

1. Biogén elemek

A Világegyetem kialakulásáról, melynek korát 10-20 milliárd év közé teszik, a fizikusok alkotnak egyre pontosabb elméleteket (vö.: ősrobbanás). A kezdet hatalmas anyagsűrűségében és magas hőmérsékletén még csupán elemi részecskék léteztek. Később ezen alkotóelemek kapcsolódásának következtében létrejöttek az *atomok*, melyek atommagból (protonok + neutronok) és elektronokból álló rendszerek. Az azonos rendszámú (protonszámú) atomokat *elemeknek* nevezzük. Az elemek megoszlása meglehetősen nagy különbségeket mutat világunkban (1. táblázat). Kiténik a Világegyetem tekintetében a két legkisebb rendszámú elem a hidrogén és hélium gyakorisága. A földkéregben szembeötlő az oxigén és szilícium mennyisége. Várakozásunknak megfelelően az óceánokban a hidrogén és oxigén a két leggyakoribb elem. Az emberi szervezetben az első négy elem a hidrogén, oxigén, szén és a nitrogén.

1. táblázat

Néhány fontos elem előfordulása atomszázalékban kifejezve a Világegyetem, a földkéreg, az óceánok és az emberi test viszonylatában. (Dickerson, 1978)

Elem neve	Vegyjel/ Rendszám	Világegyetem	Földkéreg	Óceán	Emberi test
Hidrogén	H (1)	92,714%	2,882%	66,200%	60,563%
Hélium	He (2)	7,185 %	-	-	-
Szén	C (6)	0,008 %	0,055%	0,014%	10,680%
Nitrogén	N (7)	0,015%	0,007%	-	2,440%
Oxigén	O (8)	0,050%	60,425%	33,100%	25,670%
Nátrium	Na (11)	0,0001%	2,554%	0,290%	0,076%
Magnézium	Mg (12)	0,0021%	1,784%	0,034%	0,011%
Szilícium	Si (14)	0,0023%	20,475%	-	-
Foszfor	P (15)	-	0,079%	-	0,130%
Kén	S (16)	0,0009%	0,033%	0,017%	0,130%
Klór	Cl (17)	-	0,011%	0,340%	0,033%
Kálium	K (19)	-	1,374%	0,008%	0,037%
Kalcium	Ca (20)	0,0001%	1,878%	0,006%	0,230%

Az élet szempontjából legfontosabb elemeket (*biogén elemek*) három csoportba oszthatjuk. Az elsőbe tartoznak a biológiailag létfontosságú molekulákat (fehérjék, szénhidrátok, lipidek, nukleinsavak) felépítő elemek: H, O, C, N, S, P. A második csoportba soroljuk az élő sejtek elektrokémiai tulajdonságaiért felelős elemeket: Na, Mg, Cl, K, Ca. A létfontosságú elemek harmadik és legnépesebb csoportja a kisebb mennyiségben szükséges elemeket fogja össze, melyeket „mikroelemeknek” vagy nyomelemeknek is nevezünk. A legfontosabb elemek biológiai szerepéről a 2. táblázat tájékoztat.

2. táblázat
A legfontosabb elemek biológiai szerepe és felvételének formája
(Körös-Varga, 1989)

Elem	Vegyjel	Rendszám	Biológiai jelentőség
Hidrogén	H	1	víz, szerves vegyületek
Bór	B	5	egyes növények
Szén	C	6	szerves vegyületek
Nitrogén	N	7	szerves vegyületek
Oxigén	O	8	szerves vegyületek
Fluor	F	9	fogak, csont
Nátrium	Na	11	sejten kívüli kation
Magnézium	Mg	12	enzimek, klorofill
Szilícium	Si	14	egyes élőlények
Foszfor	P	15	szerves vegyületek, energiaszállítás
Kén	S	16	fehérjék
Klór	Cl	17	anion a sejten belül és kívül
Kálium	K	19	kation a sejten belül
Kalcium	Ca	20	enzimek, csont, ingerületvezetés
Vanádium	V	23	egyes élőlények
Króm	Cr	24	enzimek
Mangán	Mn	25	enzimek
Vas	Fe	26	enzimek, oxigénfelvétel
Kobalt	Co	27	koenzim
Réz	Cu	29	enzimek
Cink	Zn	30	enzimek
Szelén	Se	34	májműködés
Molibdén	Mo	42	enzimek
Ón	Sn	50	egyes élőlények
Jód	I	53	pajzsmirigyben

2. A víz

Az elemek atomjaiból a közöttük kialakuló kémiai kötések nyomán vegyületek jönnek létre. A továbbiakban ismerkedjünk meg a biológiai szempontból legfontosabb molekulákkal.

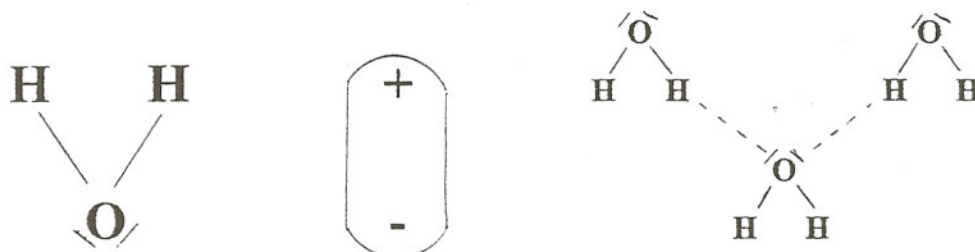
Az víz (H₂O) az élő szervezetekben legnagyobb mennyiségben előforduló vegyület. Tulajdonságai teszik alkalmassá arra, hogy az élő rendszerek felépítésében mennyiségével arányos szerepet töltsön be.

A víz dipólus molekula. Molekulái között hidrogénkötések kialakulása lehetséges. Kristályrácsa molekularács. Sűrűségének maximumát 4 °C-on éri el,

melynek mélyreható következményei vannak a vízben élő szervezetek túlélése szempontjából. A víznek fajhője, párolgáshője és hőkapacitása nagy, ezért a hőszabályozásban nagy szerepet kap. Felületi feszültsége nagy. Jó oldószer az ionos és poláros vegyületeknek. Hidratációra képes. Jó reakcióközeg és számos reakciónak résztvevője (hidrolízis, kondenzáció, ...). Számos előnyös tulajdonsága következtében az élet és a víz elválaszthatatlan. Az ember testének 60-75%-a víz.

1. ábra

A vízmolekula szerkezete, polaritása, hidrogénkötés a vízmolekulák között



A vízben különböző rendszerek hozhatók létre. *Valódi oldatnak* nevezzük azokat a rendszereket, melyekben az oldott anyag mérete 1 nm-nél kisebb. A *kolloid oldatok* közé tartoznak az 1-1000 nm nagyságú oldott részecskékkel rendelkező rendszerek. *Durva diszperz rendszer*, melyben a szétosztott részecskék 1000 nm-nél nagyobbak. Biológiai szempontból a valódi oldatok és a kolloid rendszerek a legfontosabbak. A kolloid rendszereket osztályozhatjuk alkotórészeik minősége alapján: *makromolekulás-, micellás-kolloidok és mikrofázisok*. A részecskék közötti kölcsönhatás alapján megkülönböztetünk *diszperz* (pl.: szol) és *kohézív* (pl.: gél) kolloid rendszereket. Az előbbieket esetében a részecskék közötti kölcsönhatás gyengébb, mint a hőmozgás. Az utóbbiak esetében a hőmozgás nem képes legyőzni a részecskék közötti kölcsönhatást.

Vizes rendszerekben megfigyelhető a diffúzió és ozmózis jelensége. *Diffúzió*nak nevezzük a részecskék áramlását a nagyobb koncentrációjú helyről a kisebb koncentrációjú hely felé. *Ozmózis* esetén a rendszer részei között *féligáteresztő (szemipermeábilis)* hártya helyezkedik el, mely csak a rajta átjutni képes részecskék áramlását teszi lehetővé. Mindkét folyamat mozgatója a részecskék *hőmozgása (Brown-mozgás)*. A sejtek hártyái féligáteresztő hártyák, melyek az oldószert és néhány molekulát átengednek (lásd később), ezért bennük az ozmózis jelensége rendkívül fontos. Az ozmózis következtében a féligáteresztő hártyára nyomás hat, mely egy adott értéknél felületegységen ugyanannyi oldószert kiáramlását eredményezheti mint a beáramló részecskék mennyisége. Ekkor úgynevezett dinamikus egyensúly jön létre a hártya két oldala között. Az ilyenkor mérhető nyomást *ozmózisnyomásnak* nevezzük. *Izotóniásnak* nevezzük az élő sejttel azonos ozmózisnyomású oldatot. *Hipotóniásnak* hívjuk az élő sejtnél kisebb ozmózisnyomású oldatot. *Hipertóniás* az a rendszer, melynek ozmózisnyomása az élő sejtnél nagyobb. Az élő sejtekbe, ha hipotóniás oldattal érintkeznek, víz áramlik. Abban az esetben, ha a sejt hipertóniás oldattal érintkezik, vízkiáramlás történik. Mindkét esetben fennáll a sejt pusztulásának veszélye. Orvosi jelentősége van a fenti jelenségeknek például az infúzióknál és a művesekezelésnél.

3. A lipidek

A lipidek zsírodékony vegyületek. Jelentőségük az élő szervezetekben elhanyagolhatatlan. Bőségesebb megismerésük a biokémia tárgykörében történik. Felosztásukat röviden az alábbi táblázat foglalja össze.

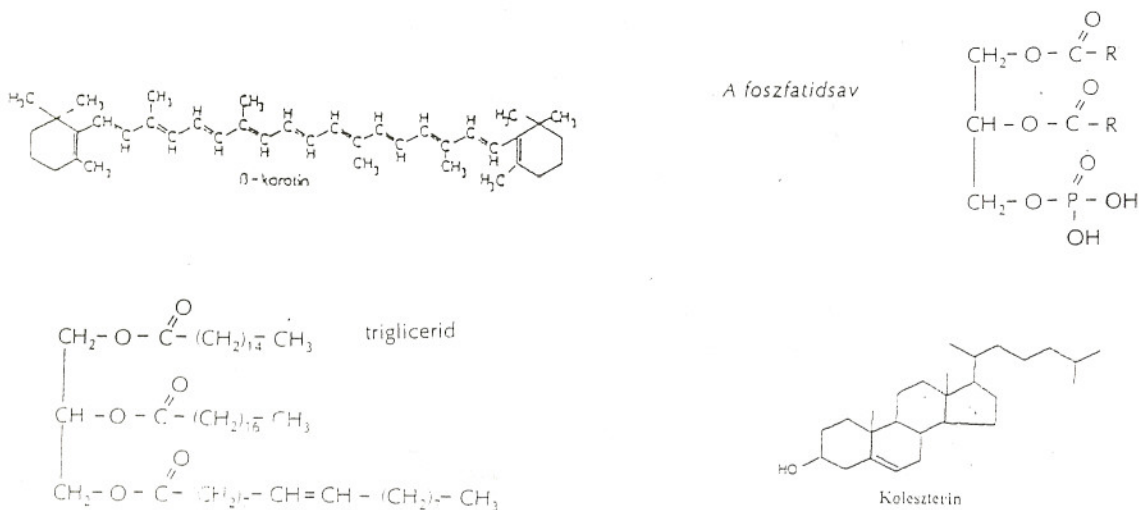
3. táblázat
A lipidek felosztása

Egyszerű lipidek	Összetett lipidek
karotinoidok (izoprénszármazék, konjugált kettőskötés-rendszer, karotin, xantofill, likopin, E-, K-, A-vitamin...)	neutrális zsírok (a glicerinnel zsírsavakkal alkotott észterei, zsírok, olajok)
szteroidok (szteránvázas vegyületek, D-vitamin, epesavak, koleszterol, nemi hormonok)	foszfatidok (a glicerinnel zsírsavakkal és foszforsavval alkotott észtere és annak származékai, lecitin,...)
prostaglandinok (20 szénatomos alapvázat tartalmazó hormonhatású vegyületek)	

A karotinoidok fotokémiai reakciókban és vitaminként, a szteroidok hormonként és az anyagcsere fontos szereplőiként, a prosztoglandinok hormonális hatásukkal, a neutrális zsírok tartaléktápanyagként, a foszfatidok pedig mint határhártyák építőkövei töltenek be fontos szerepet az élő szervezetben.

A továbbiakban néhány fontosabb lipid képlete következik tájékozódásul.

2. ábra
Néhány jelentős lipid képlete



4. Szénhidrátok

A szénhidrátok főként szénből, hidrogénből és oxigénből álló szerves vegyületek. Biológiai jelentőségük szerteágazó. Szerepük van a felépítő- és lebontó folyamatokban (pl.: glükóz), a tápanyagraktározásban (pl.: keményítő), a váz felépítésében (pl.: cellulóz), a biológiai információközlésben (pl.: oligoszacharidok) ,...

A táblázat a szénhidrátok csoportjait foglalja össze.

4. táblázat
A szénhidrátok csoportosítása

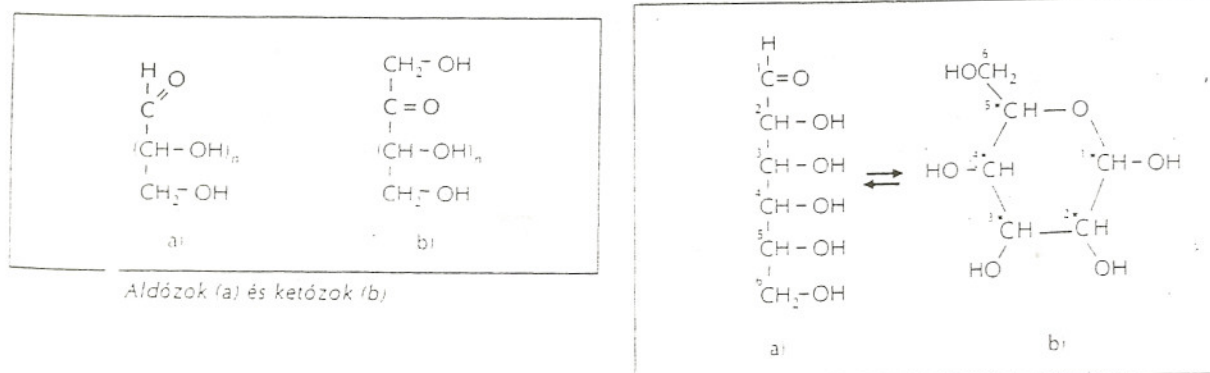
Egyszerű szénhidrátok	Összetett szénhidrátok
Monoszacharidok (aldózok, ketózok)	Oligoszacharidok (maltóz, cellobióz, laktóz, szacharóz...) Poliszacharidok (keményítő, cellulóz, kitin...)

Az egyszerű szénhidrátok hidrolízissel további szénhidrát jellegű egységekre nem bonthatók. Jellegzetes funkciós csoportjaik alapján megkülönböztetnek közöttük *aldózokat* (formil-csoport, -CHO) és *ketózokat* (karbonil csoport, =CO). Szénatomszám alapján beszélhetünk *triózo*król (gliceraldehid, dihidroxi-aceton), *tetrózo*król, *pentózo*król (ribóz, dezoxi-ribóz ...), *hexózo*król (glükóz, fruktóz, galaktóz,...), ... A fenti két szempont egyesítése nyomán megkülönböztetünk *aldotriózo*kat - *ketotriózo*kat, ...

Az összetett szénhidrátok hidrolízissel további szénhidrát egységekre bonthatók. Az *oligoszacharidok* kettő (*diszacharid*, pl.: szacharóz, maltóz, cellobióz, laktóz) vagy néhány, a *poliszacharidok*ban sok (pl.: cellulóz, keményítő) szénhidrát egység található. Az egyes molekulaegységek (monomerek) *éter-kötéssel* (C - O - C) kapcsolódnak egymáshoz.

A szénhidrátok bővebb megismertetése a biokémia feladata. Egyenlőre tájékozódásul néhány vegyület képlete :

3. ábra
Néhány jelentős szénhidrát képlete



A szőlőcukor: a) nyílt láncú, b) gyűrűs formája
[A (*) csillaggal jelölt atomok a kiralitáscentrumok, ahol a szénatomhoz négy különböző szubsztituens kapcsolódik.]

4. Szénhidrátok

A szénhidrátok főként szénből, hidrogénből és oxigénből álló szerves vegyületek. Biológiai jelentőségük szerteágazó. Szerepük van a felépítő- és lebontó folyamatokban (pl.: glükóz), a tápanyagraktározásban (pl.: keményítő), a váz felépítésében (pl.: cellulóz), a biológiai információközlésben (pl.: oligoszacharidok) ,...

A táblázat a szénhidrátok csoportjait foglalja össze.

4. táblázat
A szénhidrátok csoportosítása

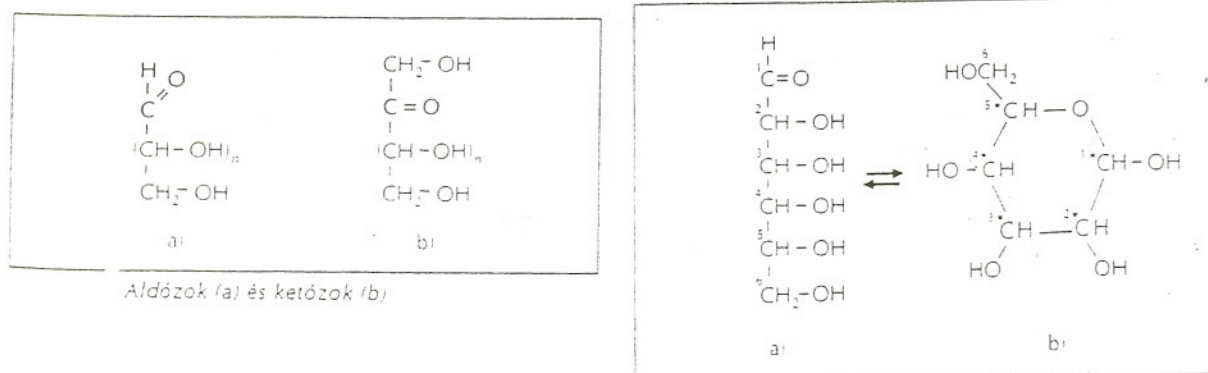
Egyszerű szénhidrátok	Összetett szénhidrátok
Monoszacharidok (aldózok, ketózok)	Oligoszacharidok (maltóz, cellobióz, laktóz, szacharóz...) Poliszacharidok (keményítő, cellulóz, kitin...)

Az egyszerű szénhidrátok hidrolízissel további szénhidrát jellegű egységekre nem bonthatók. Jellegzetes funkciós csoportjaik alapján megkülönböztetnek közöttük *aldózokat* (formil-csoport, $-CHO$) és *ketózokat* (karbonil csoport, $=CO$). Szénatomszám alapján beszélhetünk *triózo*król (gliceraldehid, dihidroxi-aceton), *tetrózo*król, *pentózo*król (ribóz, dezoxi-ribóz ...), *hexózo*król (glükóz, fruktóz, galaktóz,...), ... A fenti két szempont egyesítése nyomán megkülönböztetünk *aldotriózo*kat - *ketotriózo*kat, ...

Az összetett szénhidrátok hidrolízissel további szénhidrát egységekre bonthatók. Az *oligoszacharidok* kettő (*diszacharid*, pl.: szacharóz, maltóz, cellobióz, laktóz) vagy néhány, a *poliszacharidok*ban sok (pl.: cellulóz, keményítő) szénhidrát egység található. Az egyes molekulaegységek (monomerek) *éter-kötéssel* ($C - O - C$) kapcsolódnak egymáshoz.

A szénhidrátok bővebb megismertetése a biokémia feladata. Egyenlőre tájékozódásul néhány vegyület képlete :

3. ábra
Néhány jelentős szénhidrát képlete



A szőlőcukor: a) nyílt láncú, b) gyűrűs formája
[A (*) csillaggal jelölt atomok a kiralitáscentrumok, ahol a szénatomhoz négy különböző szubsztituens kapcsolódik.]