. lánc lesz csak új
 - a képződött 2 DNS nem válik el, ezek alkotják a sejtosztódáskor a kialakult kromoszómát
- G2 nyugalmi szakasz: (a DNS megkettőződött) a látszólagos nyugalmi szakaszban a sejt felkészül a megkettőződött DNS kettéosztódására, a sejtmag állományában eltűnnek a sejtmagvacskák, és a kromatinban egyre vastagabb fonalak jelennek meg – megindul a kromoszómák kialakulása
- osztódási fázis: mitózis vagy meiózis*
- fogalmak:
 - kromoszóma: fehérjéből és örökítőanyagból álló egység, amely sejtosztódáskor összetömörül, erősen felcsavarodik, és két kromatidából áll; az emberi kromoszóma állomány 46 a testi sejtekben (23 az ivarsejtekben) – a kromoszómák számának nincs köze az evolúciós fejlettséghez
 - kromoszómaszerelvény: a kromoszómák egyszeres sora a sejtben, melyek száma, megjelenése és géntartalma az adott fajra jellemző
 - haploid sejt: egyszeres kromoszómaszerelvényű sejt, vagy egyszeres kromoszómaszerelvényű testi sejtekből felépülő élőlény pl. ivarsejtek, spórák
 - diploid sejt: kétszeres kromoszómaszerelvényű sejt, vagy kétszeres kromoszómaszerelvényű testi sejtekből felépülő élőlény pl. zigóta vagy állati és növényi testi sejtek
 - poliploid: sok kromoszómaszerelvényt tartalmazó sejt, vagy ilyen testi sejtekből felépülő élőlény (pl. tri-, tetra- vagy hexaploid)
 - genom: a faj összes génje

homológ kromoszómák: az azonos méretű, alakú, és adott helyen (lokusz) azonos géneket tartalmazó kromoszómák

homozigóta: a homológ kromoszómák adott helyein azonos allélokat tartalmazó sejt, illetve ilyen testi sejtekből felépülő élőlény

heterozigóta: a homológ kromoszómák adott helyein különböző allélokat tartalmazó sejt, illetve ilyen testi sejtekből felépülő élőlény

- a genetikai információ variálódása az osztódás és a megtermékenyítés során:
 - két fontos tényező: a tulajdonságok változatlanul kerüljenek át az utódokba; maradjon meg a változékonyság lehetősége > a megtermékenyítés, a mitózis és meiózis (itt zajlik az allélcserélődés) lehetővé teszi
 - megtermékenyítés: a petesejt és a hímivarsejt összeolvadása (a két haploid sejt összeolvad és zigóta alakul ki)
 - zigóta: a megtermékenyített petesejt (két ivarsejt genetikai információját, mindkét szülő tulajdonságait hordozza; mitózissal osztódik, diploid testi sejteket alakít ki + az ivarsejtek meiózissal alakulnak ki (hogyan a fajra jellemző kromoszómaszám megmaradjon))
- válaszok külső, belső ingerekre:
 - az élő sejtek ingerlékenyek, reagálnak a külső és belső hatásokra
 - reakciójukkal a homeosztázisra törekcsenek, tehát az a változással ell-es irányú
 - az egysejtűek inger hatására ált-ban elmozdulnak (álláb, csilló, ostor)
 - soksejtűeknél ált-ban v.milyen anyagcsere folyamat megváltozása a reakció
 - a meghatározott belső ingerekre adott válasznak fontos szerepe van a szervezet sejtjeinek összehangolt működésében, pl. emlősök veséjének oxigén ellátása csökken > a vese hírvívő anyagot juttat a vérbe, amely a vörös csontvelőt fokozott működésre ösztönzi (fokozott v.érsejt termelés) > jav-ó oxigén ellátottság
- a sejthalál:
 - természetes sejthalál (=apoptózis): programozott módon történik (genetikusan kódolt élettartam, pl. bélnyárcakahártyák sejtjei 3 napig, v.v.sejtek 3 hónapig), főként az embrió fejlődésekor jelentős, de nagy szerepe van pl. a bőr elszarusodásában is; ingere jöhet külső tényezőktől a sejthalálreceptorokon át és belülről a magból illetve belső membránokból; a folyamat irányítói a sejthalálgének és -fehérjék, és a sejthalált gátló molekulák tartják ellenőrzés alatt – tehát kontroll alatt tartott, szabályozott, energiaigényes folyamat; folyamata: a sejt összezsugorodik > a kromatinállomány kicsapódik > A DNS műk.képtelen lesz > a sejtmag összsugorodik (mivel a membrán marad, ezért tartalma nem ürül > nincs immunogén hatása – a makrofág fogaditák egyszerűen bekebelezik
 - kóros sejthalál (=nekrózis): a szövetek sejtjeinek nagy részét kóros hatás éri > anyagcseréjük felborul > kipukkadnak, szétesnek, tartalmuk kiürül > gyulladást okoz – passzív elhalási folyamat (energiát nem igényel), amely szerencsés esetben hegesedéssel zárul, szerencsétlen esetben végzetes pl. szívizomsejtek nekrozisa, azaz szívinfarktus
 - egyéb betegségek: daganatok: elhalásra ítélt sejtek nem halnak el/ AIDS és egyes idegrendszeri betegségek: olyanok is elhalnak, amelyek az egyed számára nélkülözhetetlenek

Az osztódás:

- mitózis:
 - elnevezése görög er-ű, mitosz=fonal (a megjelenő fonalakra, kromoszómákra utalva)
 - ált-ban diploid sejtből indul ki (ha haploidból, akkor 1 haploidból 2 haploid sejt keletkezik)
 - számtartó osztódásnak is hívjuk, az eredménye két sejt, amelynek DNS-tartalma, genotípusa megegyezik a kiindulási sejt gen-i állományával
 - szakaszai: elősz. > középsz. > utósz. > végsz.
 - előszakasz (=profázis): a sejt központ kettéosztódik, a sejt két pólusára vándorol, és létrehozza a magorsófonalakat (ezek mozgatják a kromoszómákat)
 - középszakasz (=metafázis): a maghártya endoplazmatikus hálózattá alakul, kialakul a magorsó > a kromosz-ák köz-re rendeződnek (mivel a húzófonalak megrövidülnek, és a pólusok felé húzzák a kromosz-kat), a kromoszómák ebben a szakaszban a legrövidebbek, legegyszerűbben ekkor vizsgálhatók
 - utószakasz (=anafázis): pólusokra húzódó kromosz-ák
 - végszakasz (=telofázis): kialakulnak a sejtmagok, és a két utódsejt elválik egymástól
- meiózis:
 - számfelező osztódás
 - diploid sejtekből indul
 - szakaszai: Első fázis: elősz. > középsz. > utósz. > végsz. és Második fázis: elősz. > középsz. > utósz. > végsz
 - Első fázis:
 - előszakasz (=profázis): a megkettőződött DNS-ekből kialakuló kromoszómák közül a homológok párba állnak, és négykromatidás rendszereket alkotnak; a kromatidák átkereszteződhetnek, az egyes kr-a részek egymással kicserélődhetnek (=crossing over) > a genetikai változékonyság lehetőségét teszi lehetővé <- az allélcicserélődés eredményeként egyszeres v. többszörös átkereszteződés
 - középszakasz (=metafázis): a homológ kromoszómapárok a sejt középsíkjába rendeződnek (itt véletlenszerű az elrendeződés, ez is fokozza a változatosságot)
 - utószakasz (=anafázis): a húzófonalak röv-e eltávolítja a homológ kromosz-kat egymástól, a 2 kromatidás homológ kromoszómákból egy-egy vándorol a sejt 2 pólusához
 - végszakasz (=telofázis): a kialakuló két sejt fele kromoszómaszámú
 - Második fázis:
 - a kromatidák elválása itt, DNS-megkettőződés nélkül > a számfelezés tehát megmarad
 - a két sejt kettéosztódása 4 haploid sejtet eredményez a mitózis folyamatának megfelelően, azonban a génkicserélődés eredményeképp kül-ő genetikai információval
- prokarióták osztódása hasadással
- egysejtű élőlények ill. többsejtűek bizonyos állandóan működő sejtjei - amitózis: itt az S szakasz után nem alakulnak ki kromoszómák, a kromatint enzimek osztják ketté, a sejtmag befűződik és elkülönül, majd 2 sejt alakul ki