



## BEVEZETÉS A BIOLÓGIÁBA

### ◎ A BIOLÓGIA TUDOMÁNYA

#### Vizsgálati szempontok, vizsgálmódszerek

A **biológia** az élőlényekkel – az élő anyaggal – foglalkozó természettudomány. Jelenleg Földünkön nagyon sok élőlény él, melyek között csak úgy igazodhatunk el, ha valamilyen szempontrendszer szerint csoportosítjuk őket. A rendszerezés tudományát rendszertannak vagy **taxonómiának** nevezzük.

A svéd Carl von Linné (1707–1778) volt az első, aki tudományos igényességgel alkotott rendszert. Rendszerének alapja ugyanakkor egy olyan feltevés, azaz hipotézis volt, mely szerint az élőlények csoportosíthatók morfológiájuk, látható tulajdonságaik alapján. Ez a hipotézis a későbbiekben nem lett bizonyítható, így csak feltevés maradt, ezért Linné munkásságának ezt a részét nem fogadjuk el. Számos újítását viszont igen, mint pl. a rendszertani kategóriákat, sok faj elsőkénti leírását, a kettős nevezéktant és a fajt, mint a rendszerezés alapegységét.

**A faj olyan egyedek összessége, melyek származása közös, külső és belső tulajdonságaik (morfológiájuk) lényegileg megegyező, egymással szaporodhatnak, magukhoz hasonló termékeny utódokat hozhatnak létre és kromoszómakészletük egyező.**

A fajokat nagyobb rendszertani egységekbe soroljuk: a rokon fajokat nemzetségekbe, a rokon nemzetségeket családokba, azokat rendekbe, a rokon rendeket osztályokba, az osztályokat törzsekbe, a törzseket pedig országokba csoportosítjuk. Pl. a ma élő ember besorolása:

- Alfaj: Homo sapiens sapiens
- Faj: Sapiens (bölcs)
- Nemzetség: Homo (ember)
- Család: Hominidae (emberfélék)
- Rend: Primates (főemlősök)
- Osztály: Mammalia (emlősök)
- Törzs: Vertebrata (gerincesek)
- Ország: Regnum animale (állatok)

Napjainkban – a rendszertani kategóriák megtartása mellett – Charles Darwin fejlődéstörténeti rendszere alapján rendszerezünk, melynek alapja a származás és a rokon kapcsolatok felkutatása. Ma ezt a kutatást a genetikai ún. genomprogramok is segítik.



## EMELT SZINT

A feltevésekből úgy lesz tudományos elmélet, ha azokat sikerül bizonyítani. A bizonyításhoz kísérleteket kell végezni. A kísérletek egyrészt mesterséges beavatkozást jelentenek természetes folyamatokba, vagy olyan mesterséges körülmények között folyó vizsgálatokat jelentenek, ahol bizonyos feltételeken változtathatnak a vizsgálatban résztvevők. Gyakran használhatunk modelleket, melyek a valóságot a vizsgálatnak megfelelően képezik le, egyszerűek, és érthetővé teszik a folyamatokat. A jó modell továbbgondolkodásra is alkalmas, ezáltal alapja lehet új felfedezéseknek (pl. Donders-féle tudómodell).

A biológiában a tudományos megismerés gyakran használt eszköze a mikroszkóp, azok közül is elsősorban a fénymikroszkóp.

A fénymikroszkóp használatához bizonyos előkészítési technikák megismerése is szükséges. Ezek az alábbiak:



## TÖBBLETTARTALOM

### Lefedéses technika

A lombosmohából óvatosan, csipesz segítségével leveszünk egy levélkét, és a tárgylemez közepére fektetjük. Vizet cseppentünk rá a szemcseppentőből, majd a fedőlemezt egyik oldalról lassan ráengedjük (jó, ha két bonctűvel dolgozunk, az egyikkel stabilizáljuk, a másik segítségével lassan engedjük a levélkére)! Ha jól csináljuk, nem szorulnak a fedőlemez alá levegőbuborékok. Az alkalmazott **nagyítás értékét** az okulár (szemlencse) és az objektív (tárgylencse) nagyítóértékének szorzataként kapjuk meg.



Mikroszkópos vizsgálat lefedés technikával

A látott kép általában tartalmazhat levegő- vagy vízbuborékokat a lefedéses technika alkalmazásával.

**Magyarázat, várt tapasztalat:** az egy sejtsoros levélkén jól kivehetők a sejtalkok és a sejtek kapcsolódásai.

### Kenet készítése

A kenetet a száj nyálkahártyájáról vett mintából készíthetjük. A szájüreget belülről többrétegű el nem szarusodó laphám borítja, melynek felső sejtrétege folyamatosan leválik.

Tiszta kézzel simítsuk végig a szájüregünk nyálkahártyáját, majd ezt az ujjunkat húzzuk végig egy száraz tárgylemezen! Lefedés nélkül vizsgáljuk meg a mikroszkóppal!

**Magyarázat, várt tapasztalat:** Halvány, inkább kerekded formájú, kissé felpöndörödő szélű sejteket látunk, melyek a nyálkahártyáról váltak le. Jó nagyítási tartomány: 100-200×.



### *Kaparék készítése*

A keskenylevelű ezüstfa (*Elaeagnus angustifolia*) leveleinek ezüstös fényét a bőrszövetet borító szőrök adják. Szikével, óvatosan készíthetünk kaparékot a levél fonákáról. Hogy jobban láthatóak legyenek a növényi szőrök, cseppentsünk a kaparéokra vizes glicerinoldatot, és bonctűvel válasszuk szét a szőröcskéket! A mikroszkópban látottakról készíthetünk rajzot is.

**Magyarázat, várt tapasztalat:** A növényi szőrök az egyes bőrszöveti sejtek nyúlványai (ezek egysejtűek), vagy azok osztódásával keletkezett többsejtűek. Az ezüstfa levelének fonákán többsejtű fedő- és csillagszőrök találhatók. A szőrök feladata a védelem, elsősorban a párologtatás ellen, esetleg a hideg ellen. A csillagszőrök sejtjei csak a tövüknél nőttek össze, míg a fedőszőrök sejtjei hosszabban.



TÖBBLETTARTALOM

### *Levonat készítése*

A **levonatkészítéssel** egy tartós, jól tárolható vizsgálati tárgyat kapunk, amit később is bármikor vizsgálhatunk a mikroszkópban.

Kétszikű levél fonáki oldalának felületére egy kis helyen körömlakkot kenünk (ha sikerül, egy húzással és nem túl vastagon). Száradás után húzzuk le a lakkréteget, tegyük tárgylemezre, és lefedés nélkül vizsgáljuk meg a mikroszkóppal! Kevesebb fény alkalmazásával szebb képet fogunk látni.

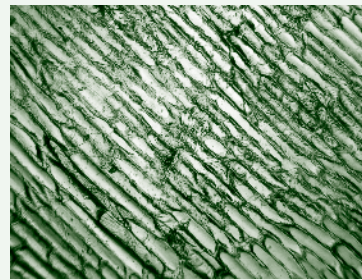
**Magyarázat, várt tapasztalat:** A levonaton szépen kirajzolódnak a gázcsere-nylások (sztómák) és jól láthatók a bőrszöveti sejtek kapcsolódásai is.

### *Nyúzat készítése*

A növényi bőrszöveti sejtek egymással szorosabban kapcsolódnak, mint az alattuk lévő szövetekkel, ezért készíthető bőrszöveti nyúzat.

Egy negyed lilahagymát szétszedünk leveleire, majd a homorú oldaláról egy hegyes csipesz segítségével lehúzzuk a bőrszövetet (nagyon vékony, hártyaszerű). Egy kis darabot tárgylemezre fektetünk és megvizsgáljuk a mikroszkóppal. Ezután a levél domború oldalán szikével ejtünk egy kis bemetszést, és a bemetszéstől indulva innen is lehúzzunk egy bőrszöveti darabot, majd ugyanúgy megvizsgáljuk, mint az előzőt.

**Magyarázat, várt tapasztalat:** A mikroszkópos képen jól vizsgálhatók: a bőrszöveti sejtek alakja, kapcsolódásuk (mely nagyon szoros).



*Nyúzat mikroszkópos képe*



## ⊙ AZ ÉLET JELLEMZŐI

### Az élettani állapot leírására használható alapvető eszközök:

**EKG:** elektrokardiográfia: A szívben zajló elektromos jelenségek vizsgálatára alkalmas diagnosztikai eljárás (szívritmusról, akciós potenciál terjedéséről ad tájékoztatást).

**EEG:** elektroencefalográfia: elektrofiziológiai eljárás, amely során a neuronok elektromos aktivitását regisztrálják.

**CT:** komputertomográfia: a radiológiához tartozik, segítségével szinte szeletekben vizsgálhatók az élőlények teste a felvételeken.

**UH:** ultrahanggal történő diagnosztika: a nagy frekvenciájú hanghullámoknak a testből való visszaverődéséből képzett képek elemzésén alapuló eljárás.

**Röntgen vizsgálat:** nagy energiájú elektromágneses sugárzással történő diagnosztikai vizsgálat. (Több betegségben *pl. rosszindulatú daganatos betegségek*, terápiában is használják.)

**Elektronmikroszkópia:** részecskeletpogató (felgyorsított elektronok nyalábjával) módszer a vizsgált metszet leképezésére. A nanométeres világot tárja fel.

## Az élő rendszerek



EMELT SZINT

Akkor nevezünk egy rendszert élőnek, ha önszerveződő belső folyamatai az öröklött információk által megszabott rendben mennek, és rendelkezik az evolúció képességével.

Az élő rendszerekre vonatkoznak az ún. életkritériumok (Gánti nyomán).

Az abszolút életkritériumok	Potenciális életkritériumok
az élőlény folytasson anyagcserét	az élőlény növekedjen
legyen elhatárolt anyagi rendszer	szaporodásra általában alkalmas legyen
legyen stabil (dinamikus egyensúlyi rendszer, homeosztázis)	rendelkezzen az öröklődő változékonyság képességével (azaz bírjon bizonyos mutációkat)
rendelkezzen információhordozó alrendszerrel	nem lehet halhatatlan



Ezek mellett az élőlényeket még egyéb tulajdonságok is jellemezhetik, mint pl. valamilyen mozgási képesség (sejtszintű, hely- vagy helyzetváltoztató), az ingerlékenység, azaz különböző külső és belső hatások érzékelésének képessége, melynek segítségével folyamatos alkalmazkodás valósul meg. Hogy egy élőlény milyen ritmusokat követ, azt sejteinek biológiai órája, egyéb szabályozó rendszerei (hormonok, transzmitterek, szignálmolekulák stb.) és a ráható külső tényezők együttesen határozzák meg. Az öröklődő változékonyság képességében rejlik a biológiai evolúció, melyet a sikeres mutációknak köszönhet az élővilág.

### Szerveződési szintek

A biológiai vizsgálatok középpontjában az EGYED áll (biológiai individuum), amely a szerveződés alapegysége is.

- Bioszféra
- Életközösség
- Populáció

↑ Az egyed feletti szerveződés szintjei

#### ■ EGYED

↓ Az egyed alatti szerveződés szintjei

- Szervrendszerek
- Szervek
- Szövetek
- Sejt

↓ A sejt alatti szerveződés szintjei

- Sejtalkotók
- Molekulák
- Biogén elemek

Az egyed feletti szintekkel általában az **ökológia** tudománya foglalkozik.

**Bioszféra:** a Föld szféráinak (atmoszféra, litoszféra, hidroszféra) olyan összessége, melyben élet van, vagy valaha volt, a legmagasabb ökológiai rendszer. A Gaia elmélet szerint önszabályozó, magától állandóan egyensúlyba kerülni tudó rendszer. (**Biom:** a társulások zonáisan elhelyezkedő, egész kontinensekre kiterjedő sora.)

**Életközösség** (társulás, biocönózis): olyan (növényi, állati, gomba, egysejtű) populációk közössége, melyek azért fordulnak elő egy helyen, mert alkalmazkodtak



az adott élőhely környezeti tényezőihez. (Az emberi beavatkozás mértéke szerint megkülönböztetünk: természetes, félkultúr és kultúr társulásokat.)

**Populáció:** egy fajba tartozó egyedek olyan közössége, melyek térben és időben egyszerre fordulnak elő, ezért tagjaik között a szaporodás lehetősége ténylegesen fennáll.

(**Genetikai populáció:** egy fajba tartozó egyedek **szaporodási közössége**. Ebben az esetben pl. az sem fontos, hogy az egyed jelen legyen, fagyasztott ivarsejtjeit is használhatja a kutató.)

A szervrendszerek és szervek szintjével az **anatómia** (bonctan) és a **fiziológia** (élettan) tudományterületek foglalkoznak.

**Szervrendszer:** általában egy fő feladat ellátására összerendeződött szervek együttese (pl. kiválasztó szervrendszer [humán]: vesék + húgyvezetékek + húgyhólyag + húgycső).

**Szerv:** döntően egy fő feladat ellátására, különböző szövetekből összerendezett bonctani egység (pl. egy vese).

A szövetek vizsgálatával és leírásával a szövettan vagy **hisztológia** tudományterülete foglalkozik.

**Szövet:** közös eredetű, hasonló alakú és azonos működésű sejtek fejlődéstörténetileg kialakult rendszere, ahol a működésmegosztás általában végleges. (De a növényi szöveti sejtek potenciálisan visszaalakulhatnak őssejttekké, lásd: kallusztenyésztés!)

A sejtek vizsgálata a sejttan, azaz a **citológia** feladata. A sejt az egyed alatti szerveződések közül az egyedüli, amely önállóan lehet egyed is (pl. egysejtű élőlények, papucsállatka).

**Sejt:** a biológiai szerveződés legkisebb önálló alaki, működési és szerveződési egysége, amely rendelkezik az életkritériumokkal.

**Sejtalkotók:** makromolekulákból létrejött, saját szerepekkel rendelkező egységek, sok esetben a sejten belül létrejött elhatárolt reakcióterek. (De nem határolódik el biológiai membránnal pl. az osztóközpont vagy a riboszóma sem.)

A molekulák és a biogén elemek feltárása, azonosítása és jellemzőik megadása már a **biokémia** tárgykörébe tartozik, amely határtudományból fejlődött a biológia – napjainkra a legalapvetőbb – tudományterületévé.

**Molekuláris szint:** a sejteket felépítő, azok anyagcseréjében résztvevő bioszervetlen és szerves molekulák, valamint makromolekulák összességét jelenti.

**Biogén (életképző) elemek:** a sejteket felépítő és anyagcsere-folyamataikban résztvevő elemek összessége.

**Összegezve:** attól függően, hogy milyen egyedet vizsgálunk, lebonthatjuk olyan egyed alatti szerveződési szintekre, melyekből nem feltétlenül találjuk meg az



összeset. Az erdei pajzsikában például hiába keresnénk szervrendszereket, de szerveket (gyökér, szár, levél) már találunk. Ezek összehangolt működésének eredményeként létezik az egyed. Az egyed feletti szintekbe minden élő egyed besorolható.

## ◉ FIZIKAI, KÉMIAI ALAPISMERETEK

Az életkritériumként is tárgyalt anyagcsere nem valósulhat meg a transzportfolyamatok nélkül. Az anyagtranszportokat két nagy csoportba soroljuk. Ha elegendő lejátszódásukhoz a hőenergia, akkor **passzív transzportoknak**, ha az élő rendszernek saját energiájából is hozzá kell adnia, akkor **aktív transzportoknak** nevezzük.

A **diffúzió** koncentrációkülönbségek hatására kialakuló, spontán módon végbemennő anyagtranszport. Az anyagi részecskék mozgása a koncentráció kiegyenlítésére irányul. A folyamat energiaszükségletét a részecskék hőmozgása fedezi (Brown-féle hőmozgás).

A részecskék mozgásának sebessége függ a hőmérséklettől, a diffundáló részecskék méretétől és a közeg sűrűségétől. Ha a részecske polaritása megengedi, és a mérete sem túl nagy, akkor a koncentrációgradiensnek megfelelően áramlik az adott részecske a sejtmembránon keresztül.

Számos folyamat alapja a diffúzió. Ilyenek például:

- A talajoldat ionjai a sejtfaon keresztül diffúzióval jutnak a sejthártyához, hogy az aktív transzport révén bekerüljenek a sejtbe. A háncsrészben is ez a folyamat meghatározó a szerves molekulák más növényi részekbe juttatásában.
- A diffúzió folyamata biztosítja az oxigén áramlását sejtről sejtre, és a szén-dioxid-molekula leadását, a tüdőt bélelő egyrétegű laphámon keresztül.



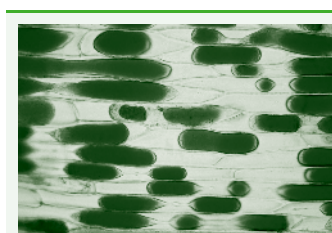
EMELT SZINT

- A kromatográfia során a statikus fázisban a mozgó fázis oldott részecskéi különböző sebességgel diffundálnak. A sebességüket a molekulák tömege, mérete és térszerkezete határozza meg.
- A sejtek ingerületi folyamatai során bekövetkező potenciálváltozás az ioncsatornák megnyílásának eredménye. A folyamatban először a  $\text{Na}^+$ -csatornák nyílnak meg, ekkor a  $\text{Na}^+$ -ionok a koncentrációgradiensnek megfelelően az intracelluláris térbe áramlanak, majd a  $\text{K}^+$ -csatornák nyílnak ki, melyet az utóbbi ionok extracelluláris térbe áramlása követ. A rövid idő alatt lezajló folyamat után a membránban elhelyezkedő ún.  $\text{K}^+$ - $\text{Na}^+$ -pumpa ATP energiáját felhasználva, aktív transzporttal állítja helyre az eredeti ioneloszlást.
- Diffúzió az alapja a kiválasztásnak és több más életfolyamatnak is.



Az **ozmózis** olyan „nehezített” diffúzió, amelyben a koncentrációkiegyenlítődésk egy szemipermeábilis hártán keresztül valósul meg. Az oldott részecskék polaritásuk vagy méretük miatt nem képesek a koncentrációgradiensnek megfelelően áramlani, ezért a kiegyenlítődésk az oldószer (víz) áramlásával valósul meg. Azt a nyomáskülönbséget, amely az oldószer beáramlását kompenzálja, ozmózisnyomásnak nevezük. Híg oldatok esetén az ozmózisnyomás adott hőmérsékleten arányos az oldat koncentrációjával. A közeg **izotóniás**, amennyiben a sejt ozmotikus koncentrációjával megegyező, **hipertóniás**, ha nagyobb a koncentrációja, és ha a közeg kisebb ozmotikus koncentrációjú, akkor **hipotóniás** környezetéről beszélünk.

A növényi sejtfa merev, ezért ha a sejtekbe az ozmózis folyamatában több víz kerül, a térfogata növekszik, és a növekvő sejtterfogata a sejtfaa nyomást gyakorol. Ezt a nyomást nevezük **turgornyomásnak**. Ez a feszesség ad tartást pl. a mocsári növényeknek, amelyek kevés szilárdító szövettel rendelkeznek. Viszont ha a növényi sejteket hipertóniás oldatba helyezük, a víz kiáramlik a sejtekből, és a sejtfaa (a sejtfaa-tyával együtt) elválnak a sejtfaaól. Ez a jelenség a **plazmolízis**.



*Konvex plazmolízis*

A gyökérszőrök és a talajoldat eltérő koncentrációja eredményezi a gyökér vízfelvételet. A növény csak akkor képes a vízfelvétele, ha ozmózisnyomása nagyobb a turgornyomásnál.



EMELT SZINT

Az állatok és az ember folyadéktereinek és sejtjeinek ozmotikus viszonyai a homeosztázis fontos tényezője. Az emberi szervezet vérében pl.  $0,166 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$  koncentrációjú sóoldatnak megfelelő az ozmotikus koncentráció. Ezért nevezik az ilyen összetételű oldatot fiziológias (élettani) sóoldatnak. Ha a vörösvértesek hipotóniás közegbe kerülnek, a víz beáramlása miatt megduzzadnak, majd szétpukkadnak. A jelenséget hemolízisnek nevezi a szakirodalom. A vese kanyarulat csatornáiban mind az obligát (proximális tubulusban), mind a fakultatív vízvisszaszívás (disztális tubulusban) ozmózison, a víz passzív transzportján alapul. A szulfátsók növelik a béltartalom ozmózisnyomását, így lazább szerkezetű széklet képződik. Az ozmózisnak nagy szerepe van a vértérfogata megtartásában (ozmotikusan aktív molekulák, melyek hidrátburkot „vesznek” magukra), a nyirok képződésében és még számos esetben.

A felületen való megkötődést (rendszerint másodlagos kémiai kötésekkel) adszorpciónak nevezük. (Kísérletileg is kimutatható, ha pl. orvosi szénen kármínoldatot szűrünk. A festék részecskéi megkötődnek a szén nagy fajlagos felületén, ezért a szűrlet már nem piros színű, mint az eredeti festékoldat.) Így kötik meg a talajkolloidok



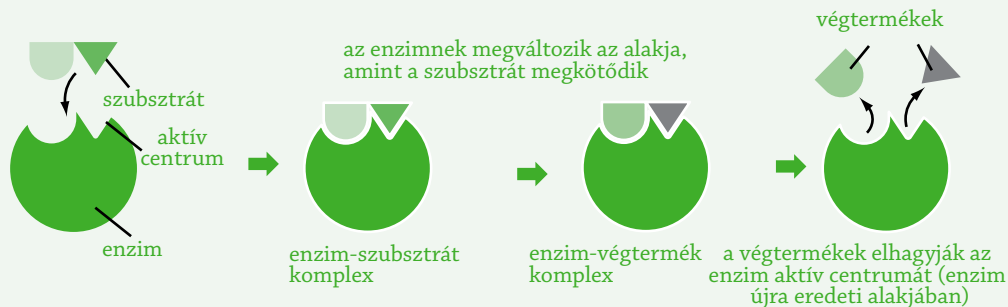


a vizet a felületükön (kötött víz – jó vízmegtartó talajok), de adszorpció az alapja az enzimek kontakt katalizátorként való működésének is.

A biokémiai reakciók lejátszódásához – ugyanúgy, mint a kémiai reakciókéhoz – aktiválási energia szükséges. Ez az energia a reakciók beindulásához (az eredeti kötések lazítása miatt) nélkülözhetetlen. A szervetlen kémiai reakciókban általában hőenergia fedezi az aktiválási energiát. Az élő sejtek nem viselnek el magas hőmérsékleti értékeket, hiszen fehérjéik zöme hőérzékeny, denaturálna. A sejtekben lévő enzimek biokatalizátorok, melyek alacsony hőmérsékleten is lehetővé teszik a kívánt reakciók lejátszódását. Ezek a katalizátorok általában fehérjék. Az enzimek legfontosabb tulajdonságai:

- általában globuláris fehérjék,
- jellegzetes térszerkezetük van,
- reakcióspecifikusak vagy fajlagosak,
- az aktív centrum a katalízis tényleges helyszíne.

Az aktív centrumba kötődik be a szubsztrát(ok), mely(ek) a katalizált reakció kiindulási anyaga(i). A kötések átrendeződésével alakul ki a termék, mely térszerkezete miatt már nem tud kötődni az enzimhez, és leválik róla. A specifikus megfelelést enzim és szubsztátja(i) között a kulcs–zár-elmélettel magyarázzuk. A katalizált reakció lejátszódása után az enzimet maradéktalanul visszkapjuk, tehát a folyamat az enzim szempontjából körfolyamat.



*Az enzimek katalizáló hatása*

Mivel az enzimek általában fehérjék, rendkívül érzékenyek, csak optimális körülmények között működnek megfelelően (pl. optimális hőmérséklet, megfelelő pH, ionok megfelelő koncentrációja stb.). Enzimek által katalizált reakciók pl. kondenzációs reakciók (glikogénszintézis), hidrolízis (fehérjebontás), a biológiai oxidáció egyes lépései, aktív transzportok ( $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$ -pumpa), DNS duplikációja stb.

Enzimhibán alapuló öröklődő megbetegedés pl. a laktózérzékenység (laktózmentes diéta vagy laktáztabletta szükséges). A beteg nem tudja lebontani a tejcukrot, aminek



következtében a tejtől kellemetlen tünetek alakulnak ki a szervezetében (puffadás, hasmenés stb.). A galaktozémia (galaktózt képtelen bontani, laktózmentes diéta szükséges) vagy a fenilketonuria (fenil-alanin bontási képtelenség) is említhető.



## EMELT SZINT

Az enzimek optimális körülmények között működnek a legmegfelelőbbben. Ez kísérletileg is kimutatható pl. az alábbi vizsgálattal: kémcsövekbe keményítőoldatot készítünk, majd mindegyikhez nyál-amiláz oldatot csepegtetünk. A körülményeket, mint pl. a pH-t és a hőmérsékletet vesszük kísérleti változóknak. Megfigyelhetjük, hogy abban a kémcsőben lesz a legintenzívebb a keményítő bontása, amelyet közel 37 °C-on és semleges pH-n tartottunk. A keményítő lebontását a negatív Lugol-próba jelzi.



## EGYED ALATTI SZERVEZŐDÉSI SZINT

### ◎ SZERVETLEN ÉS SZERVES ALKOTÓELEMEK

#### Elemek, ionok

Az élő rendszereket alkotó anyagokat biogén elemek építik fel. Ezeket előfordulási arányaik és szerepeik alapján csoportosítjuk. Az **elsődleges biogén** elemek nagy mennyiségben fordulnak elő az élőlényekben.

A **szén** minden szerves vegyület alkotórésze.

Az **oxigén** a szerves vegyületek többségében és a vízben található nagy mennyiségben. Az aerob anyagcserejű élőlények egyik életfeltétele.

A **hidrogént** a szerves vegyületekben és a vízben találjuk meg nagy mennyiségben. A sejtszintű anyagcsere-folyamatokban redukálószer, és a savbázis reakciók központi szereplője.

A **nitrogén** aminosoport formájában az aminosavak alkotórésze. A heterociklusos vegyületekben heteroatom, ezért megtalálható minden nukleotid típusú vegyületben és a nukleinsavakban.

A **szén** négy erős kovalens kötést képes kialakítani. A kötés erőssége a kis atomi mérettel és a viszonylag nagy elektronegativitással magyarázható. A kötések tetraédres elrendeződésűek. A szénatomok kettős és hármas kötések is képesek egymással kialakítani, ezért a szénvegyületek változatos szerkezetűek, amelyek a különböző izomériákkal jellemezhetők. A szénvegyületek sokfélesége képezi a biológiai sokféleség molekuláris alapját. A szénvegyületek égése során keletkező szén-dioxidot meszes vízzel mutatjuk ki. A szén-dioxid a meszes vízben lévő kalcium-hidroxiddal fehér színű csapadékot képez (kalcium-karbonát), amely az oldat zavarosodását okozza.

A **másodlagos biogén elemek** annak ellenére, hogy az 1%-ot sem éri el az előfordulásuk, nélkülözhetetlenek. A **kén** a fehérjealkotó eszenciális aminosavak közül a metionin és a cisztein alkotórésze. A **foszfor** mint foszfátion ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) állandó alkotója a nukleinsavaknak, nukleotidoknak, melyek részt vesznek az energia szállításában, nélkülözhetetlenek a biológiai membránokhoz. A **nátriumion** és a **káliumion** az ozmózis jelenségek és az ingerületi folyamatok főszereplői. A **vas** (+2 és +3 töltésű ionjai) oxidoreduktázok (redoxi-reakciókat katalizáló enzimek) összetevője, pl. citokrómok alkotórésze. A hemoglobin és a mioglobin is nagy mennyiségben tartalmazza.

A **kalciumion** ( $\text{Ca}^{2+}$ ) csontokban található meg nagy mennyiségben. A vérárvadási folyamatok egyik tényezője, valamint az izomműködés és a bioelektromos jelenségek nélkülözhetetlen eleme. A **magnéziumion** ( $\text{Mg}^{2+}$ ) az enzimműködésekben fontos, és a klorofill központi ionja.



EMELT SZINT

A **szilícium** (mikroelem) a szénhez hasonlóan négy vegyértékű, de a nagyobb atomi mérete miatt már nem képes olyan stabil molekulák kialakítására, mint a szén, ezért is nem lett az élet alapeleme. Néhány élőlényben viszont nagy mennyiségben halmozódhat föl. A növények sejtfalának növeli a szilárdságát, pl. kovamoszatokban, zsurlókban. Egyes szivacsok szilárdításában is covatúk vesznek részt.

A **fluor** (mikroelem, fluoridionként) az emlősállatok fogzománcának alkotórésze.

A **jód** (mikroelem) nagy mennyiségben fordul elő a barnamoszatokban. Az ember szervezetében az anyagcserében fontos tiroxin alkotórésze. A tirozin nevű aminosavból szintetizálja a pajzsmirigy. A szervezetbe élelemmel, illetve jódzott sóként kerülhet be.

Az egyéb **mikroelemek** (nyomelemek), pl. a **cink**, a **kobalt**, a **szelén**, a **réz**, a **man-gán** nagyon kis mennyiségben szükségesek. Hiányos bevitelük súlyos tüneteket, betegségeket okozhat.

A nyomelemek többsége az átmeneti fémek csoportjából kerül ki, melyek nagyobb mennyiségben fehérjék irreverzibilis koagulációját okozzák. Ezzel magyarázható, hogy túlzott bevitelük súlyos állapotokat idézhet elő.

Az élőlényekben előforduló ionok többsége egyszerű ion, de vannak közöttük összetettek is, mint pl. a  $\text{HCO}_3^-$  vagy a  $\text{CO}_3^{2-}$  ionok. Mindkettő előfordul a vérben, mint a szén-dioxid-szállítás formája, vagy a természetes vizekben. A nitrátion ( $\text{NO}_3^-$ ) a növények elsődleges nitrogénforrása, melyet a nitrifikáló baktériumok állítanak elő. A növényekbe a talajoldatból kerül aktív transzporttal.



EMELT SZINT

A nitrition  $\text{NO}_2^-$  is a talajoldat része, de ez kevésbé jól hasznosul, mivel ebből kevesebbet tudnak felvenni a növények. Az állatok közvetlenül nem tudják hasznosítani sem a nitrát-, sem a nitritiont. Sőt a nitrátionok okozzák a „kék csecsemőhalál” nevű súlyos mérgezést. Az összetett ionok sorában a foszfátion minden élőlény számára ugyanúgy hasznosítható.

### Szervetlen molekulák

A **víz** ( $\text{H}_2\text{O}$ ) jelentősége az élővilágban:

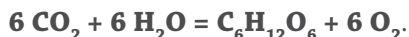
- Az élet az ósóceánokban keletkezett.
- Jelentős százalékban állandó alkotója a sejteknek, szervezeteknek.
- Kitűnő poláris oldószer, ezért jól oldja a poláris molekulákat és a sókat, de bizonyos szerves molekulákat és polarizálható molekulákat is (oldattípusok: valódi, kolloid és durva diszperz).



- Szállítóközeg.
- Párásítja a levegőt, csapadékképződésben vesz részt.
- Rugalmassá teszi a szöveteket (pl. ízületekben).
- Nagy a fajhője – hőkiegyenlítő hatása fontos éghajlati tényező.
- Nagy a párolgáshője, ezért van szerepe az izzadással való lehűtésben.
- Reakciók közege.
- Reakciópartner: pl. hidrolízis során.
- Reakciótermék: pl. kondenzációs reakciókban.
- Gázhalmazállapotban üvegházhatású.
- Szilárd halmazállapotban fontos édesvízkészlet (gleccserek).
- Jó hőszigetelő szilárd halmazállapotban.
- A leírt fajok kb. 75%-a vízben él, ezért a legnagyobb élettér.
- Alkalmas a légkör változásainak kutatására is (jégminták elemzése).

A **szén-dioxid** (CO<sub>2</sub>) jelentősége:

- A légkör állandó alkotója.
- Üvegházhatású gáz. Mennyisége miatt a legfontosabb (szén-dioxid nélkül Földünkön olyan hideg lenne, hogy ki sem alakulhatott volna rajta az élet).
- A fotoszintézis nyersanyaga: az autotróf élőlények többsége CO<sub>2</sub>-ból és vízből készít szerves anyagot, külső energia (pl. fény) segítségével, az alábbi egyenlet szerint:



- A biológiai oxidációban – aerob körülmények között – a szerves vegyületek szén-dioxiddá és vízzé égnek el (körforgás).
- Mivel nem táplálja az égést, az aerob élőlényekre veszélyes hatású (ezért is kell eltávolítani a szervezetünkéből).
- Biológiai tartósításra alkalmas gáz.
- Az alkoholos erjedés mellékterméke.
- Kimutatása: meszes vízbe vezetve a CO<sub>2</sub>-t, az oldat zavaros lesz a kiváló kalcium-karbonáttól:  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3(\text{sz}) + \text{H}_2\text{O}$

Az **ammónia** molekula jelentősége (NH<sub>3</sub>):

- Az élő rendszerek mindegyike tartalmaz nitrogént a fehérjeiben, nukleinsavaiban, lecitinben, koenzimekben stb.



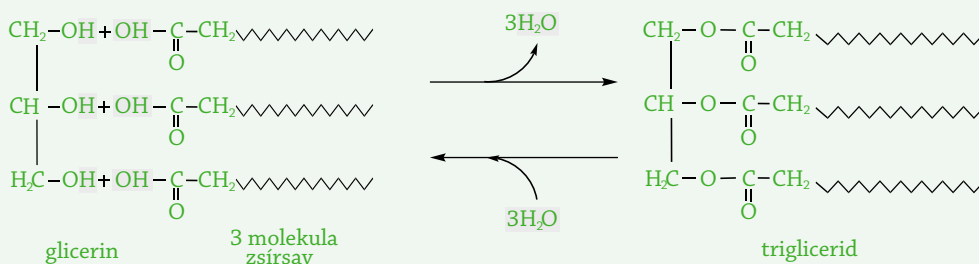
- Az élőlények pusztulása után a korhasztó és rothasztó mikroorganizmusok a nitrogéntartalmú molekulákból felszabadítják az ammóniát, melynek egy része a talajoldatba kerül.
- Ammóniumionként kis mennyiségben felvehető a növények számára, de nagyobb mennyiségben nitríté és nitráttá alakul.
- Az ammónium-nitrát a pétisó nevű műtrágya fontos összetevője.
- A növényekben a N-vegyületek visszaalakulnak ammóniává, és így lesznek újra szerves molekulák részeivé.
- Az állatokba a N-tartalmú szerves vegyületek a növényekből kerülnek, és a lebontási folyamatok során – többek között – ammóniává alakulnak (az emberi vizelet is ezért tartalmazza).

## Lipidek

Lipideknek nevezzük az élő szervezet apoláris oldhatósági tulajdonságú vegyületeit. A lipid csoportba tartoznak a neutrális zsírok, a foszfatidok, a viaszok, a szteroidok és a karotinoidok. Oldhatók például: benzinben, benzolban, éterben, olajban stb.

A **neutrális zsírok** a glicerinnel zsírsavakkal alkotott észterei. Leggyakoribb zsírsavak a palmitinsav ( $C_{16}$ ), a sztearinsav ( $C_{18}$ ), olajsav ( $C_{18}$ ). Halmazállapotuk szobahőmérsékleten attól függ, hogy milyen arányban tartalmaznak telítetlen zsírsavakat, pl. olajsavat. A neutrális zsírok szerepe: tartalék tápanyagok, hőszigetelők, fokozzák a test mechanikai védelmét, jó oldószerei a zsírban oldódó vitaminoknak (A, D, E, F, K), melyek ezért raktározódhatnak.

A neutrális zsírok az emberi testben legnagyobb mennyiségben a bőraljában találhatóak meg, ez a hőszigetelés és a mechanikai védelem miatt is fontos.



A neutrális zsírok keletkezése

A **foszfatidok** esetében a glicerint 2 zsírsav (egy palmitin- és egy olajsav) és egy foszforsav észteresíti. Ennek következtében a vegyület kettős oldhatósági tulajdonságú, amfipatikus. A foszfatidok a biológiai membránok legfontosabb felépítői.



Kettős rétegben helyezkednek el. A poláros „feji” részek kívül, a sejtet körülvevő poláros tér, illetve legbelül a sejtplazma felé állnak. Az elhatárolást gyakorlatilag az egymással szembe fordult zsírsavláncok végzik, melyek között gyenge másodrendű kölcsönhatás (diszperziós vagy Van der Waals) van. A membrán félfolyékony, a stabilizálását más vegyületek, pl. a koleszterin végzi. A foszfatidok folyadékban, pl. vízben, kolloid méretű micellákat képeznek, vagy kettős rétegű, úgynevezett liposzómákat alakíthatnak ki.

A **viaszok** a legnagyobb szénatomszámú természetes észterek. Képezhetnek bevonatot leveleken és terméseken, de lehetnek „rovarbölcsők” is.

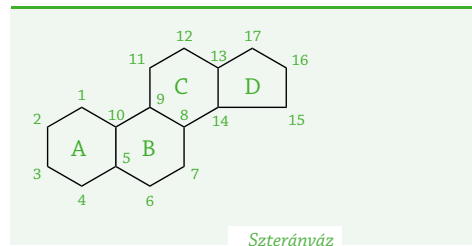
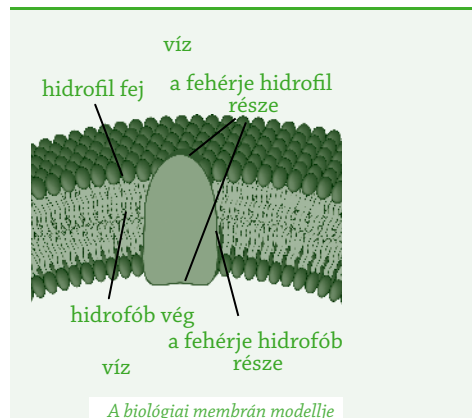
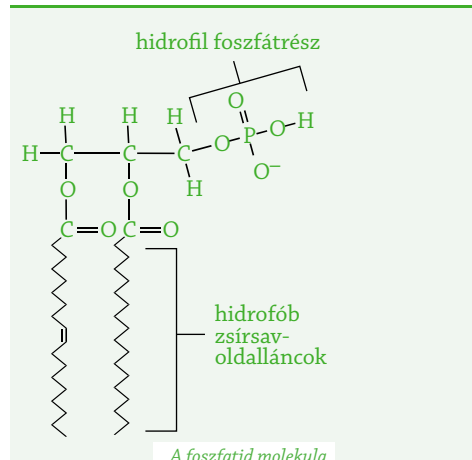
A **szteroidok** szteránvázis molekulák, általában hormonok, nagy szerepük van pl. a szabályozásban. A szteroidok közös sajátossága a szteránváz, amely három hatagú és egy öttagú gyűrű összeépülése. Különböznek a vázhoz kapcsolódó funkciós csoportokban és oldallán-cokban.

Fontosabb képviselőik és szerepük:

**Koleszterin:** a biológiai membránok alkotója, számos szteroid szintézisének kiinduló vegyülete (1,7-dehid-ro-koleszterin) a szervezetben.

**D-vitamin:** a normális csontosodási folyamatokhoz nélkülözhetetlen, katalizálja a  $Ca^{2+}$  felszívódást.

**Epesav:** a termelő szervből, a májból a patkóbélbe ürül, ahol a zsírokat emulgeálja, és aktiválja a hasnyálmirigy lipáz enzimét.



EMELT SZINT

Szteránvázis mellékvesekéreg-**hormonok:** aldoszteron –  $Na^+$ -visszaszívás; kortizol – glükózanyagcsere, glükoneogenezis, gyulladáscsökkentés; androgén szteroidok – férfi másodlagos nemi jellegek kialakítása, libidó, agresszió kiváltása.

Az ivarmirigyek által termelt nemi hormonok: tesztoszteron a férfi nemi hormon – a herék Leydig-féle sejtjeiben termelődik; ösztrogén és progeszteron a női nemi hormonok – nemi működés fenntartása, libidó és a másodlagos nemi jellegek kialakítása, a petefészek hormonjai.



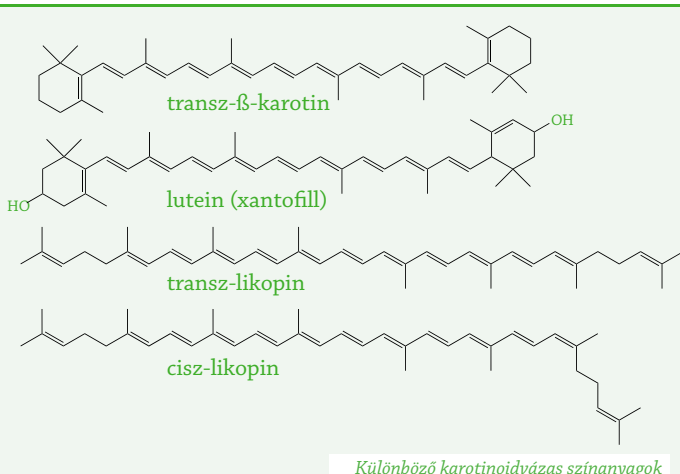
Anabolikus szteroidok a felépítő anyagcserét serkentő hormonok, mint pl. az izomhormonnak is nevezett tesztoszteron. Ezek szedése káros mellékhatásokkal jár, mint pl. a szívbetegségek fokozódó kockázata, magas vérnyomás, kopaszodás, mellékvese- és heresorvadás, impotencia, a mozgásszervek fokozódó sérülékenysége stb.



EMELT SZINT

A **karotinoidok** molekuláiban sok konjugált kettőskötés található, melyek  $\pi$ -elektronjai delokalizálódnak, ezért a látható fény fotonjai is képesek gerjeszteni.

A fényelnyelés miatt ezek a molekulák színesek. A karotinoidok közül a fotoszintézisben játszik szerepet a karotin és oxidált származéka, a xantofill. Színt adó növényi karotinoidok: a karotin – pl. a sárgarépa-ban, likopin – pl. a paradicsomban.



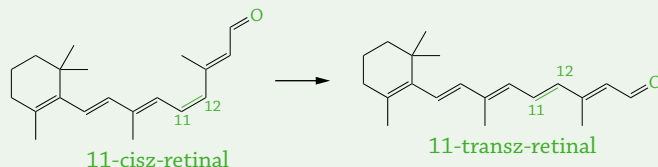
Különböző karotinoidvázas színyanyagok



EMELT SZINT

Az állati és az emberi szervezet számára fontos karotinoid az A-vitamin, mely a látóbíbor előanyaga. Karotinoid még pl. a K-vitamin (a véralvadáshoz nélkülözhetetlen) és az E-vitamin is, amely antioxidáns, a nemi működésekhez is nélkülözhetetlen.

A látás folyamatában az A-vitaminból származó retinal molekulája a gerjesztő fény hatására izomer átalakulást szenved.



A retinal izomer átalakulása

## Szénhidrátok

A fotoszintézis során elsődlegesen felépülő vegyületek. A sejt egyéb szerves molekulái ezekből a szénhidrát-molekulákból épülnek fel a különböző sejtszintű biokémiai folyamatokban. Összegképletük általában:  $C_n(H_2O)_n$ . Többségük vízoldható, a





bennük nagy mennyiségben előforduló hidroxilcsoport miatt, továbbá ezért is édes ízűek. A lipidekkel összehasonlítva oxidáltabbak, ezért tömegükhöz képest kisebb energiatartalmúak, viszont könnyebben mobilizálhatóak. A nagyszámú hidroxilcsoporton kívül oxocsoportot is találunk bennük. Utóbbi helyzete alapján lehetnek aldehidek, illetve ketonok. A szénhidrátok kémiaiilag polihidroxialdehidek vagy -ketonok.

	Szénhidrátok					
<b>Csoportosítás</b>	egyszerű szénhidrátok, melyek hidrolízissel nem bonthatók tovább		összetett szénhidrátok, melyek teljes hidrolízissel monoszacharidokra bonthatók			
<b>Név</b>	<b>monoszacharidok</b>		<b>diszacharidok</b>		<b>poliszacharidok</b>	
	aldózok	ketózok	redukáló	nem redukáló	keményítő	cellulóz
<b>Felépítésük</b>	C <sub>3-7</sub> , <b>triózok</b> , tetrózok, <b>pentózok</b> , <b>hexózok</b> és heptózok lehetnek a széna-tomszám szerint		két monoszacharid egységből épülnek fel		több száz	több ezer monoszacharidból képződnek
<b>Tulajdonságok</b>	vízben oldódnak, édes ízűek és kristályos, fehér anyagok		vízben oldódnak és általában édes ízűek		makromolekulák, kolloid rendszert alkotnak a vízben	egyáltalán nem oldódnak
<b>Jelentőségük</b>	az intermedier anyagcsere köztes termékei, nukleinsavak felépítői, energiaszolgáltatók (a sejt „üzemanyagai”)		energiatároló molekulák, tápanyagok		tartalék-tápanyagok	vázanyagok lehetnek
<b>Példavegyületek</b>	gliceraldehid-foszfát, ribóz, ribulóz, dezoxiribóz, glükóz, galaktóz, fruktóz		maltóz, cellobióz, laktóz, szacharóz		glikogén, keményítő	cellulóz, kitin

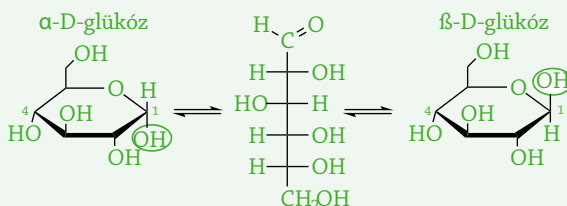


EMELT SZINT

A szénhidrátok változatosságukat többek között a nagyszámú királis szénatomnak köszönhetik. A királis szénatom feltétele, hogy a szénatomhoz négy különböző ligandum (atom vagy atomcsoport) kapcsolódjon. Amennyiben ez teljesül, két tükörképi molekula létezik, amelynek a konfigurációja, azaz térbeli elrendeződése különbözik. Az ilyen tükörképi párokat, amelyek kémiai és fizikai tulajdonságaikban megegyeznek, csak optikai sajátosságokban (a poláris fény síkját elforgatják) térnek el egymástól, enantiomereknek nevezzük.

A pentózok és hexózok első szénatomja a gyűrűvé záródás miatt válik királissá. A **D-glükózból** a királissá vált szénatom miatt két új konfigurációjú molekula jöhet létre. Az egyik izomert  **$\alpha$ -D-glükóznak**, míg a másikat  **$\beta$ -D-glükóznak** nevezzük. A szerkezetbeli különbség a belőlük képződő szénhidrátok tulajdonságát, biológiai jelentőségét alapvetően meghatározza.

A glükóz ( $C_6H_{12}O_6$ ) háromféle szerkezete közül a  $\beta$ -D-glükózé a legstabilabb, mert abban minden OH-csoport ekvatoriális állású, így azok a lehető legtávolabb helyezkednek el egymástól.



A glükóz izomer átalakulása

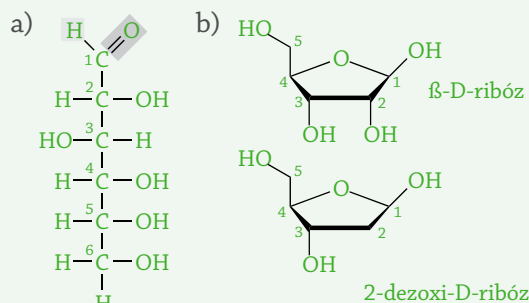


EMELT SZINT

A monoszacharidok és a redukáló diszacharidok adják az ezüsttükörpróbát. Ammóniás ezüst-nitrát-oldatból fémezüst válik ki a kémcső falára. A redukció során az ezüstionok elemi ezüstként redukálódnak. A reakciót a fruktóz is adja annak ellenére, hogy láncközi oxocsoportot tartalmaz (a reakció közben izomerizáció történik).

A Fehling-próba során a réz-II-ionok réz-I-ionokká redukálódnak, miközben vörös színű csapadék keletkezik.

A **triózok** csak a sejtekben előforduló vegyületek. A gliceraldehid-3-foszfát, a dihidroxi-aceton a sejtplazmában a szénhidrát anyagcsere során keletkező átmeneti termékek. A **pentózok** közül a **ribóz** és a **dezoxiribóz** aldopentózok, amelyek nukleotid típusú vegyületekben és a nukleinsavakban fordulnak elő. A **hexózok** közül az aldehidcsoportot tartalmazó **glükóz**, vagyis szőlőcukor a fotoszintézis



a) A glükóz szerkezeti képlete b) Pentózok



terméke, a sejt e vegyület lebontása során nyer energiát a biológiai oxidáció folyamatában. A legnagyobb mennyiségben előforduló szénhidrátok, a poliszacharidok is szőlőcukorból épülnek fel. A glükóz a sejtek közötti térben, pl. a vérplazmában is megtalálható. A gyümölcs-cukor, vagyis **fruktóz**, amely ketohexóz, a legédesebb cukor. Gyümölcsökben, mézben szabadon is előfordul. A répacukorban kötött formában találjuk meg. Túlzott fogyasztása káros az emberi szervezetre! Szerepe több betegség kialakításában is beigazolódott!

A **diszacharidok** vízkilépéssel jöhetnek létre monoszacharidokból, vagy poliszacharidok részleges hidrolízise során képződhetnek. A diszacharidok olyan **összetett szénhidrátok**, amelyek hidrolízissel monoszacharidokra bonthatók. A képződött molekulában két hidroxilcsoport kapcsolódik össze éterkötéssel. Amennyiben marad szabad glikozidos OH-csoport a diszacharidban, abban az esetben a vegyület redukáló tulajdonságú lesz, mivel vizes oldatban a gyűrű felnyílik, és aldehidcsoport jön létre.

<b>Név</b>	malátacukor, krumplicukor	cellobióz	répacukor, nádcukor	tejcukor
<b>Tudományos név</b>	maltóz	cellobióz	szacharóz	laktóz
<b>Alkotórészei</b>	két $\alpha$ -D-glükóz molekula	két $\beta$ -D-glükóz	$\alpha$ -D-glükóz és $\beta$ -D-fruktóz	$\beta$ -D-glükóz és $\beta$ -D-galaktóz
<b>Tulajdonság</b>	redukáló	redukáló	nem redukáló	redukáló
<b>Előfordulás</b>	csírázó magvakban, a keményítő bontásakor keletkezik	szabadon nem fordul elő, a cellulóz hidrolízisének terméke	a fotoszintézis során keletkezett szénhidrátok szállítása során	az emlősök tejében, így az emberi anyatejben

A legtöbbet a szacharózból fogyasztunk, ezt ismerjük kristálycukorként. Túlzott bevitele súlyos betegségek forrása lehet! A laktóz az anyatejben megtalálható szénhidrát, fontos tápláléka a csecsemőknek.



EMELT SZINT

A kettőnél több, de tíznél kevesebb szénhidrát egységből felépülő szénhidrátokat oligoszacharidoknak (oligo = kevés) nevezzük. Ilyen vegyületek a vörösvérsejt membránján a vércsoportantigének.



A **poliszacharidok** több száz vagy akár több ezer cukormolekulából polikondenzáció (vízkilépés) során képződő óriásmolekulák. Nem édes ízűek, és vízben nem oldódnak, vagy esetleg kolloid rendszereket képezve oldódhatnak.

A **cellulóz** a Földön legnagyobb mennyiségben előforduló természetes szerves vegyület. Több ezer  $\beta$ -D-glükózból felépülő makromolekula. A hosszú cellulózmolekulák kötegekbe rendeződnek, melyeket láncok közötti hidrogénkötések kapcsolnak össze. Vízben nem oldódik és kémiailag stabil. A növények sejtfalának alkotórésze. Bontására csak egyes mikroorganizmusok képesek, ezért a növényeket fogyasztó állatok szimbiózisban élnek ezekkel a baktériumokkal.

A **keményítő** több száz  $\alpha$ -D-glükózmolekula kondenzációjakor jön létre. Balmene-tes spirális szerkezetű óriásmolekula. A hidrogénkötések a molekulán belül jönnek létre. A növényekben amilóz és amilopektin formájában fordul elő. Utóbbi az 1-4 kötésekön kívül 1-6 éterkötéseket is tartalmaz, ami elágazóvá teszi a molekulát. Az állati szervezetekben és a gombákban előforduló glikogén az amilopektinhez hasonlóan elágazós, csak még nagyobb mértékben. Az „ágas-bogas” szerkezete miatt hormonális hatásokra gyorsan mobilizálható tartalék tápanyag.

Kétféle keményítőmolekula építi fel a keményítőszemcséket, amelyek zárványként, főként a fénytől elzárt növényi szövetekben, gumókban, gyökerekben, magvakban fordulnak elő.

Jóddal kékeslilás színű komplexet ad (az amilóz-Lugol-próba). A kálium-jodid vízben való oldásakor a jodidionok segítik, hogy az apoláris jód-molekula oldódjon a vízben. A keletkezett  $I_3^-$ -iont tartalmazó oldat sárgásbarna színű. A keményítő hozzáadásakor ezek az ionok a keményítőmolekula spirális szerkezetének belsejébe kerülnek. A megváltozott molekuláris környezetben módosul a jód elektronjainak fényelnyelése, így a színe is, ez magyarázza az oldat lilás-kékes színváltozását.

A **kitin** nitrogéntartalmú poliszacharid, amely a gombák sejtfalának fő komponense, valamint az ízeltlábúak (rágók, rovarok) külső vázának alkotója. A kitin kémiailag nagyon ellenálló.

A heparint a máj állítja elő, és fontos természetes véralvadásgátló. Különleges szerkezetű poliszacharid alkotja a baktériumok sejtfalát is.

## Fehérjék

A fehérjék sokféle szerepet tölthetnek be az élő szervezetben. A biológia centrális dogmája azt sugallja, hogy a fehérjék rendkívül összetett és változatos térszerkezete teszi lehetővé a sok szerepnek való megfelelés képességét.

A fehérjék **jelentősége**:

- struktúrfehérjék, melyek az élőlények szerkezeti fehérjéi (pl. elasztin, szaru);

DNS (gén)

↓  
mRNS

↓  
fehérje

↓  
tulajdonságok

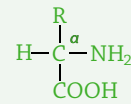
A centrális dogma



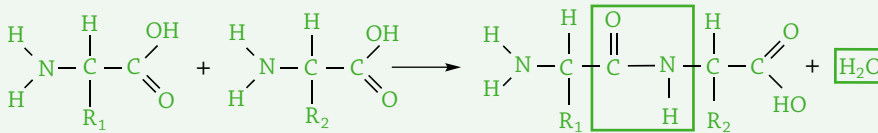
- enzimek, vagyis biokatalizátorok (pl. endonukleáz, maltáz);
- szállító molekulák (pl. albuminok);
- hormonok (pl. inzulin, GH/STH – növekedési hormon);
- immunitásban ellenanyagok (immunglobulinok);
- mozgást biztosítók vagy összhúzóköny fehérjék (pl. aktin, miozin);
- membránfehérjék;
- receptorok, azaz jelfogó molekulák;
- véralvadási tényezők (pl. fibrinogén) stb.

A fehérjék **α-aminosavakból** (AS) épülnek fel, melyekből 20-féle különböző oldal-láncú van. Az α-aminosavak alapszerkezete azonos: aminokarbonsavak, tehát egy szénatomhoz kapcsolódik egy amino- és egy karboxilcsoport is.

Az aminosavak az oldalláncok (R) tulajdonságai alapján lehetnek: savas, bázikus vagy semleges, az utóbbin belül poláros vagy apoláros csoportba sorolhatóak. Kiralitásuk alapján a glicin akirális, a többi királis. A fehérjéket L-aminosavak építik fel. Megkülönböztetünk esszenciális és nem esszenciális aminosavakat is. Az előbbieket szervezetünk nem tudja előállítani, ezért a táplálékainkkal kell felvennünk őket. Az olyan fehérjeforrásokat nevezzük teljes értékűnek, melyek tartalmazzák az összes esszenciális aminosavat. Ezek: Met, Trp, Lys, Ile, Thr, Val, Phe, His, Leu. (Főként az állati eredetű táplálékok teljes értékű aminosav források.)



*Az aminosavak általános képlete*



*A peptidkötés kialakulása*

A fehérjék elsődleges szerkezete az aminosavak kapcsolódási sorrendje, a szekvencia. Az aminosavak peptidkötéssel kapcsolódnak egymáshoz, mely kötés kondenzációval jön létre.

A szekvenciában akár egy aminosav eltérése is súlyos problémákat okozhat, pl. működésképtelenné válhat az enzim vagy a hormon. Ilyen probléma okozza a sarlósejtes vérszegénység kialakulását.