
Általános, Szervetlen és Analitikai Kémiai Szekció

TERMÉSZETES INDIKÁTOROK

Györei Eszter, Rohn Emese

Leőwey Klára Gimnázium, Pécs
Felkészítő tanár: dr. Nagy Mária

Ilyenkor tavasszal kivirul a természet. Kinyílnak a virágok, zöldellnek a fák. Tarka színű virágok tengere hullámszik a mezőkön egészen tavasztól őszig. Az őszi tarkaság, az érett gyümölcsök hamvas színei, a télen a napfényben szikrázó hótakaró, tavasszal a színpompás újjászületés és a nyári erdők zöld nyugalma a világ sokszínűségét hirdetik.

A **természet színei** bár csodálatosak, nemcsak gyönyörködtetésre szolgálnak. Fontos szerepük van. A növények legtöbb hajtása zöld színű. Nem véletlenül. A zöld szín okozójának, a **klorofillnak** köszönhetően képesek a növények felépíteni saját anyagaikat. Tehát ez a legfontosabb. A **virágok** felkeltik a beporzást végző rovarok figyelmét. A **termések** színei azok elterjedését segítik, vagyis a fajfenntartásban játszanak szerepet.

A **növényi festőanyagok** az ember számára is fontosak.

Már az **ősemberek** is harci dísznek használták az erős, festő növények nedveit. Később a ruhákat, cserepeket díszítették ezekkel a színezőanyagokkal. A népművészetben **ma** ruhák, szőttesek díszítésére használják, de sajnos egyre kevesebb helyen. Szomorú, hogy mindenütt szívesebben használnak mesterséges színeket, szintetikus anyagokat, pedig ezek a környezetre és az egészségre egyaránt károsabbak, mint a természetes anyagok.

Csak **ritkán** hallani a növényi színanyagokról, ezért elhatároztuk, hogy **kipróbáljuk, megvizsgáljuk** őket. Kiderült, hogy nem az összes növényi színezőanyag használható festésre. Bizonyos növényi festőanyagok, savas vagy lúgos kémhatásra meg-

változtatják színüket. **Indikátorként** viselkedik az **orvosi tüdőfű**, a **tavaszi lednek**, és a **fokföldi ibolyának** a színanyaga.

Milyen vegyület lehet az, ami ilyen csodákat okoz? Először 1682-ben **Nehmia Grew** angol természetkutató kísérletezett azzal, hogy forró vízzel és alkohollal kivonja a növények festőanyagait. Később felfedezték, hogy a legtöbb vörös, lila, kék és sárga gyümölcs virágszínét egymáshoz hasonló vegyületek okozzák. Ezeket a **nem fotoszintetikus pigmenteket Geisseman** 1952-ben nevezte el **flavonoidoknak**. Ez a név a latin **flavus** (sárga) szóból ered. Ide tartoznak a **flavonok, flavonolok, antocianidinek, kalkonok, auronok**. Szerkezetük a flavonból (kettő fenil-benzopirán) vezethető le. Egymástól a flavonoid csoporthoz kapcsolódó **hidroxi-, metoxi** csoportok számában különböznek. A növényekben rendszerint cukrokhoz kötve, **glikozidok** formájában fordulnak elő. A cukormentes flavonoidokat **aglikonnak** nevezzük. A glikozidáció a sejtnedvben oldhatatlan aglikonok **oldhatóságát javítja**, valamint **stabilitásukat fenntartja**.

A **flavonokhoz** és a flavonolokhoz tartozik többek között a **kempferol**, a **kvercetin** és a **miricetin**.

A másik nagy csoportot az **antocianinok** képezik. **Marquart** 1835-ben nevezte el őket **antociánoknak**. Ez a görög szó „virágkék”-et jelent. Mivel a növényekben ezek is **glikozid** formájában fordulnak elő, **Wilstatter** 1913-ban pontosította az elnevezést **antocianidinre**. Három alapantocianidinre vezethető vissza: **pelargonidinre, cianidinre, és delphinidinre**.

Kevesen tudják, hogy a **lakmuszpapír** festékanyaga is egy ilyen természetes indikátor. Egy a **Kanári-szigeteken** és **Észak-Amerikában** honos **zuzmófajból** vonják ki. Ilyen jellegű indikátort majdnem minden (kivéve a sárga) **színes virágból, természetből, növényi részből** elő lehet állítani.

Mindezek ismeretében láttunk neki, hogy kivonjuk és kipróbáljuk ezeket a természetes indikátorokat. Még **tavaly tavasszal** készítettünk e növényekből indikátor-oldatokat. **Nyári** gyűjtésünk során bővült a listánk.

Ezek a vegyületek **jól** oldódnak **vízben, alkoholban; hidroxilmentes** oldószerben (benzol, éter) azonban **nem**. Vizes kivonatokat az apróra vágott növényi részek kb. **45 perces** (forráspont körüli hőmérsékleten) **főzésével** majd ezek **szűrésével** nyertünk.

Ezt követően megvizsgáltuk hogyan változik a **színük** különböző **kémhatásokon**. A legtöbb kivonat **színintenzitása, színárnyalata függ a koncentrációtól**, amit leginkább **muskátli** kivonat esetében tapasztaltunk. A legjobb színintenzitású a **vöröskáposztából** készített oldat volt. A pH=2-n a színe **élénkpiros** ami a pH növelésével **bíborra** változott majd a semleges kémhatáson **kék** lett a színe, ami további NaOH-oldat

hatására már **zöldes** árnyalatot mutatott. Hasonlóan viselkedett még a **retek**ből, **meggy**ből, **pletyk**ából, **bodza**ból, **ribizli**ből, **málna**ból, **rózs**ából, **szőlő**ből készített kivonat is. Bár ezek színe nem volt ilyen erős és más kémhatáson váltottak színt.

Megpróbáltunk utánajárni, **milyen vegyületek** okozhatják ezeket a színreakciókat. Gondoltuk, más kísérletekkel is igazoljuk az előbbi „színes” tapasztalatainkat.

Vékonyréteg kromatográfiával próbáltuk meghatározni, hogy milyen molekulák alkotják az indikátorokat. A következő elegyekkel futtattuk a **szilikagél** lemezekre (Merck 13,2x20 cm és 11,1x16,7 cm) felvitt oldatokat. Az **irodalomban megadott** értékekhez viszonyítottuk a tapasztalatainkat. Megmértük a **starttól** az **oldószerszint** és a **színanyagok vándorlási távolságát**. A kettő aránya az ún. R_m (relatív mobilitás) érték. Ezeket visszakeresve megkaptuk, milyen anyagokat tartalmaznak az indikátoroldatok. Így azonban téves eredményekre is juthattunk volna, ezért egyeztetjük **szakonyvek** leírásaival.

- Helyesen mutatott ki, hogy a **rózsafélék** úgy, mint a **meggy**, a **vadrózsa** tartalmaznak **cianidint** és **kvercetin** (ennek az antocianidinje a cianidin).
- A **meggy** és az **alma kempferolt**,
- az **ibolya malvidint**
- és a **szeder kvercetin** tartalmaz,
- a **vérszilva, vöröskáposzta** és a **pletyka** levele, a **bodza**, az **álkőrmös** és a **szőlő** termése **delfinidin** tartalmúak,
- a **tea** levélben **malvidin** található,
- míg a **büdöskében peonidin** van,
- és a **vasvirágban cianidin** a színanyag.
- A lemezen jól látszik egy **foltsáv**, ami a **meggyben**, a **szederben**, a **káposztában**, és a **lilahagymában** valószínűleg ugyanazt a vegyületet jelzi, hiszen színük megegyezik, és az R_m értékük azonos. A **retek** oszlopában ugyanilyen magasságban található folt nem lehet ugyanaz a vegyület, mert más a **színe**, de a **típusukban** biztosan egyeznek. Az **egyező vegyületek** miatt az oldatok **hasonló tulajdonságúak** lesznek. Ezeket az oldatokat, a **színátcsapás vizsgálatkor** is említettük, hogy **hasonló** változással reagálnak a különböző kémhatásokra.
- A **kétféle hagyma** rokonságát egyértelműen tükrözik az **egyforma magasságban** lerakódott **sárgás** vegyületeik.
- **Kimutattuk**, hogy a **vöröskáposzta**, a **vérszilva**, a **pletyka**, a **szőlő**, a **bodza**, és az **álkőrmös** azonos **színanyagot** tartalmaznak. A kivonatok **indikátorként is hasonlóan** viselkednek.

Tehát a kromatográfias vizsgálat **igazolta**, hogy a színváltozásokat nem a véletlen műveként mutattak hasonlóságokat.

Egy indikátor esetében fontos az is, hogy milyen **széles körben alkalmazható**. **Felforralva** kipróbáltuk, hogy ugyanolyan színűek-e az indikátorok, és jelzik-e még a pH értékeinek változásait. A **cékla** kivonat hő hatására elvesztette az indikátor jellegét, **barna** színű lett és nem reagált savakra lúgokra. Az **antocianinokra** jellemző tulajdonság, hogy a **heterociklikus gyűrű** vízben oldhatatlan, barna színű **polifenollá** alakul. Más kivonatoknál ezt valószínűleg azért nem tapasztaltuk, mert a folyamat pH függő, és savasabb kémhatáson nehezebben megy végbe.

A kísérleteink alapján a **sav vagy bázis anyagi** minősége **nem befolyásolja** az indikátorok színváltozásait.

A **tárolhatóság** szempontjából az a kérdés, hogy az **idő** múlásával változnak-e a kivonatok tulajdonságai. **Több hét** elteltével újra megvizsgáltuk, hogy adják-e még a színreakciókat. A indikátorokat **hűtve** tároltuk, mert könnyen **megpenészedhetnek**, azonban így az **alma** kivételével, még három hét elteltével is működtek. Az almából kinyert indikátor egy hét után megváltoztatta tulajdonságait. **Savban rózsaszín**, míg **lúgban sárga** színt mutatott. Ez a jelenség valószínűleg a **flavonoid szerkezetében** bekövetkező változással magyarázható.

A hűtés nem bizonyult alkalmas tárolási módszernek, mert így is előbb-utóbb **megpenészednek** a kivonatok. **Fagyasztással** is próbálkoztunk, amely ugyan az indikátorok élettartamát megnöveli, de alkalmazása meglehetősen **körülményes**. Ekkor gondoltunk arra, hogy **szilárd** formában **-por** alakjában- lenne a legcélszerűbb tárolni a kivonatot. A **PTE** -en **liofilizáltattunk** néhányat. Tapasztalatunk szerint a liofilezés néhány indikátor színátcsapását **megváltoztatta**, pl. a **muskátli, szőlő, bodza, meggy** kivonatokét, de a **flavonoidok**, és bizonyos **antocianidok** számára ez egy jó tárolási módszer.

Mivel a **legjobb** indikátornak a **vöröskáposzta** kivonat bizonyult, ebből **nagyobb mennyiségben** készítettünk **kivonatot**, és **liofileztettünk**. A **porból** újra oldatot készítve, kipróbáltuk **változtak-e a tulajdonságai**. A színátcsapás tartományok szélső értékei **nem** változtak, és ugyanolyan színnel reagált.

Mivel egy **gazdaságosan** előállítható, **egyszerűen** tárolható, **környezetbarát** anyagot kaptunk, gondoltuk, utánajárunk, mi mindenre **használható**.

A hétköznapi életben **festésre**, akár mint **ruha-** vagy **élelmiszerszínezék**. **Kisgyermek** környezetében kiválóan alkalmazható, pl. **sólisztyurma** színezésére. Így az **olcsón** sokszínű lehet, és **nem veszélyezteti** a kicsik egészségét.

Laboratóriumban titrálásra használtuk. Az **erős sav-** **erős bázis** titrálásakor az

ekvivalencia pont a $\text{pH}=7$ -es érték, így a legjobb indikátor hozzá a semleges oldatban vált színt. A mi kivonatunk ekkor tökéletes a munkához, és nem okoz akkora **hibaértékeket**, mint pl. a **metilnarancssal** való titrálás.

Kétéves közös munkánk eredményeképpen bátran elmondhatjuk, a **vöröskáposzta színanyagában nagyon jó, sokrétű festék- és indikátoranyagra** találtunk.

Felhasznált irodalom

Hans Breuer: SH atlasz – Kémia. Springer Verlag, Bp., 1995

Bruckner Győző: Szerves Kémia III-1. Tankönyvkiadó, Bp., 1991

Verzárné dr. Petri Gizella: Farmakognózia. Medicina, Bp., 1983

Rózsahegyi Márta, Wajand Judit: 575 kísérlet a kémia tanításához. Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp., 1998

dr. Tyihák Ernő: A rétegekromatográfia zsebkönyve. Műszaki Tankönyvkiadó, Bp., 1979

dr. Gombkötő Géza – dr. Sajgó Mihály: Biokémia. Mezőgazdasági Kiadó, Bp., 1985

KOFFEINTARTALOM MÉRÉSE KÜLÖNBÖZŐ ITALOKBAN

Schauer Tamás, Vass Koppány

Leőwey Klára Gimnázium, Pécs

Felkészítő tanár: Dr. Nagy Mária

Tanácsadó: Dr. Lakatos Ágnes

A koffein az egész földön széleskörűen alkalmazott élénkítő-szer. Különböző italok fogyasztásával kerül az emberi szervezetbe. A legfontosabb koffeintartalmú italaink a tea, a kávé és a kóla. A koffeinre függőség is gyakran kialakul, sokan rászoknak a kávéra vagy a kólára, és nem tudnak meglenni nélküle. A kólától való függés még gyerekeknél is előfordul. A koffeint a köznap életben élénkítő szerként, az orvosi gyakorlatban pedig a központi idegrendszer izgatójaként és a vérkeringés javítására használják, ugyanis szív működést serkentő és értágító hatása is van. Felnőtt emberre 100-150 mg élénkítő és álmoságot megszüntető hatást fejt ki, nagyobb mennyiségek erős szívdobogással és izzadással járó nyugtalanságot okozhatnak. Értágító hatása folytán a koffeint érgörcsös fejfájás ellen is alkalmazzák.

Élettani hatásait egy állatkísérlettel próbáljuk szemléltetni, amit kisállat-kereskedésben vásárolt tubifex-szel mutatunk be. A tubifexeket két edénybe osztottuk, az egyiket koffein-porral kezeljük, a másikat összehasonlításként használjuk. Láthatóan élénkebb mozgást végeznek a koffeinnel kezelt egyedek.

A koffein az amidok közé tartozik. Az amid csoport az élő szervezet legalapvetőbb vegyületeinek a fehérjéknek, a nukleinsavaknak és számos alkaloidnak a legjellegzetesebb részlete. Ebben a kis molekuláriszletben mind a négy organogén elem képviselve van.

A szerkezetnek az a lényege, hogy egy szénatom-törzs és a hozzá egy-egy szigma kötéssel kapcsolódó O és N törzs közös erőterén két elektronpár delokalizálódik.

A koffein, régi nevén thein a legrégebben ismert purin vázas alkaloid.

Még a múlt század elején, csaknem egyidejűleg egymástól függetlenül *Runge*, *Robiquet* és *Peletier* (1820-21) izolálta kávészemből. A kávécserje, *Coffea arabica* magja mintegy 1,5% koffeint tartalmaz, ennél jóval nagyobb a tea (*Thea sinensis*) száraz levelének koffeintartalma: 5%. Koffein számottevő mennyiségben (2%) található a kóladióban.

Bennünket nem a növényi részek koffeintartalma, hanem a belőlük készült italok koffeintartalma érdekelt. Nem találtunk irodalmat arról, hogy a különböző vidékekről származó teából készült ital koffeintartalma különböző-e, vagy mennyire tér el a zöld

és a fekete teából kioldódó koffein mennyisége. A teacerje Délkelet Ázsia csapadékban gazdag vidékeinek haszonnövénye. Óshazája Assam (Kelet India), legnagyobb fogyasztói azonban mindig is a kínaiak voltak. Európába a hollandok hozták 1600 körül, majd később az angolok tengeri úton, az oroszok pedig szárazföldi karavánúton szállították a teát a nyugati kereskedelmi központokba. A legutóbbi időkig még a megnevezésben is helyet kapott a szállítás körülményeinek a megjelölése: a vásárlók „angol tea”, „orosz tea” vagy „karavánteá” néven ismerték a különböző teakeverékeket. A feldolgozás módja szerint fekete vagy erjesztett teákat, sárga vagy félig erjesztett teákat, zöld vagy nem erjesztett teákat ismerünk. A fekete teát az előállítás során először hervasztják, majd sodorják végül fermentálják és szárítják. A zöld teákat Kínában vaslábosban pörkölik, majd asztalokon sodorják. A pörkölést és a sodrást még legalább kétszer megisméltik. Japánban a leveleket 15-20 másodpercig gőzölik egy keverővel ellátott forgó hengerben. A teát ezután szállítószalagon hűtik, majd ismét felmelegítik és sodorják, végül szárítják.

Lehetőségünk adódott a Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kara Klinikai Kémiai Intézetében lévő toxikológiai automatát használni a koffein koncentráció mérésére. A készülék a HPLC (nagynyomású folyadék-kromatográfia) elvét használja. 5 oszlopa van, ebből 3-at előkészítésre, 2-t elválasztásra használ. Két belső standardhoz viszonyítja a retenciós időt. Így képes több száz anyagot, gyógyszert, alkaloidokat elkülöníteni. Az elválasztott anyagok spektrumát 200 és 300 nm-es hullámhossztartományban felveszi egy speciális detektor másodpercenként 10-szer. Az egyes anyagok spektrumát a készülékhez kapcsolt számítógép összehasonlítja a saját könyvtárában lévő spektrumokkal. Így lesz az anyagok azonosítása megbízható. Az ábrán a koffein spektrumát mutatjuk be. A csúcsmagasság alapján az anyagok mennyiségére becslést tudunk adni, ami standard alkalmazásával pontosítható.

A teák elkészítésénél pontosan 1g tealevelet leforráztunk 1dl forró vízzel, majd pontosan 2 perc múlva leszűrtük és a méréshez 100x-os hígítást készítettünk. A standard 30mg/l-es koffein oldat volt, amit szintén 100x-os hígításban mértünk.

Fekete teák mg/100cm³

<i>Indiai teák</i>		<i>Ceyloni teák</i>	
Assam	23	Nuwara Eliya (magasföldi)	13
Darjeeling tavaszi	20	Orange Pekoe (zsenge hajtások)	13
Darjeeling őszi	20	Cinnamon	14
		Sir Morton (keverék)	18

<i>Kínai teák</i>		<i>Keverékek</i>	
Rózsatea (Congou tart.)	17	Lipton Earl Grey	27
Lapsang Souchong (füstös, Fuian tart.)	11	Ceylon Sir Morton	18
Gunpowder	11	Pickwick Friss gondolatok	11
		Pickwick Erdei gyümölcs ízű	11
		Pickwick Meghitt pillanatok	12
<i>Afrikai teák</i>			
Kenya Marinyn	12		

Zöld teák mg/100cm³

<i>Sárga tea</i>		<i>Keverék</i>	
Oolong (Kínai)	9	Pickwick zöld tea	3
<i>Kínai zöld</i>	18	<i>Mate</i> (Brazília)	5
<i>Japán</i>			
Sencha	13		
Bancha	7		

Egyéb italok

Coca cola	16
Pepsi cola	18
Kávé (automatából)	153

Az eredményeink alapján tehát a fekete teák közül az indiai teáknak a legnagyobb a koffeintartalma. A ceyloniaké viszonylag kisebb, a kínai fekete teáké pedig a legkisebb.

Érdekes, hogy a Pickwick különböző teakeverékeinek viszonylag kicsi a koffeintartalma, és nagyjából megegyezik egymással, a „friss gondolatok” elnevezésű teáé sem nagyobb a többinél. A zöld, nem fermentált teák koffeintartalma általában kisebb, de ezek között elég nagy eltérések vannak. A pickwick zöld teakeverék koffeintartalmát találtuk legkisebbnek. Felhívom a figyelmet arra, hogy a maté koffeintartalma sem elhanyagolható, pedig ez az ital nem a tea növényből készül.

A kólák koffeintartalma az indiai teákéval vetekszik, a pepsi coláé egy kicsivel magasabb, mint a coca coláé. A kávé koffeintartalma lényegesen magasabb, mint az ilyen hagyományos módon készült teáké.

Méréseink alapján két perc alatt a teából nem oldódik ki az összes koffein, koncentrációja kb. 8 perc alatt éri el a maximális értéket. A két perces időt azért használtuk, mert a teafőzés hagyománya szerint ez az ideális.

Ezeket az eredményeket érdemes figyelembe venni, amikor megvlasztjuk, hogy milyen italt fogyasztunk. Igényeljük-e a koffeintartalom élénkítő hatását, vagy inkább a tea vagy kávé izére és illatára vágyunk és igyekszünk elkerülni a koffeintól való szenvedélyes függést.

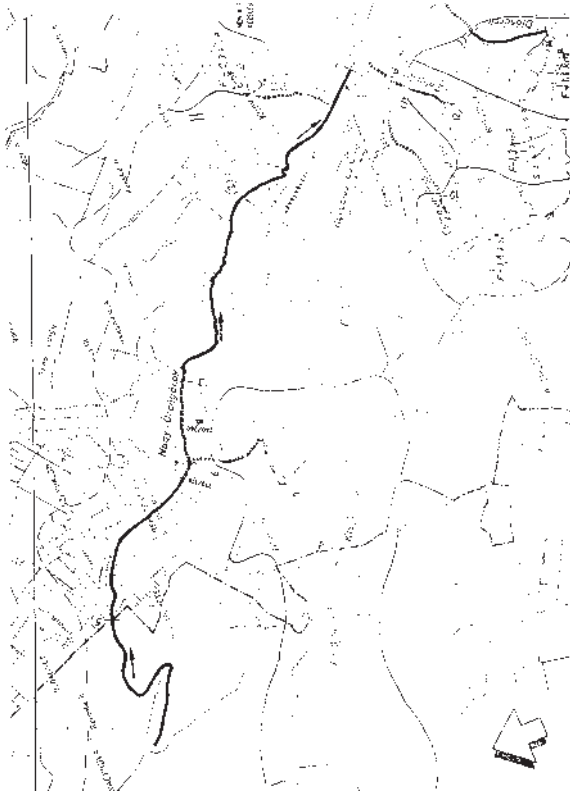
AZ ÖRDÖGÁROK VÍZVIZSGÁLATA

Fidlóczky Zsuzsa, Érsek Barbara

Budenz József Általános Iskola és Gimnázium, Budapest

Felkészítő tanár: Benkőné Di Giovanni Rita

A lakóhelyünk közelében lévő Ördögárok nevű vízfolyás vizsgálatát tűztük ki célul. Annak ellenére, hogy közvetlen környezetünkben található, nem vettünk róla tudomást, mint víz csak egy megszokott tényező volt, amit minden nap látunk. Ezen lehetőség kapcsán kezdtünk érdeklődni, hogy valójában „mi folyik” az árok falai közt. Ahogy egyre lelkesebbé váltunk, annál többet szerettünk volna tudni róla.



A patak a Budai hegyekből ered. Eredetileg természetes élővíz, de ma már csapadékvíz-elvezető szerepet is betölt. Mellékfolyásai alsó szakaszain zárt szelvényben, csatornában folynak. Felső szakaszán található még meg a nyílt árkok átereszekkel. A vízválasztó által körülhatárolt terület 56.3 km². Méréseink alapján megállapítottuk, hogy egy közepes mértékben szennyezett víz, melyet több kommunális szennyvízkivezető okoz. Összesen 11 szempontot vizsgáltuk laboratóriumi körülmények között, a Fővárosi Csatormázási Művek segítségével. Saját magunk is próbálkoztunk méréssel, gyors tesztek al-

kalmazásával, de ezen eredmények, mint utóbb kiderült, nem mindig feleltek meg a valóságnak.

Először a kloridion-tartalmat ellenőriztük, ami nem szennyezési indikátor. Vizsgálatát argentometriás titrálásos módszerrel végeztük. Mérésünk eredménye: 14 mg/l volt, ami normálisnak mondható érték.

Másodszorra a kémiai oxigénigényt (KOI) vizsgáltuk dikromátos módszerrel. A dikromát erősen kénsavas közegben, ezüstkatalizátor mellett, $148 \pm 3^\circ\text{C}$ -on minden számára oxidálható anyagot eloxidál. A reakció közben igénybevett oxigén mennyisége adja a mérés eredményét, amely 377 mg/l lett. Ezek szerint szerves anyaggal közepesen szennyezett. Az élő vizekre nem jellemző ekkora koncentrációban, ez újabb bizonyíték a kommunális szennyezésre.

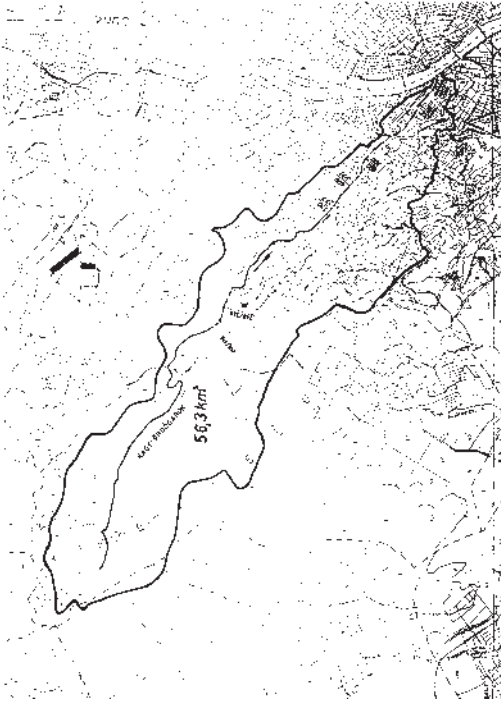
Ezután az összes foszfor és foszfát tartalmat néztük meg. A két kimutatási módszer közötti különbség az, hogy a foszfátot a hozzáadott reagenssel mutatjuk ki, míg az ΣP -t szétromcsoljuk peroxiddiszulfáttal v. hirogénperoxiddal kénsavas közegben. Forraljuk, majd molibdenátot adunk hozzá, de ehhez előbb redukálni szükséges aszkorbinsavval. A forralás során nem maradhat benne oxidálószer, mert akkor a redukálószer egy része az oxidálószer redukálására fog fordítódni és nem jöhet létre mennyiségi reakció. Az összfoszfor a molibdenáttal kékes színű vegyületet képez.

Ha színes vegyületet kapunk, akkor ennek fényelnyelése, azaz fényabszorpciója arányos a koncentrációval. Ezt nevezzük fotometriás eljárásnak. Mérésünk eredménye: ΣP : 8.5 mg/l; PO_4^{2-} : 14.3 mg/l. Mind az összfoszfor, mind a foszfát ilyen mennyisége jelentős háztartási szennyvíz jelenlétére utal.

Az ammóniumnitrogént fotometriás eljárással mértük, amely ebben az esetben az indo fenol kék reakcióján alapul. A 27 mg/l-es eredmény jelentős emberi ill. állati ürülék jelenlétére utal. Ez már szennyvíz jelleget mutat.

Összes szerves nitrogén tartalma 39 mg/l. A szerves nitrogént eloxidáljuk ammóniumionná, majd 10-11 pH fölé lúgosítva ammónia gázzá alakítjuk. Vízgőz desztillációval kihajtjuk a rendszerből, és bórsav oldatban fogjuk fel. Ezáltal abszorbeálódik, majd sósav oldattal titráljuk. Speciális indikátort használva kezdetben zöldes színű lesz, majd lilás színűvé válik.

A nitrit iont is fotometriás módszerrel mutattuk ki. A mintához szulfanil-amid-olajat majd tömény sósavat és desztillált vizet adtunk hozzá. Savas közegben a nitrit-ion diazotálja (primer aminok nitritek segítségével diazóniumsóvá alakítása) a szulfanil-amidot. A keletkező diazóniumsó (az elsőrendű aromás aminokból szervesen savak jelenlétében, alacsony hőmérsékleten, salétromossav hatására keletkező sószerű vegyületek) nitrogén-etilén-diaminnal piros azoszínzékké (a mesterséges színezékek legnagyobb csoportja; jellemzőjük a molekulájukban a színezéskor kialakuló egy v. több azocsoport: $-\text{N}=\text{N}-$) kapcsolódik. Az oldat színintenzitása arányos a nitrit ion



koncentrációjával. Mennyisége <0.1 mg/l, vagyis méréshatár alatti.

Ezután a nitrát iont vizsgáltuk. Meghatározásának alapja a nitrátok reakciója nátrium-szaliciláttal triklór-ecetsavas közegben. A reakció során sárgás színű nitro-szalicilsav sók keletkeznek. Az eredményt, mely itt is méréshatár alá esik (<0.5 mg/l), fotométerrel mértük.

Az összkeménység indifferens a szennyezettség szempontjából. A pesti ivóvíz átl. $20-21^\circ$ dH (dH: német vízkeménységi fok; $1^\circ = 100$ ml vízben 1 mg kalcium oxiddal egyenértékű kalcium és magnézium só van oldva). Az Ördögárok 140 mg/l kalcium oxidot tartalmaz. A kalciumion: 84 mg/l, magnéziumion: 9 mg/l. A víz keménységét a Ca és Mg io-

nok okozzák. A dinátriumsó kalciummal és magnéziummal is komplexet képez. Ennek stabilitása pH függő: minél lúgosabb, annál nagyobb a komplex stabilitása. Vízfórralás hatására mikrokristály formában a kalciumkarbonát és magnéziumkarbonát kicsapódik.

A TTC (trifenil-tetrazólium-klorid) próba a fekáliás szennyeződést mutatja ki. A vízmintához TTC oldatot adunk, és 25° -ra beállított termosztátba tesszük. 24 óra állás után a minta piros színű lett, tehát friss fekáliás szennyezésre utal.

A vízben élő baktériumok tanulmányozásával sokat megtudhatunk a víz állapotáról és szennyezettségének mértékéről. Ebben a vízben keverednek az élővízi szennyvízi szervezetek. A kovamoszat és a fonalas zöldmoszat tipikusan az élővizekre jellemző, de megjelent benne a spirillum, a *Streptococcus margaritaceus* és a *Pleuromonas iaculus*, amelyek a szennyvízre jellemzők. Voltak benne kénbontó baktériumok, melyek kéntartalmú vegyületek előfordulására utalnak.

Megállapíthatjuk, hogy az általunk vizsgált *víz rengeteg emberi szennyezésnek van kitéve*, ami ebben az esetben csak közvetlen élővilágára káros, de ez a tendencia egyre inkább világméretűvé válik. Napról napra kevesebben figyelnek oda környezetük tisztaságára és figyelembe sem veszik, hogy milyen visszafordíthatatlan károkat okoznak ezzel. Egyelőre azoknak az embereknek, akiket érdekel, nagyon kevés a támogatottságuk, így *csak ilyen módszerekkel, mint mi, tudják felhívni a figyelmet* az ezzel járó veszélyekre. Volt alkalmunk megismerni ezt a vizet, látni, ahogyan egyre szürkébb és koszosabb lesz. Ha így folytatódik talán 1-2 év múlva egy szeméttel feltöltött árok válik belőle.

SZILÁRDMINTÁS ANALITIKAI ELJÁRÁSOK ALKALMAZÁSA EMBERI AGYMINTÁK NYOMELEMTARTALMÁNAK MEGHATÁROZÁSÁRA

Hollósi Zsuzsanna

Tóparti Gimnázium, Székesfehérvár

Felkészítő tanár: Szénási Márta

Bevezetés

Régóta ismert, hogy bizonyos fémek létfontosságúak az élő szervezetek számára. Hiányuk és felhalmozódásuk egyaránt kóros folyamatokhoz vezethet. A fémek a szervezetbeli hatásukat főként enzimek alkotórészeiként fejtik ki.

Megfelelő kémiai módszerekkel meg lehet állapítani az agy egyes területein a nyomelemek mennyiségét. Ez a kérdés már régóta foglalkoztat engem, ezért választottam dolgozatom témájául. Ma már bebizonyosodott, hogy az alumínium felhalmozódásának szerepe van a szenilitás kialakulásában. A mangán valószínűleg a Parkinson-kór kialakulásában fontos, ugyanis a mangánnal szennyezett munkahelyeken dolgozóknál parkinsonizmus-szerű tüneteket észleltek. A tumoros megbetegedéseknél a vas, szelén mennyisége csökken, agyvérzésnél a kalcium, vas, szeléntartalom nő, kálium, réz, rubídium tartalom csökken az agyszövetekben.

A nyomelemek „normál értékei” egy adott mátrixban laborról-laborra széles skálán változnak, így igen nehéz az eredményeket összehasonlítani. Mindenképpen azonban szükséges a mérési eredmények egymástól független módszerrel történő ellenőrzése.

Mérési módszerek

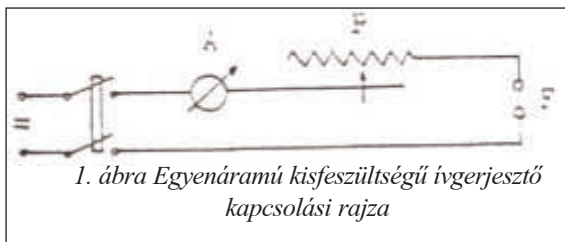
Emissziós színeképelemzés

Az emissziós színeképelemzés során a vizsgált anyag elpárolog, gerjesztődik, miközben az elemek fényt sugároznak ki. Az összetett fény felbontható és fényképező lencsén detektálható. Az így kapott színeképből következtetni lehet az anyag összetételére, az elemek koncentrációjára.

Különféle gerjesztési módszerek fejlesztési sorrendben:

■ **ívgerjesztés**

Az elektromos gerjesztési eljárások közül ez a legegyszerűbb.



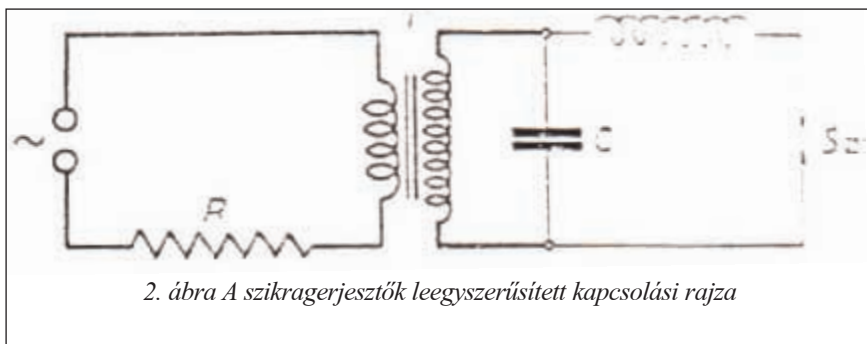
A katódra kiinduló áramot vezető elektronok a térerősség hatására az elektródközön (F) áthatolnak, az anód előtt keletkezett feszültségesés következtében felgyorsulnak és így bombázzák az anódban elhelyezett mintát. Ennek követ-

keztében az anód elgőzölög. Az így keletkezett atomok egy részét az anód előtt levő feszültségesés terében a gyorsan mozgó elektronok ionizálják, nagy része azonban továbbra is atomállapotban marad. A keletkező pozitív töltésű ionok okozzák azután a katód előtti feszültségesést, felgyorsulnak és a katódhoz való ütközésük által az utóbbi felmelegedését. A pozitív ionok az ütközés után a katódra, mint semleges atomok verődnek vissza. A fény keletkezését így nagyobb részét a gyorsan mozgó elektronok által felgyorsított atomok egymás közötti ütközése idézi elő. A nyert színkép főleg atomvonalakból áll.

A gerjesztésnél kis áramerősséget használnak (kb. 10-25 A) a felvétel ideje 60 s-ig tart. Kvalitatív meghatározásra alkalmas, mert a hosszú gerjesztési idő miatt minden elem vonala megjelenik.

Hátránya: az illékonyanyag sorrendjében jönnek ki a mintából az elemek (frakcionált desztilláció lép fel). Az ilyen gerjesztési módot használják nemvezető porok analizésére.

■ **szikragerjesztés**



A szikraközben (SZ) az elektród anyaga elgőzölög, gerjesztett állapotba kerül. Itt nagy áramerősséget használnak (35-100 A), így rövidebb az exponálási idő.

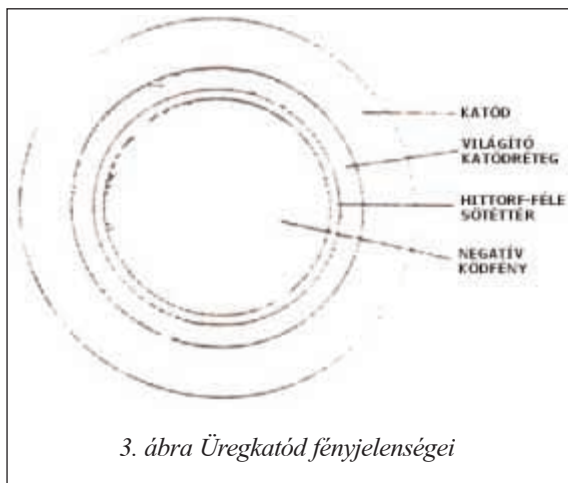
Kvantitatív meghatározásra alkalmas, mivel a gőz és a szilárd fázisban a minta összetétele megegyezik. A nagyobb gerjesztés miatt ionszínképet kapnak.

■ üregekátódos gerjesztés

Az ívgerjesztés egyik speciális fajtája. Zárt rendszerű nemesgáz közegben történő gerjesztés por, oldat analízisére egyaránt alkalmas. A készülék 13-2666,4 Pa nyomású gázzal töltött zárt tér, melyben az üregek katód előtt kis henger vagy gyűrű alakú anód található. A vizsgálandó anyag a katód furatában kerül gerjesztésre.

A vizsgált minta atomjai a munkagáz porlasztó hatására kerülnek a kisülési térbe. A gerjesztés és az ionizáció az elektromos úton felgyorsított elektronokkal való ütközés.

Az üregekátód sugárforrásában létrejövő fényrétegeket a 3. ábra mutatja.



3. ábra Üregekátód fényjelenségei

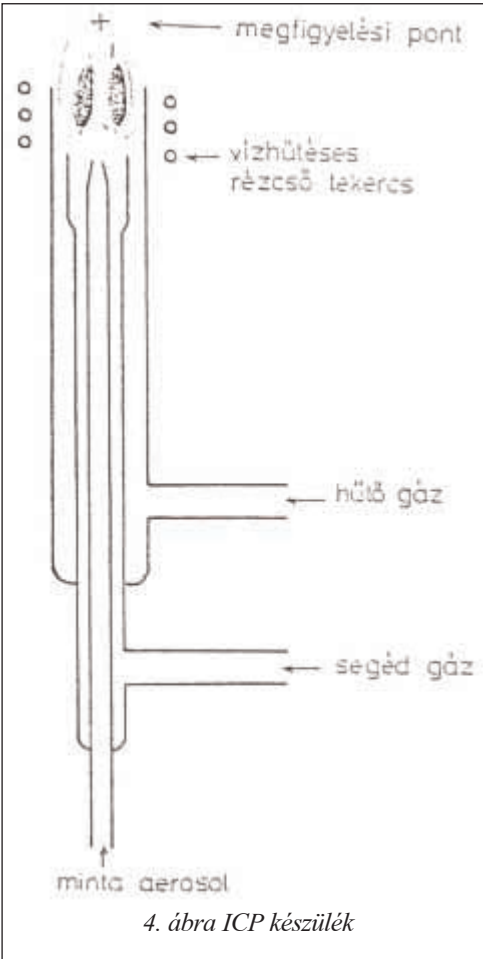
A világító katódrétegben a katódesés értéke nagy, mivel az elektromos térerősség is nagy. A negatív ködfényben a katódesés kicsi, mivel a térerősség kicsi. A kettő között a gyűrű alakú Hittorf-féle sötét tér helyezkedik el. A fényforrás a negatív ködfény. A katódból a beütköző munkagáz ionok, fotonok váltják ki az elektronokat, (e_{gyors}) amelyek a katód felületéről merőlegesen kilépve a Hittorf-féle sötét térben

uralkodó nagy potenciálesés hatására erősen felgyorsulnak és mozgási energiájukat a negatív ködfény csaknem térerősség nélküli tartományban adják le úgy, hogy ütközésükkel a munkagáz atomjait ionizálják. Az így keletkező szekunder elektronok ($e_{lassú}$)-val ütközve rekombinálódnak, miközben fotonok keletkeznek, amelyeknek energiája meghaladja az ionizációs energiát.

A katódból kilépő elektronok felgyorsulnak a Hittorf-féle sötét térben, keresztül-

futnak a negatív ködfényen és lefékeződnek a szemben lévő fal előtti fal potenciáltérben, majd később ismét felgyorsulnak és visszafordulnak. Miközben többször átfutnak az üregrkatódon az ionizáció, a gerjesztés valószínűsége megnő.

■ ICP (induktív csatolású plazmagerjesztésű atomemissziós spektrofotometria)



Ma az egyik legmodernebb gerjesztési mód. Oldatok analizésére használják. Az ICP olyan elektród nélküli plazmakisülés, amely nagyfrekvenciás elektromos térben, atmoszféra nyomású gázban (leggyakrabban argonban) jön létre. (4. ábra)

A nagyfrekvenciás teret (5-50 Hz) egy 2-3 menetű indukciós tekercsbe vezetett áram hozza létre. A tekercs belsejében helyezik el azt a gázbevezetésre szolgáló plazmaégőt, amelynek végén plazmakisülés jön létre. A mintát pneumatikus szivattyú segítségével juttatják a kisülési térbe.

Egyenáramú ívgerjesztés teljes elpárolgatással (Spektrográfia)

Mintaelőkészítés

Az agyrészeket formalinban tárolják, majd mérés előtt tömegállandóságig szárítják. (Kb. 105 °C, 36 óra) A szerves anyag jelentős mátrixhatást fejt ki, növeli a háttérrel, valamint a szórás növelésével

bizonytalanná teszi a meghatározást. Ezért a mineralizálás elengedhetetlen. A mineralizálásnak két módszere van: a száraz (hamvasztás) és a nedves roncsolás. A száraz roncsolást spektrográfiahoz használják. A szárított (105 °C) és lemért agryrészeket kvarccsónakban 120 °C-os kemencébe helyezik, majd annak hőmérsékletét kb. 3 óránként 20 °C-al emelik. Végül 450 °C-on 36 órán át hamvasztják a mintát. Az így kapott anyagot adalékanyaggal keverik, majd elektródba töltik. Adalékanyagként fém-halogenideket, alkáli-borátokat, vagy szénport adnak. Ezek elősegítik az anyag megolvadását, a nehezen párolgó fémek ívbejutását, csökkentik az ívhőmérsékletet és ezzel stabilizálják az ív égését. A mintához még vonatkoztató elemeket is kevernek, melyek megválasztásánál fontos szempont, hogy a minta még nyomelemként se tartalmazza az adott elemet, fizikai-kémiai tulajdonságai hasonlítsanak a vizsgált eleméhez, vonala pedig közel essen a színeképen vizsgált nyomelem elemző vonalához, de ne legyen vonalkoincidencia (vonalegybeesés).

A száraz hamvasztásnak rengeteg előnye van: egyszerű, csekély a munkáigénye, alkalmazása esetén csak ritkán van szükség drága, tiszta vegyszerekre.

A minta előkészítés során különböző hibalehetőségek is felléphetnek. Az agy formalinban tárolásából a következő hibák eredhetnek: a formalin szennyezői a mintát is szennyezik; a mintából kioldódhatnak a fénynyomok; a hosszú tárolás alatt az agy különböző területei között is diffundálnak az anyagok. Hibát okozhat az anyag és a tégely közötti kölcsönhatás is.

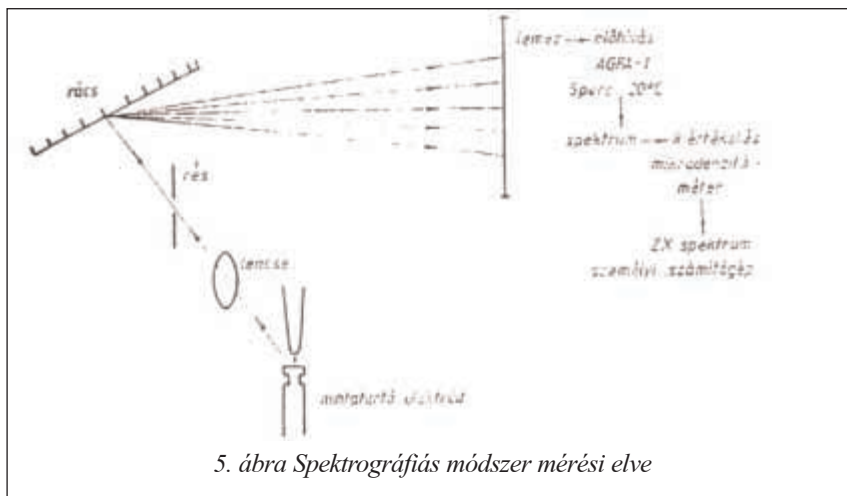
A preparátum részben kémiai úton, részben mechanikusan szennyeződhet a tégely anyagával. Ennek a módszernek talán a legnagyobb hátránya, hogy rendkívül időigényes nagymennyiségű agyat kell elhamvasztani, mivel az agy sok vizet tartalmaz.

A hamvasztási módszereket továbbfejlesztették. Tschöpel-Tölg nevéhez fűződik a hideghamvasztás. Ez mikrohullámmal gerjesztett oxigénáramban történik. 200-500 mg minta elkészítése 2-3 órát igényel.

Mérési körülmények

Egyenáramú ívgerjesztésnél (teljes elpárologtatáskor) a vizsgálandó anyagot megfelelő adalékanyaggal, vonatkoztató elemmel keverik, majd furatba ellátott elektródba töltik. A mintát anódként helyezik el, mivel jobban melegszik. Ugyanis a fém-oxidok, -karbonátok elpárologtatásához szükséges magas hőmérsékletet az egyenáramú ív képes biztosítani. Ezért a kehelyelektród és az ellenelektród között egyenáramú ívet létesítenek.

Az emittált fény a lencsén és a résen keresztül a spektrográf rácsára jut, ahol hullámhossz szerint felbontódik. A felbontott fényt a fényképező lemez rögzíti színeképvonalak formájában. Az illékony elemek a gerjesztés kezdetén a nehezebben párolgók a



végén sugároznak nagyobb mértékben. Ez a hiba kb. 80 s-os expozíciós idővel kiküszöbölhető, mert ilyenkor az intenzitás értékeket a fényképező lemez integrálja.

Kiértékelés

Spektrográfias mérések kiértékelésének két alapvető módszere van. A szintetikus (hitelesítő mintás eljárás) és az addíciós kalibrálás. Az addíciós mérés réz meghatározására alkalmas, mivel a nemzetközi standardtól való eltérés kicsi. A mangánál már nagyobb a szórás, de ennek ellenére még biztonságosan használható ez az analitikai eljárás mangánkoncentráció meghatározására.

Szintetikus módszer: elemek koncentráció értékeinek meghatározását analitikai hitelesítő egyenesek felhasználásával végzik. Biológiai minták analizésénél ez nehezen megvalósítható, ezért inkább az addíciós módszert használják.

Üregkatódos gerjesztés

Mintaelőkészítés

Üregkatód sugárforrást széleskörűen alkalmaznak, mivel oldatok száraz maradékát, porokat, fémtörmelékeket lehet analizálni ilyen módon. Az agyszövet nyomelemeinek meghatározásánál az oldatos eljárást használják. Folyékony minta kis részleteit beviszik a katód üregébe, az oldószert elpárologtatják infralámpa alatt és száraz oldatmaradékot gerjesztik. Ezért tekinthető szilárdmintás eljárásnak. Másik (hamvasztott) biológiai mintáknál használt eljárás, hogy pormintákat gerjesztenek üregkatód-

ban. *Caroli* és munkatársai elvégeztek egy olyan kísérletet, hogy az összes elemet tartalmazó keveréket készítettek és ezt analizálták. Tapasztalataik alapján jól reprodukálható adatokat akkor kapnak, ha a porok átlagos részecskénagysága nem lépi túl a 30-40 Mm-t.

Tapasztalat: négy nyomelem (Pb, Co, Mn, Cu) koncentráció értékeit vizsgálják így. Még a mikrohullámú gerjesztéssel kombinált üreghatódos sugárforrás sem tűnik megfelelő pontosságú eljárásnak biológiai minták analizise.

Éppen ezért sok kutató foglalkozik azzal, hogy a kimutatási képességet és a mérések reprodukálhatóságát javítani tudják, ezért számos járulékos gerjesztési módot alkalmaznak.

Neutronaktivációs analízis (NAA)

Kb. 50-100 mg 105 °C-on súlyállandóságig szárított minta bemérése után csőpostán keresztül jut a minta a reaktor aktív zónájába.

A módszer óriási előnye az emissziós szinképelemzéssel szemben, hogy a hamvasztás szükségtelen és ezáltal a minta előkészítés időszükséglete jelentősen lecsökken, valamint lecsökken a minta szennyeződésének a veszélye. A mintát a reaktor aktív zónájában neutronokkal besugározva magreakciók révén a vizsgált elemek radioaktív izotópjai jönnek létre, amelyek a kibocsátott sugárzás típusában, energiájában, felezési idejében különböznek. Először rövid besugárzási idő után, a rövid felezési idejű izotópokat határozzák meg (vizsgált elemek közül Cu, Mn tartalom meghatározása). Második besugárzásra kb. 3 hét után kerülhet sor, mikor már lecseng a rövid felezési idejű izotópok sugárzása. Így pl. a Co tartalmat lehet meghatározni. Ez a módszer a Cu és Mn nyomelemek mennyiségének meghatározására jó. Az ólom nem mérhető neutronaktivációval.

Összegzés

Dolgozatomban az emberi agyszövetben található nyomelemek koncentrációjának vizsgálatára szolgáló különböző szilárdmintás módszereket próbáltam végigkövetni. A használt eljárások közül a NAA alkalmas emberi agyrészek nyomelem koncentrációjának meghatározása. Ideális módszer biológiai minták közvetlen (minta előkészítés nélküli) elemzésére. Mivel nincs kémiai előkészítés így minimalizálódik az esetleges szennyeződés és a veszteség veszélye. A spektográfias módszer szintén alkalmas biológiai minták elemzésére. Itt inkább addíciós módszerrel történik a kiértékelés. Ennek viszont hátránya, hogy párhuzamosan csak kisszámú elem vizsgálható (Cu, Mn), mert a hamvasztás során kapott minta mennyisége nagyon kicsi. Az üreghatódos gerjesztés

nem igazán megfelelő eljárás, a biológiai határ magas és rossz a reprodukálhatósága. Remélhetőleg a különböző gerjesztési módok kombinációjával és a kisülés nagyobb fokú stabilitásának biztosításával ezen problémák kiküszöbölhetőek lesznek.

Bízom abban, hogy egyes elemanalízis módszerek a jövőben hozzájárulnak a bio-kémiai kutatások eredményeihez, illetve elősegítik azok hatékonyabbá tételét, s ezen keresztül a betegségek megelőzését, gyógyítását.

Felhasznált irodalom

Kőrös E.: Bioszervetlen kémia. Gondolat. Bp., 1980.

Bálint P.: Orvosi élettan. Medicina, Bp., 1986.

Mika J. – Török T.: Emissziós szinképelemzés, Akadémiai, Bp., 1968.

H. Scheller: Bevezetés a gyakorlati szinképelemzésbe, Műszaki, Bp., 1965.

Csányi L. – Farsang Gy.: Műszeres analízis

SEJTZÁRVÁNYOK HISZTOKÉMIAI KIMUTATÁSA

Hajdú Anikó, Rapavi Rita

Szent László Általános Művelődési Központ Szakközépiskolája, Baja

Felkészítő tanár: Kovács Annamária

Bevezetés

A rendszertannak egyik legdivatosabb ága az alig 20 éves múltra visszatekinthető és robbanásszerű gyorsasággal kibontakozott növényi kemotaxonómia. A kemotaxonómia gyökerei a füveskönyvekig nyúlnak vissza, és több száz éves az a felismerés is, hogy a rokon növényfajták gyógyhatása is hasonló. A kemotaxonómia másik forrása a morfológia és az anatómia területéről származik, ahol a színyanyagok és sejtzárványok egyszerre értékelhetők kémiai és alaktani bélyegként is. A keményítő-, kova-, kalcium-oxalát- és kalcium-karbonát zárványok fontos rendszertani bélyegek, mert pl. csak a pázsitfűvekben 20 különböző kovatest van, a zárwatermőkben 14 különböző keményítőforma, a kalcium-oxalát tük jelenléte és alakja pedig számos családban hasznos megkülönböztető tulajdonság. Növényi szövetekben egyszerű analitikai módszerekkel, a hisztokémia eszközeivel azonosíthatóak.

A sejt élettelen alkotórészei közül azokat tekintjük zárványoknak, amelyek sem a sejtfalhoz, sem a sejtben oldott anyagokhoz nem tartoznak, és szilárd vagy cseppfolyós halmazállapotuk révén a plazma többi részétől élesen elkülönülnek.

A szilárd (kristályos) tartalmi részek közé tartoznak az aleuronszemcsék, melyek gömb alakú proteinzárványok. Főleg a tartaléktápanyagban gazdag növényi részek sejtjeiben fordulnak elő. Fehérjéket tartalmazó vakuólumokból keletkeznek úgy, hogy azok a mag érésével fokozatosan vizet veszítenek, tartalmuk besűrűsödik, és gömbölyded képződményekké alakulnak.

A keményítő a növények leggyakoribb tartaléktápanyaga, D-glükóz egységekből felépülő poliszacharid. Két alkotórésze a szerkezetben eltérő amilóz és amilopektin. Az amilóz több száz glükózegységet tartalmaz, melyek 1-4 kötéssel kapcsolódnak egymáshoz, s ez spirál alakú formát, hélixet eredményez. A spirál meneteit hidrogénkötések tartják össze. Az amilopektin szintén többszáz glükózegységből áll, a különbség az, hogy az 1-4 glikozidkötések mellett 20-25 egységenként 1-6 kötések is előfordulnak. Ezek láncelágazást idéznek elő, és emiatt az amilopektin ágas-bogas szerkezetű. A keményítő könnyen kimutatható

Lugol-oldattal, azaz kálium-jodidos jóddal. A nagyméretű jódmolekula behatol az amilózhélix csatornáiba, és kék színű jódkeményítő-komplexet képez.

A zöld növények kloroplasztiszaiban keletkeznek a szilárd, asszimilációs (vagy primer) keményítőszemcsék, melyek éjjel eltűnnek, és a felhasználás vagy raktározás helyére szállítódnak malátacukor formájában. A gyökerekben, magvakban a cukor visszaalakul raktározott (reserv vagy szekunder) keményítővé. A raktározott keményítő szemcséi a leukoplasztiszokban keletkeznek, annak egy vagy több pontjában. A szemcse gyarapodásával a leukoplasztisz kidudorodik, majd fokozatosan elvékonyodva felveszi a növényre jellemző keményítőzárvány alakját. Ha a leukoplasztisz belsejében egyetlen góc keletkezik, amelyre az anyag rétegesen rakódik le, egyszerű keményítő keletkezik. A szemcsékben gyakran sugárirányú hasítékok is láthatók. Ha a góc a leukoplasztisz közepén van, a keményítőszemcse koncentrikus, ha pedig a szélén van, excentrikus lesz. Ha a göcök száma több, akkor egy leukoplasztiszon belül több szemcse keletkezik, amelyek idővel egymáshoz érnek, és sokszögletűvé válnak. Előfordul az is, hogy 2-3 keményítőszemcsét, amelyek összetapadnak, közös réteg vesz körül: ez a félig összetett keményítő. A keményítőszemcse alakja változó: az előbbieket szerint gömbölyded, lencse alakú, szögletes, vagy a kutyatej-fajokban lábszárcsonthoz hasonló. A szemcsék mikroszkóppal rendszerint jól látható rétegződésének oka az, hogy a keményítőzárvány több rétegből áll szferokristály. Fő tömegét a jóddal nem reagáló amilopektin adja, míg a kékre festődő amilóz mennyisége kisebb. Ezek a különböző módon festődő rétegek váltakoznak egymással. A szemcsék alakja, nagysága és szerkezete jellemző az egyes rendszertani csoportokra.

A citoplazma egyes részeiben, a sejtnedvben, ritkán a sejtfalban a kristály alakú fehérjéken kívül más anyagok is kikristályosodhatnak. Az egyes kristályok a legtöbb esetben az egész sejt belsejét elfoglalják. Ezek a kristálytartó sejtek vagy idioblasztok, melyek sokszor alakban is eltérnek a szomszédos sejtektől.

A leggyakrabban kikristályosodó anyag a növényekben a kalcium-oxalát, mely egy vagy két molekula kristályvíztartalommal a legkülönbözőbb formákat hozhatja létre. Gyakran megtalálható egyedi kristályok alakjában, mint amilyen az oktaéder, a prizmás oszlop, a buzogányfejhez hasonló rozetta és a gömbszerű drúz. Hosszú, tű alakú kristályai elhelyezkedhetnek szétszórta vagy kristálykéve (rafid) formájában. A kalcium-oxalát ezen kívül homokszerű halmazok (kristályhomok) formájában is előfordulhat a növényekben. Az egyszikűekre általában a kristálykévék, míg a kétszikűekre a drúzok jelenléte jellemző. Élettani szempontból a kalcium-oxalát váladékanyagnak tekinthető: a növény életfolyamatai során

keletkezett ártalmas sóskasav kötődik le kristályos formában. A sejtplazmában keletkezik, de eljut a vakuólumokba és a sejtfalba is. A rafidok az állatok rágása ellen védik a növényt. Az oxálsav magnéziummal is kristályosodhat magnézium-oxalát formájában, a kalcium pedig kalcium-citrát kristályként is előfordulhat a citoplazmában.

A kalcium-karbonát élő növényi sejtekben csak ritkán található meg, mint például egyes *Ficus*-fajokban; sokkal gyakoribb a sejtfalba lerakódva. A *Ficus elastica* (kaucsukfűge) levelének kristálytartó sejtjeiben fürtszerű cisztolit formájában találjuk meg a kalcium-karbonátot. A kristály a sejtfalnak a sejtüregebe nyúló csapos megvastagodásán, a kallóznýélen függ. Ugyancsak ritkán lehet a sejt belső terében kovakristályokat találni, ezek lerakódása is gyakoribb a sejtfalakban.

Anyagok és módszerek

Célunk az volt, hogy különböző növényfajok jellegzetes kristályalakjait megfigyeljük és azonosítsuk a hisztokémia módszereivel. A keményítőszemcsék vizsgálatához kukorica, borsó és bab magjának zúzalékát, illetve burgonya gumójának kaparékat használtuk fel. A preparátumokat mikroszkóp alatt vizsgáltuk, majd Lugol-oldattal megfestettük. További alanyaink a tigrismancs begónia (*Begonia boweri*), a gyepürözsza (*Rosa canina*), a kaucsukfűge (*Ficus elastica*), a vöröshagyma (*Allium cepa*) és a csíkos csokrosinda (*Clorophytum comosum*) voltak. A gyepürözsza esetében a bogyótermésből készítettünk keresztmetszetet, a hagymánál a burokpikkely-levelet vizsgáltuk. A begóniánál a levélnyélből készült a preparátum, a többi növényfaj esetében pedig a lomblevél keresztmetszetén kerestünk zárványokat. A talált kristályok 1:2 hígítási arányú sósavval illetve kénsavval adott reakcióját vizsgáltuk. Az alkalmazott nagyítás 400x-os volt.

Eredmények és megvitatás

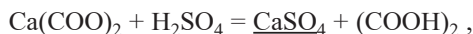
A burgonyából készült kaparékok különböző méretű excentrikus keményítőszemcséket tartalmazott, amelyeken az adott felbontásban nem lehetett megfigyelni a koncentrikus rétegződést. Sugárirányú hasítékokat nem tartalmaztak. Lugol-oldat hatására a zárványok egyenletesen festődtek.

A babkeményítő ovális, mély hasítékokat tartalmazó szemcséi szintén homogén módon festődtek KI-os jóddalattal.

A borsóból készült zúzalék szabálytalanabb keményítőszemcséket tartalmazott, melyeken határozott vajatokat lehetett megfigyelni. Lugol-oldat hatására szintén erőteljes elszíneződés lépett fel.

A kukoricakeményítő kristályai a fentiektől eltérően apró, sokszögletű, szabálytalan szemcsék voltak, de szintén adták a Lugol-oldattal végzett próbát.

A begónia levélnyél-keresztmetszetéből készült preparátumokon leggyakrabban oktaéder-alakú kristályokat sikerült megfigyelni. Ezek a kristályok kénsavoldat hatására kétféleképpen viselkedtek: vagy teljesen feloldódtak, vagy tú alakú kristályokat képeztek. A második esetben, melyet felvétellel nem tudunk dokumentálni, mindenképpen kalcium-oxalát kristállyal volt dolgunk, mely kénsavval a következő reakciót adta:



és a keletkező kalcium-szulfát tűkristályait sikerült megfigyelni a preparátumon. A kénsavoldat töménysége minden esetben azonos volt, és az oktaéderkristályok alakja is megegyezett; azok eltérő viselkedésre csak anyaguk különbözősége szolgáltat magyarázatot, ami kevésbé valószínű. Lehetségesnek tűnik viszont, hogy a sav fedőlemez alatt történő gyors átáramlásával mintegy elsodortuk a keletkezés helyéről a tűkristályokat.

A csipkebogyó-preparátumban szabálytalan, oktaéder-szerű drúzokat találtunk, melyek kénsavoldat hatására tú alakban kristályosodtak újra; az előzőek alapján szintén a kalcium-oxalátot azonosítottuk.

A vöröshagyma burokpikkely-levelében jól megfigyelhető piramisvégű oszlop-kristályok találhatók. Kénsavval reakcióba lépve a felületükön hosszú tűk jelentek meg, végül teljesen eltűntek, és csak tűkristályok maradtak a sejtekben. Az előzőekhez hasonlóan szintén a kalcium-oxalát jelenlétét igazolták a tűk.

A fikusban megfigyelt fűrtkristályt sósavoldattal kezelve a változásokra a következő reakció szolgáltat magyarázatot:



Ideális esetben a CaCO_3 -fűrtkristályból csak a kallóznnyél marad, mivel a kalcium-klorid vízben oldódik.

A csokrosinda levélkeresztmetszetéből készített preparátumokon tűkristályokat, piramisvégű oszlopot és oktaédert is megfigyeltünk. Kénsavas kezelés hatására az oktaéder feloldódott, a kristálykéve nem. Ez a reakció csak az oktaéder anyagára enged következtetni, ami kalcium-oxalát volt.

A leggyakrabban előforduló kristályalak a vizsgált növényi részekben az ok-

taéder volt, és kalcium-oxaláttal minden esetben találoztunk. A vizsgálatokat és azok eredményeit tovább lehet finomítani más reagensek, illetve különféle hígtású savak alkalmazásával.

Felhasznált irodalom

Jacob – Jäger – Ohmann: Botanikai kompendium. Natura, 1985

Kertészeti növénytan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1968

Borhidi Attila: A zárvatermők fejlődéstörténeti rendszere. JPTE, Pécs, 1993

Furka Árpád: Szerves kémia. Tankönyvkiadó, Budapest, 1991

www.ostracon.biologie.uni-kl.de

BIOKOMPLEXEINK

Kovács Borbála

Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnázium, Pécs

Felkészítő tanár: Mostbacher Éva

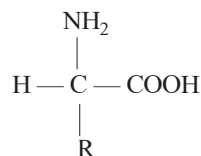
Bevezetés

Kovács Borbála Anna vagyok a Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziumának 10. osztályos tanulója. Biológia-kémia tagozatos osztályba járok, és nagy érdeklődéssel tanulmányozom az emberi test működését valamint a benne végbemenő kémiai folyamatokat. Előadásomat is ezen témából készítettem. Az élő szervezetben található fémionok biológiai szerepe rendkívül szerteágazó, elsősorban a fehérjék alkotóelemeivel, az aminosavakkal való kölcsönhatásuk révén fejtik ki hatásukat. A kölcsönhatások eredményeképpen különböző térbeli felépítésű, stabilitású komplexek jönnek létre, melyeket sokoldalúan lehet tanulmányozni. E munkámban arra kerestem a választ, hogy az aminosavak fémionokkal való kölcsönhatása hogyan változtatja meg a fémionok ismert viselkedését, valamint, hogy a fémionok milyen hatást fejtenek ki az aminosavakra. Az idő rövidsége miatt most csak a prolin és a hidroxiprolin réz és nikkel ionokkal képzett komplexeit vizsgáltam spektrofotometriásan. A méréseket a Pécsi Tudományegyetem Általános Orvosi Kar Biofizika Intézetében végeztem.

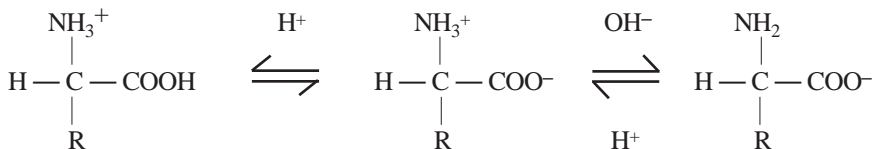
I. fejezet

Ahhoz, hogy az átmenetifémek aminosav komplexeivel végzett mérések eredményeit magyarázni tudjam, rövid áttekintést szeretnék adni a központi fémion és a ligandumként kapcsolódó aminosav kémiai sajátosságairól és egymásra gyakorolt hatásokról.

Ismeretes, hogy az aminosavakban az α szénatom — NH_2 -t, — COOH -t, egy hidrogénatomot és egy oldalláncot tartalmaz. Ennek az R csoportnak a kémiai összetétele különbözteti meg az egyik aminosavat a másiktól.

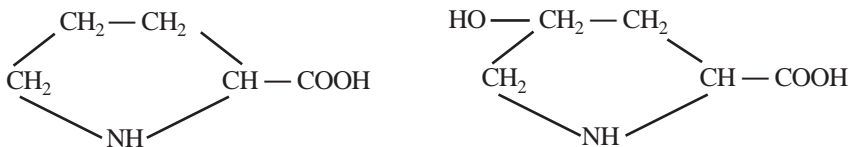


Az aminosavak vizes oldatban pH-tól függően ionizált alakban lehetnek jelen. Semleges oldatban az ikerionos alak dominál, erős ásványi sav hatására a — COO^- protonálódik, lúg hatására pedig a — NH_3^+ deprotonálódik.



Az aminosavak méretben, alakban, kémiai reakciókészségben, H-kötést létesítő képességben, továbbá fémkomplexek képzésére való hajlamban is különböznek egymástól.

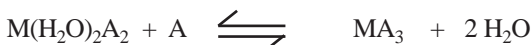
Jelentős eltérést mutat társaitól a prolin és a hidroxiprolin, melyek nem is aminosavak, hanem iminósavak.



Előadásomban e két aminosavnak réz- és nikkellionokkal alkotott komplexeit vizsgálom.

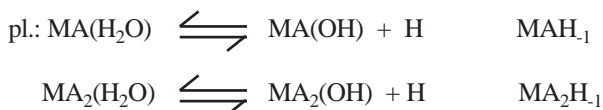
Mindkét fémion vizes oldatban akvakomplexeket képez. Ha ezek oldatába olyan molekulák, vagy ionok kerülnek, amelyekkel a fémionok erősebb kötést tudnak kialakítani (pl.: Pro, vagy HyPro), a koordinálódott vízmolekulák fokozatosan kicserélődnek ezekre, miközben vegyes ligandumú komplexek keletkeznek. E folyamat hajtóereje az előzőekben elmondottakon kívül még az is, hogy a koordinációs szférából felszabaduló vízmolekulák helyére negatív töltésű karboxilát anion is kerül, amely a komplex semlegesítését segíti elő.

A részecskék töltését az egyszerűség miatt nem jelölöm.

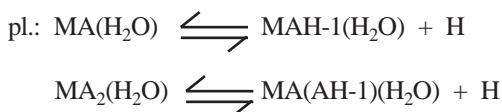


Körülményektől függően lehetőség van MAH_{-1} és MA_2H_{-1} komplexek kialakulására is

Ezen komplexek keletkezése történhet úgy, hogy a ligandum vízmolekulákból p^+ hasad le



- 2 vagy úgy is, hogy a ligandumként kapcsolódó aminosav deprotonálódik, ha tartalmaz más savas hidrogént.



Ha növeljük az ilyen komplexek vizes oldatának pH-ját, meghatározott OH^- koncentrációnál a központi fémion hidroxidként kicsapódhat. E folyamatban a komplexek stabilitásának, a OH^- koncentrációnak és a leváló hidroxidcsapadék oldhatósági szorzatának van jelentősége.

Az átmenetifémek élénk színű vegyületeket alkotnak, ezért nevezik őket a vegyészek kaméleonjainak is, színük a kémiai környezetük szerint változik.

Komplex vegyületeik képződését is gyakran szemmel látható színváltozás kíséri. Ez a szemgyönyörködtető színpompa a központi ion elektronszerkezetével és a fém-ligandum közötti kötések jellegével, erősségével és számával magyarázható. Ezt használtam ki a nikkell(II)- és réz(II)ion prolin és hidroxiprolin komplexeinek spektrofotometriás vizsgálatánál, ugyanis a molekulák elektronszerkezetéről a spektrumok adhatnak felvilágosítást.

A spektrumokat Shimadzu UV 2100 spektrofotométerrel készítettem.

A réz(II)- és nikkell(II)ion prolin és hidroxiprolin rendszer spektrumát 1:2 fém-ligandum aránynál vettem fel a látható tartományban és a spektrumban jelentkező abszorpciós maximum változását követtem. Ezzel egyidőben HANNA mikroelektroddal és ORION MODEL 710 pH-mérővel a pH-t is megmértem. Mindezt azért tettem az előbb említett arányban, mert pH-metriás vizsgálatok szerint a nevezett fémionoknak az adott ligandumokkal alkotott komplexei közül ezek bizonyultak a legstabilabbaknak az adott pH-tartományban.

II. fejezet

A vizsgálatot következő oldatokkal végeztem:

Készítettem:

I. összesen 50 cm^3 prolinra illetve hidroxiprolinra nézve 10^{-2} mol/dm^3 Cu^{2+} -ra nézve $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldatot, amely az ionerősség biztosítása érdekében $0,2 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációban KCl-t is tartalmazott.

II. 25 cm^3 $2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú prolin ill. hidroxiprolin oldatot, melyben az ionerősséget ismét KCl-dal állítottam be ($c_{\text{KCl}} = 0,2 \text{ mol/dm}^3$)

III. 25 cm^3 $0,1 \text{ M}$ -os NiCl_2 oldatot. Az $1:2 = \text{Ni}^{2+}$: ligandum biztosítása érdekében 10 cm^3 ligandumhoz 1 cm^3 $0,1 \text{ M}$ -os NiCl_2 oldatot adtam.

A megfelelő lúgarány beállításához faktorozott $0,5105 \text{ M}$ -os KOH oldatot adagoltam a rendszerhez.

A fényelnyelés úgy jön létre, hogy a molekulák vagy ionok kölcsönhatásba lépnek a fény fotonjaival, és energiát nyelnek el. Az energiafelvétel következtében csökken az áthaladó vagy visszavert fény intenzitása. Az abszorbeáló anyagok fényelnyelését a Lambert-Beer törvény írja le:

$$E = -\lg T = -\lg \frac{I}{I_0} = \varepsilon \cdot c \cdot l \quad \text{ahol } E \text{ a mért abszorbancia (az áteresztési tényező negatív logaritmus)} \\ I_0: \text{ a beeső fény intenzitása}$$

I: az áthaladó fényintenzitása

T: az áteresztési tényező (transzmittancia)

ε : az oldat moláris abszorpciós együtthatója

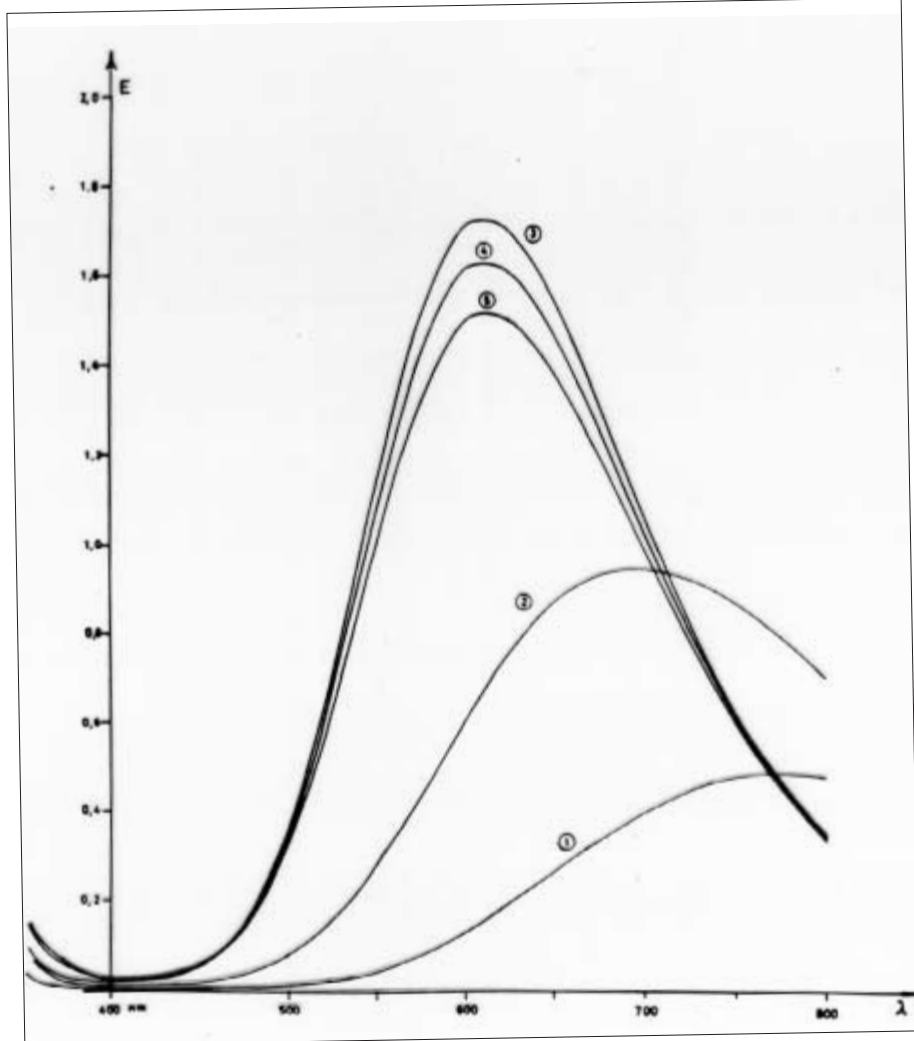
c: az oldat koncentrációja

l: a rétegvastagság

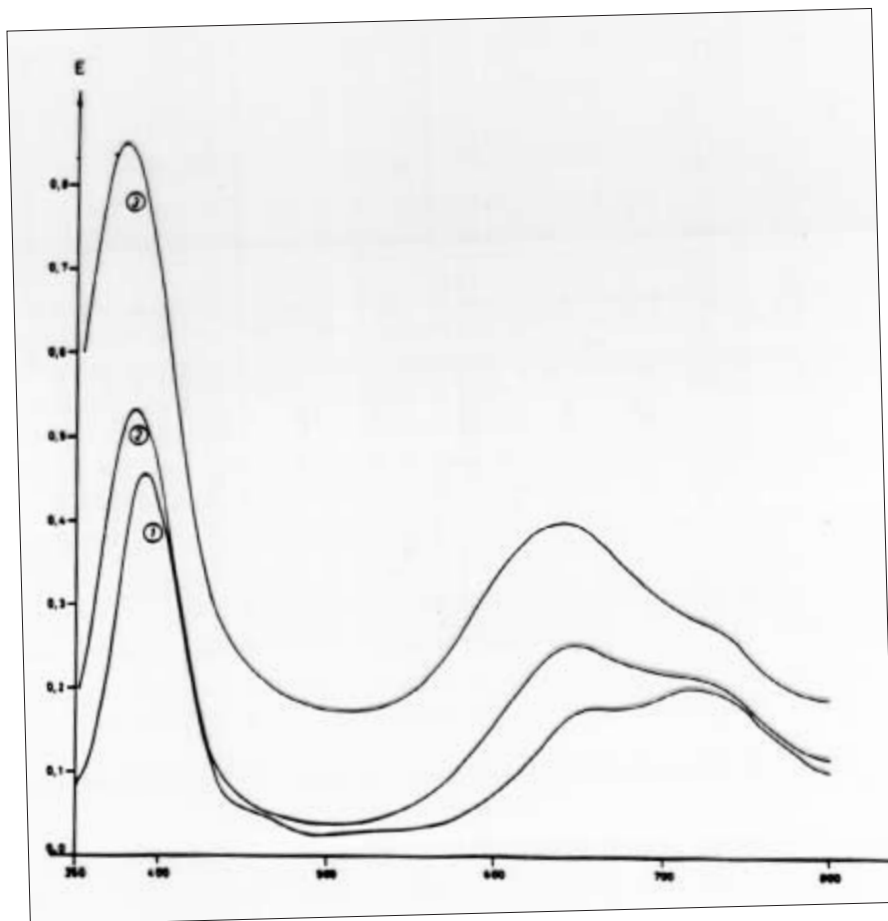
Ebből az összefüggésből a moláris abszorbancia kiszámítható: $\varepsilon = \frac{E}{c \cdot l}$

A moláris abszorbancia a Cu-komplexeinél az adagolt bázis függvényében először növekszik, majd kismértékben csökken, tehát tulajdonképpen egy telítési görbe mentén változik. A kismértékű csökkenés oka, hogy magas pH-n már hidroxo-komplexek is vannak kis koncentrációban.

Az abszorpciós maximum helyét a Cu(II)-prolin illetve Cu(II)-hidroxiprolin komplexek ligandumainak konformációja befolyásolja. A $3d^9$ elektront tartalmazó Cu^{2+} planáris vagy tetragonálisan torzult oktaéderes komplexet képez. Ekvatoriális ligandumkoordináció esetén a λ_{max} értéke a nagyobb hullámhosszak felé tolódik el.

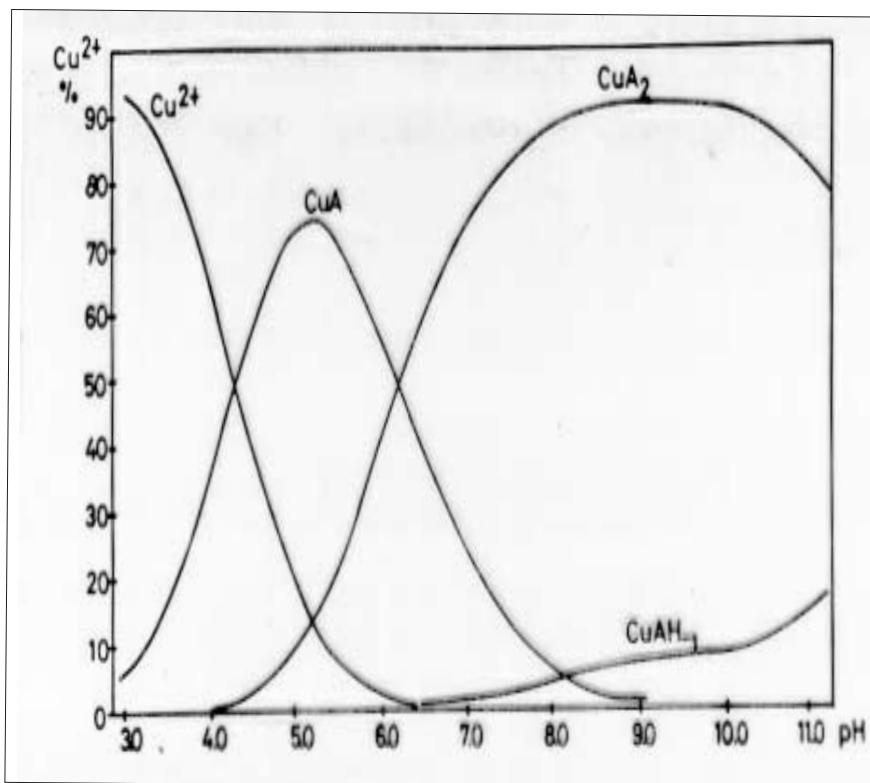


Ennek oka, hogy a ligandumkoordináció konformációja befolyásolja a Cu^{2+} d pályáinak felhasadását, tehát a ligandumtérorósség nagyságát, így a d-d elektronátmenethez szükséges gerjesztési energiatartalmat, amely az elnyelési spektrumban jelentkezik.



A Cu(II)-prolin ill. Cu(II)-hidroxi-prolin spektrális eredményeit összehasonlítottam a Cu(II)-alaninéval. pH = 8-nál a Cu(II)-alanin 1:2 fém-ligandum arányú komplexeinél a λ_{\max} értéke 625 nm, vagyis a Cu(II)-prolin ill. Cu(II)-hidroxi-prolinnal közel azonos. Ennek oka, hogy az alanin a prolin és a hidroxi-prolin esetében is a Cu^{2+} -hoz a ligandumnak ugyanazon atomjai az O és a N atomok koordinálódnak. Az alanin-Cu(II) komplexeihez képest az általam vizsgált fémkelátok a prolingyűrű miatt merevbbek.

A Ni(II)-prolin ill. Ni(II)-hidroxi-prolin spektrális vizsgálatát is 1:2 fém-ligandum aránynál végeztem, s közben itt is mértem a pH-t.



A táblázat adataiból látható, hogy 8-as pH felett az abszorbancia értékek az oldatban leváló csapadék miatt nem mérhetők. A csapadék kiválásakor az abszorpciós maximumok helye nem változik, a görbék csak párhuzamosan tolódnak el.

A Ni(II)-prolin ill. Ni(II)-hidroxi-prolin spektrális adatait is összehasonlítottam a Ni(II) alaninéval, és itt is azt tapasztaltam, hogy az abszorpciós maximumok helye közelítőleg megegyezik (M:A:L = 1:2:2, pH=8,7, $\lambda_{\max 1}$ =616 nm, ϵ_1 =5, $\lambda_{\max 2}$ =368 nm, ϵ_2 =12). Ennek szintén az az oka, hogy a Ni²⁺ köré koordinálódó ligandumok esetén a kötést létesítő donatoratomok azonosak (N és O atomok). A Ni-komplexek spektrumában a Cu(II)-komplexekkel ellentétben két abszorpciós maximumot tapasztalunk. Ennek oka az, hogy a d⁸ elektronnal rendelkező síknégyszetes Ni²⁺-komplexek két vízmolekula koordinációja révén oktaéderes szerkezetet alakítanak ki. Ebben az oktaéderes térben 3 pályafelhasadás található, amelyből kettőt látunk, mert a harmadik

Cu(II)–prolin számított spektrális adatai

M : A : L	pH	λ_{\max} (nm)	ϵ
1 : 2 : 0	3,067	775	79
1 : 2 : 1	4,876	695	39
1 : 2 : 2	7,575	605	72
1 : 2 : 3	11,321	610	70
1 : 2 : 4	11,675	610	67

Cu(II)–hidroxi-prolin számított spektrális adatai

M : A : L	pH	λ_{\max} (nm)	ϵ
1 : 2 : 0	3,067	757,5	22
1 : 2 : 1	4,162	700	38
1 : 2 : 2	6,896	615	70
1 : 2 : 3	11,236	615	68
1 : 2 : 4	11,600	615	68

Ni(II)–prolin spektrális adatai 1:2 fém - ligandum arányánál

M : A : L	pH	$\lambda_{\max 1}$ (nm)	ϵ_1	$\lambda_{\max 2}$ (nm)	ϵ_2
1 : 2 : 0	4,752	717,5	4	392,5	10
1 : 2 : 1	6,678	650	6	385	12
1 : 2 : 2	8,040	642,5	10	380	20
1 : 2 : 3	8,753	Csapadék kiválása miatt nem mérhető!			
1 : 2 : 4					

Ni(II) - hidroxi-prolin spektrális adatai 1:2 fém - ligandum arányánál

M : A : L	pH	$\lambda_{\max 1}$ (nm)	ϵ_1	$\lambda_{\max 2}$ (nm)	ϵ_2
1 : 2 : 0	4,185	720	3	390	6
1 : 2 : 1	6,187	635	5	377,5	8
1 : 2 : 2	8,516	615	7	370	12
1 : 2 : 3	11,327	Csapadék kiválása miatt nem mérhető!			
1 : 2 : 4					

nagy energiájú sávját elnyomja egy sokkal intenzívebb töltésátviteli sáv. Más tekintetben a Cu-spektrumában már megfigyelt és ismeretett összefüggések itt is érvényesek.

Összefoglalva:

A spektrális mérések igazolták a Cu²⁺ és Ni²⁺ ionoknak prolinnal ill. hidroxi-prolinnal alkotott komplexeinél a N és O atomok koordinációját, melynek során öttagú kelátok alakulnak ki. Ezen fémkelátok a prolingyűrű miatt merevbbek a többi aminosav fémkomplexeinél.

Felhasznált irodalom:

Nyilasi János: Szeretlen kémia

Máthé János: Az anyag szerkezete

Clyde R. Dillard – David E. Goldberg: Kémia

N.N. Greenwood – A. Earnshaw: Az elemek kémiája

Kőrös Endre: Bioszeretlen kémia

C-VITAMIN KIMUTATÁSA

Erdőházi Dóra, Szabó Gyula

Felkészítő tanár: Tóth Piroska
Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest

Biológiája

Az emberi szervezet zavartalan működéséhez nemcsak energiahordozó tápanyagok felvételére van szükség, hanem kis mennyiségben olyan szerves vegyületekre is, amelyek részt vesznek az életfolyamatok irányításában. Ilyen nélkülözhetetlen vegyületek a vitaminok. Mi a C-vitamin elemzését, kimutatását választottuk témánknak. Ez az a vitamin, amely előállítására, felfedezésére, vizsgálatára a közismert magyar tudós *Szent-Györgyi Albert* nevéhez fűződik. Napjainkban a médiában sokat hallunk különféle csodaszerek, gyógyszerek hatásairól, a Béres plussz, Aktivál, Egis C-vitamin, stb.

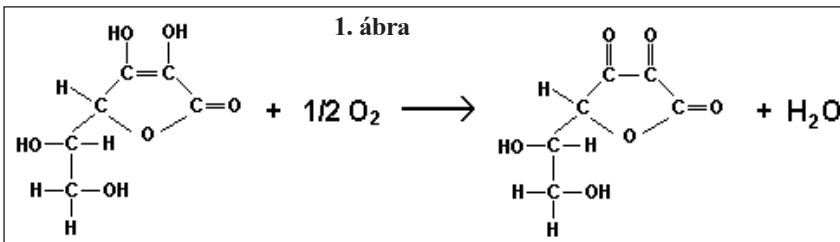
C-vitamin (aszorbinsav)

Az aszorbinsav név a scorbutus szóból fosztóképzővel, „skorbut nélküli”, jött létre. A skorbut ellen hatásos C-vitamin Szent-Györgyi Albert és *W. Haworth* által ajánlott neve. Cítrómézből 1742-ben, hordós káposztából 1928-ban azonosították. Vitaminként csak néhány emlősben van jelen (tengerimalac, majom), mert a többi állat szervezete képes az előállítására. Alapvető befolyást gyakorol a szervezet egészére, a biokémiai reakciókban. A redoxiátalakulásokban antioxidásként van jelen. Könnyen oxidálható, tehát jó redukálószer. Így az élő szervezetben C-vitamin adagolással megvédhető más oxidálható vegyületek, amelyek ha eloxidálódnak működési zavarokat eredményezhetnek. Vízoldható vitamin, e tulajdonsága miatt kell nap mint nap rendszeresen pótolni a kiürült vitamin mennyiségét. A felesleg a vizelettel kiválasztódva távozik a szervezetből. Az állati szervezetben csak kis mennyiségben halmozódhat fel, főleg a mellékvesében, a pajzsmirigyben és a májban.

A vér C-vitamin tartalma is fontos, mert ha alacsony nem tudja megakadályozni a véráramban végbemenő káros hatású fehérje- és zsíroxidációkat. A napi C-vitamin bevétel egy felnőtt ember számára 45-80 mg, ha ennél kevesebb, az betegségekhez vezethet (skorbut).

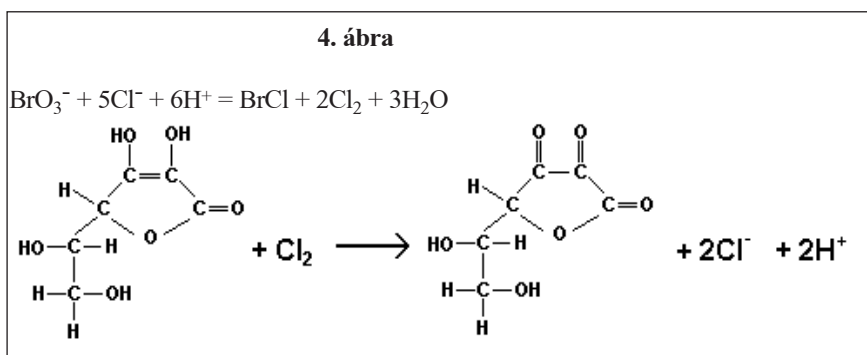
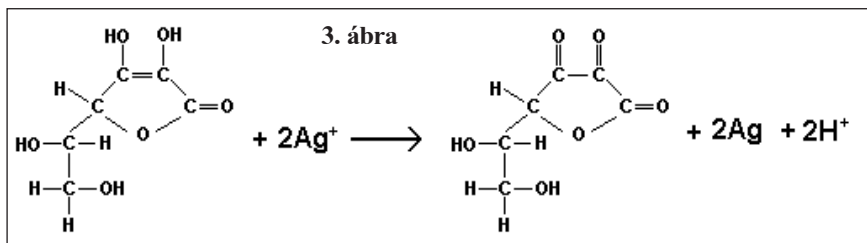
A C-vitamin főleg friss gyümölcsökben, zöldségekben található, amint azt a mellékelt táblázat is mutatja. A vitamin melegítés hatására, így főzéssel bomlik, mennyisége csökken. A legtöbb vitamin a zöld növényekben, friss termésekben, például a csipkebogyó termésében 400mg/100g van szedés után. Száradás után ez az érték negyedére csökken 100mg/100g. Az értékekből következtethetünk arra, hogy a levegőn oxidálódik (1. ábra). Jelentős mennyiség található még a zöldpaprikában, a fekete ribizkében is (2. ábra).

Az élelmiszer megnevezése	C-vitamin (mg/100g)
Burgonya	10-20
Káposzta	45-55
Paradicsom	10-25
Paradicsompüré	50
Paraj, sóska	40-50
Vöröshagyma	10
Zöldhagyma	60
Zöldpaprika	150
Alma, körte	5
Citrom, narancs	40-50
Csipkebogyó (friss)	400
Csipkebogyó (szárított)	100
Ribiszke (piros)	30-60
Ribiszke (fekete)	160-180
Dió	25
Tej	1,0-1,7
Sertésmáj	23-25

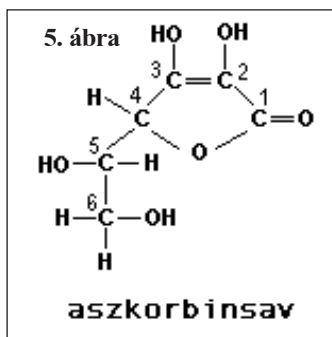


- Redukáló hatás kimutatása: 1. Ezüsttükör-próba
2. Kálium-bromátos kimutatás

1. ezüstnitrát és koncentrált ammónia oldathoz a C-vitamin tartalmú oldatot csepegtetünk színváltozásig. Az oldat zavaros lesz, szürkés színű, fémézüst válik ki (3.ábra).



2. a C-vitaminhoz koncentrált sósavat és metilnarancs indikátort adunk, az oldatot felmelegítjük, majd addig csepegtetjük a KBrO_3 oldatot amíg színváltozást tapasztalunk.



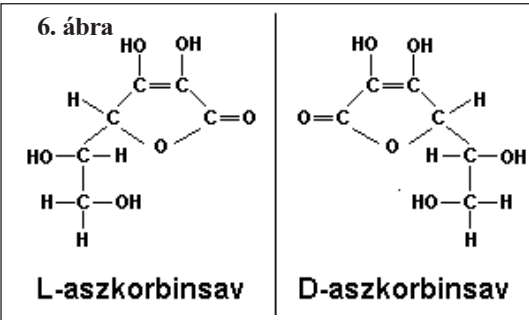
Tapasztalat: az oldat elszíntelenedik.

Magyarázat: a KBrO_3 és a sósav reakciójakor keletkező BrCl (brómklór) és Cl_2 oxidálja az aszkorbinsavat (4. ábra).

Kémiaja:

Összegképlete: $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$. Szerkezete hasonló a hat szénatomos cukrokéhoz, ezért cukorszarmazék-nak tekintették. A 2. és 3. szénatomok között kettős kötés található (5. ábra). Ezeken az atomokon egy-egy hidroxilcsoport helyezkedik el, ezt az elren-

deződést „enolos” OH-nak nevezzük. Ezek a csoportok adják a vegyület savas jellegét. Az aszkorbinsav könnyen oxidálható, ezért *rendkívül erős redukálóanyag*. Az aszkorbinsav két lehetséges izomerét ismerjük, az 5. és 6. szénatomon lévő hidrogén és hidroxil csoport állása szerint (modell). E szerint különböztetjük meg a természetes "L" (bal) és mesterséges "D" (jobb) konfigurációjú változatát (6. ábra). A természetes gyümölcsökben az "L" módosulat van jelen, míg a C-vitamin mesterséges előállításakor racém keverék keletkezik.

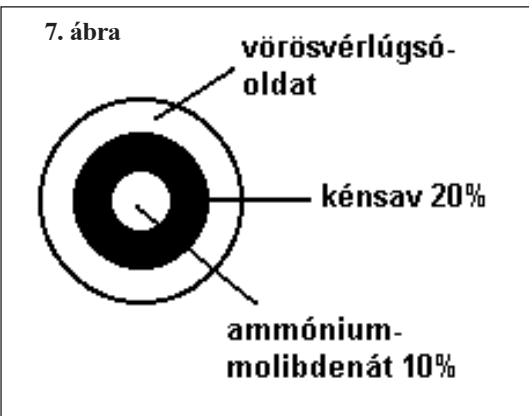


Kimutatás: a C-vitamin kvalitatív kimutatását hagyományos papírkromatográfiás módszerrel végezzük, amely a szerves vegyületek tisztítására, tisztaságának vizsgálatára szolgál. A kimutatás szűrőpapíron, cseppanalízissel történik. A cseppanalízis lényege, hogy a reakciókat vizsgálandó oldat és a reagens 0,002-0,005

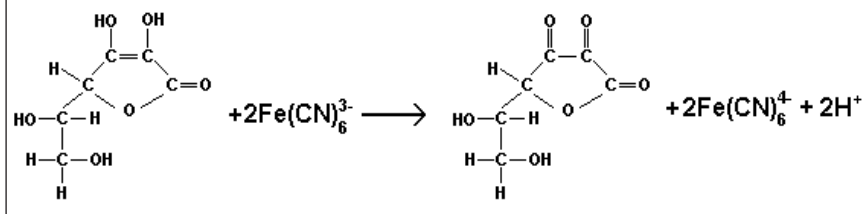
ml térfogatú mennyiségével végezzük. A mintákból a C-vitamin kimutatása a rá jellemző reakciókkal történik. Ezeknek a mikromennyiségek felviteléhez kihúzott végű kapilláris csövet használtunk.

Menete: első lépésben a vizsgálandó növényekből kivontuk a C-vitamint. A feltárást 2%-os sósavval végeztük, majd törzsoldatot készítettünk. (bemutatás) A reagens mikromennyiségét egymás

után vittük fel a célkeresztet tartalmazó szűrőpapírra. Szárítás után az előkészített mintákat vittük fel szintén kapilláris csővel (7. ábra). A minta a szűrőpapír kapillárisaiba diffundál, és reakcióba lép a reagensekkel. A csapadék színes gyűrűk formájában jelenik meg. Első vizsgálandó anyagunk: a C-vitamin tablettá, amellyel ellenőrző kontrollre-



8. ábra



akciót végeztünk. Eredményeink a következők voltak:

Magyarázat: a reakcióban a C-vitamin redukálja a vas három ionokat, vas kettő ionokká, amely kénsavas ammónium-molibdenáttal vörösbarna csapadékot ad (8. ábra).

Irodalomjegyzék

Rózsahegyi Márta – Wajand Judit: Kémia itt, kémia ott, kémia mindenhol!

Dr. Lénárd Gábor: Biológiai laboratóriumi vizsgálatok

Dr. Berend M.- Gömöri A. – Dr. Szerényi G.: Biológia IV. tk.

Szundy Gizella: Az elrejtőzött kémia

A SZÉPSÉG KÉMIAJA

Somorjai Nóra

Jurisich Miklós Gimnázium, Kőszeg

Felkészítő tanár: Mátraié Tólos Ilona

Nagyon gyakran halljuk és tapasztaljuk, hogy a természettudományok, így a kémia is mennyire népszerűtlenné váltak. Ha egy kicsit is belegondolunk, akkor észrevehetjük, hogy a kémia ott van mindennapjainkban: ételünk, italaink, szépítőszereink mind-mind olyan anyagok, amelyeknek megismerése a kémia tárgykörébe tartozik. Mindenki szeretne szép, vagy legalábbis szebb lenni és ehhez segítségül hívhatjuk kémiai ismereteinket.

Előadásomban a haj és bőr ápolásához, szépítéséhez szükséges anyagokról szeretnék beszélni.

Gyakran előfordul, hogy hajszínünket megunjuk és valami szebb színre vágyunk. Így volt ez sok-sok évvel ezelőtt is. A napjainkban használt oxidációs színezékek előtt fém-sók oldatát használták hajfestéshez. Egy ma már nem használatos módszert szeretnék bemutatni.

Hajfestés fémsókkal

Vágott, sötétbarna hajtincseket tettem a következő oldatokba:

CuSO_4 oldatban: vöröses árnyalat

AgNO_3 oldatban: bronzos árnyalat

$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ oldatban: ezüstös

$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ oldatban: kékes-fekete

Igaz, hogy a fémsókkal végzett festés egyszerű volt, de a színezés nem bizonyult tartósnak. Idővel szürkés, fémszínű lett a haj.

Az emberek ízlése különböző. Vannak, akiknek a szőke haj tetszik. Ha szőke haját szeretnénk, akkor ezt a napjainkban használt hidrogén-peroxiddal érhető el.

Az ápolat külső biztosításához a nem festett, frissen mosott haj is elegendő, amelyekhez samponokat használunk.

A hajsamponok reklámjai gyakran hozzák szóba a pH fogalmát. Vajon a pH hatására tisztábbá, erősebbé válik-e a haj?

Hajmosás

A fejbőr faggyúmirigyei szüntelenül faggyút választanak ki, egy zsíros, félig folyékony anyagot, mely elsősorban gliceridekből áll. Viaszok, zsírsavak és szkvalén – a koleszterin bioszintézisének köztes terméke – a faggyú többi fő alkotórésze. A faggyú többféle funkciót tölt be. Először is a felhámot, a haj külső rétegét borítja, ezáltal megelőzi a hajsza belsejének vízvesztését. Ez a hajszában lévő víztartalom biztosítja a haj lágyágát és rugalmasságát. Másodsorban a faggyúborítástól látszik a haj simának és fénylőnek. Megvédi a haját a baktériumok, mint pl. a streptococcusok elszaporodásától és a gombás fertőzések, mint pl. a sömör fejbőrön való elterjedésétől.

Mivel azonban a faggyú ragadós, vonzza a piszkot, a haját esetenként fekélynek és piszkosnak mutatja. Elvileg a samponok feladata a piszkok és a felesleges faggyú eltávolítása úgy, hogy egy kicsi faggyuréteg azért maradjon a hajon és a fejbőrön. Hogy milyen jól tisztít egy sampon, az a benne lévő tisztítószertől, detergenstől függ.

Egy detergens molekula két fő részből áll: egy poláris és egy apoláris szakaszból.

Az apoláris szakasz zsírban vagy olajban oldható, melyek szintén apolárisak, míg a poláris vég vízben, poláris oldószerben oldódik. Egy detergensmolekula leegyszerűsítve a következőképpen néz ki: a tisztítószer körülveszi a zsírt, így lehetővé teszi annak vízben való szétoszlását. A zsír így leöblíthető további vízmennyiség adagolásával.

A tisztítószer molekulák lúgossá teszik az oldatot, amikor a vízzel reagálnak. Ez azonban nem jelenti azt, hogy nagyon lúgos pH-jú sampon az üdvözítő. A lúgos pH hatása a haj természetessége szempontjából kedvezőtlen is lehet.

A sampon elkészítése

A sampon elkészítéséhez 30%-os nátrium-laurilszulfát oldatot használunk, amelyet 1:1 arányban elegyítünk vízzel. Ez a detergens alapanyaga, mert olcsó és nem irritálja a bőrt.

Konyhasó hozzáadásával növelhetjük az anyag viszkozitását. A sót nagyon kis adagokban kell az oldathoz adni és az egymás után következő adagokat csak az előző mennyiség feloldása után, célszerű hozzáadni. Ha nem tartjuk be az utasításokat, akkor gél-állapotú anyag képződik. Ha túl sok sót adunk a samponhoz, akkor az állagát elveszti.

AMIT MI NEM LÁTUNK
(Avagy a fényképezés kémiaja)

Bella Péter

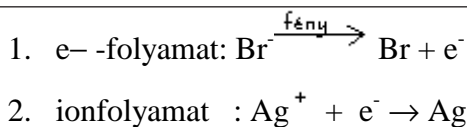
Jurisch Miklós Gimnázium, Kőszeg

Felkészítő tanárok: Bancsó Andrea, Bancsó Sándor

Szinte mindenki tud fényképet készíteni. Csak betesszük a filmet, megnyomjuk a gombot, és elvisszük előhívatni, ahonnan pár nap elteltével már hozhatjuk is a kész képet. De vajon mi történik közben, amíg mi várjuk, hogy elkészüljön a kép? Ezt a folyamatot szeretném önöknek bemutatni.

Szóval kezdjük az elején:

Az első lépés az EXPONÁLÁS: Ez nem más mint a pillanatnyi megvilágítás hatására létrejövő latens (nem látható) kép a filmen. Az ezüst-halogenid részecskék fény hatására fémzüstté alakulnak át, így azok a részek lesznek sötétek, amelyeket fény ért – negatív kép:



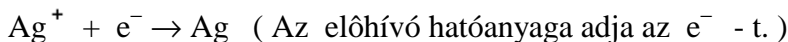
Az így keletkezett nem látható kép feladata lesz az előhívási folyamat katalizálása.

A második lépés a KIDOLGOZÁS: Tulajdonképpen ez az a folyamat, ami a laborokban, a leg-

több ember által nem ismert módon történik.

Ez további lépésekre tagolódik.

Ezek közül az első az ELŐHÍVÁS: A latens kép láthatóvá tétele. (Ez körülbelül 10 – 100 milliószoros erősítést jelent.) Az előhívóoldat hatására a fényérte szemcsék sokkal gyorsabban redukálódnak fémzüstté, mint amelyeket nem ért fény.



(ahol D^- az előhívó hatóanyagának anionja /redukálószer/,
ox pedig az előhívó oxidációs terméke.)

Az előhívás előhívóoldat használatával történik. Ez egy híg vizes oldat. Hatóanyaga különféle redukálószereket tartalmaz. Ezek általában szervesek, de használnak szervetleneket is.

Ilyenek például a különféle vas-, réz-, és vanádiumsók.

A hatóanyagnak a beexponált ezüst-bromidot kell elsődlegesen redukálnia. Az előhívóoldat tartalmaz ezenkívül még különböző adalékanyagokat, amelyek a hatóanyag redukáló energiáját irányítják, stabilizálják, hogy az előhívás fotográfiailag megfelelő legyen.

Előhívó adalékok: tartósítóanyagok
lúgosító-, vagy gyorsítóanyagok
késleltetőanyagok
oldószer
különleges adalékok

Tartósítóanyagok:

Szerepük : konzerválják az oldatot, vagyis megvédjék azt a levegő oxidáló hatásától
ezüst-haloid oldó szerep, hogy elég sok ezüstion (Ag) álljon rendelkezésre, ami katalizálja az előhívási folyamatot

pl. nátrium-szulfid (Na_2SO_3), és a nátrium-hidrogénszulfid (NaHSO_3)

Lúgosító anyagok: felszabadítja a hatóanyagot só formájában
beállítja a pH-t
állandósítja a pH-t

pl. KOH, NaOH, Na_2CO_3 , K_2CO_3 , trisó

Késleltetőanyagok: A latens csírákra, a beexponált részekre korlátozza az előhívó tevékenységét, és így biztosítja a fátyolmentes kép kialakulását. A beexponált részek előhívását is késlelteti.

Pl. : KBr

Oldószer :

Öblítésnél mosásnál van szerepük.

Állandó összetételű vízre van szükség.

Ne legyen nagyon kemény, és ne legyen nagyon magas a pH-ja, mert a Ca- és Mg-sók kicsapódhatnak.

- Káros anyagok a vízben:
- Cl_2 , 25 mg/l
 - réznyomok
 - Fe
 - Mn

A vizet tisztíthatjuk szűréssel, főzéssel és vegyileg is (ioncserélővel, vagy 1 g Na_3PO_4 -tal literenként.)

- Különleges adalékanyagok :
- stabilizátorok*
 - gyorsítók pl.: KNO_3 , K_2SO_4*
 - ezüst-halogenid oldók*
 - duzzadásgátlók: magas hőmérsékleten.*
 - nedvesítőanyagok: Az egyenletes nedvesítés, és az egész felületen történő előhívás érdekében.*
 - dezinfectálóanyagok: Baktériumok elszaporodása ellen.*
 - deszenzibilizátorok (érzéktelenítők): Viszonylag világosabb helyen történő előhívás esetén.*
 - cserzőadalékok: Magas hőmérséklet esetén.*

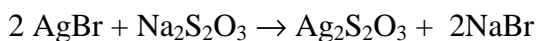
A kidolgozás második nagy lépése a MEGSZAKÍTÁS : Az előhívóoldatból kivett fotóanyagot hosszabb vagy rövidebb ideig öblítjük. Ez lemossa az előhívó nyomait, de nem hatol be a film emulziós rétegébe, így jelentős mennyiségű előhívó maradt itt. Stoppfürdőre (megszakítóoldatra) van szükség az utóhívás jelenségének elkerülése érdekében. Ez egy gyengén savanyú (pH :3-5) oldat, amely semlegesíti az előhívót. (6-os pH felett megszűnik az oldat megszakító jellege.)

Pl. : $\text{CH}_3\text{-COOH}$

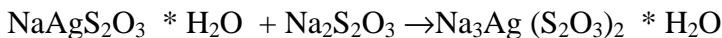
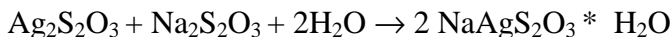
A megszakítás folyamata után következhet a RÖGZÍTÉS (FIXÁLÁS) folyamata.

Feladata az előhívás után a fényérzékeny rétegben maradt, képalkotásban részt nem vett ezüst-halogenid szemcsék kioldása, és ezzel a fényérzékenység megszüntetése.

Pl.: nátrium-tioszulfát (fixírsó), ammónium-tioszulfát (tiocianát)



↑



kimoshatóak

A tioszulfát mindig feleslegben kell, hogy legyen, különben Ag_2S (ezüst-szulfid) keletkezik, ami színezi a zselatint.

A rögzítési folyamat 3 lépésője :

1. A rögzítőoldat bediffundál a zselatinos rétegbe.
2. A rögzítő vegyszer kémiai reakcióba lép a képpalkotásban részt nem vett ezüst-haloidokkal és komplex vegyületet létesít.
3. Komplex vegyületek kidiffundálódása a zselatinból, ami a rögzítést követő mosás segítségével történik.

A rögzítőoldatba többször gyengén savas kémhatású anyagokat is adagolnak, így a rétegben visszamaradó előhívó semlegesítődik. pl.: ecetsavat, citromsavat, borkősavat (pH 3,5)

Magas hőmérséklet esetén cserzőanyagokat is adhatnak hozzá. Az így keletkezett oldat optimális pH-ja 4 és 4,8 között van.

MOSÁS: A kettős diffúzió jelenségének kihasználásán alapul.

A (vízoldható) rögzítőoldat anyagai helyére szulfátok, kloridok karbonátok kerülnek. (A vastagabb emulzióju anyagok esetében hosszabb mosási idő szükséges.)

Eredmény a kész negatív kép, amiből aztán vetítógép és sötétkamra segítségével a fotópapírra pozitív képet készíthetünk a kidolgozás műveleteinek megismétlésével a papírképen.

AZ ÉLTETŐ ÉS GYÓGYÍTÓ VÍZ

Szentimrey-Harrach Dániel Mátyás

Árpád Vezér Gimnázium és Kollégium, Sáropatak

Felkészítő tanár: dr. Velkey Lászlóné

Történelme

A négy őselem:

Föld

A földnek ugyanaz a jele, mint a levegőnek, csak fordítva. A háromszöget a vizet szimbolizáló vízszintes vonal keresztezi; a föld jele az állóvízre utal, amely néha anyaggá szilárdulhat.

Levegő

A levegő jele csúcsával fölfelé mutató háromszög, felső részén vízszintes vonallal áthúzva. A szimbólum a tűzére hasonlít; innen ered a kapcsolata a levegővel. Az alkimista felfogás szerint a levegő ellentéte a föld.

Tűz

A tudományfilozófia korai formájának hívei a tüzet tekintették a fő elemnek, egyesítő és megszilárdító erőnek. A tüzet csúcsával felfelé mutató háromszög szimbolizálja, amely a magasba csapó lángokat, vagyis a szolári erőt és az életet jelenti. Az alkímiában a tűz ellentéte a víz.

Víz

A víz alkímiai jele az ellentét hangsúlyozására a fordítottja a tűzének: kehely, amely arra vár, hogy megtöltsék vízzel. Inkább lunáris, mint szoláris. A két ellentétes szimbólum összekapcsolásával létrejön a két ellentétes elem, a tűz és a víz egysége, a „folyékony tűz”, vagy a „tüzes víz”. A háromszögek elemi párja az alkímiában a formát és a materiát, azaz minden éltető szellemét és lelkét jelképezte.

Víz a Bibliában

Genezáret-tó

A Genezáret-tó, héberül Yam Kineret, a Jordán völgyében terül el, 210 méterrel a tenger szintje alatt. A tó 12 km széles, 21 km hosszú, területe 170 km² és 46 méter mély. Ez Izrael legnagyobb víztározója. A tó vizét egy vezeték különböző gyűjtőmedencékbe, majd egészen a Negevig viszi. A tó körüli településeken élő izraeliek fontos jövedelmi forrása az idegenforgalom, amely túlnyomórészt a tó északi és nyugati part-

jára összpontosul, míg a keleti part jóval kisebb forgalmú és sokkal csendesebb. Emellett változatlanul van némi jelentősége itt a halászatnak is; a tó éttermeiben mindenhol megtalálhatjuk a környék specialitását, a Szent Péter-halat, ezt a tarka sügérfajtat. Az Ószövetség azzal kapcsolatban említi Kineret tavát, hogy Izrael népe a Kánaánba érkezik, és megállapítják az egyes törzsek jövődöbéli határait és lakóterületét. Az Újszövetségben gyakran fordul elő, mivel Jézus Názáretből való távozása után a leggyakrabban az északi parton, méghozzá Kapernaumban tartózkodott, és itt talált rá első tanítványaira. Közismert az az elbeszélés, amely Jézusról és a viharba került Péterről szól. (Máté 14, 22-33; Márk 6,45-56) A Genezáret-tavat környező táj kétségtelenül Izrael egyik legszebb vidéke. Ehhez minden bizonnyal a dús, szubtrópusi növényzet is hozzájárul. Rendszeres hajó-összeköttetés van Tiberias és a Genezáret-tó keleti partján fekvő En Gev-kibuc között (az átkelés kb. 45 percet vesz igénybe), valamint Tiberias, illetve En Gev és Kapernaum ásatási területe között. A tó környékén sok, művészettörténetileg és vallási szempontból érdekes helyet találunk, mint például Kapernaum, Tabgha és Tiberias. Kellemes üdülési lehetőséget nyújt Tiberias városa a tó nyugati partján, melynek gyógyforrásait már a középkor óta használják, többek között reumatikus és légúti megbetegedések gyógyítására. Különböző strandfürdők és vannak itt, s többféle vízisportot lehet úzni. Egy másik, szintén az ókorban is ismert gyógyfürdő Hamat Gaderben van, nem messze a tó keleti partjától, a Yarmuk völgyének aló szakaszán.

Jordán folyó

A 252 km hosszú Jordán (héberül Yarden), az ország leghosszabb, és vízben leggazdagabb folyója, három forrásból táplálkozik, átfolyik a Genezáret-tavon és helyenként kanyargó mederben haladva a Holt-tengerbe ömlik, amibe édesvizet szállít. Bár nem különösebben mély vagy széles a Jordán, a keresztény vallásban játszott jelentős szerepe miatt mégis a Föld leghíresebb folyói közé tartozik. A Jordán három forrásfolyója közül a Hazbani Libanonban, a Dan, a Dan természetvédelmi területen a Banyas pedig Banyasnál ered. A három folyó, a Hule-medencében egyesül. Ezután a Jordán egy szűk völgyön halad át és ömlik a Genezáret-tóba, amit 60 km után ér el. A Genezáret-tóból kilépve, a Jordán felveszi a kelet felől jövő Yarmukot, ami Jordánia és az izraeli megszállás alatt lévő Golán-fennsík közötti határfolyó. A Yarmuk drámai történelmi esemény színhelye volt: 636. augusztus 20-án a dél felől előrenyomuló arabok itt mérték megsemmisítő támadást – hatalmas homokvihar közepette – *Hérakleiosz*, bizánci császár seregére; ezzel Palesztina és Szíria elveszett a Bizánci Birodalom számára, és kezdetét vette az iszlám uralom. A Yarmuk északi partján izraeli régészek 1967 után ásatásokba kezdtek, hogy feltárják az ókor egyik jelentős fürdőhelyét, Hamat Gadert.

A Genezáret-tó és a Yarmuk torkolata közötti széles folyó menti síkság ezért termékeny a föld. Dél felé a nyugati part elkeskenyedik, Bet Sheannál azonban ismét kiszélesedik. Ezen a területen ömlik a Jordánba a nyugat felől érkező Nahal Harod. Még délebbre a Nahal Tirzát (nyugatról) és a Nahal Yabaqot (keletről) veszi fel a Jordán. A keleti partot, Naharyim és Damiya között Jordánia, amerikai segítséggel, öntözőrendszerrel látta el; a hatvanas évek óta több mint 100 000 földműves telepedett itt le. Damiyától délre a folyó nyugati partja a Jordán-síksággá szélesedik ki, és ott található Jerikó oázisa is. 1967 óta számos falu jött itt létre, amelynek lakói élnek azzal a lehetőséggel, hogy az időnyen kívül is betakaríthatnak értékes mezőgazdasági termékeket. A Genezáret-tótól délre, egészen a Holt-tengerig, a Jordán igencsak kanyargós utat ír le. A Holt-tengerig vezető szakaszon az Adam- (Damiya-), az Allenby- és az Abdullah-híd íveli át. Az utóbbi két híd között található az a hely, ahol a hagyomány szerint Jézust megkeresztelték (Jerikótól 8 km-re keletre). A Jordán-árok a szíriai (afrikai) mélyedés része. Legmélyebb pontját, egyben a Föld legmélyebben fekvő szintjét, a Holt-tengerben éri el (a tengerszint alatt 398 m, illetve, a Holt-tenger fenekén 831 m). Az árkos törés az Arava-mélyföldön és az Akabai-öblön keresztül Észak-Afrikaig folytatódik

Víz a mondavilágban

A Band-e Amír tavak születésének legendája

A Band-e Amír tavak (Az Úr tavai) eredete *Alinak*, a Próféta vejének a nevéhez kapcsolódik. A hős kiállt próbatételeinek bizonyítékai, amelyek egyszersmind nagy szimbolikus küzdelmeket is jelentenek a Gonosz (az iráni zoroasztrizmus) és a Jó a (a mohamedán vallás) között.

Egy kereskedő, akinek családját a tűzimádó *Zamir* király rabszolgaságban tartotta, egy napon elment a Prófétahoz, aki azt tanácsolta neki, keresse fel Alit. Utóbbi azt javasolta a kereskedőnek, hogy jelentkezék Zamir udvarában, és ott vigyen végbe valami kiváló tettet. Az udvarnál a kereskedő Ali kíséretében, akit senki sem ismert fel, elfogadta a király három feltételét: valami soha nem látott gátat kell építenie, meg kell ölnie az egyik völgyben garázdálkodó sárkányt és el kellett hoznia a királynak Alit. *Zulfikar* nevű kardjának egyetlen suhintásával Ali megalkotta az első gátat, a Band-e Zulfikart, hogy elreksse a vizeket, azután kitépkedte a füvet, és ebből megformált egy második gátat, ez volt a Band-e Pudina (Menta tava). Mivel a vizek még mindig fékezhetetlenek voltak, további négy gátat épített: a Band-e Panirt azokból a sajtokból, amelyeket az asszonyok cipeltek, majd a Band-e Haibatot (a Dicsőség tavát), a Band-e Kambart (a Csatlós tavát), amelyhez Ali a lovászának segítségét vette igénybe és a Band-e Gholamant (a Rabszolgák tavát), amelyhez a király egyik szolgájának munkáját használta fel. Miután Ali megölte a sárkányt, felfedte kilétét a királynak. Bilincsbe

verték és kivégzéssel fenyegették, de ő kiszabadította magát. A király fejet hajtott előtte, megtagadta barbár vallását és áttért az iszlám hitre. A legenda még azt is tudni véli, hogy mivel a gátak teljesen elzárták a vizeket, az emberek megkérték Alit, hogy változtasson ezen a helyzeten. Ali ekkor öt ujjával belekarmolt a gátakba, hogy a víz le tudjon folyni az így képződött csatornákon.

Víz a történelemben

Az afrikai nagy tavak felfedezése.

1850-ben Afrika egyenlítői része egyike volt a Föld azon kevés helyeinek, amelyeket nemigen látogattak európai földrajztudósok: távol tartották őket az itt leselkedő veszélyek, nevezetesen a trópusi betegségek és a bennszülött lakosság ellenséges magatartása, amely joggal retteget szünet nélkül a rabszolga-kereskedelmet űző arabok razziáitól. A vízen könnyebb volt a haladás: a fából vájtt 20 méter hosszú és 1,2 méter széles csónakok akár 40 embert is be tudtak fogadni, azonban az is tény, hogy nem tudtak ellenállni a tavakon tomboló hatalmas viharoknak és a 6-7 méter magasra is felcsapó hullámoknak. Az arab rabszolga-kereskedők és az első portugál hajósok régóta ismerték a tavakat, de az angolok, akik a Nílus mitikus forrásait keresték, valamint gyarmatosítás vagy térítés céljából új területek után néztek, csak a XIX. század második felében érkeztek ide. 1859-ben *David Livingstone* felfedezte a Malawi (Nyasza)-tavat, 1858-ban *Burton* és *Speke* eljutott a Tanganyika-tóhoz, és ugyanebben az évben *Speke* magányos felfedezőúton megpillantotta a Viktória-tavat, amelyről megállapította, hogy a Nílus forrása, amit *Burton* kétkedéssel fogadott. *Speke* 1861-ben visszatért ide *Granttel*, és megkerülte a tavat. Meg is találta a keresett lefolyót, a Viktória-Nílust. A Nílus másik forrását, a Mobutu (Albert)-tavat *Baker* (aki magyar feleségével, Sass Flórával utazott) fedezte fel 1864-ben. Néhány évvel később *Stanley* első ízben kelt át az afrikai kontinensen Zanzibártól a Kongó torkolatáig, és eközben felfedezte a Rutanzige (Edward)-tavat.

Víz a természetben

Felszíni vizek

Csapadék

A hó kialakulása és fajtái. A hó olyan felhők belsejében keletkezik, melynek víz-cseppjei fagyponthoz alatti hőmérsékleten is folyékony állapotban vannak (túlhűlés). Szilárd magok körül mikroszkopikus jégkristályok keletkeznek, amelyeket a szomszédos vízcseppekből elpárolgó és rájuk lecsapódó víz növeszt meg. A hókristályok formája (tű, lap, csillag) a felhő belsejében uralkodó hőmérséklettől és a vízpára telítettségétől függ. Amikor a túltelítettség nagyon nagy, a levegő gyors felemelkedése után, zivataros időben a vízcseppek zúzmaraszerűen megfagynak ahelyett, hogy a jégkristályokat

növelnek: ezt nevezzük darának. Ahogy lefelé hullanak, a melegebb rétegekben a hó-kristályok a felületükön megolvadnak, és pelyhekké állnak össze. Ha a talaj hőmérséklete fagypont alatt van, nagyon könnyű, ún. porhó keletkezik, ha viszont a szél széttöri a kristályokat, a hó állaga a finom sóéra hasonlít. Ez az utóbbi fajta hó néhány óra alatt összeáll, mivel a kristályok felolvadás nélkül összefagynak. Ilyen módon lemezek keletkeznek, amelyek a csúcson fújó szélben nem tapadnak az alattuk fekvő rétegekhez, és ha feltöredeznek, elkezdnek csúszni (lemezlavina). Ezért sípályák készítésére csak dögölt és feltört havat lehet használni. Nulla fok alatt a kevésbé hideg hóréteg víztartalma átpárolog, illetve szublimál a hidegebb hókristályokra. Utóbbiak a szemcsék összetapadása nélkül növekednek. Ez a folyamat különösen akkor indul meg, amikor az első hóesés után az idő tartósan hideg és száraz, a talaj pedig meleg: a továbbiakban képződő hótakaró könnyen elveszti stabilitását. Ilyenkor képződnek a lavinák. A legnagyobb, erős havazások után alakulnak ki, amikor az időjárás enyhébbre fordul, mindazonáltal nem az enyhülés okozza a hó megindulását. A nap melegebb óráiban kezdődő részleges olvadás lekerekíti a hószemcséket, és összepréseli a havat, míg az éjszakai fagy összeforrasztja őket. Ez csökkenti a lavinaképződés veszélyét. A hó fokozatosan „tavaszi hóvá” válik, majd ha a nyár nem tudja felolvasztani, *firn* lesz belőle, amelynek évről évre vastagodó, felhalmozódott tömegei a gleccsereket táplálják.

Tavak

A tavak eredete

A legnagyobb tavak eredetüket tekintve három félék: glaciális, tektonikus, illetve vulkanikus tavak. A glaciális tavak, melyek létezésüket a jégárok mélyítő, a morénák gátat képző hatása és a felszín alatti jéglencsék elolvadásának köszönhetik, a Föld tavainak 90%-át alkotják. Elsősorban Oroszországban és Kanadában találhatóak. Az általuk elfoglalt terület azonban a Föld összesen 2.5 millió km²-nyi tőfelületnek csak 58%-át teszik ki. A legnagyobb vízmennyiség azonban a földkéreg tektonikai mozgásai által létrehozott mélyedésekben található: a Kaszpi-tó egymagában a tavi vizek 44%-át tartalmazza; részben sós vize (23 g/l) miatt tengernek is nevezik, mint a Holt-tengert, amelynek vize nyolcszor sósabb, mint az óceáné. Az ugyanilyen típusú többi nagy tó teknőben helyezkedik el (Viktória-tó) vagy árokban, mint Kelet-Afrikában a Turkana, Kivu, Tanganyika, Malawi, vagy Szibériában a Bajkál; ezek sokkal mélyebbek, mint számos tenger, például a Balti-tenger. A vulkanikus eredetű, kráterben lévő tavak száma kevés, de ezek rendkívül mélyek, és különlegesen zártak, mert közvetlenül csak csapadék táplálja őket. A nagy folyók, például az Amazonas alluviális síkságain sok száz sekély tó van. A folyótól üledékből álló természetes gátak, folyóhátak választják el őket; áradáskor újra meg újra feltöltődnek vízzel. Mészköterületeken a meszet oldó víz által megtámadott kőzet mélyedéseiben, ahol annak alját agyag fedi, néha szintén tó keletkezik.

A Tanganyika-tó

A Tanganyika-tó, amely hasadékvölgyben keletkezett (akárcsak a Bajkál-tó), bizonyos értelemben ennek afrikai megfelelője. Mintegy 10 millió évvel ezelőtt jött létre az Afrika-árokrendszer nyugati ágával egyidőben. A Tanganyika-tó csupán 30-80 km széles és 650 km hosszú. Térfogatát tekintve a világ harmadik, mélységét tekintve (1471 méter) a világ második legnagyobb tava. Az olajkutatók által megvizsgált sziklás fenék és a part legmagasabb pontjai között helyenként 7000 méter a szintkülönbség, amiből következtetni lehet a földkéreg mozgásának erősségére ezen a vidéken. A tónak az óceánhoz hasonló különleges állatvilága felfedezése pillanatától fogva lenyűgözte a tudósokat és kutatókat. Találtak itt szivacsokat, medúzákat, rákokat, kagylókat, tüskésbőrűeket stb. 1946-47-ben egy belga expedíció feltérképezte az itteni állatvilágot. A 420 regisztrált faj közül – a mikroszkopikus rákaktól egy, az emberre halálos marású, naja nevű vízikígyóig – 300 csak ebben a tóban honos. A bölcsőszájú halak családjához tartozóknak 98%-a kizárólag itt él, és a szakértők újabb és újabb fajokat találnak az akváriumkedvelők nagy örömeire. A Tanganyika-tó és az óceán között soha nem volt összeköttetés - erről a geológusok meg vannak győződve –, következésképpen az édesvízben és a sós vízben élő fajok konvergens fejlődésének és differenciálódásának figyelemre méltó példájával állunk szemben. Pillanatnyilag a tó vize a legtisztábbak egyike a világon, de ugyanolyan veszélyek fenyegetik, mint más tavakat: a rovarirtó szerek elterjedése a mezőgazdaságban, és főleg az olajfűró kutak felállításának gondolata. Ebben a nagyon zárt környezetben, ahol a víz csak száz év alatt újul meg, egy olajfűrásból adódó baleset drámai következményekkel járna a tó élővilágára nézve.

A Plitvicei-tavak

Európában a travertínógátákból és emeletes tavakból álló együttesek leglátványosabb példája Horvátország szívében található. A Plitvicei-tavak a Zágráb és Split közötti 20 000 hektáros, nemzeti parknak és a világörökség részének nyilvánított területen fekszenek. Mintegy 6 km-en át 16 nagyobb tó követi egymást a Korana folyó mély völgyében. A mélykék tavak vize számtalan zuhatag formájában ömlik egyikből a másikba; sűrű, vad növényzet veszi körül őket. Nagy testű emlős állatok élnek itt, és előfordulhat az is, hogy egy útkanyarban medve, farkas vagy vidra bukkan fel. A plitvicei tóvidéken karsztos jelenségek váltakoznak travertínó-lerakódásokkal. A tavaktól délre a Plitvice-patak például egy hatalmas dolina (mészke felszín alatti oldódása és beomlása következtében kialakult zárt mélyedés) oldalán nagy szintkülönbséget legyőzve ömlik a Koranába. A két legnagyobb vízfelület a között, és magukon az édesvízi mészkő gátjain kicsiny, ovális tavak sokasága látható, amelyeket jól karban tartható utakon közelíthetünk meg. Ezek a tavacsák a travertínóban lévő, még nem

eltömődött sejszterű üregekben helyezkednek el. Óriási japánkerthez hasonlítanak, ott-hont adnak a mézskölerakódások különleges növényzetének, a moszatoknak és moháknak, amelyek e buján viruló különleges életközösség nap nap után megkövesedő részeit képezik. A nemrég rendbe hozott nemzeti park új ösvényekkel és még több lát-nivalóval várja látogatóit.

Tengerek

A Földközi-tenger szennyezettsége

A majdnem zárt, alig megújuló Földközi-tengerre nagy veszélyt jelent, hogy túl sok ember él a partjain, akik kizsákmányolják, szennyezik vizét és közlekednek rajta. A természetes megtisztulás itt nehezebben megy végbe, mint az Atlanti- vagy a Csendes-óceán esetében, amelyek víztömege összehasonlíthatatlanul nagyobb, és ahol a tisztító folyamatok, elsősorban a hígulás, jobban betöltik a szerepüket. Az óceánok esetében a nagy globális áramlások is segítik a szennyeződés eloszlását, ami ugyancsak nem létezik a Földközi-tenger medencéjében. A néhány évtized óta tapasztalt nyugtalanító jelenségért a sűrűn lakott partok és az ennek következtében növekvő iparosodás a felelősek: az ólomtartalom például 50 év alatt megötszöröződött, a tenger fenekét vörös és fekete iszap tölti fel és teszi részben terméketlenné. Az iszap háztartási és ipari szennyvizekből származik: túlságosan sok település vezet szennyves csatornáinak tartalmát egyenesen a tengerbe. Végül létezik egyfajta, majdnem kizárólagos tengeri szennyeződés, a szénhidrogén, amelyet különböző méretű olajszállító hajó tartályaik tisztítása során közvetlenül a tengerbe eresztenek. Holott ez szigorúan tilos. A gázolaj igen finom rétegekben szétterül a víz felszínén és megakadályozza az oxigénfelvételt, ami viszont veszélybe sodorja a tengeri állatok életét. Elgondolni is rossz, mi történe a Földközi-tengerrel, ha engedélyeznék olajfűrő tornyok felállítását! *Jacques-Yves Cousteau* kapitány, a világhírű (1997-ben elhunyt) tengerkutató szerint 500 m mélységig az élet legalább 30-50%-kal csökkent a tengerekben. A Földközi-tenger helyzete az említett okok miatt valószínűleg ennél súlyosabb. A poszidóniák, ezek a szárazföldi eredetű növények, amelyek az idők folyamán alkalmazkodtak a tengeri életformához és a vízben élnek, jól illusztrálják az elszennyeződés következményeit: a poszidóniamezők, amelyek számos halfajta számára valóságos legelők, egyre fogynak, a mérgező anyagok megfojtják a halakat, és a mosóvizeinkkel a tengerbe került nitrátok és foszfátok mennyiségének növekedése következtében a gyorsan szaporodó algák rohamos sebességgel fosztják meg őket az életterüktől. Ezt nevezzük *eutrofizációnak*. A csatornák vizei más szempontból is komoly veszélyt jelentenek, nevezetesen a közegészségre: paraziták, baktériumok és kórokozó vírusok sokáig életképesek tudnak maradni a tengervízben, amelynek semmilyen antibakteriális hatása nincsen. Így magyarázhatók egyes betegségek, járványok, amelyeknek a fürdőzők és a

nyaralók a szenvedő alanyai. A néhai Cousteau kapitány vezetésével megalakult ugyan egy szigorú nemzetközi ellenőrzőbizottság – a L'équipe Cousteau –, de mindannyiunk közreműködése nélkül ez a bizottság sem tud semmit tenni: a Földközi-tengernek, közös kincsünknek a védelme minden egyes ember kötelessége

Föld alatti vizek

Karsztvíz

A cseppkövek keletkezése

A vízben alig oldódó mészkő erősen oldódóvá válik, ha a víz savat tartalmaz. A természetben a legközönségesebb sav a szénsav, amely a vízben oldódó szén-dioxidból származik ($H_2O + CO_2 = H_2CO_3$; $H_2CO_3 + H_2O = 2H_3O^+ + CO_3^{2-}$; $CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca(HCO_3)_2$); a talajban a növények lélegzése nagy mennyiségben állítja elő: a talaj levegőjében százszor annyi van belőle mint az atmoszférában. A sivatagos vidékek kivételével a beszívargó savas kémhatású víz tehát erősen oldja a mészkövet. Amikor bekerül az üregbe, a víz és a levegő között anyagcsere megy végbe: a víz szén-dioxid tartalmának egy része a levegőbe távozik, eközben az oldott mészkicsapódik és lerakódik. Ezek a természetes folyamatok meglehetősen lassúak. A vízszívargás sebessége arányában a kicsapódó mészkő vagy *sztalaktitokat* alkot a boltozaton, vagy *sztalagmitot* az aljzaton. A cseppkövek színe a vízben jelenlévő agyagtól, szerves anyagoktól és fémsóktól függ. Korunkban a barlangok cseppkövei az óceánok mélyének üledékeivel együtt a kontinensek múltjának legfontosabb tanúi. Természetes radioaktív elemeket tartalmaznak, amelyeknek a segítségével az üledékek korát pontosan meg lehet határozni. Ezenfelül adatokat szolgáltatnak a képződésük idején uralkodó környezeti viszonyokról: az éghajlatról, a környezetről és a talajról.

Magyarország legismertebb cseppkőbarlangjai: Aggteleki-cseppkőbarlang, Jószafeői-cseppkőbarlang, Baradla-barlang, Pálvölgyi-cseppkőbarlang, Kossuth-barlang, Esztramos-barlang, Szemlőhegyi-cseppkőbarlang, Gellérthegyi-barlangrendszer, Solymári-barlang, Tapolcai-tavasbarlang.

A felszínformáló víz

Fjord

A Scoresby Sound Grönland keleti partján a világ egyik legnagyobb fjordja. A mélyén a szárazföld belsejébe nyúló vízi út csodálatos sziklakertek és heglýláncok között halad. Ebben a hatalmas tengeröbölben a fagy csak az év két hónapjában enged fel, és akkor is csak részlegesen. A 175 km hosszú főágot egy 40-50 km széles mély medence alkotja. A kristályos kőzetű fennsík közepén keletkezett összetett rendszert képző és komor sziklafalak által körülvett belső ágak 5-10 km szélesek. A főág sziklafalak alatti mélysége eléri az 1459 métert, ami – ha figyelembe vesszük a fennsík magasságát a

Nordvest-fjord ágnál –, összesen 3500 méter rekordmennyiséget jelent.

Erózió

Az ingókövek nem mindennapi természeti képződmények. A Dartmoor középső nyugati részén álló Black Tor egyik felső tömbje a legkisebb lökés hatására lassan inogni kezd egy kicsiny alátámasztási pont körül, amelyet az erózió a talpán meghagyott. A részletes topográfiai térképek gyakran feltűntetik a gránitmasszívumokban található „ingóköveket”, vagy „remegő sziklákat”. Az erózió – azaz a víz felszínalakító hatása – által bizonytalan helyzetbe hozott kövek jellemző látványosságai az erősen letarolt tájaknak. A lejtők lábánál vagy a vízfolyások medrében hasonlóan különös látványt nyújt a legömbölyített kövek zúrzavaros képe. A legjobb példák az Adelaide-től keletre fekvő palmeri kőmező (Ausztrália déli részében), Franciaországban pedig a sidobre-i „compayrék” (Francia-középhegység). A francia szó kizárólag a vidékre oly jellemző, szinte teljesen simára koptatott gránittömbökre utal. Hasonló kép tárul elénk az Argent folyó medrében, Bretagne-ban (Huelgoat). Az itt látható 1-2 méteres golyók a gránitok gömbölyded, úgynevezett gyapjúzsákos pusztulásának eredményei. Kiszabadulva a gránittörmelékéből – rendszerint csuszamlások alakalmával – ezek a hatalmas golyók ellenállhatatlanul lesodródznak a lejtőkön, ahol a köveket beburkoló agyagot, sarat és homokot – azaz a puha anyagokat – lemossa a csapadék. Ez magyarázza kaotikus felhalmozódásukat. Szárazabb vidékeken a gránittömbökben vagy -falakban néhány decimétertől néhány méterig terjedő, többé-kevésbé gömb alakú üregek, ún. *taffonik* jöhetnek létre. Ilyenek találhatók Korzikán (innen származik a nevük is) és pl. Chilében. Megfigyelhetők ezenkívül a majdnem vízszintes lapokban, tömbökben vagy a torok tetején keletkezett változó mélységű vájatok is (madáritatónak nevezzük ezeket), valamint sűrű, keskeny rovátkák (barázdák) a tömör gránitból álló meredek falakban.

Hazánkban

Tavak, folyók

A Tisza vízgyűjtőterületén az ENSZ által 2000-ben kiküldött szakbizottság 45 szennyező forrást határozott meg. Románia és Magyarország 2001 januárjában az Európai Unióhoz fordult anyagi támogatásért, a veszélyeztető üzemek technológiájának megjavításához.

A Kárpát-medence főfolyója a *Duna*, így minden magyarországi vízfolyás a vízgyűjtő-területéhez tartozik. A medence egészére centripetális vízhálózat jellemző. Magyarország vízhálózata viszont – mivel a Tisza az országhatártól délre ömlik a Dunába – kéttengelyű. A vízvásztó Karancs- Cserhát- Gödöllő- Kiskörös- Jánoshalma vonalán fut. Hazánk nyugati része – a Rába-Marcal, a Zala-Balaton- Sió és a Dráva-Mura hármas rendszerrel – a Duna vízgyűjtőjéhez tartozik. A Tisza pedig – az Északi-kö-

zéphegység irányából, az Északkeleti-Kárpátokból és az Erdélyi-szigethegység felől érkező mellékfolyói révén – a Kárpát-medence keleti feléből gyűjti össze a vizeket. A Duna Európa második legnagyobb folyója. A Fekete-erdőben 1125 m-es magasságban eredő folyó 2850 km hosszú, és tíz országot átszelve, ill. érintve éri el a Fekete-tengert. A forrásvidéktől a torkolatáig három szakaszra osztják. A forrásvidéktől a Morva folyó torkolatáig tart a Felső-Duna, a Dévényi-kaputól a Vaskapuig a Közép-Duna, majd onnan a Fekete-tengerig az Alsó-Duna szakasz következik. A magyarországi szakasza a zKözép-Dunához tartozik, Rajkától Erdőfőig 417 km hosszú. A Duna kisalföldi, hordalékkúp-építő szakaszán túl tektonikailag kijelölt teraszos völgyben folyik. Völgye – az emelkedő jobb parti területek (Győr- Tatai-teraszvidék, Budai-hegység, Mezőföld) révén – a Visegrádi szorosig, ill. azon túl is aszimmetrikus. Mederszélessége, amelyet a szabályozások során alakítottak ki, igen változó. Középvízi medre 290 m (Gellérthegynél) és 600 m (alföldi szakaszán) közötti szélességű. Árvíz idején a budapesti rakpartoknál 375 m, a Sió torkolata alatt átlagban 4,5 km, sőt kivételesen elérheti a 7 km-t is. Mélység tekintetében is igen eltérőek az értékek. Átlagos mélysége a sodorvonalban a legkisebb vízállások idején 3-6 m (Szabadság-hídnál 10 m). Árvizes időszakokban a legnagyobb mélységek 15-20 m körül lehetnek. A Tisza a Máramarosi-havasokban 1000 m körüli magasságban ered két ágból (Fehér- és Fekete-Tisza). Jelenlegi teljes hossza 966 km, amelyet ugyancsak három szakaszra bontanak. A hegyvidéki jellegű Felső-Tisza a Szamos torkolatáig tart. A Közép-Tisza szakasz határait a Szamos, ill. a Maros torkolata adja, s a Maros beömlésétől a Dunáig terjed az Alsó-Tisza. A Tisza magyarországi szakaszát is három – az előbbivel azonos névvel illetett – részre tagolják. A Felső-Tisza az országhatár és Tokaj, a Közép-Tisza Tokaj és Tiszazug, az Alsó-Tisza megnevezés pedig, a Tiszazug és a déli országhatár közötti szakaszra vonatkozik. A jellegzetes síksági folyónak az Alföld süllyedékterületein kanyarogva Szolnokig még völgye sincs. Attól délre egy széles süllyedékben folytatja útját a Duna felé. Középvízi mederszélessége 191-236 m között változik. Árvízi víztükre Szegednél mindössze 350 m széles, Tiszadorogmánál viszont eléri a 6,7 km-t. Kisvízi mélysége a sodorvonalban 2,9-7,5 m, árvíznel 11,2-17,8 m között ingadozik.

Gyógyvizek, hévizek

Gyógyítóvizeink

Magyarország Európában különösen ásvány- és gyógyvizeiről híres. A pannon tenger maradványaként a Kárpát-medencében két nagy víztároló maradt fenn. Ezek, valamint a bennük rejlő legváltozatosabb kőzetek – a vulkanikustól a mészkő-dolomitos kőzeteken át a homokkőves rétegekig – a hazai ásványvizek kialakulásának melegágyai lettek. A két víztároló közül a Dunántúl alatt lévő többnyire mészkő-

dolomitos kőzetből kalcium-magnézium-hidrogénkarbonátos, a Duna vonulatától keletre, a laposabb fekvésű Duna-Tisza közén, valamint az Alföld homokos-kavicsos területén nátrium-hidrogénkarbonátos, a mélyebb rétegekben nátrium-klorid tartalmú ásványvizet találhatunk. A természetes vizek azonban nemcsak ezeket az ionokat tartalmazzák, mert kémiai vonatkozásban kevert vizek. Sokrétűségüket igazolja, hogy a földes-meszes, konyhasós vizeinket kén, szulfát, jód, bróm, alkalikus anyagok, vas, szénsav, radon és még átlagban 30-50 nyomelem teszi színessé, tartalmilag bőséggé. Ez a mennyiségi és minőségi gazdagság igazolja egyedülálló hidrogeológiai helyzetünket Európában.

A társadalomban

Ivóvíz

Római vízvezetékek

Az ókori Rómának naponta mintegy 150 millió l friss vízre volt szüksége: ez táplálta a közutakat, a fürdőket, és ez öblített a latrinákat. A víz egy részét közvetlenül a gazdagok otthonába vezették, akik villákban, vagy a lakóházak földszinti lakásaiban laktak. Az emeleten lakók kútról vagy az udvari medencéből hordták a vizet. De dolgoztak vízfordók is, akiket *aquariusoknak* hívtak. A Római Birodalom legalább 40 városában hasonlóan oldották meg a vízellátást, és vagy 200 vízvezeték maradt fenn napjainkig. Köztük van a lélegzetelállító Pont du Gard, amely a franciaországi Nîmes (Nemausus) városát látta vízzel, valamint a kétszintes és 36 méter magas segoviai vízvezeték Spanyolországban

Róma teljes vízszükségletét csatornákon és csöveken szállították a környező hegyek forrásaiból, tavaiból és folyóiból mintegy 420 km-en át. A vizet általában nem lehetett „elzárni”: elfolyt a vízvezető csatornában. De egyik-másik villában hengeres csőből álló csapot szereltek fel, amely keresztben helyezkedett el a vízvezeték csövén. A víz útját a vízvezetékekben a gravitáció határozta meg, ezért az építőknek követniük kellett a táj domborzati viszonyait, hogy a víz egyenletesen folyjon lefelé. A vízvezetékét téglából vagy kőből építették, belül pedig vízálló agyaggal bélelték. A vizet szállító vajat átlagosan 900 mm mély volt. Egyik-másik a föld alatt húzódott, ezekhez körülbelül 70 méterenként légaknát építettek, megakadályozzák a légbuborékok képződését. A vezetékeket kőlapokkal fedték le, hogy a víz ne szennyeződjön. Az első római vízvezeték – az *Aqua Appia* – i. e. 312-ben, a köztársaság első időszakában épült. 16 km hosszú volt, és nagyrészt a föld alatt futott, egy magánterületen fakadó forrástól. Ha a vezetékkel egy völgyet nem lehetett megkerülni, akkor a vizet általában olyan magas boltíveken vezették át, amelyek alatt elhaladhatott a völgyet átszelő út vagy folyó. Az *Aqua Marcia*, amely i. e. 144-ben épült, 91 km-ről vitte Rómába az ivóvizet az Anio 37 km-re fekvő völgyéből. A vezeték nagyobb része a föld alatt hú-

zódott, csak a Rómába vezető utolsó 11 km-en haladt a boltívek tetején. Traianus császár i. sz. 109-ben építette az Aqua Traianát, hogy ellássa vízzel a Tiberis jobb partján elterülő ipari és kereskedelmi negyedét. Ez a vízvezeték helyenként 30 m magas, és a Forumnak az ötödik emeletén még egy halpiac halasmedencéjét is megtöltötte. 350-ben már 11 nagyobb vezeték látta el Rómát vízzel. Amikor a vezetékek beértek a városba, a vizet víztornyokba (castellum) juttatták, illetve ciszternákba gyűjtötték, amelyekből csaknem 250 volt Rómában a városi vízhálózat különböző pontjain. Aquincumot a budai hegyoldal forrásait szállító vezeték, illetve a ma is Római-fürdőnek nevezett területen fakadó termálvízű forrásoktól kiépített, mintegy 5 km hosszú *aquaeductus* látta el vízzel.

Ólomcső szifonok

A vizet a völgyeken át általában boltíves vízvezetéken vezették, de ólom, illetve cserépcsőveket is használtak a birodalom egyes részein. A csőveket a völgy lejtős szakaszán úgy fektették le, hogy felvezették a következő lejtős szakaszig. A magasabban fekvő csövekben a nagy nyomás következtében lezúduló víz áthaladt a lejtő alján fekvő csöveken, és felpumpálódott a következő emelkedőre is. A lyoni vízvezeték így halad át a Garrone, a Beaunant és a Brevenn völgyén. A csövek elkészítéséhez 12 000 t ólmot használtak fel.

Háztartási vízfogyasztás

Hogyan teszik ihatóvá a tengervizet?

A világnak növekvő vízhiánnyal kell szembenéznie. Egyes csapadékhiányos területeken, mint például a Közel-Keleten, a természetes vízellátás nem megfelelő. Ezekben a helyeken a vízprobléma egyik megoldását a sótalanítás jelenti. Az egyik sókivonó eljárás már az i. e. 4. századtól ismert, mikor is Arisztotelész megállapította, hogy ha a sós vizet felforralják, akkor a felszálló pára maga mögött hagyja a sót. A lecsapódó gőzből nyert víz már sómentes. A legegyszerűbb sótalanító berendezés a lepárló, amelyben a vizet felforralják, a keletkező gőz pedig lecsapódik. Egyszerű napenergiával működő lepárlót lehet kialakítani, ha sós vízzel teli medence fölé üvegekupolát emelnek. A víz a napsugarak hatására felmelegszik, elpárolog, majd lecsapódik az üvegen, és lefut annak oldalán a kupola peremén kiképzett vízvezető csatornába. Egy 1 m²-es lepárló naponta hozzávetőleg 5 l tiszta vizet ad. Ahhoz, hogy megfelelő mennyiségű víz keletkezzék, ennél jóval nagyobb lepárlóra van szükség. A vizet először atmoszferikus forráspont fölé hevítik, de nem forr fel, mert a hevítés nyomás alatt álló, zárt térben történik. A víz innen egy kisebb nyomású kamrába folyik, ahol egy részen azonnal elpárolog. A keletkező gőz érintkezésbe lép a beáramló hideg tengervízet tartalmazó csőrendszerrel, és lecsapódik. Az első kamrában el nem párolgott forró tenger-

víz, egy kissé alacsonyabb nyomású kamrába folyik, ahol villanásszerűen további mennyiség párolog el belőle, s a gőz ismét lecsapódik. Modernebb sókivonó eljárás az ún. fordított ozmózis, amely költségesebb, de hatékonyabb, mint az egyensúlyi desztilláció. Műanyagból készült hártafalakon olyan parányi lyukacsok vannak, amelyek a vízmolekulák áteresztésére elég nagyok, de a sót visszatartják. A csó alakú hártafalak közé nyomás alatt vezetik be a tengervizet. A sótalánított víz cseppek formájában a csó külső oldalán távozik. A világ egyik legnagyobb, a fordított ozmózis elvén működő sólepárló telepét Bahreinben építették. A telep naponta több mint 54 millió l édesvizet állít elő. Mivel egyre több száraz terület kerül művelés alá és alakul át lakott helyé, a sótalánítás iránti igény is egyre növekszik. Az 1980-as évek végén több mint 2200 sólepárló telep működött. A tisztított víz azonban sokba kerül, ezért csak ivóvízként, ipari vízként és értékes mezőgazdasági növények öntözésére használható.

Víz a mezőgazdaságban

Hortikultúrák

A hagyományos növénynevelés egyre jobban terjed, egyre közkedveltebb, mivel igazán egyszerűvé teszi a szobakertészkedést: a hagyományos növénytalajtól eltérően, tápoldatban lehet tartani a növényeket. A növénynek elsősorban nem földre, hanem a benne lévő tápanyagokra van szükségük, ezért, ha ezt biztosítjuk a számukra, nem feltétlenül kell földbe ültetni őket. A szobakertészkedésnek ezt az új módját nevezzük vízkultúrás, azaz hidrokultúrás növénynevelésnek. A megszokott föld helyett a gyökök tartóközege lehet kavics, kőzúzalék, de legjobb a kereskedelemben kapható agyaggranulátum. A tartóedény készülhet mázas kerámiából, műanyagból, kőből (az üveg átengedi a fényt, ezért könnyen bealgásodik). Kapható speciális kettős tartóedény is: az egyik egy vizet át nem eresztő külső edény, a másik pedig áttört, rácsos szerkezetű betétcserep, így lehetővé válik a tápoldatos víz áramlása a támasztóközeg és a növény gyökérzete között. A tartóedényekben vízsintjelző mutatja, mikor kell utántölteni. A növényeket általában egyesével telepítjük, de nagyobb tartóban több növényből álló, szép összeállítások készíthetők, különböző formájú, levélszínű növényekből (ügylve arra, hogy a fény és tápanyagigényük azonos legyen). A vízkultúrás növénynevelés előnyei:

- szükségtelen a naponkénti öntözés
- felesleges az évenkénti átültetés
- a tápközegek steriliek, vagy sterilizálhatóak, így mentesek a növények a földdel behurcolható kórokozóktól, kártevőktől
- a gyökérzet levegőellátása jobb a szemcsés közegben
- a növények tápanyagellátása megbízhatóan szabályozható az e célra speciálisan összeállított, készen kapható tápoldatokkal, tápsókkal

A víz, mint energiaforrás

Ár-árpály erőművek

Az árapály mozgást több száz éve használják energiatermelésre. A XVIII. században Európa partvidékén az árapálymozgást kihasználó malmok sorakoztak, amelyek a dagályhullámokat nyitott zsilipeken keresztül tározókba eresztették. Az ár csúcsponjtján a zsilipeket bezárták, s apály idején a víz szabadulásának egyetlen útja a vízikéren keresztül vezetett, ami ezáltal forgásba jött, és forgási energia keletkezett. Ugyanezen az elven működött az az erőmű, amelyet 1960-ban Franciaországban építettek. Gátat emeltek a bretagne-i Rance folyó tölcsér torkolatára Szt. Malónál 24, mindkét irányba turbinaként használható géppel. A dagály kezdetekor kívárlják, amíg a gát tenger felőli oldalán a vízállás 1,5 m-rel a másik oldal fölé emelkedik, s csak akkor engedik át a vizet a turbinákon, amelyek működés közben elektromosságot termelnek. Az ár visszahúzódásakor a turbinák lapátjait ellenkező irányba fordítják, így a víz visszaáramlásakor is energiát termel. Az előállított elektromos energia mennyisége a víz esésétől függ, vagyis attól, hogy mekkora a vízszintkülönbség a gát két oldalán. Minél nagyobb ez a különbség, annál több elektromos energia termelődik. Az áradás csúcsponjtján a zsilipeket zárva tartják, és a tengerből vizet szivattyúznak a folyótorkolatba. Ekkor annak vízszintje a dagály szintje fölé emelkedik, így amikor a tenger visszahúzódik, a szintkülönbség még nagyobbá válik. Amikor a vizet visszaengedik a tengerbe – miközben hajtja a turbinákat –, a folyótorkolatból szivattyúznak vizet a tengerbe, hogy mesterségesen csökkentsék a folyó oldalán a víz szintjét. Amikor újra itt az ár csúcsa, a turbinákat megfordítják, a víz visszafolyik a folyótorkolatba, s a körfolyamat kezdődik előről. A szivattyúzás természetesen elektromos energiát igényel, ám az így elért megnövekedett vízszintkülönbség révén sokkal több elektromos energia termelhető, mint amennyit a szivattyúk elhasználnak. A La Rance-i erőmű csúcsteljesítménye 240 MW, ez elegendő olyan közepes nagyságú városok ellátására, mint amilyen Rennes vagy Caen, példája mégsem talált sok követőre. A gátépítés óriási költségei és a megfelelő helyszínek hiánya az oroszok és a kanadaiakon kívül mindenkit elijesztettek. A világon az új-szkóciai Fundy-öbölben a legerősebb az árapálymozgás, a szintkülönbség egyes szakaszokon eléri a 18 m-t. Az öböl egyik bemélyedésében, Annapolis Royalnál 1984-ben egy sikeres kísérleti erőművet helyeztek üzembe. Ha a tengerjárás energiáját az egész öbölre kiterjedően hasznosítani tudnák, a helyi energiaigény tiszteresét lehetne előállítani. A fölösleges elektromos energiát New England és New York használhatná fel. A szakemberek szerint ennek megvalósítása csak idő kérdése.

Fűtés hőforrásokkal

A hőforrásokat egyes szakemberek az előregedő vulkánok legutolsó megnyilvánulásaként tartják számon. Új-Zélandon azonban éppen fordított a helyzet: a vulkanikus tevékenység, meg az igen erős hévízműködés szorosan összefügg egymással. Új-Zé-

land vulkánjai a csendes-óceáni „tűzgyűrű” aktív részei. Vulkánegyüttesének egy része a tenger alatt van. A Tongariro Nemzeti Park északi oldalán állva, ameddig a szem ellát, majdnem a Csendes-óceán partjáig, fehér gőzfelhő emelkedik az ég felé. Az elmúlt negyven évben számos geotermikus célú fűrészt végeztek ezen a vidéken: a természetes erőforrások ilyen gazdaságos hasznosítása következtében föld alatti gőzzel táplálnak egy sereg turbinát, amelyek az ország áramszükségletének tetemes hányadát termelik meg. A maorik ételeiket a vulkánok által felhevített vízben főzik.

Magyarországon a '80-as években történt kezdeményezés geotermikus erőmű létesítésére. A hévízi forrás termálvizét a tó körüli szállodák (nagyon helytelenül) fűtésre is használták. A bauxitbányászat vízkivételének részleges megszüntetése következtében a forrás hozama elérheti a 330 liter/perc nagyságrendet, és az illetékes vízügyi hatóság engedélyezte egy újabb fűrés létesítését gyógyászati célre (Alsópáhok, 2000 december).

Vízi közlekedés

A néhány farönk vagy nádkéve összekötözésével készült tutaj a vízi közlekedés ősi eszköze. Hegyi folyókon sokáig élő gyakorlat volt a faúsztatás. A magashegyi erdőkben kivágott rönköket egymáshoz erősítve úsztatták a gyorsan sodródó hegyi patakokon a síkságon lévő városba. A fakereskedő tutajosok, a „lápólók” az úsztatott szálfák tetején összeütött hajlékban laktak. A faúsztatás nagy mesterei a finneknél, de a lengyel Tátrában lévő Dunajec folyó is híres faszállításáról. Nálunk a tutajozás főleg a Maroson, a Tiszán, a Vágon és a Dráván folyt. A gyergyói tutajosok a Maros vizén juttatták a fenyőfát a Keleti-Kárpátokból egészen Szegedig. Erdélyben még szétbontott faházat is szállítottak a víz hátán az erdőövezetben lakó ácsok a mezőségi falvakban élő megrendelőkhöz. A tutajozásnak, a faúsztatásnak századunk nem kedvez. A sok gát, vízlépcső kiépülése lehetetlenné teszi a közlekedésnek ezt a nehéz munkát igénylő, de kellemes és nagyon olcsó módját. A vízen való átkelés fontos eszköze a komp. Régi változata a két part közt átvetett kötélzen mozgatott „rév” volt. Ezt váltotta föl századunkban a hidat pótló motoros komp. Gyékény- vagy sáskötegekből csónak formájú tutajok készíthetők. Ezek a vízi járművek az egész világon elterjedtek. A dél-amerikai Titicaca tó partján élő indiánok balszásból készült csónaktutajával kelt át *Thor Heyerdahl*, norvég kutató a Húsvét-szigetekre, ezzel is bizonyítva az amerikai kontinens és az óceániai szigetvilág ősi kulturális kapcsolatait. A legegyszerűbb csónakokat egyetlen fatörzsből faragták, ezt az úgynevezett bődönhajót használták az elmúlt századokban folyóvizeinken és a Balatonon is. Készítése vájással, égetéssel történt. A primitív csónakfélék között ismerünk olyat, ami lényegében gyantával vízhatlanított nagyméretű kosár. Az eszkimók találmánya a zárt, egyszemélyes bőrcsónak, a kajak. Az indiánok a favázás, kéregbevonatú kenu készítésének mesterei. Az óceániai népektől is-

merjük az úgynevezett vendéghajós csónakokat. A csónaktesthez két oldalon egyensúlyozó-rudakat szerelnek, ezek védik meg a hajót az erős hullámverésben, viharban a felborulástól. Az egyszerű tutajokat, csónakokat eredetileg hosszú rudakkal lökték előre és kormányozták; a lapátos evező későbbi találmány. Igen korán felfedezte az ember a szél hasznosításának lehetőségét is. Növényi részekből, levelekből, majd vászonból vitorlát készített, így a szél ereje vitte előre a csónakot. A vitorla megjelenése után került sor a nagy tengeri kalandozásokra, a távoli, ismeretlen földrészek felfedezésére. A vitorla feltalálása legalább olyan forradalmi változást jelentett a vízi közlekedésben, mint a kerék a szárazföldiben. Az ácsmesterség kialakulása lehetővé tette a bonyolultabb hajótestek építését is. A gerinccel, oldalbordázattal ellátott hajó nagysága korlátlanul növelhető. A hajók vázszerkezetéhez a gerincesek csontvázának felépítése szolgáltatta a példát.

A víz termékei

Halászat

„Halászat” delfinnel

Nem messze Lagunától, a Rio de Janeirótól délre fekvő part menti várostól, brazil halászok álldogálnak az Atlanti-óceán parti vizeiben és a palackorrú delfineket, halászparnereiket figyelik. A felkavart vízben ugyanis a halászok nem képesek kerek merítőhálóikkal a tengeri vörös márnákat kifogni így a tőlük nem messze úszkáló delfinekre bízzák magukat. Végül az egyik delfin alámerül, ezzel jelezve a halászoknak, hogy halrajra bukkant, és megkezdí a halak terelését. A halászok készenlétbe helyezték hálóikkal várják a delfin felbukkanását. Amikor a delfin ugyanis a vízfelszínen úszni kezd a part felé, majd hirtelen megáll és egy forgó búvármerüléssel eltűnik, ez azt jelenti, hogy a halászok merítsék le hálóikat. Mialatt a halászok behúzzák a csónakba a remek márna fogást, a delfineknél is jut néhány elszabadult példány. Úgy látszik, ez a megérdemelt jutalom, amire a delfin várt, de a halászok is jól járnak, hiszen rövid idő alatt nagyszerű és rendszeres fogásban van részük.

A lagunai delfinek e segítőkézségét világszerte ismerik. Megfigyelések szerint ez a szokás generációkon keresztül öröklődik, hiszen a városban feljegyzések olvashatók, amelyek azt bizonyítják, hogy a helyi halászok a XIX. század közepe óta együttműködnek a delfinekkal. A területen élő delfinek közül azonban nem mindegyik ismeri ezt a technikát. Kutatók feltételezése szerint a helyi 200-as populációból egy 25-30 egyedből álló „kemény mag” az igazi „specialisták” köre. A krónikák évszázadok óta említik a delfin és a halászember együttműködését: ókori görög és római költők delfinek vezette fáklyafényes halászporthyákról is beszámoltak. A delfinek szemmel láthatóan élvezik a munkát és kellő jutalomban részesülnek. Ugyanakkor azonban az Atlanti-óceánon folyó modern kereskedelmi tonhalászat Kaliforniától Chilég veszélyt jelent

a szövő- és pettyes delfinekre. Hagyományosan a sárgaúszójú tonhállal vonulnak, amelyek a delfinek alatt hatalmas rajokban úsznak. A tonhalak számára kedvező helyzetet teremt, hogy a delfinek képesek hangvisszaverődés útján tájékozódni és zsákmányt szerezni, a delfinek viszont észreveszik, ha a tonhal-raj pánikszerű mozgást végez a cápák közeledtére.

Amikor a delfinek felemelkednek a felszínre levegőt venni, a halászhajóknak pontos információkat adnak a tonhalraj helyzetéről is. A delfinek így a tonhalakkal együtt a hálóba kerülnek, és bár megpróbálják kiszabadítani a csapdába esett delfineket sokuk megfullad és elpusztul. Egy idő óta ugyan jobb minőségű hálókat használnak, ennek ellenére ma is sok delfin esik áldozatul.

Mesterséges tengeriállat-tenyésztés

A konzerv tonhalat falatozó macska egy hosszú tápláléklánc utolsó szeme. A tonhal minden bizonnyal makrélát, vagy tőkehalat fogyasztott, azok meg heringekkel, és más kisebb halakkal töltötték meg a gyomrukát. A hering apró rákfélékkel lakott jól, melyek előzőleg lebegő, mikroszkopikus méretű növényi planktonnal csillapították éhségüket. A növények a termelők, és táplálékainkat a napfény segítségével állítják elő. A lánc minden szeménél energiaveszteség lép fel. A biológusok kiszámították, hogy egy félkilós tonhal „előállításához” például nem kevesebb, mint 5 tonna plankton szükséges.

A víz szerepe a szórakozásban

Vízi sportok

Hogyan siklik a hullámlovas a víz hátán?

A hullámlovaglás, más néven szörfözés – amelyet Polinéziában már évszázadok óta úznak – napjainkban milliók kedvenc sportja, s a gyakorlói mind a „tökéletes hullámot” keresik. A legjobb szörföző helyek nagy része ma is Hawaiiin található, ahol a Csendes-óceán viharos hullámai néha sok ezer kilométert tesznek meg, hogy aztán akár 9 méter magasra is csapjanak a szigetek partjai előtt. Minden hullámlovas arra törekszik, hogy e hatalmas vízfal oldalán a parttal párhuzamosan haladjon, miközben a hullámok taraja átcsap a feje felett. Deszkáján akár 10 másodpercig is képes a kialakuló „vízalagút” belsejében siklani. A hullámlovaglás tulajdonképpen verseny a megtörő hullámmal, s ha a szörföző veszít, az összeomló vízhegy súlya könnyen a tengerfenékhez préselheti.

A hullámlovas először deszkáján hasalva vagy térdelve kievez a hullámtörési zóna tenger felőli oldalához, ahol várja a megfelelő hullámot. Ha talál egyet, a part felé kezd evezni, sebessége csaknem azonos a közelgő hulláméval. Amikor a hullám utoléri, a deszka felemelkedik és erőteljesen gyorsulni kezd, míg el nem éri a haladási se-

bességét. A szörföző ekkor előbb feltérdel, majd feláll, s deszkájával a hullám taraján egyensúlyoz egy pillanatig. Ezután – hajtóerőként a gravitációt használva – elkezd le-siklani a vízfal oldalán, a hulláménál nagyobb, 15 km/h sebességgel. Miközben lefelé siklik a hullám oldalán, a szörföző azt a pontot keresi, ahol a hullám kezd átbukni. Ha megtalálja, deszkáját úgy fordítja, hogy a hullámmal párhuzamosan, éppen az átbukó hullám taraja előtt haladjon. A hullámlovaglás akkor ér véget, amikor a szörföző hátradőlve lelassítja deszkáját, majd a hullám gerince felett a mögötte lévő nyugodt vízbe veti magát. Persze az is előfordul, hogy elveszti uralmát a deszka felett, vagy utoléri az átbukó hullámtaraj. A tapasztalt szörfözők különféle mutatványokra is képesek szörfdeszkáikon, melyek általában alig 2 méter hosszúak, súlyuk körülbelül 3 kg. Hawaiiin használják az eredeti, nehezebb és hosszabb deszkákat.

POLIFENOL-SZÁRMAZÉKOK VIZSGÁLATA BIOSZENZORRAL

Erdős Boglárka, Pethő Balázs

PTE Babits Mihály Gyakorló Gimnázium és Szakközépiskola, Pécs

Felkészítő tanár: Pelle Olivérné

Szaktanácsadó: Dr. Nagy Livia, PTE-MTA Kémiai Szenzorok Kutatócsoport

1. Bevezetés

Munkánkban a bioszenzorok felhasználását mutatjuk be egy konkrét példán keresztül. Bioszenzoroknak a környezet kémiai felépítéséről információt adó érzékelők egyik csoportját nevezzük. A szakirodalom szerint maga a név használata nem egyértelmű, ugyanis két tulajdonság miatt is nevezhetünk egy érzékelőt bioszenzornak.

- A bio jelző utalhat arra, hogy a szenzor jól alkalmazható a biológiában, különböző mintákban végrehajtható méréseknél a mérete vagy más tulajdonsága miatt. Az ilyeneket *biomátrix érzékelők*nek nevezzük. Biomátrix szenzor például az oxigénszint-mérő elektród az újszülött gondozásban, vagy a fog felületi pH-ját mérő mikroérezékelő.
- A bioszenzorok másik csoportjába azokat az érzékelőket soroljuk, melyek egy biológiai folyamat utánzásán alapulnak. Ezeket nevezzük *biomimetikus szenzoroknak*. Kísérletünkben mi is biomimetikus szenzort alkalmaztunk.

A kémiai érzékelők képesek arra, hogy bonyolult biológiai mátrixokban is szelektív analitikus jelet képezzenek az adott, vizsgálandó anyag koncentrációjától függően. Ez a jelképzés kétlépéses folyamat. Első lépésben az érzékelő – valamilyen folyamat révén – felismeri a vizsgálandó anyagot. A folyamat alatt megváltoznak a fizikai és/vagy fizikai kémiai tulajdonságok az érzékelő környezetében. (A bioszenzorok esetében ez az anyagfelismerés biológiai jellegű.) Ez a változás indítja el a jelképzést eredményező második lépést. A bioszenzorok a jelképzésben gyakran elektrokémiai érzékelőkként működnek. Ismerünk amperometriás, potenciometriás, stb. érzékelőket is. [1]

2. Enzimelektrod előállítás

Az első biomimetikus szenzort *L. C. Clark* írta le 1962-ben. Ő, a róla elnevezett Clark-féle amperometriás oxigénelektroddal végzett méréseket, és úgy találta, hogy ha az elektród felületét glükózoxidáz-enzim tartalmú filmréteggel bevonja, akkor a glükóz-koncentráció mérésére alkalmas érzékelőt készíthet. Ez volt az első enzimelektrod, amelyet iparilag gyártottak, és kereskedelmi forgalomba hoztak.

Az enzimek az élő szervezetben lejátszódó kémiai folyamatok katalizátorai. Szerepük, hogy csökkentik a reakcióhoz szükséges aktiválási energiát, s így növelik a reakciósebességet. Az enzimek specifikusak, azaz csak bizonyos folyamatokat katalizálnak. Ez a nagyfokú specifitás főleg abban nyilvánul meg, hogy minden enzim csak egy meghatározott kötéstípusra hat (bontja vagy szintetizálja). Az enzimek aktivitása sok tényezőtől függ: a hőmérséklettől, a pH-tól, különböző ionok, gátló és aktiváló anyagok jelenlététől, a szubsztrát koncentrációjától. Minden élő sejt termel több-kevesebb enzimet. Az állati eredetű enzimeket frissen levágott egészséges állatok szöveteiből (pl. hasnyálmirigy, gyomornyálkahártya) vonják ki. [2] A növényeket elsősorban csírázó magvakból lehet nyerni. Tárolásuknál figyelni kell arra, hogy a környezet hőmérséklete -18 °C körül legyen. Az enzimek csak bizonyos ideig képesek megtartani hatásukat, idővel megromlanak, vesztenek aktivitásukból. A mi esetünkben az elkészített enzimelektrod körülbelül 2 hétig volt alkalmas a mérések elvégzésére.

2.1 Az enzimréteg kialakítása

A bioelektrodok előállítására több módszert is ismerünk:

- enzimtartalmú filmréteggel vonjuk be az elektródot
- az enzimet valamilyen kötőanyaggal visszük fel az elektród felületére
- valamilyen szemipermeábilis membránnal (pl. celofán) választjuk el az enzimet a mintaoldattól (mint Clark). Ebben az esetben arra kell figyelni, hogy a mérendő anyag átjuthasson a membránon, és az enzim ne jusson ki az oldatba.
- az enzimet magába az elektródon lévő szénpasztába keverjük bele (Így készítettük mi is.)

2.2 Alkalmazott növényi szövetek

A bioszenzorok között egy külön csoportot alkotnak azok az érzékelők, melyek a tiszta enzim helyett az azt tartalmazó szövetet használják fel. Ezek lehetnek állati-, növényi szövetek, vagy egysejtűek illetve gombák. A gyakorlatban is nagyon vonzó ezeknek a szöveteknek a használata a bioszenzorokban, mivel magas a benne lévő enzim stabilitása, aktivitása, olcsón és (a legtöbb esetben) egyszerűen beszerezhető. További előnyük, hogy az elkészített elektród enzimrétege bármikor megújítható.

A szövet rétegvastagságát a válaszdíó rövidségére és a mechanikai stabilitás növelésére való törekvés szabja meg. Ha azonban összekeverjük az elektród szénpasztáját a szövettel, akkor a válaszdíó lerövidíthető. Erre főleg az *in vivo* vizsgálatoknál van szükség. [3]

Növényi szövetet alkalmaznak például aminok kimutatására a borsó csíranövénykéjének használatakor. A benne levő aminoszén-dioxid-enzim oxidálja a mintá-

ban található aminokat, amelyek az oxidáció után az elektródon redukálódva jelet képeznek. Ugyancsak alkalmazzák az édeskrumpli (batáta), illetve a torma szöveteket, amelyek peroxidáz-enzimet tartalmaznak. Vizsgálatokat végeznek banánszövettel is, amely polifenoloxidáz-enzimet is tartalmaz. [4,5] Kísérleti munkánkban mi is ezt alkalmazzuk.

3. Kísérleti rész

3.1 Felhasznált anyagok és vegyszerek

A foszfát-pufferoldat készítéséhez analitikai tisztaságú Na_2HPO_4 és NaH_2PO_4 vegyszereket a Sigma forgalmazótól szereztük be. A pH beállításához alkalmazott standard pH oldatok Merck termékek voltak. Reanal vegyszereket használtunk a pirokatechin, rezorcin, hidrokinon és pirogallol kísérleteinkben. Az oldatokat kétszer ioncserélt vízből (vezetőképessége $<0,7 \mu\text{S}/\text{cm}$) készítettük, majd 0,05 mólos, 7,4 pH-jú foszfát-pufferhez adagoltuk.

Modellkísérleteinkhez EGIS gyártmányú Dopegyt tablettát használtunk.

Az elektród készítéséhez a banánt a boltban vásároltuk és Ultra Carbon „F” grafit porral kevertük össze. Az elektródot használaton kívül 4°C -on hűtőszekrényben tároltuk.

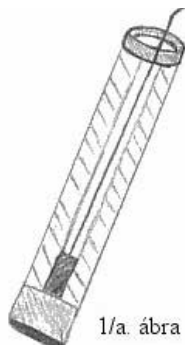
3.2 Alkalmazott készülékek

Kísérleteinket WTW pH 325 mikroprocesszoros hordozható pH mérőn, Sartorius analitikai mérlegen és EG&G Princeton 273A Potentiostat/Galvanostat-on végeztük. A berendezéshez tartozó software-n a paramétereket beállítva, kezdődhetett a mérés.

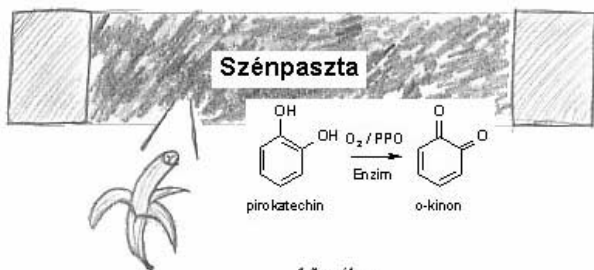
3.3 Elektród kialakítás

Mérésünkben, az 1/a. ábrán látható ún. „bananatróde”-t, banánszövetet tartalmazó elektródot használtunk. A passzív pasztát 1,200 g Ultra Carbon „F” grafit por és 0,95 μl paraffin olaj összekeverésével készítettük. Ezzel megtöltöttük az elektródtestben a rendelkezésre álló térfogatot. Az aktív pasztát 0,2 g passzív paszta és 0,01 g pépesített banánszövet alapos összekeverésével kaptuk. (Tapasztalatunk szerint az a legjobb, ha a banán már érett, ugyanis akkor nagyobb aktivitású az enzim.) Ebből az elektród végén vékony réteget képeztünk.

A banánban lévő polifenoláz-enzim a mintaoldatban található oxigénnel katalizálja a polifenolok oxidációs reakcióját kinonokká. A kinonok könnyen kimutathatók szénpaszta elektródon, ahol az oxidált kinonok visszaredukálódnak polifenolokká. E két reakció kombinálása megvalósítható az 1/b. ábrán látható szén-banán elektródon. [6]



1/a. ábra



1/b. ábra

3.4 Mérési körülmények

Az elektrokémiai eljárások során három elektródot alkalmaztunk:

1. A *munkaelektrod*, amelyen kialakul a jelnek és az oldat összetételének megfelelő válaszjel. Ezen az elektródon játszódnak le a válaszjelet meghatározó folyamatok.
2. Az *ellenelektrod* arra szolgál, hogy kiegészítse az áramkört. Kevésbé polarizálható és állandó a potenciálja, ezáltal biztosítja a beállított potenciál értékeket.
3. A *referencia elektród*on nem folyik át jelentős áram. Segítségével ellenőrizzük vagy szabályozzuk a munkaelektrod potenciálját. [7]

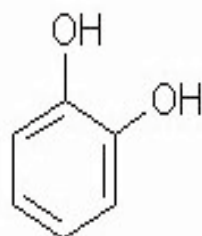
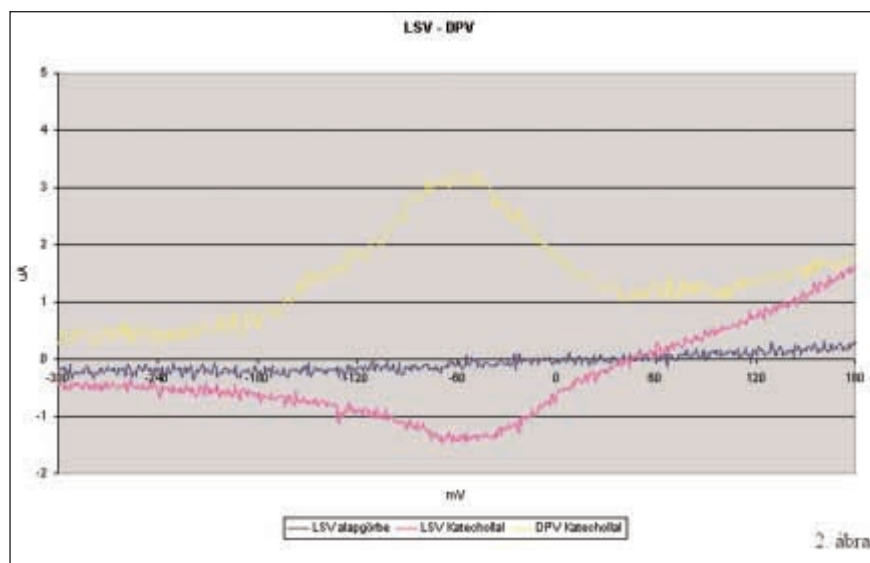
3.5 Mérési módszer

Méréseinkben lineáris voltmetriát (linear sweep voltametry) és differenciális voltmetriát (differential pulse voltametry) alkalmaztunk. Növekvő reduciós potenciál (+200 mV – 400 mV) mellett figyeztük az áramerősség (0 μ A – 6 μ A) változását. A 2. ábra ilyen mérési görbéket mutat. Jól látható, hogy a DPV esetén nagyobb jelet kapunk. További méréseinket tehát differenciális voltmetriával végeztük.

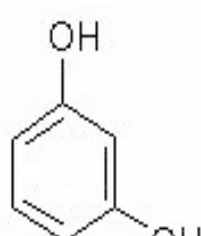
A pufferolt oldatban változtattuk a polifenol koncentrációját, és a bekövetkezett áramerősség értékeket rögzítettük. A kiválasztott potenciál mellett az összetartozó koncentráció-áramerősség értékpárból kalibrációs görbéket készítettünk, melyek segítségével ismeretlen polifenol oldat koncentrációját tudjuk meghatározni.

Vizsgálatainkban

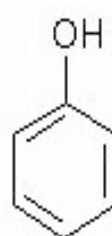
- három dihidroxi-fenolt: pirokatechint (3/a. ábra), rezorcint (3/b. ábra), hid-rokinont (3/c. ábra)
- egy trihidroxi-fenolt: pirogallolt (3/d. ábra)
- Dopegytet (3/e. ábra) alkalmaztunk.



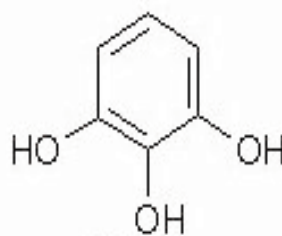
3/a. ábra



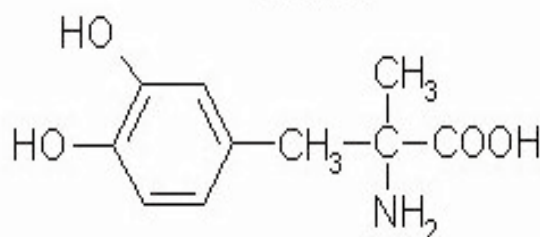
3/b. ábra



3/c. ábra

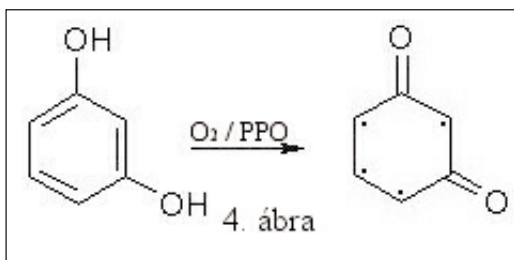


3/d. ábra



3/e. ábra

A Dopegyt nevű vérnyomáscsökkentő hatóanyaga a metildopa (methyl-dioxiphenilalanin, vagy 3,4-dioxifenil-alfa-metil-alanin). Megemlítjük, hogy az oxidáció során nem képződik kinon a rezorcinból, ugyanis a két oxocsoport kialakulása után a gyűrűben maradó 4 π -elektron nem képes 2 π -elektronpárrá rendeződni. A két oxo-csoport közötti szénatom elektronja mindenképp párosítatlan marad, és így a vegyület instabil lesz (4. ábra). [8]

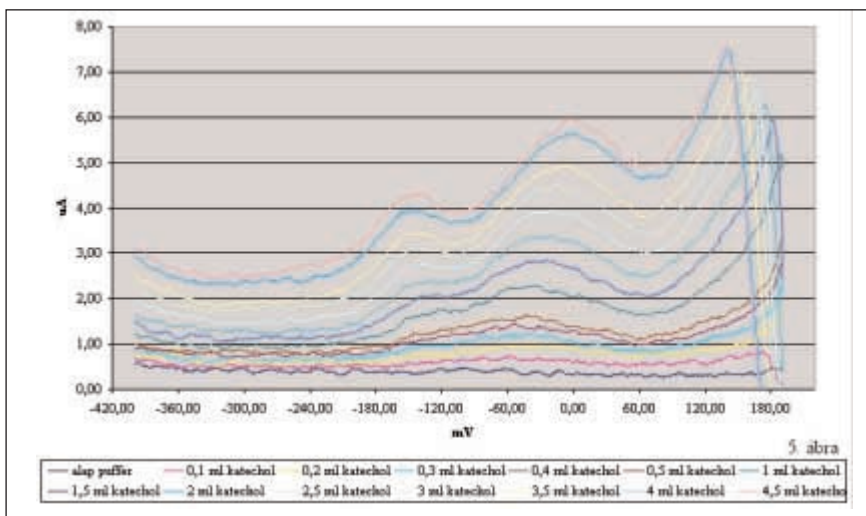


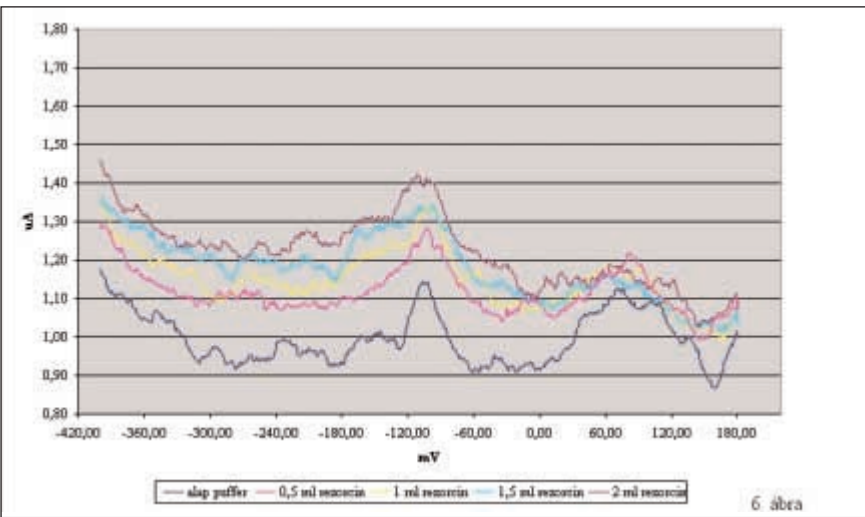
A mérési határok beállításánál figyelembe vettük az irodalmi adatokat, így a polifenolok által kapott jelet körülbelül -150 mV-nál vártuk, és a jel nagyságát az általunk használt oldatokban kb. 4 μ A-nek becsültük. [2,6]

3. 6. Mérési eljárások

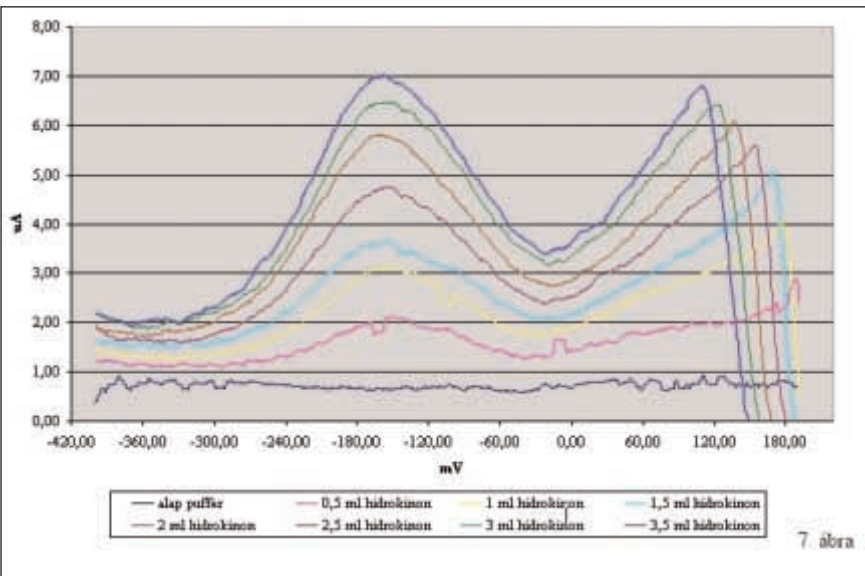
Először 10 ml illetve 25 ml „tisztá”, polifenolt nem tartalmazó pufferben végeztük el a mérést. Ezután a pufferhez adott mennyiségeket adagoltunk a 10^{-2} mólós polifenol oldatból, és minden esetben elvégeztük a mérést. Az eredményekből megrajzolhattuk az áramerősséget a feszültség függvényében.

3.7 Eredményeink értékelése





Az 5. ábrán a pirokatechin vizsgálatánál kapott mérési görbék láthatóak. Ezek jól mutatják, hogy az egyre növekvő polifenol koncentráció hatására az előre várt -150 mV-nál a jel is nő. Minél több pirokatechint tartalmaz az oldat, annál jobban látható a lépcső alakú ugrás a jelben. (A második jel a passzív pasztán szintén jelet képző, a tárolás során oxidálódott pirokatechinnek köszönhető.)



A második grafikonon (6. ábra) a rezorcin mérési görbéje látható. Észrevehető, hogy az áramerősség nem változott, akármennyi rezorcint is tettünk a pufferbe.

A hidrokinon mérésekből (7. ábra) is nagyon szépen látszik, hogy ha növeljük a koncentrációt a puffemben, akkor nő a jel nagysága. Ezenkívül jól megfigyelhető, hogy a jel ugyanakkora koncentrációváltozásra kezdetben jobban nőtt, mint a későbbiekben.

A Dopegyt vizsgálatokor kapott jeleket ábrázoltuk (8. ábra). A legtöményebb oldat, amit elő tudtunk állítani, 10^{-2} mólos volt.

Mérési eredményeinket kalibrációs görbék segítségével foglaltuk össze. A 9. ábra alapján megállapíthatjuk, hogy a legérzékenyebb méréseink a hidrokinon mérések. Ez az enzim specifikusságával magyarázható. A Dopegyt $1,0895 \mu\text{A}/\text{mM}$ érzékenysége a hosszabb oldalláncból adódik.

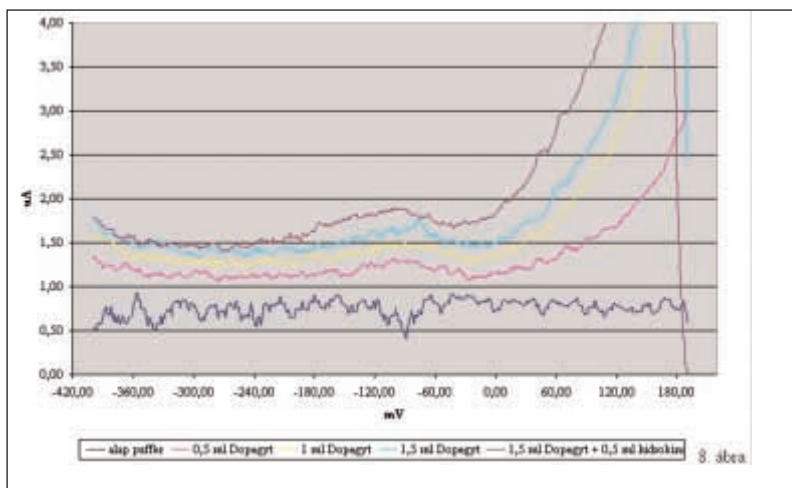
Méréseink során a zaj 200 nA -nek adódott. ≈ 2 viszony esetén az eredményekből is látható, hogy az alsó méréshatár $0,16 \text{ mM}$ pirokatechin.

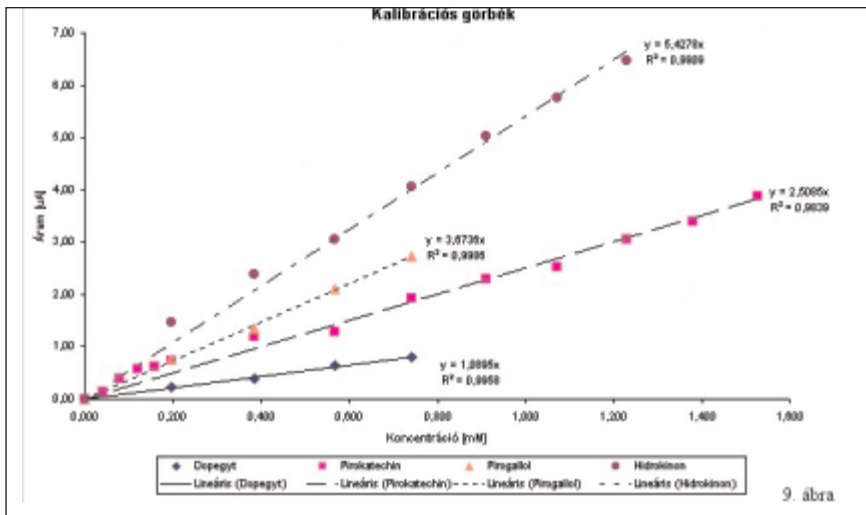
4. Összefoglalás

Munkánkban egy példát mutattunk a bioszenzorok készítésére és felhasználására. Egy komplett mérési módszert és az eredményeinket szemléltettük. Megmutattuk, hogyan lehet bioszenzorok segítségével a polifenolokat szelektíven kimutatni különböző oldatokból.

Méréseink legfőbb eredménye: ha a mérést egy ismert polifenolt ismeretlen koncentrációban tartalmazó oldaton végezzük el, az elkészített kalibrációs görbék segítségével meghatározhatjuk a polifenol-koncentrációt.

A kutatást folytatjuk más szöveteket tartalmazó bioszenzorokkal.





Irodalom

- [1] Nagy G.: Bioszenzorok, a szelektív kémiai érzékelők speciális csoportja, Magyar Kémikusok Lapja, 53, 211 (1998.)
- [2] Fülöp G.: Munkában az enzimek, Dacia, Kolozsvár, 1973
- [3] Wang, J.; Lin, M. S.: Mixed Plant Tissue – Carbon Paste Bioelectrode, Analytical Chemistry 1988, 60, 1545-1548.
- [4] Wimmerová, M.; Macholán, L.: Sensitive amperometric biosensor..., Biosensors and Bioelectronics 1999, 14, 695-702.
- [5] Fatibello-Filho, O.; Vieira, I. C.: Biosensor Based on Paraffin/Graphite Modified with Sweet Potato Tissue..., 8th International Meeting on Chemical Sensors, Basel, Svájc, Book of Abstracts, 2000, 383.
- [6] Eggins B.R.: Biosensors: an Introduction, Wiley-Teubner, 1996, 212. ISBN Wiley 0 471 96285 6. ISBN Teubner 3-51902117-X
- [7] Kékedy L.: Műszeres analitikai kémia, Az Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 1995, 209-211.
- [8] Furka Á.: Szerves kémia, Tankönyvkiadó, 1991, 541-542.

Ábrajegyzék:

- 1/a. ábra: Az elektródtest felépítése
- 1/b. ábra: Az aktív paszta és működése
2. ábra: Lineáris és differenciális voltametriát összehasonlító görbék
- 3/a. ábra: Pirokatechin
- 3/b. ábra: Rezorcin
- 3/c. ábra: Hidrokinon
- 3/d. ábra: Pirogallol
- 3/e. ábra: Dopegyt
4. ábra: Oxidált rezorcin
5. ábra: Pirokatechin mérési görbék
6. ábra: Rezorcin mérési görbék
7. ábra: Hidrokinon mérési görbék
8. ábra: Dopegyt mérési görbék
9. ábra: Kalibrációs görbék

KÍSÉRLETEK ETINNEL, KLÓRRAL ÉS OXIGÉNNEL

Baldauf Eszter, Horváth Szilvia

Jurisich Miklós Gimnázium, Kőszeg

Felkészítő tanár: Dr. Mátrainé Tólos Ilona

Előadásunk során **három gázt állítunk elő**: *acetilént, klórt és oxigént*, amelyekkel néhány kísérletet mutatunk be. A gázok előállításához fecskendőket használunk, amelyekkel nagyon szeretünk kísérletezni. Mivel nagyon kis mennyiségű anyag elegendő a gázok előállításához, ezért ez a módszer biztonságos. Természetesen érhetnek bennünket meglepetések, ha nem kellő gonddal végezzük a munkánkat. Milyen hibaforrások lehetnek a fecskendős kísérletek végzése során? Kerülni kell minden olyan túlnyomást a fecskendő gázfejlesztőben, amely a dugattyú kilövését eredményezi. A kanül átjárhatóságát és a dugattyú könnyű mozgását folyamatosan ellenőrizni kell. A fecskendő gumitömítését és hengerét szilikonolajjal be kell kenni. A gumidugókat tisztán és szárazon kell tartani. A reagenseket a 2 ml-es fecskendőből a szó legszorosabb értelmében cseppenként kell adagolni. A 2 ml-es fecskendőt a vegyszerekkel túl nélkül is problémamentesen feltölthetjük, megfelelően töltött tárolóüvegekből felszívhatjuk. Mérgező gázok előállításakor a gázfejlesztőnél levő megtöltött 20 ml-es fecskendőt azonnal ki tudjuk cserélni aktív szénrel töltött fecskendővel, ami biztosítja, hogy a mérgező gázok ne a környezetbe kerüljenek, hiszen megkötődnek az aktív szén felületén.

Etin (acetilén) előállítása

Először acetilén gázt állítunk elő, amelyhez gázfejlesztő készüléket használunk. A kémcsőbe kalcium-karbidot töltünk, majd gumidugóval lezárjuk. A dugóban 2 levágott végű kanül található. Az egyik csatlakozóhoz a vízzel töltött 2 ml-es, másikhoz a 20 ml-es fecskendőt csatlakoztatjuk. A vizet a 2 ml-es fecskendőből cseppenként adagoljuk. A 20 ml-es fecskendő lassan megtelik acetilénnel. A megtelt fecskendőt levesszük, s helyette az adszorpciós csövet illesztjük, hogy a mellékreakcióban keletkező foszfint megkössük. Ha további acetilénre van szükségünk, akkor üres fecskendőket helyezünk fel rendre a gázfejlesztőre.

Kísérletek acetilénnel:

Az acetilén kormozó lánggal ég:

A 20 ml-es fecskendőt a 20 ml etinnel levesszük a gázfejlesztőről (amit egy újabb

kanüllel látunk el) és a gázt lassan kinyomjuk a fecskendőből, és a tú végén meggyújtjuk. A vékony tú megakadályozza a gázok visszaáramlását.

Az acetilén telítetlen vegyület:

20 ml etint a tûn keresztül 10 ml Bayer reagenst tartalmazó főzőpohárba nyomunk. A reagens megbarnul.

Az acetilén addícióra képes vegyület:

Ehhez a kísérlethez először klór gázt kell előállítani. A klórgázzal és az acetilénnel töltött fecskendőket egy két kanülös gumidugóhoz illesztjük, amelyhez egy kéteres cső kapcsolódik. A kb. 15 cm hosszú csövet egy hideg vizet tartalmazó lombikba illesztjük, és a két gázt lassan, adagokban a vízbe nyomjuk. Az addíció lejátszódik, de mellette korom képződése is megfigyelhető.

Az acetilén-oxigén keverék robbanásveszélyes:

Az etin az oxigénnel 2:5 molarányban reagál. Egy 20 ml-es fecskendőbe kb. 6 ml acetilént töltünk, majd egy másik gázfejlesztőből kb. 15 ml tiszta oxigént adunk hozzá. A keveréket a műanyag dobozban lévő szappanoldatba nyomjuk, és égő gyújtópálccal meggyújtjuk.

Az elvégzett kísérletek kémiai magyarázata:

előállítása: $\text{CaC}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca(OH)}_2$

égése: $2 \text{C}_2\text{H}_2 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

addíciója: $\text{C}_2\text{H}_2 + 2 \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$

A kísérletek elvégzése után fontos a hulladékkezelés. Az acetilén előállítása során keletkezett kalcium-hidroxidot sósav oldattal közömbösítjük, és azután kiönthetjük.

A klórgáz előállítása és kísérletek klórral

A gázfejlesztőbe 2 spatula kálium-permanganátot töltünk, majd gumidugóval lezárjuk. A gumidugónak száraznak és zsírmentesnek kell lennie, hogy jól tartson. A két ml-es fecskendőbe cc. sósavat szívunk fel a kis üvegből. A fecskendőt kívül jól letöröljük, és az egyik kanülvégre helyezük. A másikhoz a jól megszírozott 20 ml-es fecskendőt illesztjük.

A cc. sósavat lassan, cseppenként adagoljuk a szilárd KMnO_4 -ra. A fecskendőben klór gáz keletkezik. Ügyelni kell a dugattyú könnyű mozgására, hogy a gázfejlesztőben a túlnyomást megakadályozzuk. Ha tiszta gázra van szükségünk, az első 20 ml gázelegyet vagy aktív szénnel adszorbeáltatjuk, vagy NaOH oldatba nyomjuk. Négy fecskendőnyi klór gázt fogunk fel, a negyedik fecskendőbe előzőleg megnedvesített színes virágot helyeztünk. A klór gáz korlátozott ideig további kísérletekhez felhasználható.

Kísérletek klórral:

Acetilént klórozunk az acetilénnél leírtak alapján

Klórt reagáltatunk kálium-bromid és kálium-jodid oldattal, úgy hogy a klórgázt az említett oldatokkal átitatott szűrőpapírra nyomjuk.

Klórgázt fogunk fel a színes virágot tartalmazó fecskendőben és megfigyeljük a gáz szintelenítő hatását.

Magyarázat:

A klór előállítása:



A klór reakciója KBr és KI oldattal:

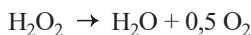


A klórgáz veszélyes, belégzése tüdőödémát okozhat, ezért gondosan kell vele dolgozni. A kísérlet befejezése után a gázfejlesztőbe NaOH oldatot adagolunk, mielőtt felnyitjuk.

A harmadik gáz, amelyet előállítunk, **oxigén**-gáz. Az előállításhoz a már ismert összeállítású gázfejlesztőt használjuk. A 2 ml-es fecskendőbe hidrogén-peroxid oldatot szívunk fel, majd kívülről gondosan letöröljük. A kémcsőbe MnO_2 tablettákat teszünk, amelyet mi magunk is elkészíthetünk. A hidrogén-peroxidot lassan engedjük a mangán-dioxidra. Az oxigént 20 ml-es fecskendőbe fogjuk fel. Először az oxigén kimutatását végezzük el, amihez parázsló gyújtópálcát használunk. A tiszta oxigénből 15 ml-t fogunk fel egy fecskendőbe, amelyhez 6 ml acetilént fejlesztünk. A gázelegyet szappan oldatba nyomjuk, úgy hogy jól habzó oldatunk legyen. A buborékokhoz közzelítünk egy égő gyújtópálcát. A hatás talán nem marad el.

Magyarázat:

Oxigén előállítás:



Az oxigén előállítása során nem keletkezik mérgező hulladék. A kísérlet során ügyelni kell arra, hogy a 30 %-os hidrogén-peroxid ne érintkezzen a bőrrel, mert maró hatású.

VARIÁCIÓK KÉT ELEMRE FECSKENDŐS KÍSÉRLETEK NITROGÉN-OXIDOKKAL

Kovács Máté

Veszprémi Egyetem – Jurisich Miklós Gimnázium, Kőszeg

Felkészítő tanár: dr. Mátraié Tólos Ilona, dr. Welther Károlyné

A nitrogénnek számos oxidja létezik. Ezek rendkívüli változatosságot mutatnak fizikai és kémiai tulajdonságaikban egyaránt. Az 1. táblázatban foglaltam össze a legismertebb nitrogén-oxidokat és a legfontosabb fizikai jellemzőiket. Felhasználásuk változatos, de ugyanakkor problémát jelentenek a környezetünket károsító nitrózus gázok.

A velük végzett kísérletek az oktatásban nagyobb szerepet tölthetnének be, mivel nem csak tulajdonságaikat, hanem olyan fontos, de ugyanakkor nehezen bemutatható fogalmakat, mint a folyadék-gáz, a gáz-gáz egyensúly vagy a *LeChatelier-Braun-elv* szemléltethetünk ezekkel a vegyületekkel.

A nitrogén-oxidokkal való kísérletezés ellen szól, hogy nehéz egyszerűen, olcsón és tisztán előállítani ezeket, a dinitrogén-monoxid kivételével mérgezők, az elszívőfülke használata elkerülhetetlen.

Ezen problémákra jelentenek megoldást a fecskendőes kísérletek, a fecskendőes gázfejlesztés. Előnyei a következők:

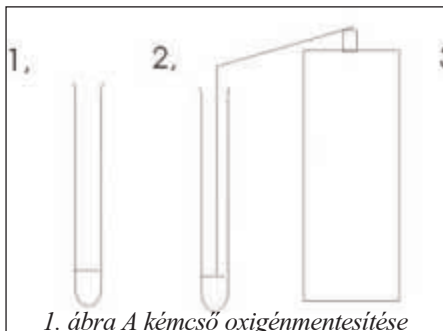
- a gázokat kis mennyiségben, kevés reagens felhasználásával állítjuk elő,
- a gázfejlesztés zárt térben történik, nem szükséges elszívőfülke használata,
- a kísérletek időigénye alacsony,
- a felhasznált eszközök olcsók.

A fecskendőes gázfejlesztés variációi közül *Viktor Obendrauf* technikáját találtam a legalkalmasabbnak, ezért az ő módszerét alkalmazom előadásomban.

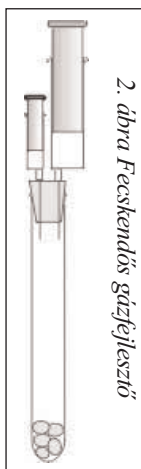
1. Nitrogén-monoxid előállítása

A nitrogén-monoxiddal való kísérletezés jóval nehezebb, mint más gázokkal folytatott kísérletek, mivel a nitrogén-monoxid „levegő érzékeny”, a levegő oxigénjével pillanatszerűen egyesül nitrogén-dioxiddá. A vegyület előállítására ezért különösen alkalmas a fecskendőes gázfejlesztés. A nitrogén-monoxidot egy kevésbé ismert módszerrel, nátrium-nitritből kénsavas vas(II)-szulfát oldattal állítom elő. Ez az oldat 1,8 M kénsavra és 1,2 M vas(II)-szulfátra nézve.

Mivel az első kísérletekhez nem szükséges teljesen tiszta nitrogén-monoxid, de a

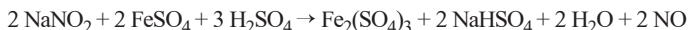


1. ábra A kémcső oxigénmentesítése



2. ábra Fecskenedős gázfejlesztő

egy kéttűs dugóval (1.ábra). Az egyik tűre a folyékony reagenst tartalmazó 2 cm³-es fecskendő a másikra egy gumitömítéssel rendelkező 20 cm³-es fecskendő kerül (2.ábra). A gázfejlesztés megindításakor a 20 cm³-es fecskendőben lassan összegyűlik a szintelen nitrogén-monoxid. 60 cm³ gáz távozása után a butántartalom 3% alatti.



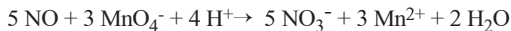
2. Oldatok reakciói nitrogén-monoxiddal

Egy nitrogén-monoxiddal töltött fecskendő végére helyezzünk egy olyan tűt, melyre egy elektromos vezeték szigetelését húztuk, a végét beolvasztottuk, és az utolsó 1 cm-es részre egy másik tűvel kis lyukakat szurkáltunk. Ha ezen keresztül adagoljuk a gázt, akkor kisebb buborékokat tudunk képezni az oldatban, így jelentősen lecsökken az el nem reagált gáz mennyisége (3.ábra).



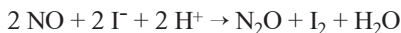
3. ábra A nitrogén-monoxid oldatba vezetése

- a. A nitrogén-monoxid, mint redukálószer – Savas kálium-permanganát oldat reakciója nitrogén-monoxiddal**
Pár csepp 2 M kénsavval megsavanyított halványrózsaszín kálium-permanganát oldatba vezetve a nitrogén-monoxidot az oldat elszíntelenedik. A permanganát-iont mangán(II)-ionná redukálta a nitrogén-monoxid.



- b. A nitrogén-monoxid, mint oxidálószer – Savas kálium-jodid oldat reakciója nitrogén-monoxiddal**
Pár csepp 2 M kénsavval megsavanyított 0,2 - 0,3 M kálium-jodid oldatba vezetve a gázt az oldat megsárgul, jód válik ki. A nitrogén-monoxid oxidálta a jodid-iont elemi jódá.

gáz ne tartalmazzon más nitrogén-oxidot, ezért célszerű a kémcsövet – melyben a gázfejlesztés történik – oxigénmentesíteni. Az oxigénmentesítés lényege, hogy egy másik gázzal kiszorítjuk a levegőt a kémcsőből. Erre a célra a butánt találtam a legmegfelelőbbnek, mivel könnyen hozzá lehet jutni, mint öngyújtótöltőgáz. A műveletet úgy végezzük, hogy a kémcsőbe 3-4 másodpercig butánt vezetünk, majd lezárjuk



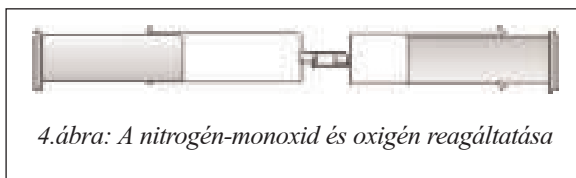
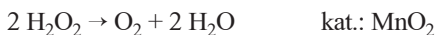
c. A nitrogén-monoxid, mint ligandum komplexekben – Vas(II)–szulfát oldat reakciója nitrogén-monoxiddal

Halványzöld vas(II)–szulfát oldatba vezetve a nitrogén-monoxidot az oldat sötétzöldre majd barnává válik. Egy komplex, vas(II)–pentakva-nitrozil-ion keletkezik. Szintén ez a vegyület jön létre a barnagyűrű-próba során, mely a nitrát-ion kimutatásának reakciója.



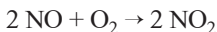
3. Nitrogén-dioxid előállítása nitrogén-monoxid és oxigén reakciójával, és a $2 \text{NO}_2 \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4$ egyensúly

Ehhez a kísérlethez egy oxigénfejlesztőre van szükségünk. Szilárd reagensként barnakő tablettákat, folyékony reagensként 30%-os hidrogén-peroxidot alkalmazunk. A barnakő katalizálja a hidrogén-peroxid bomlását oxigénné és vízre. A reakcióban nem keletkezik szennyezőanyag, mivel a katalizátortabletták újra és újra felhasználhatók.

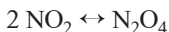


4.ábra: A nitrogén-monoxid és oxigén reagáltatása

Egy fecskendő-töltünk meg 10 cm^3 oxigénnel és egy másikat 20 cm^3 nitrogén-monoxiddal. Egy kis csövecske segítségével összekapcsoljuk a két fecskendő-t, majd átnyomom az oxigént a nitrogén-monoxid fecskendőjébe (4.ábra). Pillanatok alatt lejátszódik a két gáz közötti reakció, melyben vörösesbarna színű nitrogén-dioxid keletkezik.



A fecskendő egy kicsit felmelegszik, ami azt mutatja, hogy a reakció exoterm. Még egy szembeutó változást tapasztalunk: a keletkezett gáz térfogata nem 30 cm^3 , hanem 14 cm^3 . A vegyülő gázok térfogati törvénye alapján 20 cm^3 -t várhatnánk, a további térfogatcsökkenés a nitrogén-dioxid dimerizációjának köszönhető.



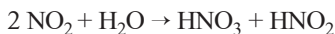
A kísérlet másik felével a nitrogén-dioxid és a dinitrogén-tetraoxid közti egyensúlyt szeretném bemutatni. A nitrogén-dioxid már szobahőmérsékleten is jelentősen dimerizálódik, mivel egy fél magános párral rendelkezik.

Előkészítettem egy fecskendő, melyet $20 \text{ cm}^3 \text{ NO}_2 / \text{N}_2\text{O}_4$ eleggyel töltöttem meg. A fecskendő végére egy ún. fecskendősapkát helyeztem, amit úgy készítettem, hogy egy tú műanyag részéből kiolvastottam a fémtűt és a keletkezett lyukat beolvasztottam. Ez tökéletes zárást biztosít.

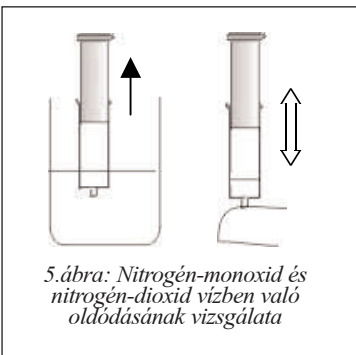
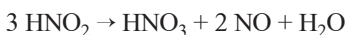
Mint már tudjuk a nitrogén-dioxid vörösbarna színű. A dinitrogén-tetraoxid színtelen. Ezért a szín intenzitásának megfigyelésével könnyen megmondhatjuk, hogy az egyensúly merre tolódott el. A fecskendő dugattyúját nyomjuk egészen a 3 cm^3 -es jelzésig. Kezdetben a szín intenzitásának növekedését, majd csökkenését figyelhetjük meg. Nyomásnövelés hatására az egyensúly a dimer forma felé tolódott el. Most húzzuk a dugattyút túl a 20 cm^3 -es jelzésen. A fecskendőben ismét a nitrogén-dioxid van túlsúlyban. A reakció nyomáscsökkenés hatására az ellenkező irányba tolódott el. Az egyensúlyt a hőmérséklet változtatásával is befolyásolhatjuk.

4. A nitrogén-monoxid és nitrogén-dioxid oldódása vízben

A nitrogén-monoxid és nitrogén-dioxid vízben való oldódásának összehasonlításához 1-1 nitrogén-monoxiddal és nitrogén-dioxiddal töltött fecskendőre van szükségünk. Az utóbbihoz felhasználhatjuk a 3. kísérlethez szükséges nitrogén-dioxidot. Egy nagyobb főzőpohárba töltünk desztillált vizet. Először a nitrogén-monoxidos fecskendőbe szívunk fel kb. 5 cm^3 vizet. Ujjunkkal befogva a fecskendő nyílását emeljük ki a vízből és rázzuk össze a tartalmát (5.ábra). Láthatjuk, hogy a nitrogén-monoxid nem oldódik vízben. Ugyanígy járunk el a nitrogén-dioxiddal töltött fecskendővel. A nitrogén-dioxid oldódik a vízben, a dugattyú lefelé mozdul el. A következő reakció játszódik le:



A reakcióban keletkező salétromsav bomlékony, diszproporciós reakcióban salétromsavra és nitrogén-monoxidra bomlik.:

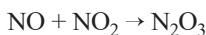


A keletkezett oldatot kémcsőbe nyomom és univerzál indikátort csepegtetek hozzá, mely narancssárga színnel jelzi a savasságot.

5. A dinitrogén-trioxid előállítása

A dinitrogén-trioxid a salétromossav anhidridje. Bomlékony, csak alacsony hőmérsékleten stabilis vegyes oxid.

Egy fecskendőben előre elkészítetünk 20 cm³ nitrogén-monoxid és 5 cm³ oxigén keverékét. Így 1:1 mólárányú nitrogén-dioxid és nitrogén-monoxid elegyéhez jutunk. A fecskendőt lezárjuk egy fecskendősapkával. Mártjuk a fecskendőt ammónium-klorid és jég hűtőkeverékébe. Kis idő múlva egy kék folyadék - dinitrogén-trioxid – kondenzálódik le a fecskendő falán. Habár kis térfogatú gázkeveréket használtunk fel, ennek ellenére jól észlelhetők a dinitrogén-trioxid folyadékcseppecskéi. Ha a fecskendőt felmelegítjük, visszkapjuk a kiindulási gázkeveréket. A nyomás változtatásával szintén befolyásolható az egyensúly.

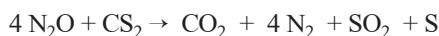
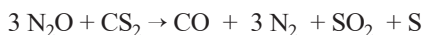


6. Wuffi – Szén-diszulfid gőz égetése dinitrogén-monoxidban

Jól ismert kísérlet, hogy nitrogén-monoxidban vagy nitrogén-dioxid és nitrogén-monoxid keverékében a szén-diszulfid égése fény- és hanghatással jár. Viszont a látvány ellen szól a felhasznált anyagok kellemetlen szaga, mérgezősége. Ezt a szép kísérletet könnyen átalakíthatjuk tanárbarátabbá.

A nitrogén-monoxid és nitrogén-dioxid helyett egy másik nitrogén-oxidot, dinitrogén-monoxidot is használhatunk. Kis mennyiségben nem mérgező, a szaga is kellemes, és könnyen hozzá tudunk férni, mivel a kereskedelemben kapható habpatronokat is ezzel töltik. A kísérlet másik problémás pontja a szén-diszulfid használata. Fontos, hogy pontosan mérjük ki a szén-diszulfid térfogatát: ha kevés robbanik, ha sok lassú az égés. A kiméréshez egy 2 cm³-es fecskendőt használunk. A szén-diszulfidot egy átalakított orrcsappes üvegben tároljuk, amit egy vastag szilikonlap zár le.

Töltsünk meg egy 1 literes vastag falú üveget vízzár alatt dinitrogén-monoxiddal, amit egy üres szódászfifonba csavart habpatronból nyertünk. Ezután zárjuk le a víz alatt az üveget és emeljük ki. A tetejét kissé elmozdítva spricceljünk bele pontosan 0,7 cm³ szén-diszulfidot, majd várjunk, hogy elpárologjon. Vegyük le a tetőt, és egy gyújtópálca segítségével gyűjtjük be a gázkeveréket. A következő reakciók játszódhatnak le:



A kísérlet hanghatásáról kapta a nevét: Wuffi.

Név, képlet	A N ox. száma	Van-e magános e ⁻ -ja	Fizikai tulajdonságok (hőmérséklet adatok: °C)
Dinitrogén-monoxid (N ₂ O)	+ 1	-	színtelen gáz Op.: -90,86 Fp.: -88,48
Nitrogén-monoxid (NO)	+ 2	+	színtelen gáz Op.: -163,6 Fp.: -151,8
Dinitrogén-trioxid (N ₂ O ₃)	+ 3	-	kék folyadék Op.: -100,7
Nitrogén-dioxid (NO ₂)	+ 4	+	barna gáz, reverzibilisen N ₂ O ₄ -dá dimerizálódik
Dinitrogén-tetraoxid (N ₂ O ₄)	+ 4	-	színtelen gáz Op.: -11,2 Fp.: 21,15
Dinitrogén-pentaoxid (N ₂ O ₅)	+ 5	-	színtelen, ionos, szilárd 32,4 °C-on szublimál

1. táblázat: Néhány nitrogén-oxid és fizikai jellemzőik

Irodalomjegyzék

Viktor Obendrauf: Kémia kísérletek a kémiaoktatásban

Bruce Mattson, Joe Lannan: Experiments with Nitrogen-oxides.

CHEM13NEWS 1997. február 255. szám

N. N. Greenwood, A. Earnshaw: Az elemek kémiája II. kötet. Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp., 1997.

R. Bruce King: Encyclopedia of Inorganic Chemistry. John Wiley & Sons Ltd. 1994.

EGÉSZSÉGÜNK ÉS A VITAMINOK (a C-VITAMIN)

Hock Georgina, Papp Zsanett

PTE. 2. sz. Gyakorló Általános Iskola, Pécs

Felkészítő tanár: Dr. Halblender Anna

„Ételed az életed” – halljuk gyakran a szólást. Egyre bővül az élelmiszerek köre, mely táplálkozásunkhoz, testünk épüléséhez illetve életfolyamataink fenntartásához rendelkezésünkre áll. Nem mindegy az egészségünk megőrzése miatt sem, hogy mit fogyasztunk, hogyan választunk a „bőség kosarából”.

Alapvető tápanyagainkon (fehérjék, zsírok és olajok, szénhidrátok) kívül szükség van a táplálék útján kis mennyiségben a szervezetbe bejutó szerves anyagokra is, melyek jelenléte nélkülözhetetlen az emlős szervezetek számára, fontosak az életteni folyamatok fenntartásához. Ezek a vitaminok. A szervezet biokatalizátorainak is nevezik őket. Mivel a szervezetünk nem képes előállítani ezeket az anyagokat, úgy kell a táplálékainkat összeválogatni, hogy elegendő vitaminhoz jussunk, így a hiánybetegségeket megelőzzük.

A vitaminok egy része zsírban oldódó (pl.: A, D, E, K), másik része vízben oldódó (pl.: B, C). Ismeretük azért fontos, mert nem egyformán viselkednek, azaz eltérően ürülnek illetve tárolódnak.

Ismertetjük az abc betűivel jelzett legfontosabb vitaminok szerepét, hiányának következményeit, valamint, hogy mely élelmiszerek fogyasztása biztosítja a szervezet vitaminellátását.

A C-vitaminról (melynek neve L-askobinsav) részletesebben is szólunk. Ismertetjük felfedezését, felfedezőjét *Szent-Györgyi Albertet*, összetételét, tulajdonságait. Beszámolunk azokról a kísérletekről, melyeket a C-vitamin kimutatására végeztünk (tablettában illetve egyes élelmiszerekben). Összegyűjtjük, hogy melyek azok az élelmiszerek, melyekből legcélszerűbb fedezni a C-vitamin szükségletet. Összehasonlítjuk a nyers és főtt zöldségfélék C-vitamin tartalmát. Van-e C-vitamin a gyümölcslevegekben és az üdítő italokban? Hogyan változik a tárolással a növények, élelmiszerek C-vitamin tartalma? Influenzajárvány, megfázás, fertőző betegségek idején nagyobb mennyiségű C-vitamin fogyasztását javasolják. Sokféle kiszerezésű tableta is a rendelkezésre áll ehhez.

Manapság a reklámokban gyakori szereplők a vitaminok (pl.: Centrum, Multivitamin stb.). Hogyan vélekednek erről a szakemberek és a fogyasztók?

NYOMOZÁS NEUTRONOKKAL (A RADIOAKTIVITÁS HASZNOS IS LEHET?)

Gábor Máté

*Felkészítő tanár: H Fodor Erika Savanyá Angéla
Trefort Ágoston Gyakorló Iskola (ELTE), Budapest*

1. A különböző analitikai módszerek ismertetése röviden

A tudományt mindig foglalkoztatta, hogy az anyagokban „mi van és mennyi van belőle”. A válasz sokáig váratott magára. Az első használható módszert a XIX. Században a hagyományos kémiai mutatta fel. A kémiai minőségi analízis általában különböző csapadékok kiválásán alapul. Például egy anyag széntartalmát ki lehet mutatni a következő módon: az anyag égése során keletkező gázt $\text{Ca}(\text{OH})_2$ oldatba vezetjük, és ha CaCO_3 csapadék válik ki, akkor a vizsgált anyag tartalmaz szenet. Ha pedig egy anyag vizes oldatából lúg hatására csapadék válik ki, majd ez a csapadék további lúg hatására feloldódik, akkor Al^{3+} tartalomra lehet gyanakodni. A mennyiségi összetételre következtethetünk például a csapadékok, vagy megfelelően megválasztott folyamatok során keletkező gázok tömegéből. Ennek a módszernek az érzékenysége azonban gyakran nem elég nagy, és pontossága sem mindig megfelelő. Problémát okoz az is, hogy a különböző muveletek során nehéz elkerülni, hogy közben ne változzon az anyag összetétele.

Szükség volt tehát pontosabb, érzékenyebb módszerek kidolgozására.

A műszeres analitikai módszerek alkalmazásakor a vizsgált anyag fizikai, fizikai-kémiai tulajdonságait vizsgálják, és ezekből következtetnek az összetételre. Ilyen fizikai sajátságok lehetnek például: Folyadékok felületi feszültsége, belső sűrűdése, vezetőképesség, vagy optikai tulajdonságok (pl.: fénytörés). Ezek a módszerek már jóval pontosabbak, mint a hagyományos kémiai módszerei. Gyakran automatizálhatók, és így lehetővé válik a különböző gyártási folyamatok önműködő ellenőrzése is. A kiindulási anyagaink általában változatlan szerkezetben, és tömegben maradnak meg.

A neutron aktivációs analízis is egy analitikai módszer. A többi módszertől eltérően azonban itt az atommagot vizsgálják, és nem a körülötte lévő elektronhéj szerkezetét. Az atommagban a protonok és a neutronok meghatározott energiaszinteken helyezkednek el. A neutron aktivációs analízis során az elemezni kívánt anyagot neutron besugárással radioaktívvá teszik. A besugárzás hatására a nukleonok a magban gerjesztődnek, majd a besugárzás megszüntetésével visszaesnek eredeti állapotukba. A két állapot közötti energiakülönbségnek megfelelő energiájú sugárzást bocsátanak ki. Ezen sugárzás energiája jellemző az atommag minőségére, aktivitása pedig a magok mennyiségéről ad felvilágosítást.

2. Mérések, amikben részt vettem a BME tanreaktorának épületében

1. minőségi analízis:

- energia-kalibráció
- ^{22}Na kimutatása ismeretlen mintában

2. mennyiségi analízis

- hatásfok-kalibráció
- falevélben ^{60}Co tömegarányának meghatározása

3. A neutron aktivációs analízis előnyei

1. A mintából és mérendő elemtől függően viszonylag nagy érzékenység (mg/g, hg/g)
2. A besugárzást követően kémiai módszerekkel anélkül lehet elkülöníteni a radioaktív izotópokat, vagy eltávolítani a zavaró felületi szennyeződéseket, hogy ez befolyásolná az aktivitás-mérést
3. Stb.

4. A neutron aktivációs analízis felhasználása

1. Használható emberi testben a különböző nyomelemek kimutatására
2. Használható a környezetben különböző egészségkárosító hatásuk miatt fontos elemek kimutatására (például út mentén a fákra lerakódott szennyeződések)
3. Stb. Lásd az előadáson!

AZ ÜVEG (AZ ÓKORTÓL NAPJAINKIG)

Haller Szabolcs, Sebő András

Babits Mihály Gyakorló Gimnázium és Szakközépiskola, Pécs

Felkészítő tanár: Bodó Jánosné

Az emberiség évezredek óta állít elő üveget. Az üvegekészítés érdekes és tanulságos mind a tanár, a vegyész, mind pedig a hétköznapi ember számára.

Végigkísérhetjük az üvegszerű állapot természetes előfordulását és mesterséges előállítását. Nyomon követhetjük az üvegekészítés módszereinek fejlődését a kémiai ismeretek finomodásával összhangban. Bepillantást nyerhetünk egy ókori üvegekészítő mester mindennapjaiba.

Üvegre ma is szükség van, életünk egyik legfontosabb alapanyaga, fontos használati- és dísz tárgy. Éppen ezért meglehetősen eltérő és változatos követelményeknek kell megfelelnie. Korunk ismeretei lehetővé teszik, hogy a legkülönbözőbb tulajdonságokkal ruházzuk fel üvegből készülő tárgyainkat, függetlenül attól, kis mennyiségben, vagy nagy tömegben állítjuk-e elő azt.

Milyen ismeretek voltak az ókori egyiptomiak birtokában? Miképp finomodtak az előállítási módszerek az idő során? Miből is áll maga az üveg, mely összetevők miként befolyásolják az egyes tulajdonságokat? Kíváncsiak voltunk, miként tudták régen az igen kezdetleges kemencékben a kor legbámulatosabb zománcait, üvegedényeit kiégetni. Ennek jártunk nyomában, megismerkedtünk a módszerrel, majd a tapasztalatokat levonva magunk is megpróbálkoztunk üveg előállításával az évezredes módszer alapján. Közben elmélyítettük tudásunkat a kémia számos területén, rengeteg érdekességet, újdonságot tapasztaltunk, alaposabban megismertük az üveg tulajdonságait, közelebb kerültünk a minket körülvevő világhoz.

„HA ELSZABADUL AZ ANYAG ...”

Páli Szabolcs, Völgyi Edina, Molnár Bernadett

Premontrei Rendi Szent Norbert Gimnázium, Szombathely

Felkészítő tanár: Dr Öry Imre

1. Kísérlet: klórgáz indikálása.

A/4-es másolópapírra négyzethálós rendszert nyomtatunk, majd az egyik szélső – 1/1 helyet kihagyva – a rendszer többi helyére szemcseppentővel 1-1 csepp kálium-jodid oldatot juttatunk. Az 1/1 helyen kálium-permanganát kristály és 1.1 hígítású hidrogén-klorid oldat reakciójával klórgázt fejlesztünk. Fedjük le műanyagtálcával a tereket és a cseppek színének változásából következtessünk a térbeli klór-koncentrációra. A kivált jódnemysége a forráshely közelében a legnagyobb, a csepp elszíneződésének mértéke a távolság reciprokával fordított arányban csökken. A papír töltőanyaga a keményítő jódnemységként is szerepel.

2. Kísérlet: ammónia kimutatása.

Hasonló technikai megközelítéssel mutathatjuk be az ammóniagáz jelenlétét is. Ammónia forrásként a tömény szalmiákszesz oldatát használjuk. Indikálásra pedig a szintelen fenolftaleines oldatot cseppentjük a megfelelő helyekre. Ebben a kísérletben a bázikus kémhatásra színérzékeny fenolftalein indikátor színváltozásának mértékét használjuk ki. A forráshelytől távolodva fokozatosan halványodó cseppeket észlelünk.

A két kísérlettel mint egyszerű és olcsó modellezési lehetőséggel utalunk az anyagismeret fontosságára, a folyamatok értelmezésének szükségességére.

BARÁTUNK ÉS ELLENFELÜNK A SZÉN!?

Csárdi Milán, Pothárn Orsolya

Premontrei Rendi Szent Norbert Gimnázium, Szombathely

Felkészítő tanár: Dr. Óry Imre

Emlékeztető

15 éve *Csernobil* – RBMK – 1000 –, robbanás.

Az 1986. 04. 26. 01: 23:49 utáni pillanatok kémiai és – részben – fizikája.

- fűtőelem-pálcák, üzemanyagcsatornák fala felhasad,
- gőzrobbanás $\text{H}_2\text{O}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$ (fázisátalakulások)
- vízgázképződés és robbanás (durranógázok) $\text{CO}_{(\text{g})} + \text{H}_2_{(\text{g})}$
- grafitűz $\text{C}_{(\text{sz})}$ égése (a radioaktív anyagok emissziója kezdődik).

Egyszerű innovatív kísérletekkel közelítsünk a problémához. Mutassuk be és magyarázzuk a jelenségek kémiját.

1. Régi idők mozi-tüzei: szén ívlámpa, celluloid filmszalag, levegő, O_2 -égés feltételei.
2. Grafitral húzzunk ívet víz alatt és fogjuk fel a keletkezett gázokat, majd végezzük el a durranógáz-próbát.
- 3-4. Miért veszélyes a műanyagtüzek oltása vízzel? Választ az előbbieik alapján is adhatunk. Polietilén fóliából gombócot szorítunk a tégelyfogóval, majd meggyújtjuk, figyeljük a felület kormosodását.

A sűrítve égő anyagcseppeket először padozatra ejtjük – azok ott elalszanak –, majd a hasonló cseppeket vízzel telt üvegcsőbe ejtjük, s ott a felületre érkezés után lángcsóvával találkozunk (vígáz képződés, robbanás).

Hasonlítsuk össze a kétféle csepp színét – lehűlés után.

5. Halásszuk le az üvegcsőben lévő víz felületéről az elterült és el nem égett polietilén lapocskákat. A hirtelen hőstressz – hőmérsékletváltozás – gyorsan „öre-gítette” az anyagot. A lapocskák porrá morzsolhatókká váltak – azaz ezt a tulajdonságváltozást valószínűleg a hirtelen „környezetváltozás” okozhatta.

Esetünkben percekben belül bemutatható mindaz, ami a természetben elszórt polietilén hulladékon végbemegy több hónapos környezeti ingerek hatására (hideg-meleg-és fényhatások).