
Szerves Kémia, Biokémia és Általános Kémia Szekció

Szekcióelnök: dr. Fogassy Elemér egyetemi tanár

ATP

Kark Tamás

Piarista Általános Iskola, Gimnázium, és Diákotthon, Kecskemét
Felkészítő tanár: Zajacz Lajos

E beszámoló elején bizonyos sokakban felmerül a kérdés, hogy mért az ATP-vel kapcsolatban tartok kiselőadást. Legelőször erről szeretnék mesélni. 1997-ben a kémiai Nobel-díjat három kutató nyerte el. Az egyik a dán *Jens C. Skou*, aki a díj 50%-át kapta a $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATP}$ -áz felfedezéséért. A díj másik felét megosztva kapta az amerikai *Paul D. Boyer* és az angol *John E. Walker*, az ATP-szintézis mechanizmusának ismertetéséért. Érdekes, hogy Skou felfedezése után csaknem 40 évvel, míg Boyer és Walker kutatásai után 15-20 évvel kaptak díjazást. Ennek nyomán annyira kezdett érdekelni ez a téma, hogy beleástam magam. Előadásomban kitérek az ATP szerkezetére, és az ebből következő sajátosságokra, arra, hogy miért ez a vegyület az energiaraktározó a szervezetben, holott sok más energiaraktározó is létezik rajta kívül. Beszélek a $\text{Na}^+\text{-K}^+$ -pumpáról, az ATP-szintetáz enzim működéséhez szükséges mechanizmusról, és magáról az enzimről. Ezen kívül az ATP-szintézis lehetséges mechanizmusairól.

Az ATP szerkezete összetett. Találhatunk benne adenozint, D-ribózt, és foszforsavat. A sejtben uralkodó körülmények között (pH 7,0), három foszforsavja miatt erős elektromos töltése van. Mindegyik foszfátcsoportja ionizált, tehát négy negatív töltése van. Ezek a töltések a foszfátcsoport mentén koncentráltan helyezkednek el. Emiatt könnyen alkot kétértékű kationokkal komplexet. Ezt bizonyítja, hogy a sejtben többnyire kétértékű kationok formájában fordul elő.

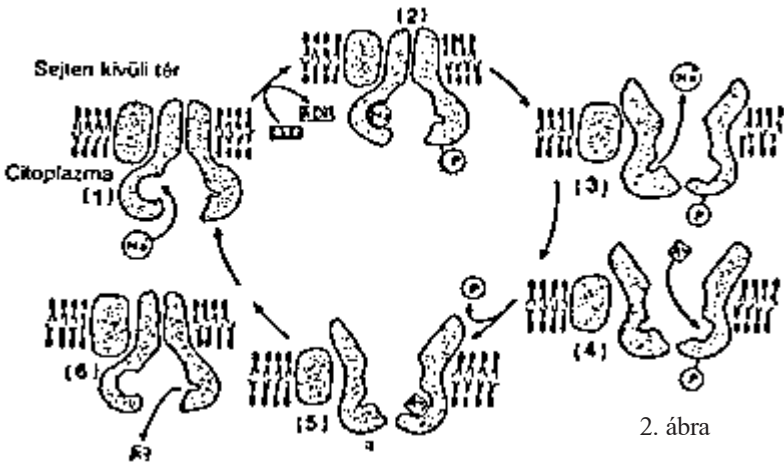
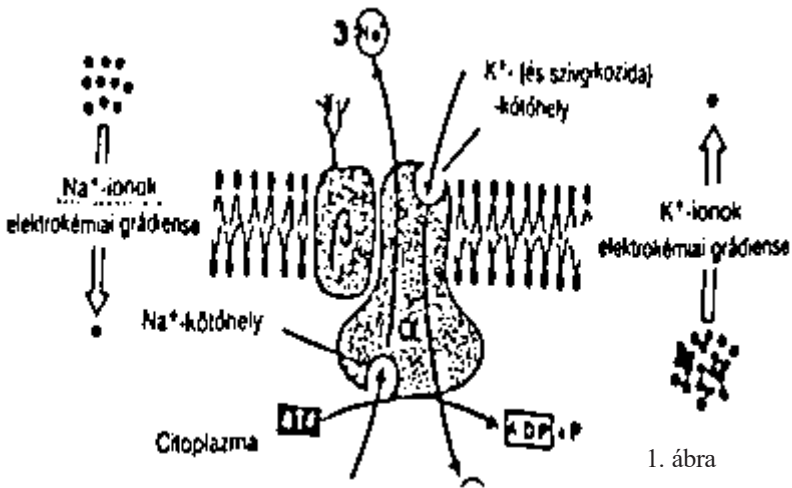
Mikor az ATP-t izolálták, azt tapasztalták, hogy az izom összehúzódásakor az ATP-molekula hidrolizál, vagyis foszforsav és ADP keletkezik. Ezért részletesen megvizsgálták az ATP hidrolízisének energetikai viszonyait. Kiderült, hogy ez tetemes hőmennyiség felszabadulásával járó folyamat. Mivel az energiaátalakulásokban a

szabadenergia változásának a mértéke a leglényegesebb, mert ez mutatja meg, hogy egy adott reakció lezajlása során mennyi energiát tudunk hasznos munkává alakítani, megmérték az ATP hidrolízisének szabadenergia-változását, és azt tapasztalták, hogy ez igen magas. Standard körülmények között 7 kcal/mol. A sejtben azonban nincsenek standard körülmények, hiszen nincs olyan nagy ATP, ADP koncentráció, valamint a magnéziumion komplexet képez mind az ADP-vel mind az ATP-vel, valamint az anorganikus foszfáttal. Ezeket figyelembe véve a szabadenergia csökkenése elérheti az 50 kJ/mol értéket.

Ha összeadjuk más kémiai reakciók során létrejött szabadenergia csökkenés értékeit, akkor nagyon sok olyan reakciót találunk, amelyben ennek a nagysága az ATP-nél megadottnak akár a tízszeresét is elérheti. Ezekhez képest az ATP hidrolízise során nincs nagy szabadentalpia változás, azonban ha csak a hidrolitikus reakciókat (pl.: észterek, amidok, glikozidok hidrolízisé) hasonlítjuk össze, akkor azt tapasztaljuk, hogy ezekhez viszonyítva az ATP hidrolízise viszonylag nagy szabadenergia-csökkenéssel jár. Ezért nevezzük az ATP-t magas energiataralmú vegyületnek. Figyelembe kell vennünk, hogy körülbelül ilyen (20-40 kJ/mol) energiaadag szükséges számos szintetikus folyamat lefolyásához. (Pl.: két aminosavból kialakuló dipeptid szintézise 4-16 kJ/mol energiát igényel, a kialakuló aminosavtól függően.)

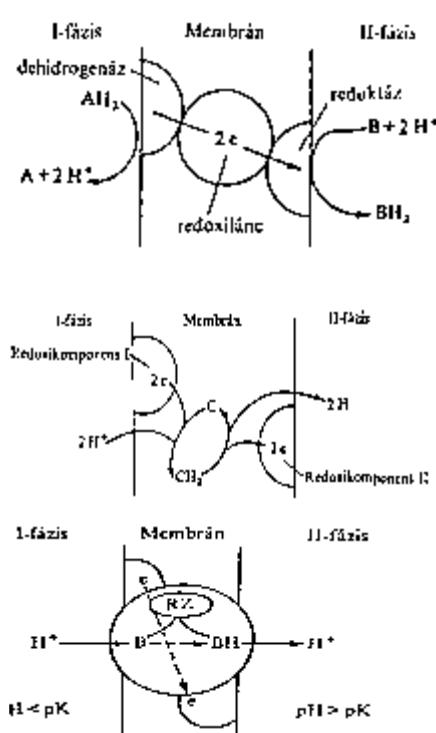
Mi a titka az ATP hidrolízisekor felszabaduló viszonylag magas energiának? Ki kell emelni, hogy 7-es pH mellett az ATP-nek négy negatív töltése van, melyek az elhelyezkedésük miatt egymásra erősen taszító hatást fejtenek ki. Amikor a legszélső foszforsav hidrolizál, a töltések közötti taszítás valamelyest csökken. A reakció két végtermékének – az ADP-nek és a foszforsavnak – egyaránt negatív töltése van, ezért igyekeznek egymástól a lehető legtávolabb kerülni. Ha azonban pl. egy alkohol foszfoészterét hidrolizáljuk, akkor a végtermékek között csak a foszforsavnak lesz negatív töltése, tehát nem lép fel taszítóerő a végtermékek között, ezért könnyen megtörténhet az újraegyesülés.

Az ATP-vel kapcsolatban gyakran halljuk a „nagy energiájú kötések” megjegyzést. Ezt a fogalmat nagyon sokszor félreértik. Ezért ennek a tisztázásához tisztába kell tenni a kémiai kötés energiájának fogalmát. A kémiai kötés energiáján azt az energiát értjük, amely ahhoz szükséges, hogy az adott kémiai kötés felbomoljon, vagy azt az energiát, amelyet akkor nyerhetünk, ha az adott kötés atomok között alakul ki. Ez a nagy energiataralmú kötésekre is érvényes. Ha ezeknek a kötéseknek az egyszerű felbomlása energiafőlszabadulással járna, akkor ki sem alakulnának, tehát a foszfát magas kötési energiája nem a foszforatom és az oxigén közötti kovalens kötés energiája, hanem az a szabadenergia-változás, amely akkor jön létre, amikor a molekula hidrolizál, vagyis a reakció kiin-



dulási és végtermékei közötti szabadenergia-különbség. Ez nem lokalizálódik egyetlen különleges kötésben sem. Ezek figyelembevételével használjuk csak a „nagy energiájú kötések” kifejezést.

Az 1920-as 30-as években fedezték fel, hogy az élő sejteken belül az ionösszetétel jelentősen különbözik a sejteket körülvevő vérplazma, vagy szöveti folyadék összetételétől. A sejten belüli magas kálium, ill. alacsony nátriumkoncentrációra az első magyarázat a sejtthártya átjárhatatlansága



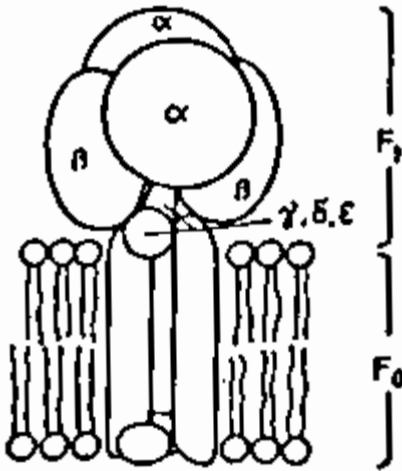
3. ábra

volt. Kiderült, hogy ez egy aktív transzportrendszer, az ATP energiáját igénybevevő nátrium-kálium pumpa működésére vezethető vissza. Ez az enzim két alegységből áll. (1. ábra) Az alfa rész az ATP hasítását és az ionok transzportját végzi. A béta alegység pedig a pumpaszerkezetet kapcsolja a membránba. Az enzim a sejtmembrán belső oldalán megkötö az ATP-t, majd annak hasítása után az egyik foszfátcsoportja rákapcsolódik az enzimre, és ún. foszforilált enzim (EP) jön létre. Ez képvisel olyan energiaállapotot, aminek hatására a nátriumionok kipumpálására, ill. a káliumionok megkötésére és bepumpálására is képessé válik. Hogy erre miért van szükség? Azért, mert ez biztosítja a legtöbb anyag transzportjához, az ingerület terjedéséhez, felfogáshoz szükséges membránpotenciálkülönbség kialakulását, vala-

mint a sejtterefogat szabályozását. Ez a pumpa a szervezetben termelődő ATP-nek közel 30%-át használja fel.

Az ATP képződésének a legfontosabb feltétele, hogy a membrán két oldalán protonkoncentráció-különbség legyen. *Jagow* (1979) szerint a protonkoncentráció-gradiens kialakításához háromféle mechanizmus járulhat hozzá (3. ábra):

A legegyszerűbb esetben a dehidrogenáz és a reduktáz a membrán ellentétes oldalain helyezkedik el. A dehidrogenáz aktív centrumán – mely a membrán egyik oldalával érintkező vizes fázis felől közelíthető meg – protonfelszabadítással járó reakció megy végbe, míg a reduktáz aktív centrumában -, mely a membrán másik oldalát határoló vizes fázissal tart kapcsolatot – protonfelvétellel járó reakció bontakozik ki. A dehidrogenázról az elektronok a reduktázhoz az elektrontranszportláncon át jutnak el.



Az ATP-szintetáz szerkezete

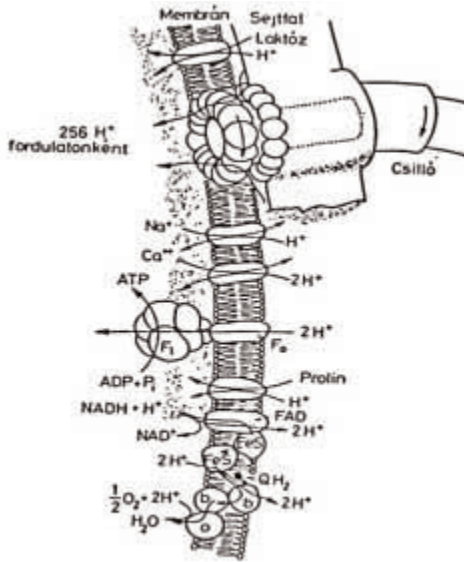
4. ábra

Az ún. kofaktorhoz kötött hidrogéntranszport. Lényegében ebben az esetben is a membrán két oldalán egy elektrontranszport-lánc két redoxikomponense található. Ezek elektrokémiai összeköttetését mobilis kofaktor biztosítja, mely az első redoxikomponenstől két elektront, az I- (vizes) fázisból pedig két hidrogéniont vesz fel. Ezeket a membránon átszállítja, majd redoxidációja alkalmával két elektront átad a második redoxikomponensnek, mi-közben két hidrogéniont a II- (vizes) fázisba bocsát. A reakcióciklusnak az előfeltétele, hogy a kofaktor képes legyen mind redukált, mind oxidált állapotban a foszfolipid kettősrétegén áthatolni.

A harmadik mechanizmus esetében, amit fehérjéhez

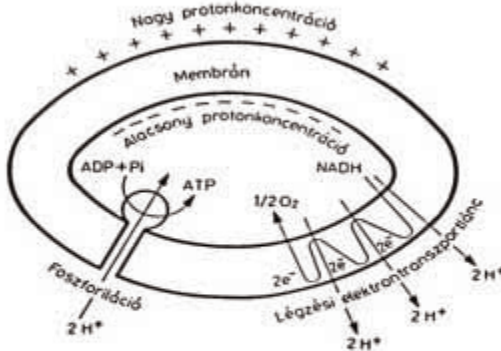
kötött proton-transzportnak nevezhetünk, a membránt egy vagy több protein hidalja át. Az elektronátvitelnél az aktív centrumnál végbemenő redoxiváltozás konformációs változást idéz elő. Ez a folyamat egy bizonyos aminosavmaradék mozgását váltja ki, amely protontranszporthoz vezet. A B-aminosavmaradék a membrán egyik oldalán protonálódik, a másikon deprotonálódik.

Az ATP szintézisét az F_1 - F_0 -ATP-áz végzi. Az ATP-szintetáz proteinkomplex, két alkomból áll, az F_1 -ből és az F_0 -ból (4. ábra). Az F_0 három, magába a membránba beágyazott polipeptidből áll. Az F_1 -et öt különböző polipeptid alkotja, melyek az F_0 -hoz kapcsolódva a membrán felületén lokalizáltak. Az F_1 -komponens elektronmikroszkópos felvételeken a membránhoz tapadó göbnek, bunkónak tűnik. Az F_1 komponensét az alfa, béta, gamma, delta és epsilon megjelölésekkel illették. Az ATP-szintetáz F_0 -komplexe lényegében egy belül üreges protoncsatornát alakít ki. A gamma, delta és az epsilon polipeptidnek ennek a csatornának a kapuját formálják, mely záródni és nyitódni képes.



Az *E. coli* elektrontranszportlánc

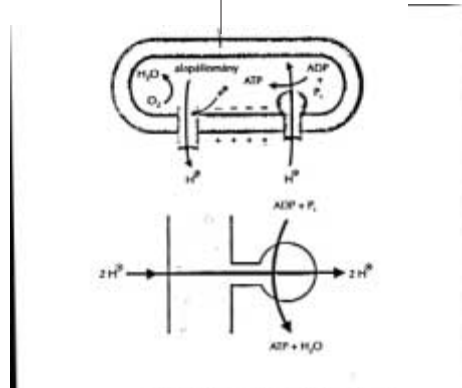
5. ábra



A mitokondriális elektrontranszport-foszforiláció során a szerves vegyületekről származó hidrogének molekuláris oxigénre mennek át, miközben a felszabaduló energia ATP szintézisére használandó el. A redukált NAD-ról származó elektronpárok a membránon háromszor hatolnak keresztül, és minden alkalommal belülről két protonat ragadnak magukkal, amit a külső térbe adnak le. Ennek eredményeként protonkoncentráció-gradiens és elektromos potenciál jön létre, mely a protonokat a membránon át visszafelé vonzza. E gradiens energiája az, ami az ATP-szintézist hajtja. Minden két protonra számítva, mely az F_1-F_0 -komplexen át visszaáramlik, egy molekula ATP szintetizálódik.

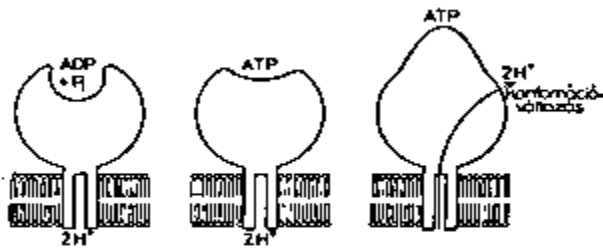
6. ábra

a mitokondrium belső membránja



a mitokondrium belső membránjában folyó ATP szintézis

7. ábra



Az ATP-szintézis konformációs elméletének vázlata

8. ábra

Amennyiben kísérleti körülmények között a membránba csupán az F_0 -t építik be, úgy ezen, mint nyitott csatornán át a protonok ellenállás nélkül, passzívan áthatolhatnak. Gamma, delta és epsilon komponensek további beépítése a csatorna zárását okozza, mely csak meghatározott membránpotenciál esetén nyílik ki. Ha ezek után még az alfa és béta komponenseket is beépítjük, úgy a rendszerben már az ATP szintézise is lehetővé válik. A teljes F_1 feltehetően két alfa és két béta valamint egy-egy gamma, delta és epsilon alegységet tartalmaz.

A baktériumokban (5. ábra) és a mitokondriumokban (6. ábra) az F_1 - F_0 -komplex membránba épülése úgy történik, hogy az F_1 alkotta „göb” a belső oldalon helyezkedik el. Minden két protonra számítva, melyek a csatornán át kívülről befelé haladnak, ADP-ből és foszforsavból egy molekula ATP termelődik. Ez a reakció reverzibilis: megfelelő körülmények között az F_1 - F_0 -komplex ATP-t hasít, és az így felszabaduló energia segítségével a baktériumsejtből vagy a mitokondriumból protonokat lehet kiszorítani. Más enzimekhez hasonlóan F_1 - F_0 -komplex a reakció sebességét szabályozza ugyan, azonban a reakció irányát a szabad energia-egyensúly határozza meg.

Az F_1 ötféle fehérjealegysége közül az ATP-szintézis aktivitásának kifejtéséhez csupán a két legnagyobb szükséges. A legkisebb alegység a katalitikus aktivitás gátlója, amely feltehetően ellenőrző szelepként van jelen az enzimen. Ez leállítja a reakciót, ha a protongradiens alacsony, mert ilyen körülmények között a folyamat éppen fordított, vagyis ATP bontás történik.

Az F_1 - F_0 -komplexben többféle ATP előállító mechanizmus is elképzelhető. Az ún. direkt mechanizmus keretében legelőször az F_1 részen ADP és foszfátion megkötésével kezdődik. Ezután a csatornán át belépő protonok a foszfát oxigénjeinek egyikét egy molekula víz képzése közben eltávolítják. Végül a foszforatom az ADP egy oxigénjéhez kötődik, miközben ATP jön létre. Ezután disszociál az enzimről. (7. ábra)

Léteznek indirekt mechanizmusok is. Ezek szerint az enzim aktív helyén az ADP és a foszfátion spontán energia-bevitel nélkül kapcsolódhatnak. A létrejött ATP azonban nagyon szorosan kötődik az enzimhez, és a szabadabbá váláshoz energia szükséges. Ezt az energiát protonok szolgáltatják, melyek az aktív centrumon kívül kötődnek meg, és az enzim konformációját megváltoztatják. A protonok ezután a membrán F_1 oldalán szabadabbá válnak. (8. ábra)

Előadásom befejezésekképpen arról beszélnék, hogy milyen gondolatok jutottak eszembe az ATP-vel kapcsolatban. Kíváncsi voltam arra, hogy nemzetközi részről miért kapott ilyen nagy jelentőséget ez a téma. Érdekes, de rendkívül sok cikket lehet olvasni a bioenergiáról és a biológiai hadviselésről. Hogy miért gondoltam pont ezekre, annak megvan az

oka. Tudományos eredményekre próbáltam támaszkodni: Léteznek molekuláris motorok. (Ilyen pl. a sejtsztódáskor a kromoszómákat széthúzó orsó, vagy azok az orsók, amelyek a sejtalkotókat húzogatják a sejt egyik végéből a másikba. Azonban ide tartozik az ATP-szintetáz is.) Bebizonyosodott az is, hogy a sejten belüli jelátvitel részben iontranszporton, és részben ATP-függő fehérjéken alapszik. Ugyancsak sokat halunk manapság az orvostudomány két nagy ellenségéről, a rákról és az AIDS-ről. Nemrég fedezték fel az immunrendszer működésében létfontosságú fehérjéket, amelyek a bennük található ATP-kötő régiók révén az ember halálos ellenségévé, vagy életmetővé is válhatnak. Ezek súlyosságába belegondolva most már nincsenek kérdéseim, hogy miért kapott a három kutató 97-ben Nobel díjat.

A legfrissebb eredmények evvel a vegyülettel kapcsolatban *Gárdos György* nevéhez fűződnek, aki 1998. november 2-án kapott Eötvös József-koszorút munkásságáért. Pl. ő derített fényt arra, hogy a $\text{Na}^+\text{-K}^+$ transzport ATP függő folyamat. Az ő tanítványai továbbra is kutatásokat folytatnak az ATP-ázokkal kapcsolatban. A legdinamikusabban annak a speciális ATP-áznak folyik a vizsgálata, amelyik a sejtbe kerülő különböző drogokat kilöki, és így azok nem tudják kifejteni hatásukat. Én remélem, hogy ez sikerülni is fog nekik, hiszen nagy áttörést jelentene ez az orvostudományban.

Felhasznált irodalom

Ernst Jenő: Biofizika

Csányi Vilmos: Sejtbiológia

Bodonyi Ferenc: Kémiai összefoglaló

Természet Világa (1998. februári számban Gárdos György és Sarkadi Balázs cikke)

Dr. Berend Mihály, Gömörly András: Biológia III.

Internet:

(<http://web.inc.bme.hu/~csonka/csg/oktat/adatb/dekany/hazi.htm>)

BOLYAI FARKAS, A KÉMIATANÁR

*Bartha Kelemen Anna-Mária, Bodó Örs**Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely, Románia**Felkészítő tanár: Horváth Gabriella*

Bolyai Farkas (1775–1856) elsősorban matematikus volt. Ezirányú munkásságát eléggé felderítette a tudomány. Életművének feldolgozói agrártudományi, néprajzi, állatgyógyászati kutatásairól emlékeznek meg. Még kályha-építéssel és drámaírással is foglalkozott. Kevésbé ismert kémiatanári tevékenysége. Dolgozatunkban ezt szeretnénk bemutatni a marosvásárhelyi Teleki – Bolyai könyvtár, főleg kéziratos Bolyai – hagyatéka (MvTB) és Hints Miklós eddig megjelent munkái alapján (1, 2).

A XVIII – XIX sz. fordulóján nálunk is kezdi éreztetni hatását az egész Európára jellemző tudományos-technikai forradalom. A korszakot a kémia története is a kémia forradalmának nevezi. Bár Lavoisier híres könyve 1789-ben megjelenik, a flogiszton-elmélet hívei nem egykönnyen adják meg magukat – Báróczy Sándor, a volt enyedi diák (és testőríró) még 1810-ben is alkímista könyvet ad ki (4). Ezidőben zajlik a kémia egységes nevezéktanának kialakulása is. Magyarországon ezt a még igencsak zűrzavaros kémia nyelvet kellett magyarra átültetni.

Ilyen körülmények között nevezi ki a marosvásárhelyi Református Kollégium tanácsa, 1804 január 22-én Bolyai Farkast a matematika-fizika-kémia tanszékre (3). Itt ő már közel fél évszázaddal megelőzve a többi erdélyi iskolát önálló tantárgyként tanítja magyarul a kémiát. Ismert, hogy a tantárgyat ekkoriban a filozófia tanszék keretében (természet-filozófia) vagy az ásványtannal társítva tanították. Hogy elődei tanítottak-e kémiát, csak abból valószínűsíthető, hogy *Fogarasi Pap Józsefet*, a temetésére írt megemlékezések egyike, 1779-ben alkémistának nevezi.

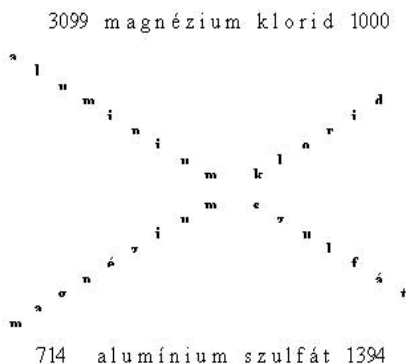
Bolyai a rá jellemző lelkiismeretességgel lát munkához. Könyveket szerez be, hagyatékában hét kémia könyv található, köztük Lavoisier, Gren, Fourcroy és mások mellett Nyulas Ferenc munkái is (1, 2). Már ezek is bizonyítják, hogy az antiflogisztikus elmélet híve volt. A skolasztikus tanítás bírálatának is tekinthetjük amikor azt vallja: „*Tanítani kell, de jól tanítani . . . minden ami taníttatik valóság legyen, maradjon el ami a lelket vagy nem formálja s csupán elfelejteni való, vagy egyébnek a helyét veszi el; a tudományt is le kell a lehetségesig minden szükségtelenből vetköztetni, magában is elég nagy*”. Ma is megszívlelendő intelem.

Talán a szülőfalujában, Domáldon gazdálkodással töltött idő tette Bolyait a gyakorlat emberévé. Már 1813-ban kémia szertárat és laboratóriumot létesít. A jobban „szituált” debreceni kollégium professzora, Kerekes Ferenc még 1819-ben is arról panaszkodik, hogy „ezidőszerint nincs laboratórium, nincsen semmiféle eszköz kémiai kísérletezésre” (1). Bolyai 1820-ban amikor a cameralista erdők főinspektorságát megpályázza, szolgálati bizonyítványába ezt írja: „a kémiai kísérletre és megfigyelésre is oktattam a tanulókat”. Tanúsítják ezt azok a hagyatékban őrzött diákjegyzetek, melyeket ma laboratóriumi jegyzőkönyveknek is nevezhetnénk, és amelyek a kísérletek során tapasztaltakat, megfigyeléseket tartalmazzák. Álljon itt egy *Bod Péter* nevű tanítvány jegyzete: „A szesz a vízzel minden arányban elegyül. Ha 80-85 procent van benne a szesz spiritusznak, ha csak 40-50 úgy pálinkának mondatik. Egy üveg csőn a vízbe sülyedés pontja 0, az abszolút alkoholba sülyedése 100^o – nak jegyzetik. Azután 1, 2, 3, 4, . . . ,99 rész alkohol és 99, 98, 97, . . . ,1 rész vízelegy készítettén, eszerint 100 különböző folyadék lesz, melyekben 0-tól 100-ig van alkohol, melyekbe rendbe a csőt beletéve, s a sülyedés pontjait rendre megjegyezve készül a Gay – Lussac és . . . (olvashatatlan név) szerinti scala, mely pontosan megadja, hogy valamely víz és szesz elegyben hány procent szesz van” (5). A fentiekhez legfeljebb Bolyai széljegyzetét kell hozzáfűzni, miszerint „Kár; hogy nem ez, hanem a Cartier, Beck és Baumé-é lettek közönségesek”. Egyébként, minden diákjegyzetet széljegyzettel látott el. Kár, hogy ezeket nem keltezte, hogy követni lehessen azok időrendűségét.

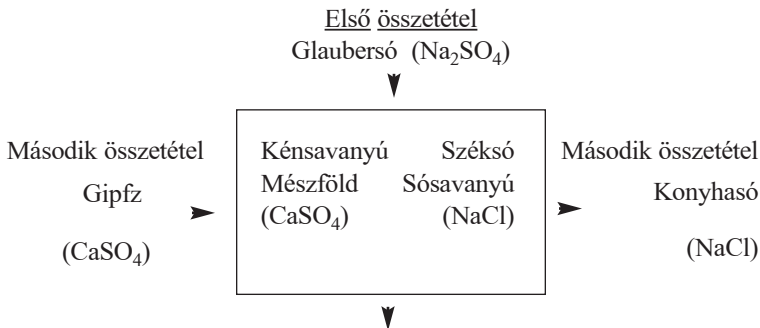
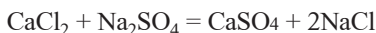
A jegyzetek nyelvezte főleg magyar, de latin és német is van közöttük, néha keveredve is. Ami a szaknyelvet illeti, Bolyai igyekezett a magyar vagy magyarosított elnevezéseket használni (éleny, büzeny, széneny, elecs, éleg, föléleg, stb.), valószínű *Nyulas Ferenc* hatására, akinek a könyve a birtokában volt. Többnyire az akkor még uralkodó latin elnevezéseket használta (oxydulum, carboxyl, hyperoxyd, stb.). Ránk maradt kéziratából nem derült ki, hogy alkotott-e új szavakat.

Őt tekinthetjük a sztöchiometrikus számítások bevezetőjének a hazai kémiaoktatásba. 1826 áprilisában, Jakab Lajoshoz írt levelében, már a matematikus mondatja vele, hogy

„. . . de a Sztöchiometriát fundamentumosan . . . egyik sem tudja, s' a' Sztöchiometriája természetét demonstrálni sem – én mutassam meg?” kérdi bosszúsan, feltehetőleg kortársait bírálva. Megjegyzi, hogy a sztöchiometriáról „mindenikük matematiche mondhatott volna többet . . . ” (8). Igazat kell adnunk Bolyainak, ha figyelembe vesszük, hogy *J.B. Richter* (1762-1807), akitől maga a sztöchiometria elnevezés is származik (4), és aki „*A matematika alkalmazása a kémiában*” címmel háromkötetes művet írt, a mai $2\text{AlCl}_3 + 3\text{MgSO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{MgCl}_2$ egyenletet „matematikusan” (sztöchiometrikusan) így írja fel:



Az ugyancsak kortárs Kováts Mihály (1762-1851), 1807-ben megjelent könyvében (egyébként az első magyar nyelvű kémia tankönyv) még. ún. „ábrás” reakcióegyenletet javasol (4). Pl. az alábbi reakcióra:



Mai szemmel nézve, úgy a Richter, mint a Kováts reakcióegyenlet furcsának tűnik, annál is inkább, hogy a vegyületek molképleteit mi zárójeleztük a korabeli megnevezésekhez. Hiába keressük a sztöchiometrikus összefüggéseket is. Bolyai ugyanakkor azt mondja: „Ha elegyül X a Z -vel nX elegyül mZ -vel. . . . Ha van $X + Y$ és van $X + Y + Z$ s az alábbi szerint $X + Y = nX + mY$ úgy $X + Y + Z = nX + mY + \mu Z$ ”.

Akkor, amikor Berzelius vegyjelei még nem voltak általánosan elterjedve (1813-14-ben vezette be), Bolyai azt mondja, hogy „*1 db Chlor + 1 db H 1 db O – re nézve aequivalensnek mondatik*” vagy *1 db S + 3 db O jegyzeteti a SO₃ – t*” (8). Innen csak egy lépés lett volna a kémiai egyenletek mai formában való felírásáig. Bár felismeri a lényegét, ő többnyire elmeséli az egyenletet pl. így: „*Acid. Sulf. + potassae = Sulfas potassae Acid. Sulf.+ Calx = Gipsz . . . a Calx és a potassae az Acidum sulfuricumra nézve vegyi valenseknek mondatnak*”. Itt a potassae valószínű, hogy K₂CO₃ (akkor hamuszír) a Calx pedig CaCO₃ (akkor mészkő). Az idézet egy diákdolgozathoz fűzött széljegyzet, és több helyen nehezen olvasható, kiténik belőle azonban, hogy Bolyai felismerte, hogy az azonos mennyiségű kénsavval reagáló hamuszír és mészkő egymással is ekvivalensek.

Érdekes, hogy ahol a fenti egyenleteket leírja vagy elmeséli „sztöchiometrikusan”, sehol nem használja a résztvevő anyagok atom- ill. mólómegeit, mégis, az „*1 db S + + 3 db O jegyzeteti a SO₃ – t*” (amit kénsavanyknak nevez) egyenletet mennyiségileg illusztrálendő azt írja, hogy „*20 + 3x10 = 50*”, ami nem jelenthet mást mint, hogy 20 g S, 3x10 g O és 50 g SO₃ egymással ekvivalensek. Mert amikor ugyanezt a matematika nyelvén mondja el, már sokkal magabiztosabb: „A a B-t akkor mondatik neutralizálni, amikor az A + B sem az A-nak sem a B-nek mjségeit nem mutatja”. Össze is foglalja a sztöchiometria lényegét: „*Innen a Stöchiometrischer stáb, mely három kérdésre felelhet: 1ⁿ – hogy bizonyos súlyú összerakott testet alkotó elemek mennyi súlyúak? 2ⁿ– Hogy ha bizonyos súlyát kell előhozni, mennyi súlyokat kell az azt alkotókból venni? 3ⁿ – Hogy ha valamely testnek elbontó ereje van más összverakottra nézve és annak súlya meg van adva, amelyet elbontani kell, mennyit kell akkor az elbontóból venni?*”

Bolyai sokoldalú vegyészeti ismereteit a hagyaték tanúsítja. Szó esik benne kémiai alapfogalmakról, atomsúlyokról, fémekről, nemfémekről, elektrolízisről, vegyértékről, a kémiai gyökökről, szerves vegyületekről, népgyógyászatban használt „*mindenféle baj*” elleni szerekről. Minderről e helyen részletesebben nem lehet írni. Pedig nagy a kísértés, hogy elidőzzünk bármelyiküknél, kezdve a fog-, fej-, hátfájás és más bajok elleni keverékektől, melyek között pontosan megjegyzi azokat, melyeket „*az öreg Zejknétől*”, „*Kakutsnétol*” kapott, vagy az „*Öreg Tekintetes Doctor Kovás Úr dektált*”, vagy „*Az én szem spirituszom*”-nak nevez, egészen az elektrolízisig (7).

A hagyatékban található egy német nyelvű diákjegyzet, ami egy 1860-ban megjelent lipcsei újságra hivatkozva (a diák ebből másolhatta ki) egy Morse – jelek továbbítására alkalmas galvánelem („*Telegraph Apparat*”) leírását tartalmazza. Bizonyítéka ez annak, hogy tanítványaiban a kémia iránti érdeklődés, a Bolyai által kialakított munkaszellem az ő halála után is fennmaradt.

Bolyai Farkas mindenekelőtt matematikus volt. Talán éppen ezért szorult háttérbe eddig kémiatanári tevékenységének érdembeli értékelése. A dolgozat ezt a hiányt próbálja, legalább részben pótolni, a társadalmi fejlődés és ezen belül a kémia és kémiatanítás korabeli állapotával összefüggésben. Kiderül, hogy ő a kémiát is korának színvonalán tanította és művelte, ami a sztöchiometriát illeti, éppen matematikus vénájánál köszönhetően, előbbre is járt kortársainál.

Irodalom:

1. Hints Miklós: A vegyész Bolyai Farkas, Korunk, 1986. 9. 706
2. Hints Miklós: A vegytani érdeklődés kezdetei az erdélyi iskolákban. Az Erdélyi Múzeum Egyesület természettudományi és matematikai közleményei. Új sorozat, 2., 1993. 38
3. Kozma Béla: A marosvásárhelyi Református Kollégium, Bolyai Farkas Líceum 440 éves története. 1997
4. Balázs Lóránt: A kémia története I – II. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996
5. MvTB (kézirat): 567 – 580 (helyrajzi szám)
6. ua. 133 – 142
7. ua. 617, 625
8. ua. 417/1.

NYULAS FERENC, AZ ELSŐ MAGYAR NYELVŰ
KÉMIAKÖNYV SZERZŐJE

Bodó Örs, Bartha Kelemen Anna-Mária

*Bolyai Farkas Elméleti Liceum, Marosvásárhely, Románia
Felkészítő tanár: dr. Nemes László*

Egészen a 18. sz. végéig a Magyarországon megjelent természettudományos művek nyelve a latin volt. Így a kémia tárgyú műveké is. A tudományok nyelvét a tudósokon és egyházi embereken kívül nem sokan értették.

Nyulas Ferenc, aki 1758-ban a székelyföldi Kőszvényesremetén született, és kolozsvári majd bécsi tanulmányai után 1800-ban már orvosdoktorként Kolozsvárra költözött, érezte meg a szükségességét annak, hogy a tudományokat mindenki számára hozzáférhetővé kell tenni. Hazánk természettudományos elmaradottságát, a szegénységen kívül azzal magyarázta, hogy a köznép nem értve az „írástudók” nyelvét, még minimális természettudományos ismeretekre sem tehet szert. 1800-ban, amikor senki meg nem értette és nem támogatta, Kolozsváron megjelenteti „*Az Erdély Országi orvosi vizeknek bontásáról közönségesen*” c. munkáját, ami az első magyar nyelvű kémiakönyvnek tekinthető. Ő maga könyvének „Előbeszéd” – ében így írt: „*Mióta a’ tudományokkal megösmérkedtem, mindenkor egy a’ legfőbb törekvéseim közül való volt, nyelvemnek épületére szolgáló dolgokkal törődni . . . nemzetemnek olyan munkával kedveskedem, amely a’ maga nemében magyar nyelven a’ legelső*”. A továbbiakban többször idézzük Nyulast, egyrészt, hogy felhívjuk a figyelmet azon törekvésére, hogy az idegen, főleg latin szakszavaknak magyar megfelelőt találjon, másrészt pedig, hogy felidézzük a korabeli kémiai szaknyelvet. Ebből a szempontból már a könyv címe is érdekes, mert ma nyilván a gyógyvizek vizsgálatáról vagy elemzéséről szólna a cím.

Ne feledjük, hogy éppen a 18-19. sz. fordulóján kezdtek ráébredni a világ kémikusai, hogy az ismeretek felhalmozódása miatt, halaszthatatlanná vált a kémia nevezéktanának egységesítése. Ebben a korban még bőven találkoztunk azonos anyagok különböző, és különböző anyagok azonos elnevezésével. A 18. sz.-ig pl. „*oleum*” volt minden sűrűn folyó, és „*sal*” volt minden vízben oldódó és sós ízű anyag. Néhány különleges anyagot egyszerűen felfedezőjéről neveztek el (sal mirabile Glauberi – Glauber csodálatos sója), részben a tudós tiszteletére, részben pedig a titoktartás miatt. Úgy látszik, az ipari kémkedés csírái is kezdtek már megjelenni. Sokszor maguk a kémikusok sem tudtak eligazodni egymás egyéni elnevezései között. Nem volt könnyű dolga Nyulasnak, amikor ebből a zűrzavarból igyekezett magyar kémiai szaknyelvet teremteni.

Ahhoz, hogy Nyulas vizsgálódásaiban a hazai ásványvizek felé fordult, az is hozzájárult, hogy *J.J. Crantz*, a bécsi egyetem professzora, aki a monarchia ásványvizeit vizsgálta, egyik írásában megjegyzi: „*Magyarországnak nem volna külföldi orvosságokra szüksége, ha magát ösmerni akarná*”. Valószínű, hogy hazafiságát is sértette, hogy hazája természeti kincseit idegenek vizsgálják, s mint említi, sokszor hamis adatokat közölnek.

Az ásványvizek összetételéről, Pliniust idézve azt mondja: „*Olyanok a 'vizek mint amilyen földrétegen átfolyanak*” . . . ugyanakkor, „*a 'vízben olyan anyagok vannak mint amilyenek bepárláskor kiválnak*”. Korához képest helyesen és pontosan adja meg az ásványvizek összetételét. 27 alkotórészt ad meg táblázatosan, két csoportra osztva őket: - gázalakúak (levegőszabásúak) és – szilárdak. Felhívja a figyelmet, hogy pontatlanok a mérések, ha a begyűjtéstől a vizsgálatig hosszabb idő telik el: „*Azért egyáltalában mind héjánosak azok a 'vízbontások, melyek nem a 'kút mellett mentek véghez. . .*”

Analitikai szempontból Nyulas műve nem sok újat tartalmaz. Módszere majdnem szöveg szerint is azonos Bergman akkor már ismert módszerével. Ezt maga is elismeri. Éppen ezért dolgozatunkban főleg az említett szaknyelvújítási és magyarosítási kísérletére szeretnénk rámutatni. Nem utolsó sorban azért mert így a 18. sz.-i kémiai elemzés eszköztárából is izoláltot kaphatunk. A radnai ásványvizeket vizsgálva, elsőként mutatott ki vízben mangánt. Kísérletét így írja le: „*mihelyt egy pohár dombhíti vízbe salétromsavat kezdtem tsepegtetni, a 'víz tsakhamar zavarodni kezdett s közel 400 tseppet kellett beléje tsepegtetnem, míg semmi többé fenékre nem bukott. A 'fejér por, mely a 'zavarosodást okozta, 30 órák múlva fenékre szállott, de a 'szálladékból ekkor is buborékok emelkedtek fel. Ekkor egyebet semmit nem gondoltam, hanem hogy a 'kénkövet, amelyet vadásztam, kézrekerítettem. A 'porotskát a 'pohár fenekéről felszedtem, megszáraztottam, de a 'tűzön legkisebb nyomát sem találtam benne a 'kénkönek, sőt mikor a 'tűzbe tettem ahelyett, hogy megolvadjon, meggyuljon, kék lánggal égjen, szagával magát elárulja és végtére elrepüljön, megfeketedett, a forrasztó alatt sokáig tüzes hevületben állván el nem repült hanem állhatatosan megmaradt és fekete színét többé meg nem változtatta. E szerint a 'kénkö helyett véletlenül egy olyan minéraléra akadtam, melyet senki ebben a 'vízben nem remélt volna, ti. magnéziumra.*” (Akkoriban a mangánt nevezték magnéziumnak!)

Tulajdonképpen Nyulas Ferencet tekinthetjük a magyar kémiai szaknyelv megeremtőjének. Ezt pedig tudatosan tette. Így ír róla: „*Elég bőv a 'magyar nyelv, nints miért új szókról gondoskodnunk. Elég bőv, ez igaz, beszélteni közönégesen, de nem tudományosan írni, mert ma akármi tudománynak nyúljunk írásához magyarul, hasonló fáradságunk egy sűrű erdőben utazáshoz, ahol mindenütt akkor kell magunknak utat tsinálni, amikor utazunk. Nekem többet kellett e munkámban a 'tárgyszóknak kitételeivel, mint a 'vizeknek*

bontásával küszködöm. Még senki magyarul vizet nem bontott, a 'Kémia is újság nyelvünkben, innen szükségesképpen sok új szót kellett tsinálnom. . .". Ezt az idézetet, ami nem is szakszöveg, ma bizonyára másképpen fogalmazzuk meg. Nyulas fel is sorol vagy 250 szót, amelyeket ő alkotott és amelyek közül sok meg is honosodott és nem csak a kémia szótárában. Íme néhány: **bontás, buborék, folyadék, főzelék, forrasztócső, gyanta, gyúlékony, híg, kivonat, kövület, lombik, pezsgés, salétromsav, tégely,** stb. Persze volt olyan szó is elég, amely nem vert gyökeret. Így a kicsapást buktatásnak, a Na – szulfátot *tsudasónak*, a barométert *fergettyűnek*, a mérőhengert *hömpölynek*, a semlegesítést *megelégedésnek*, a módszert *tárgyútnak*, a sósavat *tengersavnak*, a hidrogént *vízaljnak*, stb. nevezi.

Figyeljük meg miként hangzik korabeli ízes magyar nyelven egy kémiai szöveg Nyulas megfogalmazásában (zárójelben a meggondolkoztató szavak, kifejezések mai megfelelői vannak). „*A' bennékeiről*” szól az egyik fejezetcím (bennék = összetétel); „*A' vizek bontásának peszlekeiről*” így a másik. „*Peszleknek nevezem . . . írja . . . mindazon eszközöket, melyekre egy kémikusnak a' víz bontásában szüksége vagyon*”. Csak néhányat, csemegéül a „*peszlekei*” közül: a mérőhenger, „*sugár vastag üvegedény . . . melyeknek ábrázolja, nemkülönben belső világa hömpölyszabású, fértke (térfogata) pedig az üvegre kívülről metszett abrónsjelekkel annyi köbhelyekre van osztva, mennyis maga az üveg . . . ajaka mindenkinek legyen töltéses, hogy a' vizet egyikből a' másikba elszotyogtatás nélkül lehessen töltögetni.*” Az anyagok tömegét „*komponán*” méri, melyből egy „*2 fontos*”-ra (kb. 500 g) és egy „*1 lótosra* (kb. 20 g) *vagy még kisebb*”-re van szükség. Nem érdektelen megjegyezni, hogy a kétfontos mérlegének érzékenysége 1 grán (72 mg), míg az egylotosé (nála lótos) 0,1 grán volt. A retortát „*nyakadölt üveg*”-nek, a desztillált vizet „*lombikos víz*”-nek nevezi. A reagensei közül említjük meg az akkor Acidum vitrioli concentratum-nak ismert kénsavat, amit „*gálitsav*”-nak nevez és ami „*Derekas felfedezője (reagense)*” 1 – ször: *a' szabad szénsavnak, melyet buborékokban úz ki a' vízből, s maga kaptolja magát össze helyette a' vízzel, melyet annyira szomjuhoz. . . .* 2 – ször: *felfedezi a' szénsavas minéraléket, melyek magokat a' gálitsavval egybekötven elbótsájják saját szénsavjokat, e' pedig buborékokban a' vízből eltávozik . . .* 3 – ször: *felfedezi a' nehézföldet (Ba) . . . mert ezzel a gálitsav a' legnagyobb rokonságot tartván, vele mint vízben feloldhatatlan nehézkölnöcz (BaSO₄) fenékre száll. Hogy pedig az ember megbizonyosodjék, vajjon az így fenékre bukkott szálladék gypsókristály-é (CaSO₄) vagy nehézkölnöcz, 500 annyi lombikos vizet kell ráönteni: ennyi vízben az első felolvad, a' második ezer annyi vízben sem tud felolvadni. 4-szer: elárulja továbbá a' salétrom és tengersavakat . . . Ha az ember ezeknek a' jelenlétében a vízbe erős gálitsavat tsepegtet aztat megmelegíti, s ammóniával megnedvesített darabotska papirozt tart fölibe látható köd emelkedik ki a' vízből. Oka ennek a' jelenségnek,*

hogy a' vízbe tsepegtetett gálitsav a' salétrom vagy tengersót elbontja, azoknak bázisával magát egybekaptsolja, azonban ezek a' savak árván maradván és a' víznek melegítésével kifelé igyekezvén a' levegőben találkoznak az ammóniával, azzal magokat összekaptsolják, az első vele langalló salétromot (NH_4NO_3), a' második szalamiát (NH_4Cl) tsinál és azon pillanatban gyenge ködbrázatban láthatóvá lesznek. . . .

Mindnyájan tudjuk, hogy a kénsav viselkedésének már – már költői leírásában miről van szó. A kénsav hatására karbonátokból felszabaduló széndioxidot a „*repedékeny bennékek*” (illékony alkatrészek), míg a nem illó alkatrészeket az „*állékony bennékek*” közé sorolja.

A kémiai affinitást a 18. sz.-ban még a newtoni tömegvonzáshoz hasonló erőkkkel magyarázták. Megfigyelték, hogy az anyagok a velük reagáló más anyagok egyikével – másikkal „szívesebben” reagálnak, mint a többivel. Úgynevezett affinitási táblázatokat állítottak össze (Geoffroy, Bergman, Lavoisier), melyek segítségével gyakorlatilag minden cserebomlásos reakciót indokolhattak. Nyulas a sajátját „*Rokonság táblájá*”-nak nevezte és ennek eredményeire az ásványvíz elemzés gyakorlati tapasztalatai vezették. Maga mondja; „. . . *testeknek, mellyek a' vizek bontásában előfordúlnak, azzal a' rendel, mellyel egymást követik.*” Az affinitásra (rokonságra) utalva megjegyzi: „*Midőn egy vízben szabad széksó ($\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$) vagyon, abban nints miért timsót [$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$] keresni . . . a gálitsav tsak addig állhat meg az anyaggal kötött barátságban míg más test, mellyel nagyobb rokonságban van, hozzá nem járul. Ilyen test éppen a széksó!*”

Vérbeli kutatót árulnak az alábbi szavai: „*Öröm járja át szívét a' tudósnak midőn a' természet vizsgálásában a' bölts eszközöknek általa a' valószínűségnek fenekére szállhat.*” Annak tudata, hogy maga is tévedhet, könyve „*Előbeszéd*”-ének utolsó mondatából csendül ki: „*Tudós olvasó, a hibák jobbítást várnak, a' többit követni nem szégyen!*”

Ma, amikor a határok nélküli információáramlás elengedhetlenné teszi a közérthetőséget, és a kémia szaknyelve is a IUPAC szabályai szerint igazodik, azok a szakmai és nyelvi nehézségek, melyekkel Nyulas Ferenc a maga korában küszködött, régen megoldódtak. Mégis jólesik visszatekinteni a múltba, mert ahhoz, hogy ott tartsunk ahol tartunk, az alapokat elődeink rakták le, azok akik a tudományokat mindenekelőtt népük hasznára és felemelkedésére művelték.

Irodalom:

- Spielmann József, Sóos Pál, Nyulas Ferenc, Bukarest, 1955
 Szabadvári Ferenc: Az analitikai kémia módszereinek kialakulása, Akad. Kiadó, Budapest, 1960
 Dr. Balázs Lóránt: A kémia története I – II., Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996

A KÁBITÓSZEREK VILÁGA

Sipos Szabolcs, Rácz Attila

Piarista Általános Iskola Gimnázium és Diákotthon, Kecskemét
Felkészítő tanár: Zajacz Lajos

I. Korunk pestise

A világ közvéleménye egyre nagyobb aggodalommal kíséri a korunk pestiseként számontartott kábítószerjárványt. A hatóságok minden erőfeszítése ellenére a kábítószer-fogyasztás évről évre nő, s egyre több áldozatot szed. A médiában nap mint nap hallhatunk a heroin, kokain, LSD és más szerek áldozatainak tragédiáiról. Igen, áldozatok, mert a drogokhoz nyúlók többségének fogalma sincs azokról a veszélyekről, amelyeket a narkotikumok magukban hordoznak.

II. Testi-lelki függőség

Mielőtt még a kábítószeres veszélyekre, részletes ismertetésére rátérnék, fontosnak tartom, hogy a függőség fajtáival megismerkedjünk:

Akiben a lelki függőség már kifejlődött, kialakult az az akaratától (még világos perceiben is) független vágy a drogok iránt, hogy mindenáron megszerezze a szükséges adagot. Valósággal rögeszméjévé válik, s az életében, belső értékrendjében a kábítószer foglalja el a legmagasabb helyet. A pszichés függőség minden kábítószer esetében kialakul.

Fizikai függőségről akkor beszélünk, ha a szervezet sejtjei oly mértékben hozzászoktak a droghoz, hogy csak akkor tudják ellátni a feladatukat, ha rendszeresen hozzájutnak a megszokott anyaghoz. Szerencse, hogy míg a lelki függőség minden drog esetében, addig a fizikai függőség „csak” néhánnal szemben: elsősorban az ópiátoknál, ill. a barbiturátoknál alakul ki.

III. Hatásmechanizmusuk

Állatkísérleteken vizsgálták az egyes sejtek anyagcseréjét, működését, s kiderült, hogy a narkotikumok a hatásukat nem kémiai, hanem fizikai úton fejtik ki. Tehát a kábítószeres többségének a hatása nem más, mint közönséges „fizikai útonállás”. Ennek természetesen a tudományban előkelőbb a neve: felszínaktivitásnak hívják.

A sejtek zegzugos felszínén mennek végbe a sejt működéséhez szük-

séges anyagcserefolyamatok (fehérjék pótlása, szénhidrátok égetése stb.), s ha a különböző vegyi anyagok felhalmozódnak ezekben a járatokban, akkor megzavarják a sejtek normális működését. A kábítószeresek másik lényeges tulajdonsága, hogy a zsírokban kítűnően oldódnak. Így az agysejtek körülvevő lipofil anyagon könnyen átjutnak, s ezzel növelhetik, ill. csökkenthetik a sejt átjárhatóságát. A permeabilitás növekedésével megélnk a sejt életműködése (izgatószerek), csökkenésével pedig lassulnak a sejt életfolyamatai (bódítószerek). A hallucinogének érzékcsalódást kiváltó hatását a fogadóreceptoroknak tulajdoníthatjuk.

IV. A kábítószer és a szexualitás

Sokan vannak abban a tévhitben, hogy a kábítószereseknek potencianövelő hatása van, s a szexuális zavarait a kábítószeresek használatával orvosolni tudják. A szexuális teljesítmény növekedésének az oka „csak” annak tulajdonítható, hogy a drog oldja a gátlásokat, ill. a szer alkalmazása után sokszor erotikus tartalmú álmok jelentkeznek, amit az álomból ébredő nemegyszer valós élménynek tart. Egyébként a kábítószer-használók valósággal kasztrálják magukat, ugyanis a dependencia kialakulása után a nemi ösztön háttérbe szorul. A narkomán minden cselekedete a szükséges adag megszerzésére irányul.

V. A kábítószeres csoportosítása

A legismertebb kábítószereseket hatásuk alapján általában három nagy csoportba szokták sorolni.

Az első csoportot az agy pszichés tevékenységét nyugtató kábítószeresek alkotják. Ebbe a csoportba szokták sorolni az ópiátokat (ópium, morfiom, kodein, heroin...), illetve az altatókat, nyugtatókat, szorongásoldókat (barbiturátok, trunkvillánsok...).

A második csoportba a nagyagykérget izgató szerek (stimulánsok) tartoznak. Ide sorolható a kokalevélben található kokain, illetve az amfetaminszármazékok is.

A harmadik csoportot a hallucinogének alkotják. Ebben a csoportban egyaránt találhatók természetes (peyotl, psilocybe, kannabisz, légyölő galóca...), ill. mesterséges (LSD, STP, DMT, DET...) anyagok.

VI. Ópiátok

Az ópiátok közé sorolunk minden olyan drogot, amely a mák gubójában található tejszerű folyadékából (máktej) állítható elő, vagy ezekhez a vegyületekhez hasonló kémiai szerkezettel rendelkezik. Az ópiátok évszázadok óta az egyik legfontosabb gyógyszeralapanyagok. Régen a mákgubóból vonták ki a alkaloidokat, de *Kabay János* felfedezett ennél egy jóval olcsóbb eljárást, melynek során a máktejből és a mákszalmából von-

ják ki a szükséges anyagokat. Rájött, hogy a már learatott, kicsépelte máknövényből is kivonhatók az ópiumalkaloidok. Kabayt azzal vádolták meg, hogy ezzel az eljárással elősegítené a hazai kábítószer-fogyasztás növekedését, de a váddal szemben áll az a tény, hogy az eljárás során az ópiumfázis kimarad, s ezzel mód nyílt arra, hogy egy kábítószer-élvezetre alkalmatlan, értéktelen kiindulási anyagból tökéletes ellenőrzés mellett ki lehessen vonni a gyógyszeripar számára nélkülözhetetlen alkaloidokat (morfin, kodein...).

1. Ópium

Az ópiumot Ázsiában évezredek óta ismerik, de kábítószerként először talán csak a Török Birodalomban, vagyis az arab világban kezdték el használni. Mivel a Korán tiltja az alkoholfogyasztást, így az ópiumot alkalmazzák helyette. Ázsiában szélesebb körben csak a Brit Kelet-Indiai Társaság ópiumbirodalmának kiépülését követően terjedt el.

Az ópiumot, ahogy az összes többi opiátot, először gyógyszerként alkalmazták. Már az ókori görögök felismerték az ópium fájdalomcsillapító hatását, de Európában csak a XVII. században terjedt el széles körben mint fájdalomcsillapító. Az akkori orvosok nem voltak tisztában az ópium hosszú távú fogyasztásának a veszélyeivel, ezért igen nagyvonalúan, nagy adagokban rendelték. Az ópiumabúzus kialakulása is erre az időre tehető. Egy részük az orvosi terápia, de a többség a mámor keresése miatt vált az ópium rabjává.

Az ópium fogyasztásának több módja van: a törökök egyszerűen megették, de a legelterjedtebb az ópiumszívás volt. Az ópium szívásakor általában közönyös és enyhén eufóriás állapot, majd a további szíváskor félálomszerű bódulat alakul ki. S kellemes álmok, fantáziaképek (gyakran erotikus tartalmúak) jelentkeznek. Az ópiumszívás elsősorban a nyomorító lakosság körében terjedt el, s az ópiummámor megkönnyítette a nyomor elviselését. A többéves ópiumszívás teljes testi leromlást, csonttá, bőrré váló lesoványodást eredményezett.

Az ópiumban mintegy 25 alkaloid található meg, de nyugodtan állíthatjuk, hogy az ópium hatóanyagait – a többi alkaloid csekély mennyisége miatt – a morfin (10-14%), a noszkapin (4-8%), a papaverin (0,5-1%), a kodein (0,2-0,8%), a thebain (0,2-0,5%) és a narcein (0,1-0,4) alkotják. A gyógyászatban a morfin és a kodein a két legjelentősebb alkaloid.

2. Morfium

A tisztán előállított morfin fehér színű por. Az illegális kereskedelemben azonban gyakran találkozunk sárgás-barnás színű, nem kellően tisztított morfiummal is. Szagtalan, de a szennyezett gyakran savanykás szagú. Nedvszívó tulajdonsága miatt vízhatlan csomagolásban kerül forgalomba.

Az ópiumalkaloidok közül a legerősebb fájdalomcsillapító hatása a morfinnak van.

Nyugodtan mondhatjuk, hogy a gyógyászatban korszakalkotó volt a morfin előállítás, ugyanis az addig bizonytalan hatásereőségű ópiumkészítményeket felváltotta a pontosan adagolható morfium. Az amerikai polgárháborúban alkalmazott morfiuminjekcióval sokkal hatásosabban és gyorsabban lehetett a fájdalmat csillapítani, mintha a szájon át adagolták volna. Sajnos a morfiininjekciónak is rövidesen észlelték az árnyoldalait: a fájdalomcsillapító- és eufórizáló hatás nem választható el egymástól. Így nem csak a szenvedőknek nyújtott azonnali enyhülést, hanem a toxikománoknak is lehetővé tette a pillanatok alatt bekövekező mámort. Mellesleg meggyorsította a dependencia kialakulását is.

3. Heroin

A szerves kémia és a gyógyszerészet fejlődése lehetővé tette a szisztematikus gyógyszerkutatók kifejlődését. A fő cél az volt, hogy a morfinmolekula módosításával olyan gyógyszereket állítsanak elő, amelyek rendelkeztek a morfium fájdalomcsillapító hatásával, de a használatuk nem vezet függőséghez. Így sorban jelentek meg a gyógyszerpiacon a felszintetikus ópiátok. Közülük az egyik, az 1898-ban felfedezett diacetyl-morfin hatásosabbnak tűnt, mint a morfin, így gyorsan népszerűvé vált. Sőt azt hirdették, hogy ezzel az új szerrel sikerül visszaszorítani az ópium- és morfiumpfűgőséget. Azonban rövid időn belül kitűnt, hogy a függőség sokkal gyorsabban kialakul, mint a morfium esetében. Tulajdonképpen a világ egyik legveszélyesebb kábítószerét, a heroint fedezték fel.

A heroin fehér színű, kristályos por, hasonlít a porcukorhoz. Íze keserű. Mintegy tízszer erősebb a morfiumnál. Az illegális laboratóriumokban előállított heroin szennyezett, színe barnásvörös vagy szürke színű. Az a fehér por, amit a New York-i utcákon plasztikzacskóban vásárol meg a fogyasztó, annyi kininnel, prokainnal, tejcukorral vagy mannittal van már keverve, hogy legfeljebb 5% heroint tartalmaz.

Habár az ópiátok könnyen felszívódnak a bélcsatornából, a szájon át történő fogyasztásukat kerüljük, mert a belekből felszívódó heroin jelentős része a májban metabolizálódik. Az USA-ban és Európában csaknem mindenütt intravénás formában használják: a heroint rendszerint egy kanálban, citromsav társaságában oldják fel, az oldódást a kanál alá tartott öngyújtóval segítik elő. A felmelegített oldatot egy vattán keresztül szívják fel a fecskendőbe, s a vénák elszorítása után az anyagot a véráramba fecskendezik. Így az alacsony herointartalmú készítményekkel is elérhető a kívánt hatás. Ázsiában, ahol nagyobb tisztaságú heroint lehet beszerezni, az inhalációs formában történő alkalmazás a legkedveltebb. „Géppuskasorozatnak” nevezik a fogyasztásnak azt a formáját, amikor a cigarettába kis

heroinolyócskákat tesznek, s így szívják. Egy másik módja a sárkányeregetés: ilyenkor a barbituráttal kevert heroinszemcséket alufóliába csomagolják, és gyertyával melegítik. A felszálló füstöt bambusz vagy papírcsővecskéken át szívják be.

A szer fiziológiai hatásai: a légzés, keringés lelassulása, köhögési reflex gátlódása, pupilla beszűkülése, a látás élességének a csökkenése, vizketés, az emésztőrendszer működésének a lassulása. Magas dózisoknál eszméletvesztés is bekövetkezhet. Túladagolás esetén a használó kómába esik, végső esetben légzésbénulás miatt beáll a halál.

A heroin euforizáló hatása rendkívül erős, ezzel magyarázható, hogy két-három injekció után alig van megállás, tehát kialakul a pszichikai függőség.

Az elvonási tünetek (turkey) során vegetatív zavarok jelentkeznek: kéz- és ujjremegés, verejtékezés, szapora szívműködés, hányinger, hasmenés. A központi idegrendszer károsodására görcsrohamok, izomremegés, izomgörcsök, álmatlanság utal, amely rendkívül súlyos depresszióval és öngyilkossági veszéllyel párosul.

4. Metadon

A metadon egy szintetikus, a heroinnál lényegesen hosszabb hatástartalmú opiát, amit gyakran használnak heroinelvonásnál. A páciens elször átállítják a metadonra, majd fokozatosan csökkentik az adagot. Így az elvonási tünetek kevésbé viharosak. A metadonnak is van euforizáló hatása, így a heroinisták közül sokan átszoknak a metadonra, főleg ha az állam biztosítja a szükséges adagot.

5. Kodein, Hydrocodin

Habár fájdalomcsillapító hatásuk mintegy hatszor gyengébb a morfinénál, a legismertebb köhögéscsillapítók közé tartoznak, illetve kombinált görcsoldók, fájdalomcsillapítók összetevői.

Nem tekinthetjük kábítószernek, de nagy napi adagban (60-80 tabletta) erősen euforizálnak, és pszichikai ill. fizikai depedencia alakul ki.

VII. Altatók, nyugtatók, szorongásoldók

Az altatók, nyugtatók és szorongásoldók hasznos, és nélkülözhetetlen gyógyszerek, amelyekből világszerte milliószámra rendelnek tablettákat terápiás célokra. Ezekkel a gyógyszerekkel azonban ugyanúgy vissza lehet élni, mint a kábítószerekkel, s rendszeres fogyasztásuk ugyanolyan függőséget okoz, mint a drogoké.

Elször is tegyünk különbséget az altatók (hipnotikumok), a nyugtatók (szedatívumok) és a szorongásoldók (minor trankvillánsok) között.

Az altatók és a nyugtatók közül a legklasszikusabbak a barbitursav

származékai, a barbiturátok. Nagyobb adagokban altató, kisebbben nyugtatóként használták. Előnyös tulajdonságaik mellett ismertek már a hátrányai is: a dependencia kifejlődésének a veszélye, a fogamzásgátló tabletták hatásának a kioltása stb. Az újabb nyugtatók megjelenése (pl.: benzodiazepinek) felváltotta a barbituráttartalmú készítményeket, s ma már orvosi műhibának számít a barbiturátok nappali nyugtatóként való rendelése.

Néhány évtizede egyre nagyobb számban kerülnek forgalomba a minor trankvillánsok. Nagy előnyük, hogy erős nyugtató hatással rendelkeznek, de altató, bódító hatásuk nincsen, így munka mellett is szedhetők. Az alkohollal kölcsönösen fokozzák egymás hatását.

VIII. Kokain

1. Kokalevélrágás

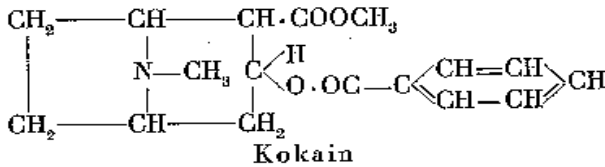
A kokacserje leveleit évszázadok óta rágják a dél-amerikai indiánok. Az indiánok a koka leveleit kultikus célokra, vallási ceremóniákra használták. Papjaik állami ültetvényeken termesztették a növényt, és mindenkinek megtiltották a használatát. A spanyol hódítás után mindenki számára hozzáférhetővé tették a növényt, mert a rosszul táplált indiánok nélküle nem dolgoztak elég hatékonyan. A kokalevél rágása Dél-Amerikában ma is társadalmilag elfogadott, és nehezen nevezhetjük a kokalevelet akár élvezeti szernek, akár kábítószernek. A kokalevél rágása elsősorban a munkavégzéssel függ össze. Gyermek és nők (kivéve, ha nehéz fizikai munkát végeznek) nem élnek vele, viszont az természetes, amikor egy fiatal ember elkezd dolgozni, egyidejűleg megkezdja a kokalevél rágását is. A kokalevél rágása az Andokban majdhogynem létszükséglet: az éhségérzés elnyomása nélkül munkát végezni csaknem lehetetlen, s kiszámították, hogy az egy napi kokalevélben lévő vitamin mennyisége nagyjából megfelel egy ember minimális vitaminszükségletének.

A kokalevelet mindig lúgos kémhatású anyagokkal keverve rágják. Mézport vagy kagylóhéjport, esetleg növényi hamut adnak hozzá. A kokalevélből így felszabadult kokain csökkenti a fáradtságot és az éhségérzést, stimulál és euforizál.

A kokalevél gyógyászati lehetőségével csupán a XIX. század közepétől kezdtek el foglalkozni. Megjelentek a különböző erősítő- és stimulálószerként használt kivonatok. A legnagyobb sikert Mariani Franciaországban előállított gyógybora aratta. *Mariani* sikerét a tengeren túl, egy Atlantában működő gyógyszerész, *Pemberton* irigyelte meg, és forgalomba hozta a „French Wine Cola”-t. A következő évben zseniális gondolata támadt: a készítményben levő bort koffeintartalmú kóladió kivonattal és növényi olajokkal helyettesítette. S elindult diadalútjára a Coca-Cola. A sikert már az sem állíthatta meg, hogy 1907-ben ki kellett hagyni a kokaint az italból. Azóta egy kokaintól mentesített kokalevél-kivonatot használ a gyár a Coca-Cola gyártásához.

2. Kokain

A kokalevél hatóanyagát 1859-ben izolálta *A. Niemann*, s ezt az anyagot kokainnak nevezte el. A kokacserje levelei kb. 0,5-1% kokaint tartalmaznak, amelyet közvetlen a termesztés helyén kell kivonni a növényekből, mert a szállítás közben könnyen elveszithetik a drogtartalmukat. *Willstatter* 1923-ban totálszintézis útján véglegesen tisztázta, hogy ez a vegyület a benzoil-ekgonin metil-észtere.



A vegyület helyi érzéstelenítő hatására először *von Anrep* (1879) figyelt fel, de a nagy felfedezés Koller nevéhez fűződik, aki 1884-ben olyan szemműtéket tudott elvégezni, melyekre addig – fájdalomosságuk miatt – nem volt lehetőség. Koller felfedezése tehát új korszakot nyitott a sebészet történetében. A kokaint ma már csupán a szemészetben használják, és az egész világ évi szükséglete kg-okban fejezhető ki.

A XIX. század utolsó évtizedeiben a kokain vált – a morfin mellett – az emberiség minden bajának gyógyszerévé. Az orvosok az alkoholizmus, a depressziók, a morfinizmus, a TBC, az impotencia, az asztma és minden olyan más kórkép és tünet kezelésére rendelték a kokaint, amelyre nem állt rendelkezésükre specifikus gyógyszer. Időbe telt, míg az orvosok ráébredtek, hogy nem is olyan veszélytelen a kokain használata, mivel sok esetben kialakult a pszichikai függőség állapota. Ezek a tapasztalatok döntötték meg azt az elméletet, hogy a kokain a morfinizmus gyógyítására alkalmas. Ennek az elméletnek az egyik apostola Freud volt, aki maga is használta a szert. S azt remélte, hogy a kokain pszichiátriai felhasználásával Kolleréhez hasonló világsikert tud elérni.

A hetvenes években kezdett el rohamosan terjedni a kokainhasználat. Az első években a kokainabúzus a kokain sósavas sójának kis adagokban történő alkalmi szippantását jelentette. A hatóságok ebben az időben nem figyeltek fel a kokain valós veszélyeire, ugyanis a kokainhasználók – a gettóban élő heroinistákkal szemben – elsősorban a társadalom egy tehetősebb rétegéből kerültek ki. Számukra nem volt probléma előteremteni a droghoz szükséges pénzt, és addig nem sok dolguk akadt a rendőrséggel. A kokain veszélyességére akkor derült fény, amikor a visszaélések száma rohamosan elkezdett emelkedni, és ezzel párhuzamosan egyre többen tér-

tek át az intravénás injekciózásra és még többen a „freebasing” technikára. Ez utóbbi a kokainnak, amely alkaloid révén bázikus vegyület, a felszabadítását jelenti a sósavas sókötésből:



Az így keletkező keverék a „crack”, amelyben a kokain szabad, illékony bázis formájában van jelen, így sokkal gyorsabban hat, mint az intravénás injekcióban beadott sósavas só. Nemcsak másodperceken belüli intenzív eufóriát vált ki, hanem az ún. „reinforcing effect”-et is, amelynek az értelmét talán legjobban az „újrakészítő” kifejezéssel lehetne magyarul visszaadni.

A kokain elterjedésével az USA-ban, de más országokban is felfigyeltek a „speedball” használatára. Egyre több heroinista injekciózta a vénájába a „speedball”-nak nevezett heroin-kokain keveréket, felfedezvén, hogy ezzel a kábítószerrel lehet a legintenzívebb eufóriát előidézni.

Biokémiailag a kokain az amfetaminszármazékokhoz hasonlóan működik: megakadályozza az agyban a noradrenalin, a dopamin újrafelvételét, így ezek folyamatosan ingerlik a nekik megfelelő receptorokat, stimuláló, élénkítő hatást váltva ki. Emelkedik a vérnyomás és gyorsul a szívverés. Egy adag kokain hatásának időtartama max. egy óra.

A terhes nőknél magzatelhalást, illetve magzatkárosodást okozhat a kokain. A csecsemők legtöbbször a normálisnál kisebb fejjel és aggyal születnek, de igen gyakori a nemi szervek és a vese deformációja is. A magzatkárosító hatás létrejöttéhez egyetlen kokainadag elegendő, mivel a zsíroldékony kokain könnyen áthalad a placentán (méhlepény), és ezt a magzat szervezete a kokainnál még toxikusabb nor-kokainná alakítja át. A kokainnal szemben, amely egy felnőtt szervezetéből 48 óra alatt kiürül, a vízoldékony nor-kokain 4-5 napon át mérgezi a magzatot. A legsúlyosabb károsodásokat a terhesség első három hónapjában szenved el a magzat, akkor, amikor az anya sokszor még nem is észlelte a terhességet.

A kokain leggyakrabban említett pszichés hatásai: a hangulat javulása, megnövekedett teljesítőképesség, fáradtság és az étvágy eltűnése, a libidó (szexuális vágy) fokozása. A szer idült fogyasztóinál paranoid viselkedés, impotencia alakulhat ki.

A kokainhasználat nem vezet fizikai függőséghez, de a sokáig másodlagosnak tekintett pszichikai dependencia kialakul. S az ettől való megszabadulás sokkal bonyolultabb és nehezebb feladat. A kokain esetében pedig a drog hatásának átélése iránt érzett vágy rendkívül erős. A szakemberek ezért szokták a kokaint a legerősebb „reinforcer”-nek nevezni.

IX. Amfetaminszármazékok

Az amfetamint Európában a harmincas években hozták forgalomba, és kezdték el használni széles körben élénkítőszerként és depressziós állapotok kezelésére. Sokan fogadták örömmel azt, hogy végre van egy olyan vegyületcsoport, amely rendelkezik a kokain előnyös tulajdonságaival, de használata nem vezet függőséghez. Mások már kételkedéssel kezelték ezeket a kijelentéseket, de mégis évtizedekbe tellett, amíg a nemzetközi szakmai közösség is elismerte, hogy rendszeres használata ugyanúgy pszichikai függőséghez vezet, mint a kokain. Így csak 1971-ben vonták nemzetközi ellenőrzés alá.

Az ötvenes években a háziasszonyok fogyasztószerként használták, de a hatvanas években egyre több ország orvosi kara döbönt rá arra, hogy túlértékelték az amfetaminok terápiás jelentőségét. A narkolepszia (napközben fellépő alvási roham) az egyedüli diagnózis, amikor az amfetamin-terápia indokolt.

Az amfetaminabúzus legenyhébb formája, amikor a diákok amfetamin-tablettával „készülnek” a vizsgáikra, illetve a hétvégi szórakozásuk meghosszabbítása során használnak stimulánsokat. De ha a szedése rendszeressé válik, kialakul a tolerancia, majd a függőségi állapot: egyszerűen toxikománvá válik nagyon sok diák. Az amfetaminok használata igen elterjedt a teherautósóföröknél is, akik rájöttek arra, hogy hosszabb utat tudnak megtenni, illetve több fuvar tudnak vállalni a tabletták segítségével. A sportolók doppingolása is sokszor kerül reflektorfénybe, és egy-egy olimpia vagy Tour de France alkalmával a napisajtó tele van doppinghírekkel. Sajnos nemegyszer fordult már elő, hogy a kerékpározó verseny közben halt meg. Ez teljesen érthető, ha figyelembe vesszük, hogy az amfetaminszármazékok csak a fáradtság érzését nyomják el, és nem a szervezet fáradtságát csökkentik. A sajtóban azonban ritkán kerülnek nyilvánosságra adatok a legnagyobb legális fogyasztópiacról, a katonaságról. Az amfetaminokat a második világháborúban például a legtöbb hadsereg használta. Angol adatok szerint csak a brit haderő 72 millió „energiatablettát” fogyasztott el a második világháború alatt...

1.Speed

Kémiailag: metamfetamin

A speed a feketepiacon leggyakrabban fehér vagy színezett por alakjában fordul elő. Fogyasztható szájon át, felszippantható orrba, elszívható és intravénásan is adagolható (az utóbbi módszer intenzív „flash” okoz). A szer egy órával a fogyasztás után már megjelenik a vizeletben, és a nyoma még egy hét múlva is kimutathatók. A szer mintegy fele változatlanul kerül a vizeletbe, így akár ki is vonható belőle (volt már rá példa). Használata során eufória, hiperérzékenység, idegesség, nyugtalanság és álmat-

lanság lép fel. Emellett megfigyelhető az étvágy csökkenése is. A hatás elmúlása után gyakori a fáradtság, a levertség és a depresszió.

A speeddel szemben gyorsan kialakul a tolerancia. Fizikai függőség nem alakul ki, de könnyen kialakulhat pszichikai függőség. Idült használoknál megfigyelhető, hogy felváltva használják a speedet és valamilyen kábító hatású drogot (pl.: barbiturát).

2.Ecstasy

Kémiailag: 3,4-metiléndioximetamfetamin (MDMA)

Az ecstasy-t 1913-ban szintetizálták először Németországban. A Merck Company véletlenül állította elő egy másik gyógyszer szintézise során. A 70-es években néhány pszicháter jó eredményeket ért el, de reflektorfénybe csak az utóbbi évtizedben került.

Eredetileg fehér por, de a feketepiacon rendszerint tabletták, illetve kapszulák formájában kapható. Hatás csak a tablettá lenyelését követően 30-45 perccel jelentkezik, s 4-6 óra múlva alábbhagy. Használata során leggyakoribb az eufória, a „minden a legnagyobb rendben van”-érzés, a gátlások feloldódása, a „boldogság”, a bizalom. Az ecstasy rendkívüli mértékben növeli a 90-es évek modern tánczenéinek (különösen az acid house-nak) az élvezhetőségét. A drog és a monoton zene transzszerű állapotba juttathatja a táncolót. Sokan kizárólag arra használják a szert, hogy a hétvégi acid partyk alkalmával levezessék a felgyülemlett energiájukat.

X. Hallucinogének

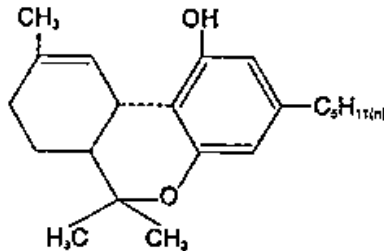
Az eddig ismertetett kábítószernek közös tulajdonsága, hogy mindegyik gyógyszerként indult hódító útjára, és azonos a lényegük: az eufórizáló hatás. A hallucinogén szerek csúcspontja nem az eufória, hanem az extázis: az ember kilépése önmagából. Ezzel a mesterségesen létrehozott, múló ideig tartó állapottal akarják egyesek átlépni a tér és az idő korlátait, illetve önmagukat jobban „megismerni”.

A hallucinogén anyagok kémiai szerkezete vagy a szerotoninhoz, vagy a dopaminhoz hasonlít igen nagy mértékben. Mind a szerotonin, mind a dopamin a központi idegrendszerben, elsősorban a nagyagyban a legfontosabb ingerületátvivőként ismert biokémiai anyagokhoz tartozik. A kémiai hasonlóság miatt a nagyagyban lévő receptorok a hallucinogéneket is „felveszik”, de ezek hatására a külvilágból érkező ingerek értékelése jelentősen megváltozik, eltorzul. Így anélkül, hogy az öntudat vagy emlékezés zavart szenvedne, az új belépő jelek hallucinációkat, illúziókat stb. váltanak ki. A közös hatásuk, hogy emelik a vérnyomást, fokozzák az inreflexeket, a nyálfolyást, tágítják a pupillát.

1. *Cannabis sativa*

A „hasznos kender” az emberiség egyik legősibb kultúrnövénye. Az ókori Kínában a kendertermesztés alapozta meg a textilipart, a papírgyártást. Kínától nyugatra az elterjedő növényt már kultikus, vallási, ill. orvosi célokra is használták. A használat módja döntően befolyásolja a termesztett kender fajtáját. Botanikai szempontból tulajdonképpen ugyanarról a *Cannabis sativáról* van szó, mégis teljesen indokolt az indiai kender és a rostkender megkülönböztetése. Az indiai ugyanis bőven tartalmazza a kábulatot előidéző tetrahidro-kannabinolt,

Tetrahydrocannabinol



míg a rostkenderben alig vagy egyáltalán nem fordul elő. A rostkenderből készítették többek között az első Levi's farmereket is. A kender magja proteinben gazdag, jó madáreledel, a magok sajtolásával nyert olajból pedig gyorsan száradó festékek, lakkok készíthetők.

A növény több mint hatvan gyógyhatású anyagot tartalmaz; az USA gyógyszerházaiban 1937-ig legálisan lehetett kapni kannabisz kivonatot mint idegnyugtató szert. Napjainkban is zajlik a vita a drog gyógyászati célú alkalmazása körül, egyes orvosok szerint többek között a kemoterápiás kezelés során fellépő táplálkozási nehézségek kezelésére alkalmas.

A világszerte használt pszichoaktív anyagok között a kannabisz a „kiemelkedő” negyedik helyet foglalja el; az első három helyet a dohány, a koffein és az alkohol foglalja el. Indiában a kannabisz még ma is igen jelentős szerepet játszik a tradicionális gyógyszerkészítésben, és sok esetben elválaszthatatlan a vallási és népi szokásoktól. Rendszerbe szedni a különböző kannabisz készítményeket szinte lehetetlen vállalkozás, ezért megelégednünk azzal az egyszerűsítéssel, amit az indiai hatóságok alkalmaznak: „csarasz”, „ganzsa”, „bhang”. A csarasz, vagyis kannabiszgyanta gyakorlatilag azonos a hasissal. A ganzsa a növény gyantatartalmú ágvégeit jelenti, a bhang pedig az ezek nélküli növényrészeket. Ez utóbbi ket-

tót, a ganzsát és a bhangot, marihuána néven szoktuk emlegetni. Az indiai kategóriák logikusak, mivel összhangban állnak az anyag THC-tartalmával.

A fogyasztás módjai eltérőek. Szívhatják cigarettában (joint, dzsodzsó, spangli), pipában. Egyéb módszerek: bong, vaporizer. A bong működési elve, hogy a füstöt víz alatt átszűrjük, ezáltal a szennyeződések mennyisége lecsökken. A vaporizer a füvet olyan hőmérsékletre (kb. 200 fok) melegíti fel, amelyben a THC már eltávozik, de a káros égéstermékek még nem keletkeznek. A kannabiszt természetesen meg is lehet enni, de csak akkor hatásos, ha előtte a szert felmelegítik, vagyis aktiválják a hatóanyagokat (pl.: vajban párolják).

A kísérletek világosan mutatják, hogy a THC rendkívül hatékony hallucinogén anyag, de ezt a hatást csak a magas hatóanyag-tartalmú szerekkel lehet elérni. Kisebb mennyiségben eufóriát, kitörő jókedvet és nevetést okoz. Mivel a kannabisz pszichés hatásai nagyrészt a drogot használó személytől függenek, okozhat rendkívül rossz élményeket, rosszuléteket is.

Csaraszszívás során észlelt tünetek

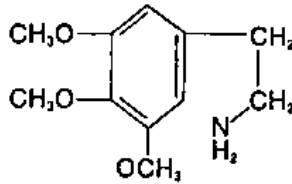
- 1,0 g - eufória
- 1,1 g - életérdektelenség
- 1,2 g - kitörő jókedv, nevetés
- 1,3 g - borzongás, rossz közérzet
- 1,6 g - hangérzékenység, konfúzió, szorongás, depresszió, álmodás
- 2,6 g - hallucinációk, fokozott érzékenységek
- 3,0 g - intoxikáció (részegségi állapot)

A kannabiszfogyasztást kísérő tünetek: felgyorsult szívverés, véreres szem, a kezdeti fokozott nyáelválasztást követően a száj kiszáradása, torokirritáció, köhögés. A terhesség alatt szívtott kannabisz súlyosan károsítja a magzatot is: kisebb súlyú, ill. torzszülött gyermekek születése. Amellett gyengíti a szervezet immunrendszerét, és károsítja a szervezet hormonháztartását; spermaelváltozásokat, potenciacsökkenést okozhat. Igen súlyos következmény a szellemi visszamaradás.

2. Peyotl, a csodakaktusz

A Mexikóban honos, puha húsú, vastag répagyökerű, barnás-szürkés-zöld színű, tövis nélküli kaktusz, melynek levágott és megszártított növénytestét évezredek óta használják az indiánok hallucinációk előidézésére. A peyotl fő hatóanyagát, a meszkalint a XIX. század utolsó éveiben több kutató is izolálta, azonosításra azonban csak 1919-ben került sor, amikor E. Spath szintézis útján bebizonyította, hogy kémiaiag trimetoxifenetilamin.

Meskalin (3,4,5-Trimethoxyphenylaethylamin)

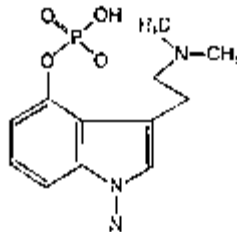


A visszaélés nem a peyotlral, hanem a meszkalinnal kezdődött, és nem az aztékok idején, hanem századunk hatvanas éveiben az amerikai fehér fiatalok körében. A peyotlkultusz és a meszkalinabúzus között nincs közvetlen összefüggés, ezért indokolt és logikus, hogy a meszkalin nemzetközi ellenőrzésének bevezetésével nem járt együtt a peyotl ellenőrzésének bevezetése. A meszkalint ugyanis sokkal egyszerűbb és olcsóbb szintézis útján előállítani, mint a kaktusból kivonni.

3. Varázsgombák

A pszichedelikus gombafajták használata egyidős az emberiséggel. A szibériai sámánok kedvelt segédeszköze a légyölő galóca - közismertebb nevén bolondgomba -, amely megnyitotta előttük az utat a szellemek felé. A természet nem volt egyformán bőkezű minden kontinenshez a természetes hallucinogének tekintetében: Közép- és Dél-Amerika sokkal gazdagabb ezek a növények tekintetében, mint az összes többi földrész együttvéve. Nem véletlen tehát a dél-amerikai indiánok különös vonzódása a „szent varázsgombákhoz”, amelyeket vallásos-mágikus szertartásokhoz használtak. Sőt, az emberáldozatok bemutatásánál is nagy szerepük volt. Ezek a szertartások a nyugati világ szeme előtt rejtve maradtak egészen 1955-ig, amikor R. Gordon Wasson és felesége részt vett egy igazi sámáni szertartáson, ahol maguk is elfogyasztották az indiánok szent gombáját, a psilocybe-t.

Psilocybin [4-Phosphoryloxy-N,N-Dimethyltryptamin]



A psilocybe gombafajták fő hatóanyaga a psilocybin és a psilocyn. A psilocyn elég instabil vegyület, hamar elbomlik, míg a psilocybin akár évekig is stabil marad. Az emberi szervezetben a psilocybin psilocynra bomlik és ilyen alakban fejt ki a hatását. Mindkét anyag a szerotoninnal mutat nagy hasonlóságot. A psilocynból a halálos adag az effektív (hatásos) dózis 641-szerese, így ritkán hallhatunk halálos kimenetelű mérgezésekről.

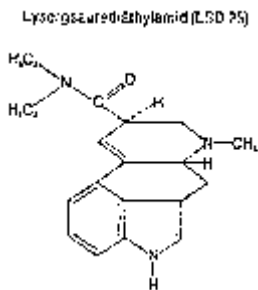
Fogyasztani lehet nyersen, pizzán, teában stb., de vigyázni kell vele, mert a pszichoaktív anyagok magas hőmérsékleten lebomlanak. Egyes források szerint a tejtermékekkel, illetve a kalciumtartalmú ételekkel a psilocybin keverése veszélyes is lehet (az aztékok valószínűleg ezért böjtöltek a gombák fogyasztása előtt).

Egy „gomba-túra” kb. 6 óráig tart, de a befolyásoltág érzete napokig, sőt hetekig is eltarthat. Természetesen a varázsgombákat sem lehet büntetlenül fogyasztani, ugyanis ha egyszer kinyitják az "észlelés kapuit", azt soha többé nem lehet teljesen bezárni. Tehát a rendszeres használat ugyanúgy szellemi visszamaradást, elbutulást eredményez, mint a többi hallucinogén anyag.

4. LSD-25

A középkorban volt egy betegség, amit Szent Antal tüzének neveztek. Csak a XVII. században fedezték fel, hogy ennek a betegségnek az okozója a rozs kalászáin élősködő gomba, az anyarozs. XVIII. századtól az anyarozst már gyógyszerként is használták. A különböző anyarozskivonatokkal meg tudták akadályozni a szülések után fellépő méhvérzéseket. Századunkban már migrénellenes szerként és vérnyomáscsökkentőként is alkalmazzák.

Az anyarozs-alkaloidok alap építőanyaga a lizergsav. Felismerték, hogy könnyen kapcsolódik más molekulákhoz. Albert Hofmann, a Sandoz cég vegyésze 1938-ban állította elő a lizergsav egyik származékát, a lizergsav-dietilamidot.



Az új szer az LSD-25 kódnevet kapta, ugyanis a huszonötödik volt az előállított lizergsav származékok sorában. Mivel az LSD nem fejtett ki különösebb hatást a kísérleti állatokon, ezért Hofmann félretette az anyagot. Legközelebb 1943-ban vette újra elő, amikor a szer szintézise közben felfigyelt az igazi hatására. Mikor az első kísérletek után kiderült, hogy a szer sem a gyógyászatban, sem a hadseregben nem

tudják hasznosítani, újra félretették. Sokan próbálkoztak vele a pszichiátriában (a szer a felszínre hozza a tudatalatti tartalmát), és a CIA-nél is (egy esetleges igazságszérum), de nem vált be.

Elterjedése Timothy Learynak, a Harvard pszichológia professzorának „köszönhető”, aki miután 1960-ban a mexikói varázsgombák hallucinogén hatásával megismerkedett, kipróbálta az LSD-t is, és profétájává vált. Paradox módon az LSD legális pályafutásának is ő vetett véget: egy tévé-műsorban Kennedyvel beszélgetett, és aggályát fejezte ki az LSD nem ellenőrzött gyártása miatt. 1966-tól az LSD gyártását és fogyasztását illegálisnak minősítették, az LSD kábítószer lett.

A LSD-vel kapcsolatos két legfontosabb kifejezés a set és a setting, ezek magyarul talán a belső lelkiállapotot és a külső környezetet jelentik. Az LSD hatása ugyanis nagyban függ a használó lelkiállapotától, egyéniségétől, jellemétől és a környezettől is, ahol a trip zajlik (pl.: egy depresszióra hajlamos egyénnél nagyobb az esély egy bad tripre). Szinte mindig egyik érzékszerv működését megzavarja. Pupillatágulás, szapora pulzus és a vércukorszint emelkedése tapasztalható. Az első fázisban állandó nevetési inger, hőmérséklet-érzékelési zavarok jelentkeznek. Majd kb. egy óra elteltével hallucinációk, víziók megjelenése, majd a térbeli érzékelés zavara tapasztalható (a fogyasztó úgy érzi, hogy kitört a 3 dimenzióból; az érzetek összekeveredése). Gyakori az önmagunk kívülről való szemlélése, találkozás a túlvilággal, Istennel. A szer hatása „hullámtermesztű”: tehát a normális állapotok váltják egymást a betépett állapotokkal.

Az LSD igen hatékony szer: 50-150 mikrogramm elég a hallucinációkhoz, 200-250 mikrogramm pedig a „nehezebb” tripekhez. A többi hallucinogénhez hasonlóan az LSD is az agy szerotonin- és dopaminrendszerével van kapcsolatban. A szerotoninrendszer felelős valószínűleg a depresszióért (trip után), az agresszió gátlásáért, az étváagnövekedésért, az alkoholéség és a szexuális étvágy csökkenéséért. Emellett növeli az endorfin hatását is. A dopamin-rendszer a mozgást, az éberség és a magatartás aktivizálását, az érzékelést szabályozza. A dopamin fokozó szerek nagy adagban gyanakvást, paranoid, zavaros gondolatokat ébresztenek (a dopamin alaposabb vizsgálatával valószínűleg közelebb jutunk a skizofrénia megértéséhez is), illetve fokozza külső ingerekre való érzékenységet.

Mivel az LSD mai tudásunk szerint nem mérgező (születési rendellenességeket azért okozhat: pl. vízfejűség), ezért elsősorban a pszichikai veszélyeiről kell beszélni. A fogyasztás után „mellékhatásként” személyiségváltozás, álmatlanság, levertség lép fel. Az idült fogyasztóknál már ez olyan mértékű, hogy fokozottabbá válik a befelé fordulás, sőt az LSD által nyújtott világ és a normális világ összemosódása is felléphet. Az utazás után fellépő legveszélyesebb utóhatás a pszichózis, ill. a „flashback” kialakulása. Az LSD-pszichózis (tulajdonképpen nem is LSD-pszichózis-

ról, hanem az LSD által kiváltott pszichózisról kell beszélnünk) az az állapot, amikor egy rossz utazás után az illető mintha "nem jönne ki" a tripből (irreverzibilis is lehet); skizofrén tünetek jelentkeznek. Ilyenkor a kórházakban antipszichotikus szerekekkel (OTOH, Prozak), vízhajtással hozzák ki az illetőt ebből az állapotból. A flashback nem más, mint a trip alatti élmények rövid megismétlődése természetes állapotban; akár egy évvel később is! A flashback hatása a személyek tárgyak váratlan megjelenésétől kezdve a tárgyak irreális mozgásáig, a felületek hullámzásáig sokminden lehet. Azonban nemcsak lelkileg okozhat megrázkódtatást (például találkozás önmagunkkal), hanem a vezetés és egyéb figyelmet igénylő tevékenység alatt nagyon veszélyes lehet a fellépő hallucináció. A kérdés logikusan merülhet fel bennünk, hogy ha az LSD fizikailag nem mérgező, akkor hogyan jöhet elő a flashback. Sajnos az aggyal kapcsolatban még nagyon sok a fehér folt. Talán az agykutatás a közeljövőben választ fog tudni adni ezekre a kérdésekre is.

A hatást gyorsan megszünteti, a tripet leállítja 15-30 mg diazepam (Válium) orálisan vagy lassan, intravénásan beadva. Használatos még a klórpromazin (Thorazin, Hibernal) 50 mg-os dózisban. Ennek viszont sok kellemetlen mellékhatása van; alkalmazását kerülni kell, ha bármilyen gyanúja van annak, hogy az LSD mellett DMT is van a szervezetben (az eredmény ugyanis fordított lesz, rohamokra is lehet számítani). A hatás csökkentéséhez niacin vagy B3 vitamin ajánlott. A hiedelmekkel ellentétben a C-vitamin nem csökkenti, hanem erősíti a hatást.

Felhasznált irodalom

Ulli Olvedi: LSD-Report

Hans W. Maier: Der Kokainismus

Dr. Nagy Gábor – Lovass Pál: A kábítószeres világ

Dr. Kisszékelyi Ödön – Dr. Németh Zsolt - Huber Béla: A bódulat csapdájában

Bayer István: A kábítószer

Dr. Nagy Gábor – Dr. Balla Károly: Narkománia

VITAMINOK AZ INTERNETEN*

Szántó Gábor

Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest

Felkészítő tanár: Varga Márta

„Vitaminok az interneten” előlap

A program optimális megjelenítéséhez használjon közepes betűtípust a böngészőjében.

Belépéskor kattintson a képre



A programot Szántó Gábor készítette.

Ezúton szeretnék köszönetet mondani VARGA MÁRTA tanárnőnek, a felkészítéssel segítségért és a jótanácsaiért, és URR GYÖRGYNEK, aki nagy segítségre volt.

A program szövegeit és képeit ne másolja.

Egyéb kérdéseket és az engedélyemet a felhasználáshoz ezen az E-mail címen kérje: **Gabor@dpg.hu**.

* A program a www.extra.hu/vitaminok internet-címen tekinthető meg. Könyvünkben a program néhány fontosabb website-ja szerepel csupán, a szövegek terjedelmi okok miatt átszerkesztésre kerültek. – a Szerk.

Vitaminok

Üdvözlöm a **VITAMINOK AZ INTERNETEN** programban. Itt megismerkedhet a vitaminok szerkezetével, napi szükségletével, biológiai hatásaival és egyéb más tulajdonságaival.

A bal oldalon található menüből választhatja ki a megfelelő vitaminokat¹, vagy átfogó leírást olvashat az Általános tudnivalók rész alatt.

¹A „vitaminok története és felfedezése” oldalak alján 5 ikont találhatunk. Ezek sorra: képlet, előfordulás, napi szükséglet, biológiai hatás, hiánya, túladagolása.

Általános tudnivalók a vitaminokról

Általános
tudnivalók

A vitamin szó jelentése: az életfontosságú amin.

Keresés

- *A-vitaminok*
- *B-vitaminok*
- *C-vitamin*
- *D-vitaminok*
- *E-vitaminok*
- *H-vitamin*
- *K-vitaminok*
- *U-vitamin*

Az első tudományosnak nevezhető kísérletet 1896-ban Eijkman holland bőrtőnörvos végezte el, aki a Jáva szigeten dolgozott. Azt vette észre, hogy a foglyok – akiknek hántolt rizst adtak – berberiben szenvedtek. Ugyanakkor a csirkéi egy részének is ezt adta, a másik részének viszont teljes rizst. A berberi betegség szintén megjelent az előbbi csirkékéknél.

A rizs korpájából készített kivonat tartalmának jelentőségére Funk jött rá 1912-ben. Ő adta a *vitamin* nevet ezeknek az anyagcsoportoknak. Mai ismereteink szerint a *vitamin* szó jelentése: Olyan szerves vegyületek, melyet az ember nem tud megfelelő mennyiségben szintetizálni, nem energiaforrások, de kis mennyiségben is az anyag- és energiaforgalmat segítik elő.

Útmutató

A vitaminok elnevezéséhez az ABC betűit használják. Mivel vannak hasonló működésű molekulák, ezért vezették be a számindexszel való megkülönböztetést.

Testvéroldalak

A hatásuk azon alapszik, hogy felszívódnak az emésztőcsatornába, és a szervezet különböző részein katalizátorként vagy szabályozótényezőként vannak jelen. Az enzimekhez kapcsolódó vitaminokat *prosztetikus vitaminoknak*, a más működésűeket *induktív vitaminoknak* szokták nevezni. Az utóbbiak élettani hatásai még tisztázatlanok.

A vitaminok egy csoportosítási lehetősége az oldhatóság (csak a programban található vitaminok vannak felsorolva):

Vízben oldódó

B₁, B₂, B₆, B₁₂-vitaminok
C-vitamin
H-vitamin
U-vitamin

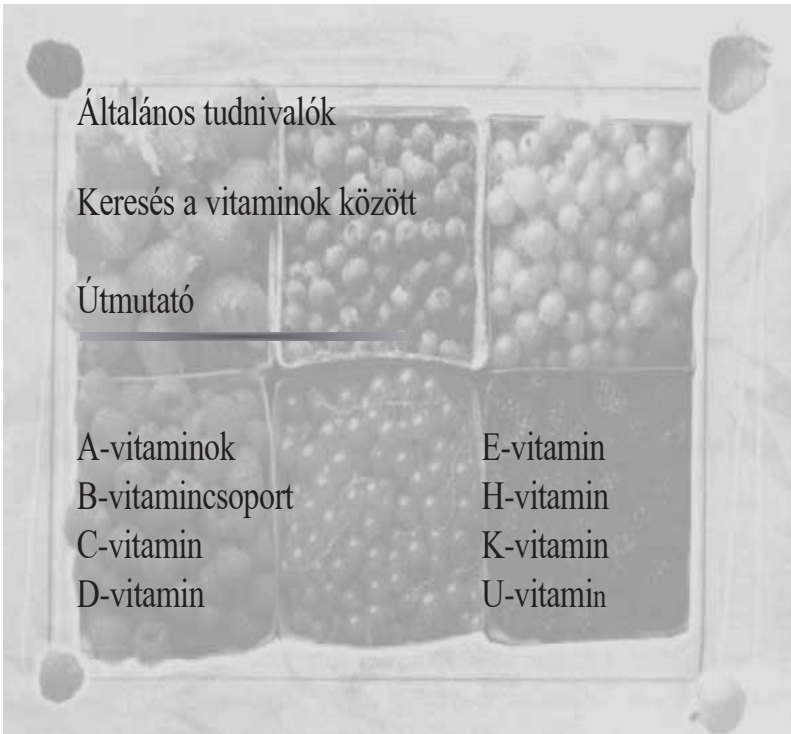
Zsírban oldódó

A-vitaminok
D-vitaminok
E-vitaminok
K-vitaminok

Persze, léteznek úgynevezett *átmeneti vitaminok* is. Ilyen például a K-vitamin, ami zsírban oldódó, de szintézissel olyan vegyületeket is előállítotak, amelyek K-vitaminhatást fejtenek ki, de vízben oldhatóak.

A zsírban oldódó vitaminokat inkább a *hipervitaminózis* (túladagolás), a vízben oldódókat pedig inkább az *avitaminózis* (hiány). Ez azért van, mert az előbbiektől a szervezet nehezebben tud megszabadulni, az utóbbiakra pedig nagyobb szükség van naponta.

Keresés a vitaminok között



Általános
tudnivalók

Keresés

- *A-vitaminok*
- *B-vitaminok*
- *C-vitamin*
- *D-vitaminok*
- *E-vitaminok*
- *H-vitamin*
- *K-vitaminok*
- *U-vitamin*

A-vitaminok (retinolak, axeroftolok)

1919-ben *Steenbock* vette észre, hogy a répából kivont karotin-nak A-vitamin hatása van. Sokan arra gondoltak, hogy ez nem a karotin, hanem a mellette szennyeződésként jelen lévő A-vitamin.

1928-ban *Karrer* bizonyította Steenbock-ot, mert a gondosan megtisztított karotin hatásos volt.

1930-ban *Moore* állatkísérletek során bizonyította, hogy a karotinnak azért van A-vitamin hatása, mert a szervezetben A-vitaminná tud alakulni.

Az A-vitamint kristályos állapotban csak 1937-ben *Holmes* és *Corbet* határozta meg: $C_{20}H_{30}O$, amelynek alapján a szerkezetére is következtetett.

1937-ben *Kuhn* és *Morris* az A-vitamin szerkezetét szintézissel is bizonyította.



Képlet



Előfordulás



Napi szükséglet



Biológiai hatása



A FEHÉR POR

Orosz Judit

Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs

Felkészítő tanár: Mostbacher Éva

Bevezetés

A gyógyszerek, gyógyhatású anyagok hamisítása világszinten ismert jelenség. Különösen jól hamisíthatók a fehér porszerű anyagok, más ugyancsak fehér színű, ártalmatlan porral. Ilyen fehér por a keményítő is. A keményítőszemcsék ismeretében citokémiai vagy kémiai módszerekkel könnyen leleplezhetőek a hamisítványok. Régóta ismert a piacokon a tejföl hamisítása (a tejfölbe lisztet kevernek), melynek ellenőrzése a keményítő-jód próbával történik.

A mikroszkópos vizsgálat alapja az, hogy a keményítőszemcsék alakja, mérete a növényfajokra jellemző. A szemcsékben az adott faj napokban kifejezett életkorával megegyező számú koncentrikus kör alakul ki. Félkristályos szerkezetük polarizációs mikroszkóppal figyelhető meg (Ruzsiczky-Szávai, 1992).

A legkisebb keményítőszemcsék mindössze 1-2 mm nagyságúak, a legnagyobbak a 200 mm-t is elérhetik. A kukorica keményítőszemcséje kicsi: 2-10 mm, a nagyobbak közé tartozik a burgonyáé, melynek szemcsenagysága elérheti a 180 mm-t is, a rozsé 40-55, a búzáé 25-45 mm (Römpp).

A keményítő rétegekben válik ki. A keményítőszemcsék kristályos szerkezetére utal az a körülmény, hogy poláros fényben anizotróp, kristályos testekként viselkednek, középpontjukból kiinduló fekete kereszttel. A rétegek kiválása egy vagy több középpont körül indul meg, s ettől függően a keményítőszemcse szerkezete más és más. Egyszerű keményítőszemcse akkor jön létre, ha valamennyi réteg egyetlen középpont körül rakódik le. Lehet centrikus (kukorica) vagy excentrikus (burgonya).

A keményítő jelentősége

A keményítő a növényi sejtek tartalék tápanyaga. Különösen sok keményítőt tartalmaznak a magvak és a gumók (búza, kukorica, burgonya), iparilag ezekből állítják elő. A keményítőt a növény szőlőcukorra bontja le és elégeti, így jut energiához (Kajtár, 1984)

A keményítő az emberi táplálkozásban nélkülözhetetlen szénhidrát. A lisztes termékek, mint a kenyér, rizs, tészta, burgonya, hüvelyesek, szelíd-

gesztenye, manióka, stb. nagy keményítőtartalmú élelmiszerek (Ruzsiczky-Szávai, 1992).

A keményítő az emberiség legfontosabb tápláléka, a felnőttek napi szénhidrátszükségletét mintegy 500 g-ra becsülik, ebből a legtöbbet a keményítő alakjában veszünk fel. Az ember és az állatok emésztőenzimeik révén fokozatosan bontják le a glükózra. 1 g keményítő elégetésekor 16,7 kJ hőmennyiséget ad le (Römpp).

A keményítő jelentős részét alkohollá erjesztik. A tisztított, gyári méreteken nyert keményítőt sokoldalúan hasznosítják, pl. ragasztóanyagok előállítására, keményítúcukor, keményítősörp, dextrin készítéséhez, kocsányák, puddingok sűrítésére, medvecukorhoz, kartonárukhoz, szappanadalékként, textíliák keményítéséhez, púderekhez, a gyógyászatban, kenőcsök, kúpok készítésénél, stb. (Römpp).

A keményítő kémiai szerkezete

A keményítő (amylum) kémiai szerkezete ismert: $(C_6H_{10}O_5)_n$. A cellulóztól nagyon eltérő sajátosságú poliszacharid. Nem redukálja a Fehling oldatot és jóoldattal –forrón ismét eltűnő – kék színeződést ad. (Römpp)

A keményítő hideg vízben nem oldódik. Vízben (meleg) való oldás esetén az oldat kolloid, kicsit opalizál. Ez azzal indokolható, hogy a nagy molekulák mérete már megközelíti a látható fény hullámhosszát, s a fény a molekulák felületén visszaverődik, szóródik (Römpp).

A keményítő két egymástól eltérő molekulatömegű alkotórészből épül fel: 20-28 % egyenes láncú amilózból és kb. 200 ezer elágazó láncú amilopektinből. Található még benne csekély mennyiségű lipid, foszfor-sav és kation is.

A keményítőszemcsék réteges szerkezetűek, két komponensük közül a szemcsék belsejét képező amilóz oldódik vízben, a külső hártát képező amilopektin pedig nem. A polimer glukán-láncokra amilóznál α - $(1 \rightarrow 4)$ kötés (polimerizáció: 1000 körül) és a helikális szerkezet, az amilopektinnél pedig az α - $(1 \rightarrow 6)$ kötés és az elágazó láncrendszer (polimerizáció: 20000 körül) a jellemző. Az amilóz KI-I₂ (I₃-ionnal) hatására kékszíneződést, az amilopektin pedig vörös vagy bíbor színeződést ad (Szabó 1996).

A keményítőmolekulában, α -D-glükóz-részek kapcsolódnak egymáshoz ugyanolyan elv szerint, mint a két α -D-glükóz-rész a maltózban α -kötéssel (Kajtár 1984).

A keményítő a cellulóz szerkezetéhez hasonlít. A lényeges különbség az, hogy míg a cellulózban a „hid”-oxigénatom egyik kötése - amellyel a glükózrész I. számú szénatomjához fűződik ekvatoriális, addig a keményítőben- axiális állású. A két óriásmolekula közti különbség erre vezethető vissza. A keményítőmolekula láncja az α -helyzetű oxigén miatt behaj-

lik. Az éterkötés vegyértékszöge közel tetraéderszög (105°) (Kajtár 1984).

Ilyen szerkezetben a molekula konformációja úgy a legkedvezőbb, ha a gyűrűk „általános” síkja nem fordul el egymáshoz képest, viszont maga a lánc hajlik. Az amidozmolekulák hosszú lánc csavarmentszerűen feltérekednek, úgynevezett hélixet képez (Kajtár 1984).

A láncmolekula úgy tekeredik fel, hogy közben egyre feljebb kerül, vagyis csavarodás közben emelkedik. A csavar egyetlen menete 6-7 glükózrészből áll. A glükózgyűrűk „általános” síkja párhuzamos a csavarvonal (a hélix) tengelyével. Az egymás fölé (alá) kerülő glükózrészek között a csavarvonal tengelyével nagyjából párhuzamosan is létrejöhetnek gyengébb hidrogénkötések. A keményítőmolekulában valamennyi hidrogénkötés a polimer láncban belül alakul ki. A lánc „hajlását” az egyik glükózrész 2-helyzetű hidroxilcsoportja és a láncban „utána” következő glükózrész 3-helyzetű hidroxilcsoportja közti hidrogénkötés rögzíti. A $-\text{CH}_2\text{OH}$ csoportok hidroxilcsoportjai a csavarmentben egymás fölé-alá kerülő glükózrészek között létesíthetnek hidrogénkötéseket, de ezek nem olyan szabályosak és gyengébbek is, mint az előbbiek. A keményítő össze-csavarodott szálai között nincsen olyan kapcsolat, mint a cellulózzsálak között, ezért nem alkot rostokat, hanem az összecsavarodott hélixekből szemcsés szerkezet alakul ki. A keményítőmolekulák kis helyen elférnek, és – minthogy a molekulák külön-külön vannak – vízmolekulákkal könnyen kölcsönhatásba lépnek. A keményítő ezért oldódik a meleg vízben, és sokkal könnyebben hidrolizál, mint a cellulóz. Ehhez az is hozzájárul, hogy az axiális helyzetű C-O kötések kevésbé stabilisak, könnyebben felhasadnak, mint az ekvatoriálisok. (Kajtár, 1984).

A keményítőmolekula balmenetű csavar, vagy inkább cső, amelynek a belseje üres. Ez az üreg apoláros, mert befelé csak a glükózgyűrűk „alsó” axiális hidrogénatomjai és a gyűrűket összekapcsoló glikozidos oxigénatomok állnak. A többi csoport (az ekvatoriális hidroxilcsoportok és a $-\text{CH}_2\text{OH}$ - csoportok) nagyjából a gyűrűk „síkjában”, vagyis a henger palástja mentén a cső tengelyével körülbelül párhuzamosan helyezkedik el (Kajtár, 1984).

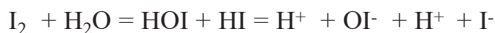
A keményítő kémiai vizsgálatai

A keményítőmolekulának a csavart láncból kialakult „cső”-szerkezete ad magyarázatot a keményítő sok érdekes tulajdonságára. Régóta ismert, pl. hogy a barna színű jóddalattal kék színreakciót mutat. Ezt a reakciót igen kis mennyiségű jóddal, illetve keményítő kimutatására is fel lehet használni. A színreakció magyarázata az, hogy az apoláros jódmolekulák éppen beférnek a hélixek üregébe, ahol van der Waals-vonzás rögzíti azo-

kat. A jódmolekulák itt más jellegű (apoláros) környezetben vannak, mint vizes vagy alkoholos oldatban. A környezet is befolyásolja egy kis mértékben a jódmolekulák elektronszerkezetét, aminek az a következménye, hogy az alapállapotú és a gerjesztett állapotú jódmolekulák között más az energiakülönbség apoláros környezetben, mint vizes oldatban, s ezért más hullámhosszú fényt nyelnek el. Innen ered a jód színváltozása keményítő jelenlétében (Kajtár, 1984).

Melegítéskor a jódmolekulák kidiffundálnak az amidózhélixből, s maga a hélix is kissé szétzilálódik; ekkor eltűnik a kék szín. Lehűtéskor újból helyreáll a hélixszerkezet, a jód visszakerül az amidózmolekulába, s ismét megjelenik a kék szín.

NaOH oldat hatására a kék szín eltűnik. A jelenség magyarázata: A hipojódos sav és a hidrogén-jodid vizes oldatban savas kémhatást mutat. Lúg hatására az oldatban lévő hidrogénionok a hidroxidionokkal reagálva egy közömbösítési folyamat megy végbe, amely vizet eredményez. A hidrogénionok koncentrációja csökken, erre a rendszer úgy reagál a Le Chatelier – Braun – elv alapján, hogy a folyamatot a felső nyíl irányába tolja el. A lugoldat hatására a jód-víz reakció eltolódik a hipojodit és jodidképződés irányába. A jód eltűnik a rendszerből és így a kék szín is eltűnik. Sav hatására a hidrogénion koncentrációja ismét növekedni fog, melyre a rendszer úgy reagál a Le Chatelier-Braun-elv alapján, hogy a hidrogénion koncentrációját csökkenteni akarja, a folyamat a visszaalakulás, vagyis a jodképződés irányába tolódik el. Ezt úgy láthatjuk, hogy ismét megjelenik a kék szín.



Az α - Naftol – próba (Molisch- reakció) a szénhidrátok általános reakciója. Minimális mennyiségű szénhidrát-komponenst tartalmazó vegyületek (pl. glükózidok) kimutatására alkalmas. A reakció azon alapul, hogy a szénhidrát tömény kénsav hatására elhasad és egyéb termékek mellett furfurool, vagy származékai jönnek létre. Ezek pedig α -naftollal kondenzációs reakcióval színes terméket produkálnak.

2 ml keményítőoldathoz 2 csepp α -naftol-oldatot adunk. A kémcsövet ferdén tartva egy másik kémcsőből (vagy pipettával) 2 ml tömény kénsavat öntünk hozzá óvatosan a kémcső fala mentén. A kénsav a keményítőoldattal alig keveredve alul helyezkedik el. A két folyadékfázis határán csakhamar ibolyaszínű gyűrű keletkezik. Összerázáskor az elegy felmelegedik és teljes térfogatában színessé válik.

Ha a keményítőt savas oldatban forraljuk, akkor hidrolízist szenved, amelynek végső terméke a szőlőcukor. A Fehling – próba során a keményítőhöz koncentrált kénsavat, majd vizet adunk. 2 perc forralás után, az

oldat kihűltével nátrium –hidroxid-oldattal meglúgosítjuk és elvégezzük a Fehling-próbát Fehling I- és Fehling II- oldattal. A próba eredménye pozitív. Ehhez a folyamathoz hasonlóan gyártják a keményítőből a krumpliacukrot.

A keményítő fokozatos hidrolízise esetén a keményítőoldat készítése során keletkezett csirizből kb. 10g-ot Erlenmeyer-lombikba teszünk, majd 10 csepp kénsavat és 50 cm³ vizet ráöntünk. Közben sorbaállítunk tíz kémcsövet, mindegyikbe 10 cm³ desztillált vizet öntünk. A jól elkevert keményítő szuszpenzióból 8 cseppet adunk az első kémcsőbe. Az Erlenmeyer-lombikot forró vízfürdőbe helyezzük, 2 percenként 8 cseppet kell kivennünk a szuszpenzióból és sorba csepegtetjük a kémcsövekbe. Végül minden kémcsőbe 1 csepp 5 tömeg %-os kálium-jodidos jódoldatot csepegtünk. A hidrolízis fokozatosan megy végbe a savas oldatban. A hidrolízis első termékei a dextrinek, amelyek tovább hidrolizálnak. Mivel a jód-keményítő komplex színárnyalata függ a szénhidrát-molekula nagyságától, ezért a kéktől a vörösről át a sárga színig terjedő színskálát kapunk a kísérletben.

Irodalom

- Árokszállásy Z. – Erdélyi I. – Faludy Gy. – A. Fodor Á. – Hegedűs G. –Katona S.-né – Kovács K. – Pintér K. –Sótyné Mercs E. (1998): Britannica Hungarica X. Ciceró Kft., Budapest
- Hazslinszky B. - Takács I. (1960): Növényi eredetű élelmiszerek és abrak-takarmányok mikroszkópos vizsgálata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Kajtár M. (1984): Változatok négy elemre. Szerves kémia. Gondolat
- Römppe vegyészeti lexikon
- Ruzsiczky E. – Szávai J. (1992): Magyar Larousse II. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Szabó L. Gy. (1996): Növényélettan. Pécs. JPTE

ROVARÖLŐSZEREK A NÖVÉNYVÉDELEMBEN

*Hajdú Péter**Zrinyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg**Felkészítő tanár: Tölgyesné Kovács Katalin*

Napjainkban időnként elhangzik az a vélemény is, hogy az élő környezetünk jobb kímélésének reményében lehetőleg mellőzzük a növényvédő szereket. Sajnos ez lehetetlen, hiszen napjaink, de még fokozottan a holnap emberének változatlanul a legnagyobb gondja a mindennapi kenyér, a szükséges élelmiszer előteremtése lesz. Napjainkban az emberiségnek mintegy 2/3-a éhezik. A Föld lakosságának további számszerű növekedése várható, s ez minket is szembesít már az előbb említett súlyos gonddal, a szükséges mennyiségű, és minőségű élelmiszerek előállításának nehézségével. Ezért a növénytermesztés hatékonyságát tovább kell fokozni. Azt viszont hol jobban, hol enyhébben a konkurens szervezetek, növénypatogén mikroorganizmusok, vírusok, baktériumok, gombák, kártevő állatok és gyomok gyakran mérséklik, vagy teljesen akadályozni is képesek. Ezek ellen a nem kívánatos konkurensek ellen védekezni kell, s abból a kémiai készítmények nem maradhatnak ki.

A rovarok az állatvilágban különleges helyet foglalnak el. Jelenleg több, mint félmillió rovarfaj ismert, de ez csak töredéke a valóságban előforduló fajoknak, amelyeknek számát több millióra becsülik. De nemcsak a fajok nagy száma, hanem formájuk alapján is rendkívüli változatosságot mutatnak a rovarok. Ehhez a faj és forma gazdagsághoz csatlakozik hihetetlen alkalmazkodó képességük. Nincs a Földnek olyan élettere, és olyan tápláléka, ahol és amit a rovarok ne tudnának hasznosítani.

Érthető, hogy a rovarok közvetlenül és közvetve állandóan kapcsolatban vannak az emberrel. A hasznos rovarokat – méhek, selyemhernyó – az ember munkába állította. A kártevő rovarok részben mezőgazdasági kártevők, részben betegség terjesztők. Ezek ellen az ember megindította a harcot, a legkülönbözőbb módszerekkel.

A rovarok ellen általában a növényzetre permetezett rovarölő szerekkel – amelyeket inszekticideknek neveznek – védekezünk. Sok rovar él azonban állandóan, vagy csak meghatározott fejlődési periódusban a talajban, illetve a növényeknek a talajban lévő részein. Ezek a talajlakó rovarok, amelyek képviselőit a rovarok csaknem minden rendjében megtaláljuk, ellenük az úgynevezett talajfertőtlenítő szerekkel védekezhetünk.

Már Kr. e. 1200-ban Kínában meszet és fahamut használtak a zárt helyiségben élő kártevők pusztítására, továbbá növényi eredetű rovarölő szereket javasoltak a vetőmagvak kezelésére. Kr. E. a 2. században Kínában már ismerték az arzén rovarölő hatását.

Emlékezetes évnek kell tekintenünk az 1825-öt, amikor Faraday felfedezte a hexaklór- ciklohexánt. De annak rovarölő hatását csak jóval később 1939-ben ismerte fel Müller. Újabb lépésként Le Conte 1875-ben már megkülönböztetett kontakt és gyomormérgeket a rovarölő szerek között.

A kártevő állatok elleni céltudatos kémiai védekezés a XIX. Század közepétől kezdődött nálunk is. Azokban az években a védekezésre szánt vegyi anyagokat csak vizes oldatban, vagy szuszpenzióban hasznosították. Egyiket sem növényvédelmi célokra állították elő, mert a rézgálicot, a kénport, arzént stb. vegyületeket más célokra is nagy mennyiségben használták. A vegyi védekezés lényegében az első világháborút követő időkben indult el világhódító útjára.

A rovarölő szerek rövid történeti áttekintése látható az 1. ábrán.

A ROVARÖLŐ SZEREK RÖVID TÖRTÉNETE

18. század:	dohányfőzet, pirétrum, rotenon,
19. század:	kőszénkátrány és ásványolajpárlatok, arzénvegyületek, ciánvegyületek
1892:	Az első szintetikus szerves vegyület, a 2,4- dinitro-6-metilfenol megjelenése
1930 – 39:	alifás rodán vegyületek, fentiazin, nitrokarbazolok
1939:	P. Müller: DDT, klórozott szénhidrogének
1944:	G. Schrader: paration
1950-től:	szerves foszforvegyületek
1957-től:	karbamátok
1967:	kartap
1970:	piretroidok
1977:	egyéb szintetikus vegyületek

A céltudatos rovarölő szer felhasználás a **klórozott szénhidrogének** felfedezésével kezdődött. A DDT-t már 1874-ben előállították. Azonban rovarölő sajátságát Paul Müller csak 65 évvel később, 1939-ben fedezte fel. Ez a felismerés indította el azt a szisztematikus kutatást, amelynek eredménye lett a klórozott szénhidrogén típusú rovarölő szerek csoportja. A DDT-t kezdetben a közegészségügy területén alkalmazták a II. világháború alatt. A katonák és a polgári személyek százazreit mentette meg az eltetvesedéstől és a nyomában fellépő kiütéses tifusztól. Átütő sikert hozott a növényvédelemben is, mert hatékonyan irtotta a kultúrnövények úgyszólván valamennyi rovarkár-

tevéit. A DDT-vel csaknem egy időben fedezték fel a másik elterjedt klórozott szénhidrogént, a HCH-t, illetve ennek leghatásosabb gamma izomerjét a Lindánt. Ezt követték a további felfedezések, a ciklodién származékok területén. A klórozott szénhidrogének kitűnő rovarölő sajátossággal rendelkeznek, és minden vonatkozásban messze felülmúlják az előző időszakban alkalmazott rovarölő szereket. Kisebb, nagyobb eltéréssel minden klórozott szénhidrogén típusú rovarölő szerre jellemző:

- a nagy hatékonyság
- a széles hatásspektrum
- az igen hosszú hatástartam
- a melegvérűekre kis akut mérgezőség
- az egyszerű gyártástechnológia és kezelhetőség
- a kis ár

A klórozott szénhidrogén típusú rovarölő szerek sok százmillió ember táplálékát mentették meg több, mint két évtizeden keresztül a rovarkártevőktől. A hosszú ideig tartó felhasználás aggasztó tapasztalatai alapján azonban fokozatosan kibontakoztak e hatóanyagok hátrányai is, mind a növényvédelemben, mind a környezetvédelem területén.

Hátrányukká vált széles hatásspektrumuk, mert a hasznos rovarok pusztulását okozta.

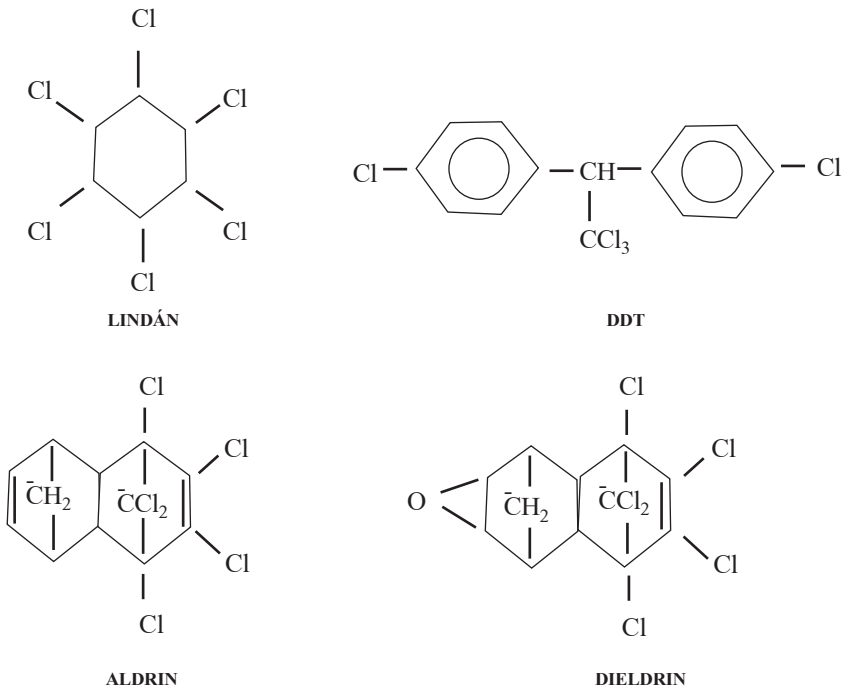
Egyes rovarfajoknál rezisztencia alakult ki.

Az emberiség számára a legnagyobb veszélyt kémiai és toxikológiai sajtóságai jelentették. Rendkívül stabil vegyületek, és így nagyon hosszú ideig megmaradnak a növényben és a talajban, tehát perzisztensek. Kémiai szerkezetükből adódóan zsírolékonyak, ezért felhalmozódnak a melegvérűek zsírtartalmú szöveteiben, így az ideg és a zsírszövetekben, és kiürülésük nagyon lassú. A fellépő mérgezés nem, vagy csak nehezen állapítható meg, és ellene nincs gyógyszer. Veszélyesek a halakra.

A klórozott szénhidrogének több lépcsős mentesítési programja hazánkban 1966-ban kezdődött. Már ebben az évben megszüntették a DDT importját. 1968. január 1-jével megszűnt a DDT hazai gyártása, és a világon elsőként betiltották a tisztán DDT-t tartalmazó porozó és permetező szerek mezőgazdasági használatát. A DDT és a Lindán tartalmú kombinált szerek 1970-ig maradtak forgalomban.

Néhány klórozott szénhidrogén képlete a 2. ábrán látható.

A **szerves-foszfor vegyületek** előállításával már több mint 100 éve foglalkoznak a kutatók, és bár századunk elején csak néhány vegyület volt ismert,



2. ábra Klórozott szénhidrogén típusú rovarölőszerek

a kutatók, elsősorban Michaelis és Arbuzov már akkor felismerték a feltáru-
ló lehetőségeket és nem telt bele három évtized Schrader felfedezte a szerves
foszforvegyületek biológiai, elsősorban rovarölő hatását és ezzel új korszak-
ot nyitott a vegyszeres növényvédelemben.

A szerves foszorsavészter hatóanyagú készítmények az 1950-es évektől
kezdve igen jelentős szerepet játszanak a vegyszeres növényvédelemben az
egész világon. A korszerű mezőgazdaság ma már nem képzelhető el szerves
foszfor vegyületek nélkül. Jelentős szerepet játszanak ezek a vegyületek a
raktározásban, a közegészségügy területén, az állatgyógyászatban, és újab-
ban az ember gyógyászatban is.

A szerves foszfor vegyületekre jellemző:

- mélyhatás,
- az első szisztémikus hatóanyag is szerves foszfor vegyület volt,
- a szisztémikus szerek gazdaságosabbak,
- nagy számú szintézis lehetőség áll rendelkezésre,
- a viszonylag egységes, és ismert hatásmechanizmus ellenére a rovarok vagy az atkák érzékenysége különböző,
- jól keverhetők más hatóanyagokkal,
- jól ismert hatásmechanizmusuk a melegvérűekkel szemben,
- rendelkezésre állnak a mérgezés ellenszerei is.

A szerves foszfor vegyületek hatásmechanizmusát a melegvérűeknél jól ismerjük, a rovaroknál azonban még bizonytalanok a tudományos kutatók e hatóanyagok biológiai hatását illetően. Melegvérűeknél a szerves foszfor vegyületek úgy fejtik ki hatásukat, hogy megbénítják az acetil-kolinészteráz enzim működését. Ennek az enzimnek az a szerepe, hogy elősegíti az idegvégződéseknél képződő és az idegingerület átvitelénél fontos szerepet játszó acetilkolin bomlását. Az impulzusok továbbítása ugyanis kémiai mechanizmussal történik, amelynek folyamán az idegingerületkor ecetsavból és kolinból acetilkolin képződik, és csak addig marad bomlatlan állapotban, amíg működésére szükség van.

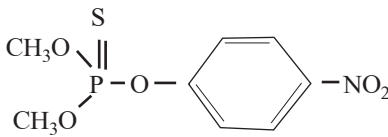
A legtöbb rovar szervezetében a kolinerg rendszerek ugyanolyan fontos szerepet töltenek be, mint a melegvérűeknél, ezért valószínűnek látszik, hogy a foszfátészterek rovarölő hatásukat is a fentiekhez hasonló módon fejtik ki. Az újabb elméletek szerint nem egyértelmű ez az elképzelés. Az összefüggések feltárását megnehezíti az is, hogy a rovarokban az acetil- kolinészteráz nem egységes. A házi légyben például az enzim hét izomerjének jelenlétét mutatták ki, amelyek foszforsav észter érzékenységük tekintetében nagy eltéréseket mutattak. Valószínűnek látszik, hogy a rovarok elleni hatásban az acetil kolinészteráz gátláson kívül más mechanizmusok is szerepet játszanak.

A szerves foszforsav észterek a környezetet tartósan nem szennyezik, mert hosszabb, rövidebb idő alatt, de általában egy hónapon belül biológiailag lebomlanak. A bomlás-mechanizmusokat észter jellegük határozza meg. Három fő bomlás-mechanizmusuk a következő:

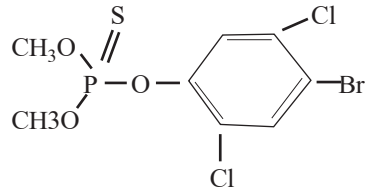
- hidrolízis
- átésztereződés

A folyamatok végbemehetnek csak kémiai úton, vagy az élő szervezetekben enzimek segítségével.

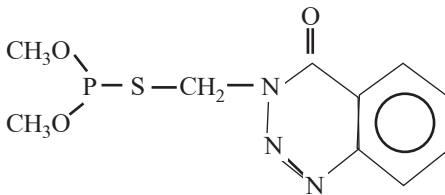
Néhány fontosabb foszforsavészter típusú rovarölő szer képlete a 2. ábrán látható.



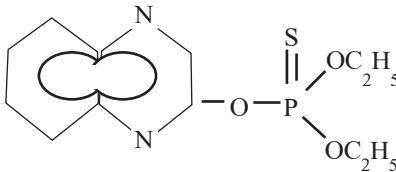
METILPARATION



BROMOFOSZ



METILAZINFOSZ



KINALFOSZ

2. ábra

A következő fontos rovarölő szer csoport az **inszekticid karbamátok** csoportja. A karbamát típusú rovarölő szerek kémiaiailag a karbamidsav észterei, más néven uretánok. A karbamátok rovarölő sajátosságait a 40-es évek közepén vizsgálták a kutatók. Az első kereskedelmi forgalomba került termék az Union Carbide hatóanyaga a karbaril volt 1958-ban. Jelentőségük azóta újabb, és újabb hatóanyagok felfedezésével rohamosan nőtt. Jelenleg a világ karbamát típusú rovarölő szer termelését kb. 50.000 tonnára becsülhetjük, amelynek mintegy fele karbaril.

A karbamát típusú rovarölő szerek acetil-kolinészteráz gátlók. A hasonló mechanizmusú szerves foszfor vegyületektől azonban különböznek, az enzim gyorsabban reaktiválódik. A karbamátok gyomor, kontakt, vagy légzés mérgek. Egyes származékok szisztémikus hatásúak. Lebomlásuk hidrolízissel és oxidációval megy végbe. Rezisztencia kialakulását megfigyelték, de eddig nem játszott jelentős szerepet. Melegvérűekre a legkülönbözőbb mértékben mérgezőek. Felhasználásuk rendkívül sokoldalú, minden növénykultúrában alkalmazhatók rovarölőként, jó hatásúak a háztartási és a raktározási kártevők ellen, valamint az állatgyógyászatban is.

A különböző krizantémum fajok finomra őrölt virágfejből készült por, a természetes **piretroid**, már a XIX. század elejétől ismert rovarölő sajátágáról. 1941-ig Japán és Jugoszlávia voltak legnagyobb termelői. Jelenleg az évi termés 23-26 ezer tonna, amelynek több mint felét Kenya termeszti. A krizantémum a fészkesek családba tartozó évelő növény. A hatóanyag megtalálható a szárban és a levelekben is, de legnagyobb mennyiségben a virágok tartalmazzák.

A természetes piretroidok széles hatásspektrumú kontakt rovarölő szerek. Gyorsan bejutnak a rovar idegrendszerébe, és néhány perc után a rovar mozgásképtelen lesz. Ez az úgynevezett taglózó hatás jellegzetes sajátága a piretroidoknak. E hatás eléréséhez szükséges hatóanyag mennyiség azonban többnyire nem elegendő a rovar elpusztításához, mert a természetes piretroidok a rovarokban gyorsan lebomlanak, elvesztik hatásukat, és a rovarok egy része feléled. A természetes piretroidok a melegvérűekre gyakorlatilag nem mérgezőek.

A természetes piretroidok felhasználása a szintetikus rovarölő szerek forgalomba kerülésével visszaszorult részben nagy áruk, részben bomlékonyságuk miatt. A környezetvédelmi szempontok előtérbe kerülésével azonban ismét jelentőssé váltak. Bár áruk ma is nagyobb a hagyományos szereknél, de a legtöbb mezőgazdasági kártevő ellen már kis mennyiségben hatásosak. Az új alkalmazási technikák bevezetésével a felhasználási költségek annyira csökkentek, hogy kiváló tulajdonságaik miatt a piretroidok reneszárszáról beszélhetünk, alkalmazásuk egyre terjed a mezőgazdaságban és az erdőszetben egyaránt.

Legfontosabb előnyei a következők:

- rendkívül mérgező a rovarokra,
- melegvérűekre nem mérgező
- gyorsan lebomlik a szervezetben és a környezetben.

A piretroidok idegmérgek. A hatás gyorsasága és mértéke attól függ, hogy a hatóanyag közvetlenül be tud-e hatolni a központi, vagy a perifériális idegrendszerbe.

A továbbiakban a rovarkártevők elleni védekezés új irányairól szeretnék néhány szót szólni.

A növényvédelemben olyan kémiai hatóanyagok is felhasználhatók, amelyek nem közvetlenül pusztítják el a rovarokat, hanem csak közvetve járulnak hozzá a kártevők elleni védekezéshez. E hatóanyagok általános jellemzői:

- hatékonyság fokozódása
- a szelektivitás növekedése
- a hasznos rovarok pusztulásának csökkenése
- a rezisztens törzsek kifejlődésének elkerülése
- a felhasznált szerek mennyiségének nagyfokú csökkenése
- a környezet szennyeződésének megakadályozása.

Ezek az anyagok az integrált növényvédelem jövő eszközei. Ma már ezekkel a vegyületekkel kiterjedt kísérletek folynak, amelyek nagyon biztatóak, sőt több hatóanyag már a gyakorlatban is bevált. Elterjedésüket azonban korlátozza nagy áruk, bomlékonyságuk, főleg szabadföldi körülmények között, kritikus alkalmazási időpontjuk és az a tény, hogy hatásuk csak később jelentkezik. A közvetlen kárt tehát ezekkel a hatóanyagokkal nem lehet elkerülni.

Ezek az új típusú rovarölő szerek csak felsorolásszerűen a következők:

Rovarriasztó anyagok, rovaresalगतó anyagok, kitinszintézist gátlók, metamorfózisra ható szerek, atkaölő szerek.

Előadásomban áttekintettem a növényvédelemben alkalmazott rovarölő szerek történeti, valamint ezzel párhuzamos kémiai fejlődését, hatásmechanizmusát, alkalmazási előnyeit, hátrányait. Azt gondolom, hogy ezen ismeretek segítségével tudjuk a növényvédő szert úgy alkalmazni, hogy csak *ott* és *úgy* hasson, *ahol* és *ahogy* a célnak megfelelő.

ÉLELMISZEREINK C-VITAMIN TARTALMA

Előadók: Ozorai Júlia, Perényi Zsófia

A kísérletben résztvevő diákok az 1998/99-es tanévben:

Hajas Viktória, Ozorai Júlia, Perényi Zsófia, Soós Réka,

Vályi Krisztina, Víg Dávid, Vörös Márton

Eötvös Loránd Tudományegyetem Radnóti Miklós Gyakorlóiskolája, Budapest

Felkészítő tanár: Balázs Katalin kémia vezetőtanár

Az előadás témája

E témát már 1996-ban kiválasztotta iskolánk kémia munkaközössége, és az akkori 11. és 12. évfolyamosokkal egy nemzetközi pályázaton indultak, melynek „Egészséges táplálkozás” volt a címe. Az aktualitást az adta, hogy ma Magyarországon a táplálkozási szokások nem felelnek meg a legmodernebb tudományos tényekkel alátámasztott követelményeknek. Az egy főre jutó répacukor fogyasztása nagyon magas, a kenyérből legnagyobb százalékban a fehér kenyér fogy, a zsiradékok közül a disznózsír/növényi olaj aránya messze elmarad a kívánatostól. A zöldségek, gyümölcsök mennyisége és aránya a táplálkozásban nem megfelelő. Hazánkban a népesség várható élettartama is alacsony, ami összefüggésben van az étkezési szokásokkal is.

Ebből a hatalmas témakörből mi kiválasztottunk egy szeletet, és élelmiszereink C-vitamin tartalmát vizsgáltuk friss zöldségekben, üdítőitalokban, vitamintablettákban. Ezután megmértük a C-vitamin tartalmat különböző eljárások után is, mint például hűtés, hogy a mirelit élelmiszerek C-vitamin tartalmát is megismerjük, forralás, hogy a főtt ételeink C-vitamin tartalmát is megismerjük, és levegőn való állás, hogy a vitamintabletták C-vitamin tartalmának „tartósságát” is megismerjük. Ennek aktualitását a kísérletek időpontjában éppen a tavasszal általában jelentkező „tavaszi fáradtság” adta, melynek egyik oka lehet a C-vitaminhiányos táplálkozás. A megfelelő mennyiségű C-vitamin fogyasztása minden évszakban létfontosságú, elősegíti a szervezet védekezőképességét a betegségek ellen, különösen ajánlott a fejlődésben, növekedésben lévő gyermekeknél.

A C-vitamin meghatározást kétféle módszerrel is el lehet végezni:

- egy indirekt, visszamérési módszerrel,
- és egy egyszerűbb, direkt bromatometriás titrálással.

1996-ban, a nemzetközi pályázatra a 11. és 12. évfolyamosok mindkét módszerrel elvégezték a kísérleteket, és a mérések pontosságát is, és használ-

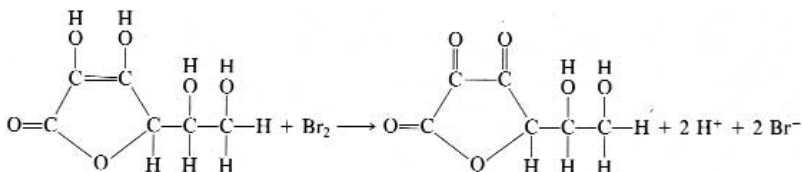
hatóságát is összehasonlították a mi laboratóriumi körülményeink között. Azt az eredményt kapták, hogy az indirekt módszer mérési hibája kisebb, a direkt módszer mérési hibája, amit mi is alkalmaztunk, nagyobb. A mérési hibák abból adódtak, hogy

- nem mértünk analitikai pontossággal,
- mérőeszközeinket nem kalibráltuk,
- a direkt módszernél alkalmazott indikátor színváltozásának megítélése sokszor szubjektív volt.

Mégis alkalmasak a méréseink az összehasonlításra. Azt mindenképpen meg lehet mondani az adatokból, hogy *ennyit változott* a C-vitamin tartalom a különböző alkalmazott eljárások után. Az összehasonlítás alapjául olyan C-vitaminforrást használtunk, amelynek előzetesen pontosan ismert volt C-vitamin tartalma, így mérésünk pontosságáról is adatot nyertünk.

A mérés elve:

A C-vitamin, azaz az aszkorbinsav oxidálószerekkel, így a brómmal is dehidro-aszkorbinsavvá oxidálható. A reakció mechanizmusa a következő: az aszkorbinsavhoz savanyú közegben a bróm addícióval pillanatszerűen kötődik, ami a kettőskötés felszakításával jár. A dibrómszármazékról időben követhető módon hidrogén-bromid szakad le. A folyamatot a következő egyenlettel érzékeltethetjük:



aszkorbinsav

A folyamathoz szükséges brómot a titrálás során a bromát- és a bromid-ionok között lejátszódó reakció szolgáltatja. A bromidot szilárd KBr formájában feleslegben adjuk a reakcióelegyhez, ezt savanyítjuk 10%-os sósavval, majd KBrO₃-mérőoldattal titráljuk:



A keletkező bróm pedig reakcióba lép az aszkorbinsavval. A reakcióból kiolvasható, hogy 1 mol K-bromát mér 3 mol aszkorbinsavat, tehát a mérő-

oldat fogyásából kiszámítható ilyen módon a C-vitamin mennyisége. Indikátorként para-etoxi-krizoidint használtunk, melynek színváltozásai: kezdetben (savas közegben) málnavörös, majd mélyül a színe, majd az átcsapási pontnál halvány sárga, majdnem színtelen. A para-etoxi-krizoidin a brómfelesleget jelzi a sárga színével, tehát ha már nincs jelen több aszkorbinsav (C-vitamin), akkor a bróm már nem reagálhat vele, feleslegben marad, és az indikátor megváltoztatja színét (átcsapás).

Mérési eredményeinket táblázatba foglaltuk:

<i>A C-vitamin forrás</i>	<i>Az eljárás</i>	<i>Mérési eredmény (fogyás)</i>	<i>A C-vitamin mennyisége a vizsgált anyagban</i>
C-vitamin tableta	5 db tablettát (összesen 500 mg C-vitamint tartalmaz) oldunk vízben, 100 cm ³ -ig feltöltjük desztillált vízzel az oldatot (törzsoldat) Végezte: <i>Víg Dávid</i>	A törzsoldat 10 cm ³ -ére 9,7 cm ³ fogyott 0,01 mol/dm ³ KBrO ₃ mérőoldatból	512 mg /5 tableta (2,4%-os mérési hiba)
	Az előző törzsoldatot egy heti állás után újból megtitráltuk. Végezte: <i>Víg Dávid</i>	A törzsoldat 10 cm ³ -ére 2,0 cm ³ fogyott 0,01 mol/dm ³ KBrO ₃ mérőoldatból	0,106 g = 106 mg
	Az előző törzsoldatot két heti állás után újból megtitráltuk. Végezte: <i>Víg Dávid</i>	Zavaros oldatot kaptunk, melyben mérési módszerünkkel C-vitamin gyakorlatilag nem mutatható ki.	

VAS+C PLUSSZ tabletta	1 db tablettát (összesen 60 mg C-vitamint tartalmaz) oldunk vízben, 100 cm ³ -ig feltöltjük desztillált vízzel az oldatot (törzsoldat) Végezte: <i>Vörös Márton</i>	A törzsoldat 10 cm ³ -ére 1,2 cm ³ fogyott 0,01 mol/dm ³ KBrO ₃ mérőoldatból	63,4 mg /tabletta (5,6%-os mérési hiba)
	Az előző törzsoldatot egy heti állás után újból megtitráltuk. Végezte: <i>Vörös Márton</i>	Mérési módszerünkkel gyakorlatilag nem mutatható ki C-vitamin.	
1 db közepes nagyságú friss zöldpaprika (69,6 g)	Frissen összepaszíroztuk, kevés vízben 5 percig áztattuk, leszűrtük és 100 cm ³ -ig desztillált vízzel feltöltöttük (törzsoldat). Végezte: <i>Hajas Viktória</i>	A törzsoldat 10 cm ³ -ére 12,5 cm ³ fogyott 0,01 mol/dm ³ KBrO ₃ mérőoldatból	660 mg /69,9g 944 mg /100 g (100%)
	Az előző törzsoldatot egy heti állás után újból megtitráltuk. Végezte: <i>Hajas Viktória</i>	A törzsoldat 10 cm ³ -ére 2,0 cm ³ fogyott 0,01 mol/dm ³ KBrO ₃ mérőoldatból	106 mg /69,9g 152 mg /100 g (84%-os veszteség)
1 db közepes nagyságú zöldpaprikát (65,2 g) mélyhűtőben tárolunk 1 hétig	A mirelit paprikát összepaszíroztuk, kevés vízben 5 percig áztattuk, leszűrtük és 100 cm ³ -ig desztillált vízzel feltöltöttük (törzsoldat) Végezte: <i>Balázs Katalin</i>	A törzsoldat 10 cm ³ -ére 3,2 cm ³ fogyott 0,01 mol/dm ³ KBrO ₃ mérőoldatból	169 mg /65,2 g 259 mg /100 g (100%)

	Az előző törzsoldatot egy heti állás után újból megtitráltuk. Végezte: <i>Vig Dávid</i>	Mérési módszerünkkel gyakorlatilag nem mutatható ki C-vitamin.	(100%-os veszteség)
1 db közepes nagyságú zöldpaprikát (74,3 g) főzünk	Forrástól számítva 5 percig főzzük a paprikát, majd összepaszírozzuk, leszűrjük és 100 cm ³ -ig desztillált vízzel feltöltöttük (törzsoldat) Végezte: <i>Balázs Katalin</i>	Mérési módszerünkkel gyakorlatilag nem mutatható ki C-vitamin	(100%-os veszteség)
1 db közepes nagyságú friss paradicsom (32,8 g)	Frissen összepaszíroztuk, kevés vízben 5 percig áztattuk, leszűrtük és 100 cm ³ -ig desztillált vízzel feltöltöttük (törzsoldat). Végezte: <i>Ozorai Júlia</i>	A törzsoldat 10 cm ³ -ére 4,0 cm ³ fogyott 0,01 mol/dm ³ KBrO ₃ mérőoldatból	211 mg /32,8 g 644 mg /100g (100%)
	Az előző törzsoldatot egy heti állás után újból megtitráltuk. Végezte: <i>Ozorai Júlia</i>	Mérési módszerünkkel gyakorlatilag nem mutatható ki C-vitamin.	(100%-os veszteség)
1 db nagyméretű paradicsomot (78,7 g) mélyhűtőben tárolunk 1 hétig	A mirelit paradicsomot összepaszíroztuk, kevés vízben 5 percig áztattuk, leszűrtük és 250 cm ³ -ig desztillált vízzel feltöltöttük (törzsoldat) Végezte: <i>Vályi Kriszta</i>	A törzsoldat 10 cm ³ -ére 3 cm ³ fogyott 0,01 mol/dm ³ KBrO ₃ mérőoldatból	396 mg /78,7 g 503 mg /100 g (100%)

	Az előző törzsoldatot egyheti állás után újból megtitráltuk. Végezte: <i>Vályi Kriszta</i>	Mérési módszerünkkel gyakorlatilag nem mutatható ki C-vitamin	(100%-os veszteség)
1 db közepes nagyságú paradicsomot (76,4 g) főzünk	Forrástól számítva 5 percig főzzük a paradicsomot, majd összepaszírozuk, leszűrjük és 100 cm ³ -ig desztillált vízzel feltöltöttük (törzsoldat) Végezte: <i>Soós Réka</i>	Mérési módszerünkkel gyakorlatilag nem mutatható ki C-vitamin.	(100%-os veszteség)
1 db kis méretű friss fekete retek (29,2 g)	Frissen összepaszíroztuk, kevés vízben 5 percig áztattuk, leszűrjük és 100 cm ³ -ig desztillált vízzel feltöltöttük (törzsoldat). Végezte: <i>Perényi Zsófia</i>	A törzsoldat 10 cm ³ -ére 21,0 cm ³ fogyott 0,01 mol/dm ³ KBrO ₃ mérőoldatból	1109 mg /29,9g 3708 mg /100 g (100%)
	Az előző törzsoldatot egyheti állás után újból megtitráltuk. Végezte: <i>Perényi Zsófia</i>	A törzsoldat 10 cm ³ -ére 9 cm ³ fogyott 0,01 mol/dm ³ KBrO ₃ mérőoldatból	475 mg /29,9 g 1589 mg /100 g (58%-os veszteség)

A titrálás eredményének kiértékelése: 1000 cm³ 0,01 mol/dm³ koncentrációjú KBrO₃-mérőoldat-fogyás jelenti 5,28 g aszkorbinsav jelenlétét.

A mérési eredményeink kiértékelése:

- a vizsgált C-vitamin források közül a fekete retek tartalmazza a legtöbb C-vitamint, és benne marad meg legtartósabban is az aszkorbinsav az eljárások során,
- a vitamintablettákat a feloldás után minél előbb el kell fogyasztani, mert C-vitamin tartalmuk csökken,

- a C-vitamint tartalmazó élelmiszereket lehetőleg nyersen fogyasszuk, illetve minél kevesebb ideig tartó főzéssel készítsünk belőle ételt, hogy megőrizzék C-vitamintartalmukat,
- a mélyhűtés, és a levegőn való állás is csökkenti a C-vitamintartalmát az élelmiszereknek.

Ha figyelembe vesszük, hogy felnőttek napi C-vitamin szükséglete: 20 - 75 mg/nap, serdülőknek napi 100 - 200 mg C-vitaminra van szükségük, akkor eredményeink szerint egy nyolcadikos tanulónak elegendő naponta

- 1 db C-vitamin tableta, vagy
- 2 db VAS+C PLUSSZ-tableta, vagy
- egy fél, közepes nagyságú friss zöldpaprika, vagy
- egy egész, mirelit paprika, vagy
- egy fél, közepes nagyságú friss paradicsom, vagy
- egy kisméretű friss feketeteretkből egy vékony szelet.

Felhasznált irodalom:

Dr. Schulek Elemér - Dr. Szabó Zoltán László: A kvantitatív analitikai kémia elvi alapjai és módszerei

Earl Mindell: Vitamin Biblia

Iskolánk kémia munkaközösségének 1996-os CEFIC pályázata

A VÍRUSOK KÉMIAJA

Török Andrea

*Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg**Felkészítő tanár: Tölgyesné Kovács Katalin, Halmi László*

Az élet minden területén nagy károkat okoznak a különböző fertőzések, vírusos megbetegedések, így az állattenyésztésben is.

A herpeszvírusok széles körben előfordulnak emlős-, madár- és alacsonyabb rendű állatfajokban. A háziállatfajoknak és az embernek többnyire szigorúan fajspecifikus herpeszvírusai vannak. A herpeszvírus okozta betegségekre általában jellemző, hogy tartós vírushordozás mellett időnként aktiválódnak. (Innen a herpesz név, amely görögül csúszó-mászó állatot jelent.) A herpeszvírusok érzékenyek zsíroló szerek, pH 3-as vegyhatás és 56 °C-on 30 percig tartó hőbehatás iránt.

A rhinopneumonitis, amelyet az equid herpesvirus 1. szerotipusa (EHV-1) okoz, fiatal lovakban heveny légzőszervi tüneteket, vemhes kancákban olykor halmozódó vetélést, és egyes esetekben enyhébb-súlyosabb idegrendszeri tüneteket okoz.

De vajon hogyan működhetnek a vírusok?

Az elektronmikroszkóp tárta fel, hogy a vírusoknak különböző típusai vannak (helikális, kubikális, binális). A herpeszvírus virionjának teljes átmérője 120-150 nm, a nukleokapszidé kb. 100 nm. Az ikozahedrális kapszidot peplon borítja.

Amikor a vírus megtámad egy sejtet, akkor rátapad annak felületére. Körülbelül 20 perccel később a sejt föl pattan, és néhány száz új vírust bocsát ki magából. Az eredeti fertőző vírusok pedig még mindig ott láthatók, amint a sejt külső falára tapadnak, de már csak mint üres hüvelyek. A fertőző vírusok tartalma kétségkívül belekerült a sejtbe, és annak belsejében megindította az újabb vírusok kialakulását, amelyeket a sejtnek magának kellett felépítenie. Ténylegesen az történt, hogy a vírus génjeit a sejtbe bocsátotta, és azok ott valamiként felülkerekedtek a sejt rendszer mechanizmusán, úgyhogy az elkezdte önmagát lebontani, és közben egyre több vírust hozott létre.

Hershey és Chase kutatók radioaktív jelölést alkalmazva a vírusok esetében bebizonyították a DNS genetikai jelentőségét.

A vírusok nyomon követése végett baktériumot kezdtek tenyészteni olyan táptalajon, amely vagy radioaktív kén, vagy radioaktív foszfort tartalmazott. A baktériumok ezeket magukba építették. A baktériumokat vagy csak az egyik, vagy csak a másik izotóppal jelölték. Ezután a baktériumokat vírusokkal fertőzték, és azt tapasztalták, hogy az új vírusok vagy kénnel, vagy foszforral voltak jelölve. Most ezekkel fertőzték a baktériumokat. A vírusok megtámadták a

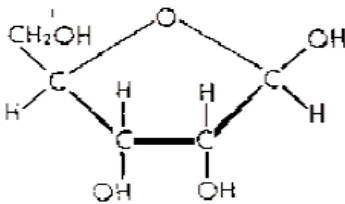
baktériumokat, de néhány perc múlva a kutatók turmixgéppel elválasztották őket. A vírusok már ilyen kevés idő alatt is fertőztek. Hershey és Chase a szuszpenziót lehűtötte, majd centrifugálta, hogy így elválasszák a baktériumokat a vírusoktól. Amikor a két kutató a késsel jelölt vírusokat használta, a baktériumok nem kaptak radioaktív jelölést. A vírus késsel jelzett fehérjeje a fertőző v(rusok burkával együtt kívül maradt. A foszforral jelölt vírusokkal történő fertőzés során viszont a baktériumok radioaktív jelölést kaptak. Ebből pedig az következett, hogy a foszforral jelölt vírus-DNS-nek be kellett jutnia a baktériumba. Ez pedig bizonyította a DNS genetikai jelentőségét.

Mi is az a DNS, „leánykori nevén” dezoxiribonukleinsav?

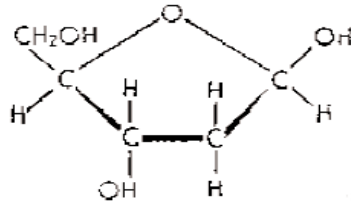
A nukleinsav a foszfor mellett szén, oxigént, hidrogént és nitrogént tartalmaz. *Albrecht Kossel* felfedezte, hogy olyan atomkombinációkat tartalmaz, amelyek alapját két, szénből és nitrogénből álló, sajátos konfiguráció alkotja, s amelyeket purin és pirimidin néven ismerünk.

Kossel két pirimidint izolált, amelyeket citozinnak és timinnek nevezett el, és két purint: az adenint és guanint. Egy másik pirimidint, az uracilt csak később fedezték fel.

A nukleinsavból 1910-ben kimutatták a ribózt, amely öt szénatomból álló cukor. Egyik-másik nukleinsav-készítményben viszont olyan ötszénatomos cukor volt, amelyben eggyel kevesebb az oxigénatomok száma, ezért ezt dezoxiribóznak nevezték el. Ez alapján különböztetjük meg a DNS-t és az RNS-t.



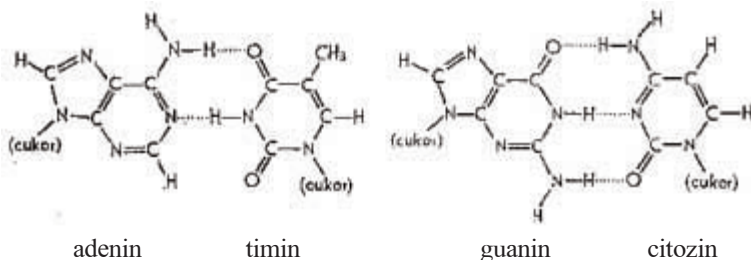
ribóóz



dezoxiribóóz

A nukleinsavban a cukor olyan híd, amely összekapcsolja a purint (vagy pirimidint) a foszfátcsoporttal. Ez a szerkezet a nukleotid. Az RNS-ben a bázis adenin, guanin, citozin vagy uracil lehet, míg DNS-ben adenin, guanin, citozin vagy timin.

Vajon milyen a DNS szerkezete? A DNS két nukleotidláncból áll, ezek úgy csavarodnak egymás fölé, mint a kétszálú gyapjú fonalai, mégpedig úgy, hogy minden egyes bázispárban a két bázis befelé irányul. Hogy ez hogyan lehetséges? Egyszerű: hidrogénkötés kapcsolja össze az adenint és timint, ill. a guanint és citozint.



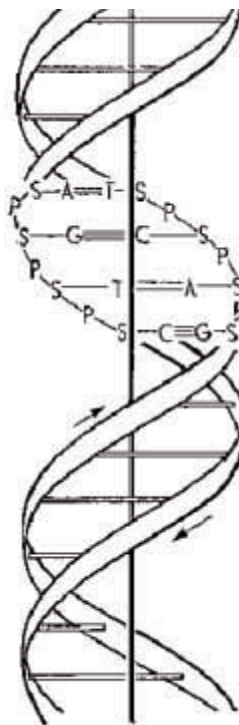
Hidrogénkötés a DNS-molekula bázisai között; két kötés adenint és timint köt össze, kettő guanint és citozint. (A két pár teljes szélessége azonos.)

A DNS-ben a két lánc nukleotidsorrendje ezek alapján szorosan összefügg egymással. Tehát a DNS reduplikációra képes molekula. A kiindulási DNS egy rövid szakaszán a két szál elválik egymástól, és a nukleozid-trifoszfátok komplementer bázisaik szerint rendeződnek sorba a két szál mentén.

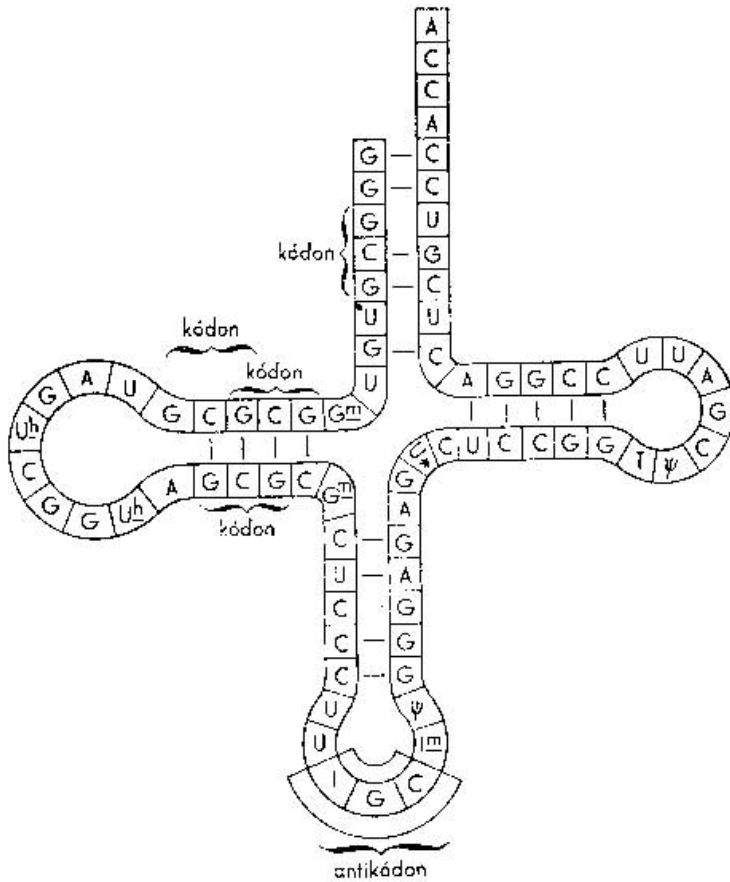
A DNS mintájára készül egy komplementer RNS. Az így szintetizálódott RNS az információt a magból a citoplazmába viszi. Ennek az RNS-nek óriási a szerepe az élet egyik legfontosabb kémiai folyamatában, a fehérje-bioszintézisben.

A fehérjék szabályos lineáris sorrendben épülnek fel a riboszómákon. Schweet és Dintzis felfedezték, hogy a hemoglobin-fehérje komponensének szintézise szabályos sorrendben zajlik le. A fokozatosan hosszabbodó lánchoz egy másodperc alatt körülbelül két új aminosav adódik hozzá. Ez azt jelentette, egy 150 aminosavból álló teljes molekula másfél perc alatt épül fel.

1962-ben felfedezték, hogy a fehérjeszintézis során a riboszómák gyakran ötösével kapcsolódnak össze. Az ilyen füzéreket poliszómáknak nevezték. A riboszómákat igen vékony fonal kapcsolja össze, ami RNS-ből áll.

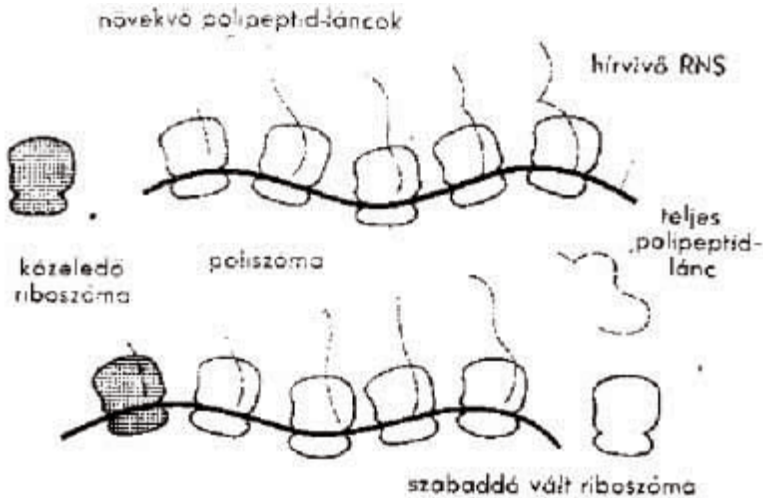


A DNS Watson-crick-féle modelljében a két nukleotidlánc úgy csavarodik fel, mint a kétszálás gyapjú szálai: az egyik a spirálon felfelé halad, a másik lefelé.



Az élesztőből származó alanin transzfer RNS-ének Holley javasolta modellje: A=adenin, C=citozin, G=guanin és U=uracil; a szokatlan komponensek között található az inozin(I), egy adeninszármazék. Ha C párosodik G-vel és A U-val, akkor rövid, kétszálás spirálszakaszok alakulnak. A molekula teljes hossza közepénél található IGC-csoport képviseli az antikódot a hírvivő RNS-hez való kötődéshez; az alanin a molekula egyik GCG kódonjához kapcsolódhat.

Az információ-leolvasási mechanizmus pedig annyit jelent, hogy a riboszómák a mRNS mentén lassan továbbgördülnek, de miközben a mRNS egyes részletei mellett a riboszóma továbbgördül, a tRNS-molekulák abban a pillanatban hozzátapadnak a mRNS megfelelő pontjához. Eszerint a tRNS felismeri az mRNS-en a megfelelő helyet és az aminosavat a helyes helyzetbe állítja.



A hírvívő RNS a poliszómának nevezett riboszómacsoport felszínén „olvasható le”, viszont minden riboszóma a hosszú RNS molekulából „olvassa le” az utasítást úgy, hogy a pontosan meghatározott helyeken transzfer RNS-aminosav komplexeket köt a hírvívő RNS-hez, s éppen ez teszi lehetővé, hogy az aminosavak egymáshoz kapcsolódva, egyre növekvő polipeptidláncot alkossanak.

Ezután visszatérhetünk a herpeszvírusok vizsgálatára. A vírus-DNS replikációja a magban történik, a gazda DNS-szintéziséhez hasonlóan, valószínűleg a gazda enzimeinek segítségével. A vírus-DNS szintézise gyorsan megindul, HSV esetén három-hét órával a fertőzés után már erős. A folyamattal párhuzamosan áll le a gazda-DNS szintézise.

Aprólékos munkával feltérképezték a vírus replikációjának és fehérjeszintézisének menetét. A vizsgált 48 polipeptid, a szintézist tekintve, lényegében három, nagy csoportra osztható: az azonnal, korán és későn szintetizálódó fehérjékre.

Az alfa csoportba tartozó fehérjék szintézise közvetlenül a fertőzés után megindul, termelésük a vírus-DNS szintézisének elengedhetetlen feltétele. A

fertőzés zavartalan lefolyásakor ezek az igen korán megjelenő fehérjék előkészítik a terepet a vírus szaporodásához, megindítják a DNS és a korai enzimek mRNS-ének termelését, és leállítják saját mRNS-ük szintézisét. A rövidesen megjelenő béta fehérjék a meglévő alfa mRNS szintjét lecsökkentik, és a fertőzést követő 5-7. órában uralják a sejtet.

A gamma fehérjék megjelenése már a fertőzési ciklus utolsó szakaszát jelentik. E fehérjék csökkentik a béta fehérjék szintézisét, saját mRNS-ük termelése pedig már az új DNS-láncon folyik, ezért érzékeny a DNS-szintézis leállítására. A gamma mRNS-eket óriási mennyiségben kell termelni, mert a szerkezeti fehérjékből nagy mennyiségre van szükség, és ezek féléletideje meglehetősen rövid.

A herpeszvírusok kutatásának intanzitását érthetően egyre fokozza e vírusok egészségügyi, elméleti és gazdasági jelentősége.

Felhasznált irodalom:

- P. Karlson: Biokémia
- Navin Sullivan: A gének üzenete
- Dr. Szent-Iványi Tamás
- Dr. Mészáros János: A háziállatok fertőző betegségei
- Römpp kémiai kislexikon
- J. Brooks
- G. Shaw: Az élő rendszerek eredete és fejlődése
- Dr. Duda Ernő: Állati vírusok
- Lomniczi Béla: Vírusok

SZILIKONOK

*Héja Dávid, Tóth Bence**Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest**Felkészítő tanár: Tóth Piroska*

Bizonyára mindenki tudja, hogy a kémia egyik óriási tudományterülete, a szerves kémia szinte kizárólag olyan vegyületekkel foglalkozik, melyek központi atomja szén, mégis szinte megszámlálhatatlan sok vegyületet jelent e tudományág, s rejt még sok ismeretlent a kutatók számára.

A szénatomok négyvegyértékűsége annyira kedvező energetikai és térszerkezeti tulajdonságokat jelent, hogy a szénatomok egymással is akár négy féle kötéstípus kialakítására képesek (egyes, kettes, hármas, delok.-pi). (1a. ábra)

Négy vegyérték szempontjából akár a szilícium is szóba jöhetne, hisz a szén alatt helyezkedik el a periódusos rendszerben.

Ám amikor kutatók szén-hidrogénnel teljesen analóg szilícium-hidrogéneket (1b. ábra) próbáltak előállítani, rá kellett döbenniük, hogy a szilícium elektronhéjai nem teszik lehetővé atomjainak korlátlan kapcsolódását, a szilícium-szilícium kötések számának növekedésével a stabilitás rohamosan csökken (1c. ábra).

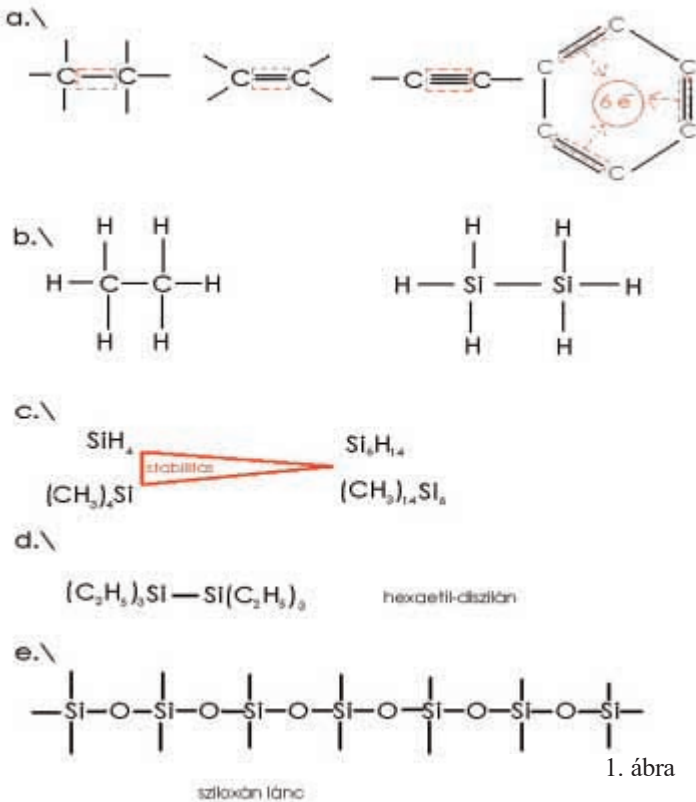
Viszont a fél analóg szilícium-hidrogéneknél, (1d. ábra) igen nagy jelentőségük lett egyéb bonyolultabb szilíciumvegyületek laboratóriumi előállításában.

Ezek sem igazán stabil vegyületek, gyakorlati alkalmazásuk a köznapi életben nem lehetséges.

A kutatóknak fel kellett tenniük a kérdést: Vajon van-e olyan tudományterület, mely vegyületeinek sokaságával megközelíti a szerves kémia méreteit?

Ma már biztosan mondanák az igent.

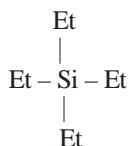
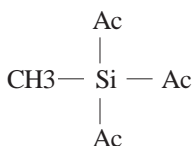
Kemény kutatómunka vezetett idáig, míg rájöttek hogyan is növelhetnék ezen szilícium vegyületek stabilitását. Ez most már egyszerűnek tűnik, képzeljük csak magunk elé a szilícium-dioxid rácsát, amely igen stabilis a beékelődött oxigén-atomok miatt, ha ily módon levezetünk egy láncot melyben szilícium- és oxigén-atomok váltakozva helyezkednek el, eljutunk az úgynevezett sziloxán lánchoz (1e. ábra), mely a szilikonok, azaz a sziloxán típusú vegyületek alapja.



1. ábra

Szerkezet

A szilikonok szeretlen polimerok, mert polimer alapvázukat szeretlen elemek építik fel (Si, O). Ehhez szerves csoportok – amelyek a szilikon apolaritását segítik elő –, valamint szeretlen csoportok kapcsolódhatnak, amelyek felelősek a szilikon poláros jellegéért. A szilikon szerkezetét a monomer egységek határozzák meg: a MONOFUNKCIÓS egység egy kötés létesítésére képes, ezért kizárólag a polimer lánc végein – mint lánczáró egység – található, pl.: $(\text{CH}_3)_3\text{Si}$. A DIFUNKCIÓS egység két kötetst tud kiépíteni tehát ő a láncképző egység, mint pl.: $((\text{CH}_3)_2\text{Si}$. A TRI-, és TETRAFUNKCIÓS egységek három ill. négy kötetst alakíthatnak ki, a polimer láncokat kapcsolják össze térhálósító elemek pl.:



Ac = Acetil gyök: $\text{CH}_3\text{COO}-$

Et = Etil gyök: CH_3CH_2-

Ez alapján a szilikonok szerkezetük szerint LINEÁRISAK, ELÁGAZÓAK vagy TÉRHÁLÓSÁK lehetnek. LINEÁRIS részben ELÁGAZÓ szerkezettel a szilikon folyadékok (olajok) rendelkeznek, amelyek főleg di-, és néhány monofunkciós egységből állnak. Hasonló szerkezetűek a szilikon kaucsukok ezekből vulkanizálás útján térhálós szilikon gumikat állítanak elő. TÉRHÁLÓS szerkezetűek a szilikon gyanták, móltömegük az eddigiekben említetteknek sokszorosa. Ezekből sokféle anyag állítható elő, a lágy hajlékony lakkoktól, a rideg, porrá törhető végtermékekig.

Előállítás és szintézis

Sziloxán típusú vegyületek előállítása, különleges mivoltuk miatt, igen bonyolult többlépcsős folyamat. Napjainkra az eljárások tökéletesedésével, egyre precízebb szintézisek jöttek, finomítva és gyorsítva a nagyipari előállítást.

A gyártási folyamat első lépéseként a szilícium-dioxid kiindulási anyagból szénnel történő elektrotermikus redukcióval nyers szilíciumot állítanak elő (2a. ábra). Ezután a nyers szilícium feldolgozásához több szintézis is rendelkezésre állhat, de manapság a legjelentősebb az ún. direkt szintézis. Ezzel az eljárással metil- és fenil-klór-szilánokat állítanak elő.

A direkt szintézis kívülről fűtött fluidkemencében zajlik, a függőleges kemence alján metil-kloridot és a nyers szilíciumport fúvatják be. A folyamat biztosítása végett katalizátorként rezeret, promotorként cinkvegyületeket alkalmaznak (2b. ábra). A mintegy 80%-ban keletkezett dimetil-diklór-szilán mellett még további monomer és egyéb szilánszarmazékok keletkeznek. A később desztillációval elkülönített frakciókból legalább 99.99%-os tisztaságú dimetil-diklór-szilánt kell kapni. Ezek után megkezdődhet a polysziloxánok előállítása, ebben a szakaszban keletkeznek, ténylegesen a szilikonok azaz a sziloxán vegyületek.

Polisziloxánokat mindig oligo-sziloxánok polimerizációjával ill. polikondenzációjával állítanak elő. Kettő eljárás terjedt el. Az első ma már kevésbé kedvelt eljárás során az előzőleg előállított dimetil-diklór-szilánt hidrolizálják, majd az így keletkezett nem túl tiszta ciklusos oligosziloxánt polimerizálják. Ez a folyamat a szigorú európai környezetvédelmi szabályozás miatt háttérbe szorult, ezen felül nem volt gazdaságos a sok felesleges melléktermék

képződése miatt (2c. ábra). A második eljárás jóval gazdaságosabb, melynek során a már említett dimetil-diklór-szilánt közvetlenül metanollal reagáltatják (metanolízis), majd az így keletkezett lineáris oligosziloxánt, csekély kondenzációs víz eltávolítása mellett polimerizálják (2d. ábra).

A hő hatására vulkanizálódó szilikokaucsokok előállítására szánt szilikon polimerek tisztasági fokával szemben szigorú előírások vannak, melyek megszabják pl. hogy az ún. trifunkciós „szennyeződések” mértéke nem haladhatja meg a 0.2%-ot.

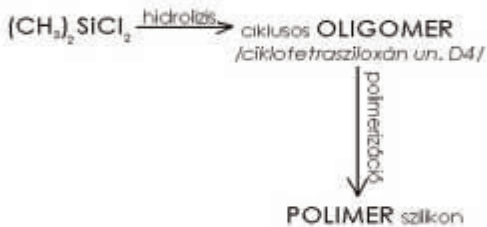
a.\



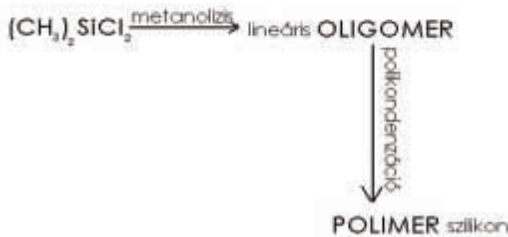
b.\



c.\



d.\



2. ábra

Tulajdonságok

A szilikonok egyedülálló tulajdonságaik révén megbecsült pozíciót vívtak ki maguknak a gumiiparban.

A szerves műanyagokhoz képest mutatott speciális jellemzőiket a nagy kötésienergiájú Si–O (445 kJ/mól) kötéseknek köszönhetik. Az élettani sajátosságairól, az UV-, ózon- és időjárással szemben mutatott ellenállóságáról, a nagy gázpermeabilitásáról, a különlegesen jó elektromos szigetelő képességéről, valamint hidrofóbikus jellegéről a következő pontban – felhasználási szemszögből – még részletesen szó lesz. Nézzük egyik legjelentősebb tulajdonságát: a nagy HŐ- és HIDEGÁLLÓSÁGOT. A nagymérvű hőállóságot, a sziloxán lánc biztosítja, azonban ezt az értéket nem csekély mértékben módosítja három tényező:

- az alapvázhoz kapcsolódó csoportok mennyisége és minősége
- a polimer szerkezete (lineáris, térhálós, ...)
- és a polimerizációs fok.

Így tehát például amíg egy lineáris metil–szilikon 'csak' 180 °C–ig, addig egy létra szerkezetű szilikon akár 400 °C–ig (nem tévedés!) is remekül használható.

A szilícium atomhoz kapcsolódó néhány csoport a hőállóság növelésének szempontjából:

etil (160 °C) (metil (180 °C) (vinil (220 °C) (fenil (300 °C).

Magas hőmérsékleten való alkalmazhatósága folytán a szilikon még szélesebb körben népszerűsödött.

A hidegállóságot is befolyásolja a csoportok minősége és mennyisége, valamint jelentősen függ a sziloxán térszerkezetétől és relatív molekula tömegétől. Minimuma -50 és -90 °C közötti értékeket vehet fel.

Bármely, magas hőmérsékleten vulkanizált szilikon (HTV) néhány speciális tulajdonságát feltétlenül érdemes megemlíteni. E szerint nehezen éghetők, gyúléspontjuk halogén tartalmú adalékok nélkül 430 °C körül!

Vagy nézzük csak elektromos szigetelő képességüket:

- átütési szilárdság: 18–20 kV/mm
- dielektromos állandó: 2,7–3,3 (25 °C/50 Hz)
- fajlagos ellenállás: 10 PetaW (cm
- speciális típusokra jellemző a nagy kúszóáram-szilárdság, és ívállóság (300–420 sec)

Vagy mechanikai tulajdonságaikat:

- keménység. 10–90 Shore (
- sűrűség: 1,1–1,5 gramm/köbcentiméter
- szakítószilárdság: 5–12 N/mm(
- továbbszakító-szilárdság: 15–50 N/mm
- visszapattanási rugalmasság: 30–60 %
- maradó alakváltozás 10–50 %

Kísérletek szilikonokkal

Hidrofóbiai kísérlet:

anyag és eszköz: norm. kémcső , szilikonos kémcső , tiszta víz , kálium-permanganát

menet: mindkét kémcsőbe vizet töltünk, megszínezzük kálium-permanganáttal

tapasztalat: a norm. kémcsövön megfigyelhető, hogy az üveget a víz nedvesíti, nem lehet a kémcső teljesen száraz a víz kiöntése után. A szilikonos kémcsőben a meniszkusz teljesen egyenes, a víz maradék nélkül kiönthető.

magyarázat: szilikon bevonat teljesen hidrofób, víztaszító.

Szilikongumi halmazállapot vizsgálata:

anyag és eszköz: speciális szilikongumi

menet: plasztikusság vizsgálata nyomkodással, szakítószilárdság vizsgálata tépéssel, rugalmasság vizsgálata pattogatással, sima felületen való elfolyósodás.

tapasztalat: mind a négy vizsgálat pozitívnak bizonyult.

magyarázat: normál műanyag csak az egyik próbán mutatott volna pozitív eredményt a szilikon kedvező szerkezete viszont lehetővé teszi, hogy bizonyos energiatarományban, de mind a négy próbának megfeleljen.

Szilikonok általános alkalmazása és ipari felhasználása

A megfelelő összetétel kiválasztásával, a gyártók a legkülönbözőbb tulajdonságokkal rendelkező szilikonkaucsuk típusokat hozzák forgalomba, így nem csoda, hogy a szilikon az első a szerves polimerek felhasználási sorában, sőt az oly sokrétű szerves műanyagokat is felülmúlja. Szinte minden téren kiemelkedő. Kiválóan alkalmas mint impregnátor, nagy előnye egyéb, műanyag alapú víztaszítókkal szemben, hogy különleges felülete a levegőt átengedi, így nem fülleszt. Alkalmas sütőedények bevonására, s nagy előnye a teflonnal szemben, hogy élettani hatása tisztázott (nem rákkeltő, mint a teflon és egyéb műanyagok). A sütőiparban széleskörűen alkalmazzák, de a háztartásokban a teflonbevonatú edényeket gyártó óriáscégek nyomása miatt nem terjedhetett el ez az olcsó, nem egészségtelen, praktikus cserélhető bevonat. Radioaktivitás, ózon, s egyéb nagy energiák a sziloxánvegyületek szerkezetét nem bontják meg, tiltott sáv szélessége 7-8 eV. Az ultrabolya-, ill. a látható fényt átterszi, ezért akár szemlencse készítésére is alkalmas.

A BORKÓSAV NYOMÁBAN

Horváth Borbála, Negrea Szilvia, Nagy Noémi

Patrona Hungariae Gyakorló Általános Iskola, Gimnázium, Budapest
Felkészítő tanár: Oláh Gábor Péter

Mottó: "A természetben mindennek oka van, ok nélkül nem történik semmi sem. A borkósav sem lehet kivétel." (Louis Pasteur)

1. A Mitscherlich-féle rejtély és a felfedezés rövid története
2. A borkósav szerkezete, optikai izomériája
3. A molekula modellje
4. A borkósav kémiai tulajdonságai
5. Alkalmazási területek (gyógyászat, élelmiszeripar stb.)
6. Kísérleti rész: Borkósav
 - színes kísérletek borkósavval és sóival
 - borkó és borkósav hőbomlása
 - preparatív munka: kristályos borkó-
sav előállítása borkóból
7. Összefoglalás

A „PLUSSZ”-OK PLUSSZA - A C-VITAMIN

Dombay Krisztina, Harmincz Márta, Horváth Hajnalka

Patrona Hungariae Gyakorló Általános Iskola, Gimnázium, Budapest
Felkészítő tanár: Oláh Gábor Péter

Mottó: „Magam is azért lettem tudós, mert korán megtanultam, hogy csakis szellemi értékekért érdemes küzdeni.” (Szent-Györgyi Albert)

1. A hiány és a felfedezés rövid története
2. Az L-aszkorbinsav szerkezete
3. A molekula modellje
4. Az aszkorbinsav kémiai tulajdonságai és biokémiai szerepe
5. Alkalmazási területek (gyógyászat, élelmiszeripar stb.)
6. Kísérleti rész: Aszkorbinsav – színes kísérletek aszkorbinsavval
 - C-vitamin kimutatása zöldségekben, gyümölcsökben, élelmiszerekben, gyógyszerekben és vitamin-készítményekben
 - titrimetriás (jodometriás) mennyiségi meghatározások
 - mennyiségi összehasonlítások
 - a „hosszan tartó” C-vitamin nyomában
7. Összefoglalás

A HIDROGÉNKÖTÉS

Nagy Zoltán

*József Attila Gimnázium és Közgazdasági Szakközépiskola, Monor
Felkészítő tanár: Szende Zsuzsanna*

1. Hidrogénkötés rövid bemutatása
– kötéstípus szerint
2. Hidrogénkötés szervesetlen vegyületekben (pl.:víz)
– energetikai szempontból
3. Hidrogénkötés, hidrogénhid szerves vegyületekben
– a DNS-ben
– a fehérjékben

A HEMOGLOBIN

Fekete Ildikó, Szabó Paula, Nemes László

*Patrona Hungariae Gyakorló Általános Iskola, Gimnázium, Budapest
Felkészítő tanár: Moldoványi Cecília*

1. A hemoglobin élettani jelentősége, előfordulása
 2. A hemoglobin kémiai felépítése
 3. A Fe^{2+} , mint központi atom
 4. Gázok megkötése (O_2 , CO)
 5. Nitrogéntartalmú ionok hatása a hemoglobinra (kék kór)
 6. Hem-hemin átalakulás (kékbőrűség)
 7. Hemoglobin lebontása
 8. Vashiány, vasfelhalmozódás
 9. Vérnyomok kimutatása
- Kísérletek:
1. Kéklombik kísérlet
 2. C-vitamin redukáló hatása
 3. Vérelőpróbák (luminol, malachitzöld)

Lajkó Viktor, Berényi Antal, Péter Zoltán, Szikora Péter

József Attila Gimnázium és Közgazdasági Szakközépiskola, Monor

Felkészítő tanár: Nimmerfrohné Bihari Katalin

Napjainkban az iskolákban elég nagy problémát okoz a megfelelő szemléltető eszközök hiánya, melyből kifolyólag a diákok nehezebben, több energia ráfordításával, vagy egyáltalán nem értik meg pl. a szervezetünkben végbemenő biokémiai folyamatok nagy részét. A projekt keretein belül szeretnénk a modern technika segítségével olyan szimulációkat, bemutatóanyagokat tervezni, és megvalósítani, melyeket később az iskolákhoz eljuttatva terjeszthetünk. A szimuláció rendkívül erőforrás-igényes, emiatt eredeti tervünkről – hogy a kész modelleket mint programot valamilyen számítógépes adathordozón juttassuk el az iskolákhoz – sajnos le kellett mondanunk, hiszen az iskolák nagyrészt még a tananyag teljesítéséhez szükséges hardware háttérrel sem rendelkeznek. A másik probléma a mobilitás kérdése volt. Ha programként kapják az iskolák meg, feltétlen szükséges a bemutatáshoz számítógép is, mely pl. egy biológia teremben nem valószínű, hogy megtalálható. Mindezek mérlegelése után határoztuk el, hogy az elkészült szimuláció(ka)t VHS videokazettára átmásolva terjeszthetjük. Ennek segítségével megszabadulunk a szükséges számítógép-erőműtől, illetve bárhol – egy egyszerű videomagnó és televízió segítségével – megtekinthető. Igaz, hogy a mobilitás kérdését ezzel megoldottuk, de ez által a program egy fontos (talán legfontosabb) tulajdonságát veszítette el, nevezetesen az interaktivitás lehetőségét. A program esetében a felhasználó a számára megfelelő szögből, helyről és sebességgel nézhetne volna a szimulációt, így viszont a programozók, és grafikusok - mi általunk megtervezett helyről, és szögből figyelhetik, akár egy rendes filmet.

A fentiekből kitűnik, hogy a legfontosabb dolog olyan áttekinthető modell készítése, majd ebből egy szintén áttekinthető, lépcsőzetesen és logikusan felépített film készítése, melyből az adott 10-15 pernyi idő alatt a lehető legjobban megérthető legyen. A 10 perces időben megpróbálunk minél több a megértéshez szükséges információt összegyűjteni, a DNS-lánc felépítésén át a transzkripción és a transláción át egészen az aminosavak megfelelő sorrendben fehérjékké történő összeillesztéséig, mindezt molekuláris szinten. A szimuláció mellé hanganyag is kerül, mely segítségével a kommentátor az éppen látható folyamatokat el is magyarázza, kiegészítő információkkal segíti.

A projekt sikerességének függvényében a későbbiekben más folyamatok szimulációi is elkészülhetnek.

Reményeink szerint a készülő anyag segítségével hatékonyabb lehet a biológia oktatás, mint 2-3 írásvetítő fólia használatával.

Kis Dániel Péter

Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest

Felkészítő tanár: Varga Márta

1. A szappanok történetének rövid ismertetése az ókortól napjainkig. A szappangyártás mérőföldköveinek felvázolása. Milyen módon állították elő és hogyan használták fel ezeket a termékeket a különböző korszakokban?
2. A szappanok legfontosabb fizikai és kémiai tulajdonságainak csoportonként történő összehasonlítása, illetve egy-két csoport bővebb ismertetése főlíán keresztül. A főbb szempontok szerint elkülönülő csoportok ismertetése. A csoportosítás legfontosabb szempontjai: a felhasználás, fém- és zsírtartalom, ill. előállítás szerint.
3. Szeretném ismertetni a különböző szappanokon végzett kísérleteimet, melyekben vizsgáltam ezek kémhatását, oldódását szerves illetve szervesetlen oldószerekben, előállításuk egyszerűbb változatának eredményét. Előadásomat színesítené, ha lehetőségem nyílna néhány fólia vetítésére. Ezekkel az ábrákkal illusztrálnám ipari előállításuk folyamatát, bemutatni alkotóelemeiket illetve azok hatását a szappanok tulajdonságaira.