

A TARTALOMBÓL:

- Sajtérlelés – kémiatanítási projekkel
- Mesék és természettudományok
- A BET-egyenlet névadói
- „Tüdővitamin”
- A terrakotta hadsereg pigmentkémiája



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXVII. ÉVFOLYAM • 2022. MÁRCIUS • ÁRA: 850 FT



Tanítsunk Magyarorszáგért!



A lap megjelenését
a Nemzeti Kulturális Alap
támogatja

Nemzeti Kulturális Alap

A kiadvány
a Magyar Tudományos Akadémia
támogatásával készült

AUTOMATA TOC ANALIZÁTOROK VÁLTOZATOS KIVITELEKBEN A LEGKÜLÖNBÖZŐBB TERÜLETEKRE



A jól bevált „mindenes” TOC analízátor.

A nagytiszta vizektől az ivóvizen át a szennyvizekig alkalmazható széles mérés-tartománnyal, többféle NDIR típusú, 3...6 ppb LOD, akár 100000 ppm-es mérés-tartomány, folyadék- és szilárd minta üzemmód, integrált katalizátor-védelem, opcionális TN mérés IR, EC vagy CLD detektorral. Mintabeadás: 2,0 mL-ig!

A környezetvédelmi minták TOC analízátora.

Új, minden igényt kielégítő vezérlő szoftver, modern „SALTRAP” katalizátorvédő sóválasztó egység, 60*40 mL autosampler túöblítő funkcióval, beépített CLD detektor a precíz TN méréshez, flexibilis, mintatípusra optimalizált égetési hőfok 720-1200 °C-ig, autosampler szilárd mintákhoz.

TIC, TOC és elemi C mérés 1 bemérésből!

A talaj, és hulladék-minták analízisének ideális eszköze. TIC mérés sav-adagolás nélkül! Automatizált módszer a szerves és elemi széntartalom egymás melletti egyidejű mérésére. Szabvány megfelelés az EN 15936 és a DIN 19539 szerint. Autosampler hamuűritéssel.

TOC analízátor izotóp méréssel

A világon elsőként gyártott TOC-TNb-IRMS mérőrendszer ivóvíz, ipari víz, sóoldat, talajvíz és kivonatok mérésére. Márixfüggetlen elválasztás szabadalmaztatott APT technológiával.



AKTIV INSTRUMENT Kft.

ANALITIKAI BERENDEZÉSEK, AUTOMATA ANALIZÁTOROK
1145 Budapest Pétervárad u. 14.
Tel.: (1)-789-2778, Fax: (1)-785-8489
Mail: kozpont@aktivinstrument.hu
web: www.aktivinstrument.hu

C-H-N-S-O-CI

TC-TOC-TIC

TALAJ- ISZAP- ÉS HULLADÉK ANALIZISHEZ

varioMACRO cube MODULÁRIS SOKRÉTŰ ELEMALIZIS

- bemérés 0,1-1500 mg

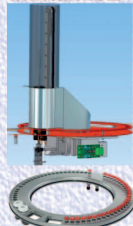
- He és Ar vivógáz átkapcsolhatóan

Autosamplerok szilárd mintákhoz

Autosampler folyadékok mintákhoz



60, 80 és 120 férőhely



TCD, NDIR, EC detektorok

üzemmódok:

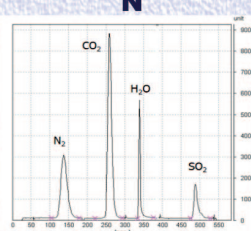
CHNS
CNS
CHN
CN
N

További mérhető paraméterek:

- oxigén
- klór
- TOC
- TIC



mérés akár 7000:1 C:N elemaránnyal!



éles peak-elválasztás mátrix-független kalibráció



garantáltan vak-mentes mintabeadás

varioMAX cube teljesítményben győztes

C N S

automata elemalízátor

- élelmiszer
- takarmány
- növény
- talaj
- iszap
- hulladék
- folyadék minták

gyors automata elemzése előkészítés NÉLKÜL!
kérje információnkat!



He helyett olcsóbb Argon gázra is!

akár **5g** bemérés

akár **5perc** alatt 1 mérés

elementar
Analysensysteme GmbH
EXCELLENCE IN ELEMENTS
www.elementar.de



Szerkesztőség:

Felölőszerkesztő: KISS TAMÁS
[SZEKERES GÁBOR] örökös főszerkesztő
Olvasószerkesztő: SILBERER VERA
Tervezőszerkesztő: HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:

ANDROSITS BEÁTA, BANAI ENDRE,
LENTE GÁBOR, NAGY GÁBOR,
PAP JÓZSEF SÁNDOR, [RITZ FERENC],
ZÉKÁNY ANDRÁS

Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

Szerkesztőbizottság:

SZÉPVÖLGYI JÁNOS,
a szerkesztőbizottság elnöke,
[ANTUS SÁNDOR], BIACS PÉTER,
BUZÁS ILONA, HANCSÓK JENŐ,
JANÁKY CSABA, KALÁSZ HUBA,
KEGLEVICH GYÖRGY, KOVÁCS ATTILA,
[LIPTAY GYÖRGY], MIZSEY PÉTER,
MÜLLER TIBOR, NEMES ANDRÁS,
ifj. SZÁNTAY CSABA, SZABÓ ILONA,
TÖMPE PÉTER, ZÉKÁNY ANDRÁS

Kapják az Egyesület tagjai és a megrendelők
A szerkesztésért felel: KISS TAMÁS

Szerkesztőség: 1015 Budapest, Hattyú u. 16.
Tel.: 36-1-225-8777, 36-1-201-6883
Fax: 36-1-201-8056
E-mail: mkl@mke.org.hu

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete
Felölős kiadó: ANDROSITS BEÁTA
Nyomdai előkészítés: Planta-2000 Bt.
Nyomás: Europrinting Kft.
Felölős vezető: ENDZSEL ERNŐ
ügyvezető igazgató

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete
Az előfizetési díjak befizethetők a CIB Bank
10700024-24764207-51100005 sz.
számlájára „MKL” megjelöléssel
Előfizetési díj egy évre 10200 Ft
Egy szám ára: 850 Ft. Külföldön terjeszti
a Batthyany Kultur-Press Kft.,
H-1014 Budapest, Szentháromság tér 6.
1251 Budapest, Postafiók 30.
Tel./fax: 36-1-201-8891, tel.: 36-1-212-5303

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:
SÜLI ERIKA

Magyar Kémikusok Egyesülete,
1015 Budapest, Hattyú u. 16.
Tel.: 36-1-201-6883, fax: 36-1-201-8056,
e-mail: mkl@mke.org.hu

Aktuális és archivált számaink honlapunkon
(mkl.mke.org.hu) olvashatók

Index: 25 541
HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)
HU ISSN 1588-1199 (online)
DOI: 10.24364/MKL.2022.03

A lapot az MTA MTMT indexeli, és a REAL,
továbbá az Országos Széchényi Könyvtár
(OSZK) Elektronikus Periodika Adatbázisa
és Archivuma (EPA) archiválja



Derűs, tulipános márciusi beköszöntőt írni ebben a betegség-félelmekkel terhelt időben nem könnyű dolog. A magán-, szakmai és hivatalos társaságokban a Covid-témáé a vezető szerep. Megfelekedtünk például megemlékezni a Covid első kémikus áldozatáról, aki Schuman Béla, az MKE Klinikai Kémiai Szakosztályának egykori elnöke volt, a PSA-teszt magyarországi honosításának szervezője. Ennek a márciusi számnak utolsó szerzője szintén Covid-áldozat, Ritz Ferenc, aki saját áttekintő rovatot szerkesztett az utóbbi években. Nagy sikerrel.

Szakosztályok szünnnek meg, alakulnak át vagy új szakterületek szökkennek szárba. Ez jó dolog. És az is jó, hogy kissé fellélegezve könnyed és érdekes cikkeket olvashatunk a lapban. Inzelt György és Braun Tibor professzorok tudománytörténeti tanulmányai kétségkívül a legnagyobb érdeklődésre tarthatnak számot, nemcsak tartalmuk, hanem igen színvonalas stílusjegyeik miatt is. A tartalom és a forma egységét, a természettudomány népszerűsítését tőlük tanulhatják meg igazán a jövő szakírói.

Csupor Dezső „Ködpiszkáló” rovata szintén minden olvasó érdeklődését felkeltheti.

Március alkalmából emlékezünk illik a Than fivérekről (Than Mór festőművészről, Than Károly vegyészprofesszorról, a magyar kémiai oktatás megeremtőjéről) és Lengyel Béla gyógy-szervegyészről, akik az 1848-as dicsőséges események alatt kezdték meg sikeres pályájukat.

Tömpe Péter
az MKL szerkesztőbizottságának tagja,
az MKE Kémia- és vegyipartörténeti szakosztályának elnöke



THAN MÓR: A KÁPOLNAI CSATA

TARTALOM

KÖZOKTATÁS – TANÁRI FÓRUM

Kiss Edina: „Tanítsunk Magyarorszáért!” – kortárs mentorálási program a köznevelésben (is) **70**

OKTATÁS

Magyar László: A sajtók érlelése és az ismeretek felhasználása a kémia oktatásában **74**

Weber Márton: Mesék és természettudományok. A TETT-mesepályázat díjátadója **80**

KITEKINTÉS

Inzelt György: Kiről nevezték el? A BET-egyenlet **82**

Csupor Dezső: Ködpiszkáló. „Tüdővitamin” **85**

Krutsay Miklós: Adatok az epefestékek hisztokémiájához **86**

Braun Tibor: Csin Si Huang-Ti, Kína első császára terrakotta hadseregének színei és pigmentkémiája **88**

Ritz Ferenc: Környezetvédelem – a környezetünk, a természet vagy önmagunk védelmezése? **92**

VEGYÉSZLELETEK

Lente Gábor rovata **94**

MEGEMLÉKEZÉS

Szilágyi Imre Miklós: Búcsúunk Liptay Györgytől (1932–2022) **96**

Androsits Beáta: Búcsú Liptay Györgytől – Kedvenc Professzoromtól **97**

A HÓNAP HÍREI **98**



Cimlapunkon:
„Tanítsunk Magyarorszáért!”
– kortárs mentorálási program a köznevelésben (is)



Kiss Edina

■ ELTE TTK Kémiai Intézet | edina.kiss@ttk.elte.hu

„Tanítsunk Magyarorszáért!” – kortárs mentorálási program a köznevelésben (is)

Bevezetés: a program indulása, célja, résztvevői

A „Tanítsunk Magyarorszáért!” mentorálási program (a továbbiakban TM) 2019 februárjában indult. Célja a kistérségeken élő, főleg hátrányos helyzetű, 12–16 év közötti fiatalok segítése a munkaerőpiacra való bekerülésben. [1] Erre a részt vevő felsőoktatási intézmények saját hallgatóikat készítik fel, akik jelenléti mentorálás során kísérik az általános iskolás tanulókat, és heti rendszerességgel igyekeznek a segítségükre lenni. A kezdeményezés az Innovációs és Technológiai Minisztérium, az Emberi Erőforrások Minisztériuma, a Klebelsberg Központ és a Hallgatói Önkormányzatok Országos Konferenciája (a továbbiakban HÖÖK) összefogásával kezdődött 2018 decemberében, és ma már több egyetem és számos általános iskola közreműködésével zajlik. A gyakorlati megvalósításért országos szinten az IFKA a felelős (2013 óta az Iparfejlesztési Közalapítvány jogutódja).

Első körben a Pécsi Tudományegyetem, a Miskolci, a Nyíregyházi és a Debreceni Egyetem hallgatóit vonták be az egyetemi mentorprogramba. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem (a továbbiakban ELTE) egy félévvel később, az Eszterházy Károly Egyetemen egyidőben csatlakozott a programhoz, így 2020 februárjától már hat egyetem hallgatói vettek részt benne, és azóta még tovább bővült a társuló oktatási intézmények köre.

A program további három pillérrel is rendelkezik (középiszkolás mentorprogram, HÖÖK mentorprogram és vállalati mentorprogram), [1] a jelen cikk azonban most csak az egyetemi mentorprogrammal foglalkozik.

A megvalósítás módja, a program fejlődése

A mentorálás fogalma sem a hazai, sem a nemzetközi szakirodalomban nem tisztázott teljes mértékben, de az alábbi három pontban egyetértés mutatkozik: „(1) a mentor a mentorálnál tapasztaltabb, nagyobb tudással rendelkező személy, (2) aki a mentorált fejlődésének elősegítését szem előtt tartva nyújt segítséget, iránymutatást (3) erős kötődéssel jellemezhető bizalmi kapcsolat keretében.” [2] Természetesen ez a feladat rendkívül komplex, ezért a hallgatók első körben egy képzésen vesznek részt, amelyet egy kétkredites, szabadon választható felkészítő kurzus biztosít (TM1). A kurzus lehetővé teszi, hogy bepillantást nyerjenek az őket váró feladatok és problémák elméleti hátterébe, de alapvetően a gyakorlati megoldások elsajátítása a cél. A tematika az alábbi területeket érinti:

- a mentorálás fogalma, a mentor szerepe és feladatai;
- hátrányos helyzetű települések és iskolák jellemzői;
- a serdülőkor jellemzői és problémái;
- a hátrányos helyzet fogalma, szociológiai okai, következményei;
- hátrányos helyzetű gyerek a társadalomban és az iskolában;
- a cigányság helyzete, kultúrája, részvételük az oktatásban;
- különleges bánásmódot igénylő tanulók jellemzői;
- a tanulási nehézségek típusai, jellemzői, felismerésük, segítségadás;
- kultúra és kommunikáció, asszertív kommunikáció;
- a tanulás tanítása;
- a digitális tanulás lehetőségei;
- a szabadidő eltöltésének módjai;
- mentorálási helyzetgyakorlatok.

A témák feldolgozása során nagy hangsúlyt kap a gyakorlat, hiszen a mentoroknak a következő félévtől már terepen kell bizonyítaniuk a rátermettségüket.

A második félévtől kezdve minden mentor elszegődik egy adott település általános iskolájába, ahol átlagosan 4 hátrányos helyzetű mentoráltat vesz a szárnyai alá. Ebben a szakaszban a mentorok havi negyvenötezer forint ösztöndíjban részesülnek, amelyből tízezer forintot a mentoráltjaikra költenek a programok során. A hallgatók hetente 6 órát töltenek együtt a tanulókkal, amely időtartamból a távolabbra utazók kedvezményt kapnak, de ez maximum 2,5 óra lehet a távolságtól függően. A foglalkozások zöme az általános iskolákban zajlik, és a hosszú hónapok során hétről hétre alakul ki a bizalmi kapcsolat a mentorok és tá-

Kémiai kísérletek bemutatása a mentorálás során





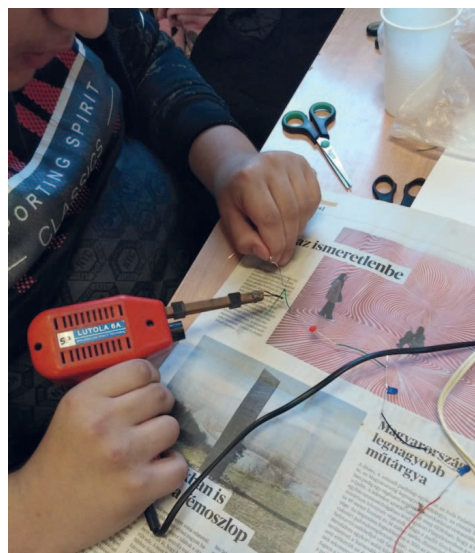
mogatottjaik között. Ezt a folyamatot egy mentoráláskísérő egyetemi kurzus segíti (TM2), ahol a hallgatók heti rendszerességgel vesznek részt csoportos foglalkozásokon, amelyeket az oktatóval való egyéni konzultációk egészítenek ki. Ezek az órák dolgozzák fel azokat a problémás eseteket, amelyek megbeszélése a nagyobb csoportlétszám miatt sem ütközik etikai akadályokba. Emellett a hallgatók ötleteket is gyűjtenek a különböző mentorálási foglalkozások tervezéséhez. Az idő előrehaladtával a már több féléve mentoráló hallgatók segítségét nyújtanak a kezdőknek korábbi tapasztalataik alapján.

Mind a mentorok, mind a mentoráltak kapnak egy ún. TM-kártyát, amellyel a mentorálás időszakában országosan bármely MÁV-vonalon és a kijelölt helyközi autóbuszokon ingyenesen utazhatnak. Minden iskolában létszámtól függően van egy-két iskolai koordinátor, akik rendszerint a tanári karból kerülnek ki. Ők segítik a hallgatókat a helyi mentorálásban, a szervezésben, az iskolába való beilleszkedésben.

A program központi honlapján a mentoráltak kivételével mindenki rendelkezik belépési jogkörrel az adminisztrációhoz. Heti rendszerességgel olvashatók a mentorok beszámolóit a történekről, amely beszámolókat mind az iskolai koordinátoroknak, mind az egyetemi oktatóknak jóvá kell hagyniuk. [1] A hallgatók többféle foglalkozást tarthatnak a gyerekeknek, de akár hospitálhatnak is az adott csoport óráin, hogy iskolai, tanórai környezetben is lássák, miként viselkednek, dolgoznak, tanulnak mentoráltjaik. A gyerekekkel töltött időt sokféleképpen lehet tervezni. A mentoroknak módjukban áll csoportos vagy akár egyéni foglalkozásokat is tartani. Lényeges, hogy mindig előre meg kell tervezni, hogy mi a célja az adott alkalomnak, majd a megvalósulás után az aznapi értékelésben egy 10-es skálán jelölni kell, hogy milyen mértékben valósult meg ez a cél. A mentorálás kezdetén a legfontosabb feladat megismerkedni a tanulókkal, ami akár több alkalmat is igénybe vehet, hiszen a különböző területeken való fejlesztés alapos előzetes ismereteket kíván a tanulókról. Gyakran szükség van az önbizalom növelésére vagy a személyiség megfelelő fejlesztésére ahhoz, hogy egy tanulót a képességeihez mérten jó irányba terelhessenek a továbbtanulás útján. Más mentoráltaknál még a tanulás iránti pozitív attitűdöt is fejleszteni kell, mert ez számos esetben nem megfelelő. Érdemes foglalkozni a tanulás tanításával, hiszen rendszerint a sikertelenség oka a helytelen tanulási szokásokban rejlik.

Eddigi tapasztalatok, a jelenléti és az online mentorálás előnyei, hátrányai

Az elmúlt négy félév az ELTE résztvevői számára nagyon sok tapasztalattal szolgált. Az ELTE-n a programot a Tanárképző Központ koordinálja, [3] de nemcsak a tanárszakosok, hanem az ELTE mind a kilenc karáról részt vesznek hallgatók a programban. 2022 tavaszi félévében már több mint 250 hallgató végez mentorálást az ELTE 20 Pest és Nógrád megyei partneriskolájában. Az új felkészítő kurzusokra pedig újabb 200 érdeklődő hallgatót várnunk. A felkészítő és a mentoráláskísérő kurzusokat az ELTE öt karáról 20 oktató tartja. Az oktatók, a szervezők és a hallgatók segítségével folyamatosan alakítjuk „testre szabjuk” az igényeknek megfelelően a program azon részeit, amelyek rugalmasan kezelhetők, és a célok megvalósítását hatékonyan támogatják. Más egyetemekhez hasonlóan minden félév végén oktatói, hallgatói és iskolai koordinátori kérdőívek segítségével mérjük fel, hogy mi az, ami jól működött, és min szükséges változtatni ahhoz, hogy még eredményesebben dolgozhassunk együtt mind-



Soros kapcsolású égősort forrasztanak a mentoráltak

annyian a gyerekek jövőjéért. Központi szervezésben a mentorálásban részt vevő gyerekek is véleménykérő kérdőívet töltenek ki. A program népszerűségét mi sem bizonyítja jobban, hogy félévenként egyre több felkészítő csoport indul, kurzusonként 24–25 fővel. A 2020. őszi félévtől elindultak a mentoráláskísérő kurzusok is, amelyekből a 2022. tavaszi félévben már 16-ot hirdettünk meg, csoportonként 16–17 fővel. Az eddigi tapasztalataink szerint a felkészítő kurzus után a hallgatóknak több mint 60%-a kezd el a mentorálást.

Az elmúlt időszakokban a jelenléti és az online mentorálás együtt folyt az iskolákban. A hallgatók számot adhattak felkészültségükről, és az eddigiek alapján elmondhatjuk, hogy nagy többségben az elvárásoknak megfelelően, sőt sokan azon felül teljesítették a feladataikat. A vírus terjedése azonban mindannyiunk életét felbolygatta. 2021. március elejétől bő két hónapra távolléti mentorálásra kényszerültünk, ami helyenként visszavette a munkát, a motivációt. Néhány településen a legjobb szándék ellenére is maradtak nehezen elérhető tanulók. Ez a mentorokat lelkileg nagyon megviselte, hiszen mindannyian szerették volna jól végezni a feladatukat. Így azonban a legjobb felkészültség ellenére sem tudták felvenni a harcot az eszközök vagy az érdeklődés hiányával.

Voltak közösségek, amelyekben sokkal nagyobb problémákat kellett megoldani annál, mint hogy a gyerekeknek nincs okostelefonja, amivel részt vehetne az iskolai órákon és a mentorálási alkalmakon. Fontos figyelembe venni, hogy nagyrészt hátrányos helyzetű gyerekek vesznek részt a programban, és voltak családok, ahol a nagyobb gyerekeknek kellett vigyázniuk a kisebbekre addig, amíg a szülők eljárhattak dolgozni, mert még volt hová. Az is előfordult, hogy olyan sok gyerek és felnőtt volt összezúfolódva egy helyiségben, ami már alkalmatlanná tette a környezetet nemcsak az online mentorálásra, hanem az online iskolai órákon való részvételre is. Néha a család egyéb tagjai is bebeleszóltak a programba, amely a képernyőn keresztül zajlott. Ilyenkor a hallgatók igyekeztek kreatívan hozzáállni a mentoráláshoz és bekapcsolni a családtagokat is. Volt olyan mentor, aki az iskola segítségét, mások a postai szolgáltatásokat vették igénybe ahhoz, hogy a gyerekekhez eljuttassák azokat az eszközöket, feladatokat, amelyeket feltétlenül szükségesnek éreztek ahhoz, hogy a kapcsolat ne szűnjék meg, folyamatos maradjon az online időszak alatt is. Akik nem érték el saját mentoráltjaikat, azok bekapcsolódtak a társaik foglalkozásaiba, hogy ott segítsenek, ahol tudnak, ahol szükség van rájuk. Az összefogás



mindenki részéről maximálisan működött, az iskolai koordinátorok és az oktatók részéről is, akik a csoportos foglalkozásokon és az egyéni konzultációkon nyújtottak támogatást lelkiileg és tévőlegesen is. A távolléti mentorálás során az egyes kurzusok, illetve a települések hallgatói között olyan szoros kapcsolat, összetartás alakult ki, amelyre mindig számíthattak, ha problémájuk volt. A közösségben rejlő erő most is megmutatkozott, és nem hagyta, hogy bárki magára maradjon.

Sajnos azonban ekkora létszám és diverzitás mellett nem lehet az erodálódást elkerülni. A hallgatók többsége, több mint 70%-uk a következő félévben is vállalja a mentorálást, amely hosszú távon sokkal hatékonyabb. De különféle okokból néhányan lemorzsolódnak, többnyire akkor, amikor valaki befejezi a tanulmányait az egyetemen, vagy ösztöndíjjal külföldre utazik a következő szemeszterben. Olyan hallgató is akad, akinek anyagi okokból munkahelyet kell keresnie, és így már nem tudja felelősséggel vállalni az eddig rá bízott tanulókkal való foglalkozást. Összességében azonban kijelenthető, hogy a program céljainak megvalósulása a legjobb úton halad, és a befektetett munka a reményeink szerint hamarosan megtérül.

A program és a tanárképzés kapcsolata

A mentorálás tevékenysége leginkább a tanárszakos hallgatók profiljába illeszkedő feladat, és arányaiban többen is jelentkeznek a tanárképzésből, mint más területről. Ugyanakkor fontosnak tartjuk, hogy az ELTE minden karáról legyenek résztvevők a programban. Más karok hallgatói is szívesen osztoznak a társadalmi felelősségvállalásban, a mentoráltaknak is hasznos a sok különféle szakos hallgatóval való találkozás, így számukra is színesebbé válik a világ. A nem tanárszakosok érdeklődési köre, hozzáértése jelentősen gazdagítja a tevékenységek tartalmát, a programot. Más nézőpontokból világíthatnak rá egy-egy problémára, ezáltal remekül kooperálhatnak a mentorok egymással. A mentoráltak tanítása, oktatása nem tartozik az alapvető célok közé, a pályorientáció, a továbbtanulásra való ösztönzés, a szabadidő hasznos eltöltése a legfőbb feladat. De ha szükséges, a tanulmányokat is igyekszünk segíteni, tehát a korrepetálás is a mentori tevékenységek közé tartozik. A szaktól függetlenül hallgatóink rendelkeznek annyi tudással, amellyel képesek ezt a feladatot is az esetek túlnyomó többségében ellátni.

Természettudományos nevelés a programon belül, lehetőségek, kapcsolódás a kémiához

Az ELTE csatlakozása óta négy félév telt el, ami azt jelenti, hogy az első TM1 felkészítő kurzus után van, aki már három félévet is mentorált. Ennyi idő alatt nagyon sok tapasztalatra tettünk szert. Oktatóink nagy része TM1 felkészítő és TM2 mentorálási-kísérő kurzust is vezetett már. Így az elmélet összekapcsolódott a gyakorlattal, és még hatékonyabbá vált a hallgatókkal való együttműködés. Nagyon sok tényezőtől függ, hogy konkrétan kinek milyen segítség válik hasznára, kezdve a hallgató szakjától, érdeklődési körétől és felkészültségétől, a kiválasztott iskolán keresztül egészen a mentoráltak képességéig és hozzáállásáig. És ezek csak a főbb szempontok voltak.

A hallgatók nagyon ügyesek a különböző tevékenységek szervezésében, legyen szó akár a tartalomról, akár a módszerekről, és mostanra már sok jó gyakorlat gyűlt össze, amelyekből lehet válogatni mind a jelenléti, mind a távolléti mentorálás esetében. Az eddig megosztott tartalmakat tekintve azonban azt mond-



Karácsonyi kézműves foglalkozás

hatjuk, hogy ezek kismértékben kötődnek a természettudományos témákhoz és a legkevésbé a kémiához. Legfiatalabb mentoráltjaink hatodikosok. Őket már a természettudomány (a 2020-as NAT előtt természetismeret) tárgykörében lehet támogatni. A hetedikes és a nyolcadikos tanulókat pedig, amennyiben az általános iskola a diszciplináris tárgyak különálló oktatását választotta, akár már kémiából is. [4] Mentoraink gyakran segítenek a matematika házi feladat megoldásában, de pl. a kémiával kevésbé kerülnek kapcsolatba. Ezt vagy a mentoráltak igénylik kevésbé, vagy maga a mentor kényszerül azt mondani, hogy ebben nem tud segíteni. Aki nem kémiatanár szakos, annak ez valószínűleg nehezebbé esik támogatás nélkül. Pedig rá lehet mutatni e területek szépségére egy-egy interaktív foglalkozás során, legyen az akár egy kirándulás a természetben vagy egy kísérleti bemutató az iskola falain belül. A lényeg, hogy a mentorok is megkapják ehhez a megfelelő támogatást. Ezért 2021 őszén a csoportos konzultációk során mentoraink részt vehettek olyan választható tematikus foglalkozásokon, felkészítéseken is, amelyeken közösen végezhetünk kémiai kísérleteket, és együtt gondolkodhattunk azok egyszerű, de mégis tudományos magyarázatáról. [5] Ezek az alkalmak és persze a folyamatos kapcsolattartás nagymértékben hozzájárulhatnak a nem tanárszakos vagy a nem természettudományos tanárszakos mentoraink önbizalmának növeléséhez, hogy bátran vállalják e területen is a mentorálást.

Mentorok beszámoló

A programban részt vevő mentorok nemcsak heti rendszerességgel adnak számot tevékenységükről, hanem a félévek zárásakor reflexiókat is írnak, amelyekben összefoglalják, hogy milyen mértékben sikerült elérniük a korábban kitűzött céljaikat, milyen nehézségekkel találták szembe magukat, illetve mivel gazdagodtak, miben fejlődtek az elmúlt időszakban. [6] Természetesen számunkra az is érdekes, hogy milyen kapcsolódásaink lehetnek a természettudományokhoz, illetve a kémiához. Jelenleg a rendszerben nagyon kevés kémiatanár szakos vagy kémia alapszakos hallgató dolgozik, de számuk növekszik. E cikk írásakor arra kértem őket, hogy osszák meg velem ez irányú tapasztalataikat.

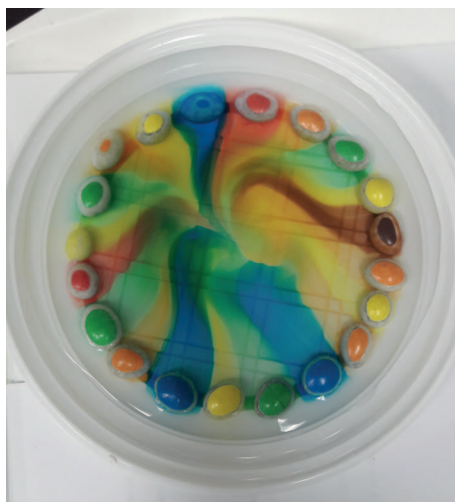
„A végső tapasztalatom az, hogy a gyerekeknek igényük van a természeti jelenségeknek a nyelvükre lefordított, látványosan és részletesen elmagyarázott tárgyalására. Azt vettem észre, hogy maga a tudomány közelebb hozásával a külső (falun kívüli, helyzetükön kívüli) világ közelebb kerülését indukáltam bennük. Öszszességében azt gondolom, hogy ha belefér, igenis igényük van



az érthető, tudományos világkép megismerésére.” – *Juhász Balázs, kémia–fizika tanár szakos hallgató*

„Volt részem néhány kémiaórát is végighospitálni. (...) Itt a szaktanárnak komoly munkát jelent önmagában az, hogy a gyerekek figyeljenek, és hogy a kulturális szakadék miatt olyan példákat hozzon, amit mindegyik gyerek megért. Ahol a diákok gyengén olvasnak, és nem az iskolába járás a prioritás a családokban. Állandóan motiválni a gyerekeket óráról órára (...) Elismerésem. Az ELTE gyakorlóiskolái után ez nem a mélyvíz, hanem a Mariana-árok. Egy csöppnyi büszkeséggel töltött el, hogy amit láttam és tapasztaltam, nem tántorított el attól, hogy egyszer kipróbálnám magam egy ilyen iskolában is, mint szaktanár.” – *Pintér Trude Margaréta, kémia–biológia tanár szakos hallgató*

„A program alapvető célja az iskolai lemorzsolódás csökkentése, ami hetedik osztályt mentorálva többek között a korrepetálást, a házi feladatokban való segítséget jelenti a tanulmányokat illetően. Legtöbbször matematikával, fizikával és kémiával kapcsolatosan volt ránk szükség egyéni vagy kiscsoportos foglalkozások levezetésében. A tantermi tanuláson kívül cél az is, hogy ezek a hátrányos helyzetű gyermekek ne csak a saját falujukat ismerjék, hanem lássanak más településeket, például leendő középiskolájuk városát, valamint magukat a szóba jövő intézményeket is megtekinthessék. Ezen kívül szeretnénk nekik pozitív, nem mindennapi élményeket szerezni. Erre jó példa talán a karácsonyi „bull”, ahol az egyik választható program egy égősor készítése volt. A LED égők és megfelelő nagyságú ellenállások kivételéseit a gyerekek forrasztgatták össze. Ezzel szerettünk volna példát adni a természettudományos ismeretek alkalmazására, illetve egyszerű, ám hasznos műveleteket végezhetnek a tanulók a tanórai kereteken kívül.” – *Kéri Máté, kémia–matematika tanár szakos hallgató*



**Cukorka-
szivárvány**

A fenti beszámoló alapján azt gondolom, hogy vannak lehetőségek a programban e téren is, de ezek még kiaknázásra várnak. Az utóbbi néhány évben különösen fontossá vált a közoktatásban az MTMI (matematikai, természettudományos, műszaki és informatikai) szakok népszerűsítése, [7] mivel egyre kevesebben jelentkeznek e területekre továbbtanulni. Talán érdemes lenne ebben a programban is helyet adni a természettudományos gondolkodás fejlesztésének, hiszen a munkaerőpiacon ma nagy verseny van a mérnök végzettségű munkavállalóért, és lesz is az elkövetkezendőkben. A természettudományos műveltség fel fog értékelődni. Nemcsak azoknak lesz nagy szükségük rá, akik ilyen vonalon tanulnak tovább, de azoknak is, akik felelősen szeretnének dönteni olyan kérdésekben, amelyek alapvető ismereteket

feltételeznek ezen a téren, és segítenek megérteni a körülöttünk lévő szűkebb vagy tágabb környezetet, az élő és élettelen anyagi világ működését. A kritikai gondolkodást minden, a saját maga fejlődésére igényes állampolgárnak célszerű elsajátítania. A tudományosan megalapozott ismeretrendszer teszi lehetővé például az áltudományos hiedelmeket és hasonló elveket hirdető csálók felismerését és leleplezését is az élet különféle területein.

Összegzés

A „Tanítsunk Magyarorszáért!” program fő célja a hátrányos helyzetű tanulók iskolából való lemorzsolódásának megakadályozása és egyben továbbtanulási céljaik segítése. A kezdetek óta eltelt idő azonban bebizonyította, hogy ennél jóval többről van szó. Hátrányos helyzetből indulni és úgy bejutni a munkaerőpiacra eleve nagyobb erőfeszítéseket jelent. Ebből a hátrányból igyekeznek lefaragni a mentorok, akik az ország számos egyetemének hallgatói közül kerülnek ki. Közös bennük a tenni akarás, a segítségnyújtás szándéka, adni valamit másoknak, ami hasznos, amiből épülni lehet.

Szerénytelenség nélkül állíthatjuk, hogy a hallgatók által táru ki a világ a gyerekek számára, akik közül sokan életük során még a fővárosban sem jártak, vagy nem látták még soha a Balatont, mert alig hagyták el településük határát. A mentorok igen sokrétű feladatot látnak el: önismeretet, készségeket, képességeket fejlesztenek, együtt tanulnak a gyerekekkel, pályorientációs foglalkozásokat tartanak, amelyek keretein belül elviszik mentoráltjaikat olyan középiskolákba, amelyek valós célként jelennek meg a továbbtanulás során, kirándulnak velük, és egyéb szabadidős tevékenységeket szerveznek, meghallgatják örömeikről és bánataikról szóló beszámolóikat. Egyszerűen szinte mindenben igyekeznek a mentoráltak segítségére lenni. Joggal merülhet fel a kérdés, hogy hogyan lehet ennyi mindenhez érteni egyetemi hallgatóként, amikor még a mentorok is csak a küszöbén állnak az életnek. A kortárs mentorálásra épülő programban a mentorok fiatalsága előnyt jelent a mentoráltakkal való kapcsolatteremtésben, a bizalomépítésben. A példamutatás is nagyon fontos. A tanulók látják a lehetőséget, és nagyrészt rajtuk áll, hogy élnek-e vele. Mentoraink a pusztá jelenlétükkel azt közvetítik, hogy a célok elérhetők, ha teszünk értük.

Az elmúlt két év megmutatta, hogy hallgatóink nem rettennek meg a kemény munkától, és hétköznapi hősökhöz illően szívvel-lélekkel mentorálják a hátrányos helyzetű gyerekeket, miközben ők is sokat fejlődnek, tanulnak.

IRODALOM

- [1] A „Tanítsunk Magyarorszáért” program honlapja: <https://tanitsunk.hu/hu/page/program>
- [2] Fejes, J. B., Kasik, L., Kinyó, L.: Bevezetés a mentorálás kutatásába. *Iskolakultúra* (2009) 19(5–6), 40–54. <http://www.iskolakultura.hu/index.php/iskolakultura/article/view/20849>
- [3] Az ELTE Tanárképző Központ „Tanítsunk Magyarorszáért!” programhoz kapcsolódó oldala: <http://tkk.elte.hu/category/tanitsunk-magyarorszagert/>
- [4] Kerettanterv az általános iskola 5–8. évfolyama számára: https://www.oktatas.hu/koznevels/kerettantervek/2020_nat/kerettanterv_alt_isk_5_8
- [5] Kísérletek a „Tanítsunk Magyarorszáért” programban résztvevő mentoroknak: https://docs.google.com/document/d/1odVP0_EuqY5AJqFPcz8gAp-MAXwDeN3e/edit?usp=sharing&ouid=107172339741697121167&rtfpof=true&sd=true
- [6] Bodá V. L. és Horváth G.: Az első egy év tapasztalatai a „Tanítsunk Magyarorszáért!” programban – Bevezetés a mentori munka alapjaiba. *Anyanyelv-pedagógia* (2021) 14(1). <http://www.anyanyelv-pedagogia.hu/cikkek.php?id=887>
- [7] A felsőoktatásba való bekerülést elősegítő készségfejlesztő és kommunikációs programok megvalósítása, valamint az MTMI-szakok népszerűsítése a felsőoktatásban: <https://pak.elte.hu/media/ff/33/1d8a8919f149abc134042c5459ba934d16c902f6c78d6f78a5529d6d71d1/Felhivas-3-4-4.pdf>

(A hivatkozott weboldalak utolsó látogatásának időpontja: 2022. január 16.)



Magyar László

■ Szent István Gimnázium



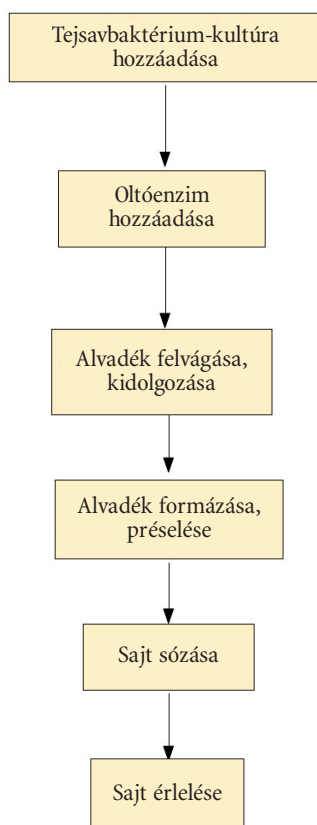
A sajtok érlelése és az ismeretek felhasználása a kémia oktatásában

2019 szeptemberében felkérésre előadást tartottam a sajtok éréséről házi és kisüzemi sajtkészítőknek, akik általában nem rendelkeznek felsőfokú élelmiszeripari, kémiai és biológiai ismeretekkel. Az előadásra készülés egyik tanulsága volt, hogy már középiskolás kémiai ismeretekkel milyen jól megérthetők a lejátszódó folyamatok, és ezek ismeretében sokkal tudatosabbá tehető a folyamat szabályozása. Ebben a cikkben a középiskolás szintnél kissé mélyebben tárgyalom a jellemző kémiai, biokémiai folyamatokat. A kifejezetten a sajt készítőknél hasznos tanácsokat kihagyom belőle, a cikk végén teszek egy rövid módszertani kitekintést az ismeretek oktatásában való felhasználására.

A gyártás folyamatának áttekintése az érlelésig

A sajtok gyártása talán a legösszetettebb élelmiszeripari tevékenység, célja a tej értékes összetevőinek hosszú távon eltarthatóvá tétele a víztartalom csökkentésével. A tej jelentős cukor-, fehérje-, zsír-, vitamin- és ásványianyag-tartalma, valamint semleges közeli kémhatása miatt nagyon romlékony. Szobahőfokon néhány óra alatt elveszíti mikrobiológiai védetségét, és a mikroorganizmusok gyors szaporodásnak indulhatnak. A sajtgyártás legkorábban ekkor kezdődhet.

A gyakorlatban ennyire precíz időzítés sokszor nem lehetséges, ezért a kifejtt tejet azonnal hűtik, hűtve tárolják és hűtve szállítják az üzembe. Ott hűtve tárolják a gyártás kezdetéig, majd annak kezdetén kémlelesen pasztőrözik, beállítják a zsírtartalmát, esetleg, 64–72 °C-on, a fehérjetartalmát és kémhatását is. A megfelelő tárolással mintegy három napig eltolható a gyártás kezdete komoly minőségvesztés nélkül.

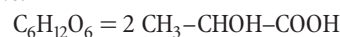


1. ábra. A sajtgyártás folyamatábrája

Először a tejhez tejsavbaktériumokat tartalmazó baktériumkultúrát adnak (1. ábra). A tejsavbaktériumok a tejcukorból tejsavat termelnek. Ennek hatására a tej semlegesközelű, 6,6–6,7-es pH-ja savassá válik, általában 4,9–5,4 körüli értékre csökken. Ez a sajtot tartósítja, hosszú ideig való biztonságos eltarthatóságához hozzájárul. A csak tejsavat termelő, homofermentatív baktériumok mellett a tejcukorból egyéb vegyületeket előállító, heterofermentatív tejsavbaktériumok is adhatók a tejhez. A heterofermentatív tejsavbaktériumok által termelt vegyületek egy része fontos aro-

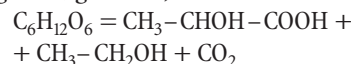
maanyag, melyek jellegzetes, karakteresebb ízt adnak a sajtnak. Ilyen anyag például az ecetsav, propionsav, etanol, acetaldehid, diacetil, ami különösen fontos aromaanyag számos sajtfeleségben, pl. a svájci Appenzellerben. A heterofermentatív erjedés során szén-dioxid is keletkezhet, ami a sajt lyukazottságát eredményezi, például a Trappista sajt esetén.

A homofermentatív erjedés reakcióegyenlete:

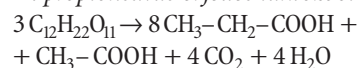


Példák heterofermentatív erjedésre:

I. tejsavas és ecetsavas vegyes erjedés szén-dioxid képződése mellett hexózból (glükóz, galaktóz)



II. propionsavas erjedés laktózból



Ha a tejsavbaktériumok kellő mértékben elszaporodtak, a következő lépésben valamilyen oltóenzimet, általában kimoenzint adnak a tejhez. A kultúra és az oltóenzim hozzáadása egyszerre is történhet, de a leggyakrabban alkalmazott fagyaszta szárított baktériumkultúrák esetén rendszerint 20 percet várnak, hogy a baktériumok feleledjenek. Ha a baktériumok anyagcseréjének beindulása több időt igényel, a várakozási idő akár 60 perc is lehet. Az oltóenzim a legfontosabb tejfehérje-család, a kazeinek egyik típusából, a kappa-kazeinből lehasít egy poláris aminosav láncot. Ennek hatására a koloidális méretű fehérjehalmazok, a kazeinmicellák töltésük nagy részét és a róluk lelógó szénhidrát-láncokat elvesztik, apolárisabb jellegűvé válnak, az eredetileg 4,6-os izoelektromos pontjuk 6,3-as lesz. Ennek hatására a kazeinmicel-



2. ábra. Az alvadék felvágása (balra) és az ennek hatására bekövetkező savóleadás folyamata

lák közelebb kerülhetnek egymáshoz, a fehérje koagulálódik. Másodlagos kötések alakulhatnak ki, illetve a bennük lévő kalcium-ionok hidat képezhetnek közöttük, ami a tej megalvadását eredményezi, a folyadékból gél lesz.

Az oltóenzim mennyiségét úgy szokták megválasztani, hogy az alvadási idő 25–45 perc legyen. A modern, iparban alkalmazott oltóenzimek, pl. a tevekimoszin már csak alvadást végeznek, igaz nagyobb hatékonysággal, mint a hagyományos oltóenzimek. Az eredetileg használt tehénkimoszin viszont fehérjebontást is végez. Ráadásul szopós állatok esetén az oltógyomorból kivont állati oltó emellett pepszint is tartalmaz, ami szintén fehérjét bontó enzim. A keletkező bomlástermékek fontos aromaanyagok, melyek jelentős mértékben hozzájárulnak a hagyományos állati oltóval készült sajtok aromájához, ezért a legjobb minőségű sajtokat továbbra is ezzel készítik.

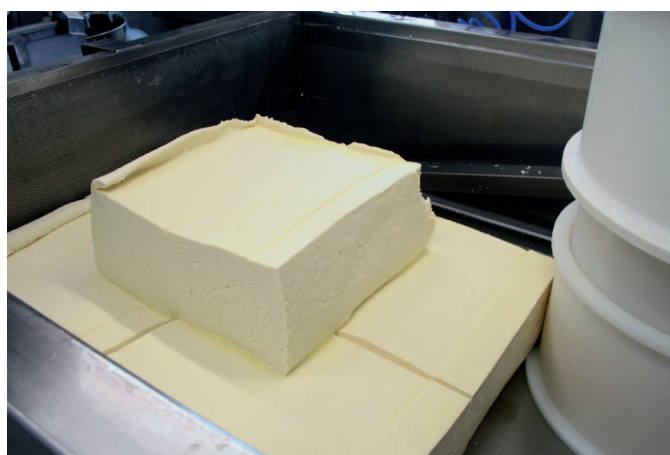
Amikor az alvadék kellően megszilárdult, kidolgozzák. Első lépésben az alvadékat felvágják (2. ábra), ezáltal a gélállapotúvá vált tejet átszövő micellahálózatot feldarabolják. Ennek hatására az egyes alvadékrögökben lévő fehérjefonalak elke-

denek összehúzódni, az alvadékrögökből savó préselődik ki. Ez a folyamat a szinerezis. Az alvadékrögök hamarosan savóban úsznak. Ezt a savó-alvadék elegyet folyamatosan keverni kell, nehogy az alvadékrögök újra összetapadjanak. Ha a kívánt sajtípus esetén szükséges, a savóleadás elősegítésére az elegyet melegíthetjük, legfeljebb kb. 58 °C-ig. A magasabb hőfok 40–45 °C-ig segíti a baktériumok szaporodását, anyagcseréjét is, ami az elegy savanyodását eredményezi. A pH közelít az izoelektromos ponthoz, ez szintén segíti a savóleadást, mivel a fehérjék oldhatósága csökken. A fehérjérögök még jobban összehúzódhatnak, kipréselve maguk közül a savót. A túl gyors savanyodás viszont nem kívánatos, ekkor a savó egy részének lemerésével és az elegy vízzel való hígításával, úgynevezett alvadékmosással csökkenthető a rendelkezésre álló tejcukor mennyisége, ezáltal lassítható a savanyodás folyamata.

Ha az alvadék víztartalma kellő mértékben lecsökkent, kellően szilárdvá vált, akkor következhet a formázás, préselés (3. ábra). A préselést 20 °C felett végezzük. Ekkor a sajt belsejében, a meleg sajtész-
tében a baktériumok anyagcseréje to-

vábbra is gyors. A savanyodás főleg ekkor játszódik le, a préselés végére éri el a sajt a legalacsonyabb pH-t. Az egyre alacsonyabb pH-t a tejsav növekvő mennyisége okozza. A keletkező tejsavmolekulák egy része kalcium-laktátot képez. A kazeinmicellákban lévő kalciumionok egyre jobban oldódnak, a micellák felszíne még inkább apoláris jellegűvé válik, még közelebb kerülhetnek egymáshoz. Ezáltal a szinerezis tovább folytatódik, és a megfelelő présnyomás is segíti a további savóleadást.

Amikor a sajt elérte a kívánt pH-t, következik a sózás. Ez rendszerint alacsony hőfokon, 16 °C alatt történik, ami a mikrobák anyagcsere-folyamatainak lassulását okozza: a tejcukor bomlása, a további savanyodás és ezek következtében a szinerezis is leáll. Emiatt kívánatos, hogy ekkorra a sajtban lévő tejcukor túlnyomórészt lebomoljon, a kívánt pH-értéket ennek megfelelően választjuk meg. A savóleadás azonban folytatódik, mert a sajt felületére került só (porsózásnál) vagy a majdnem telített sóoldat (sólében való sózásnál) hatására ozmózis indul be. A savó kiszivárgása mellett a sajtba só kerül, ami hozzájárul a tartósságához, a megfelelő ízhez, segíti a kéreg kialakulását és gátolja a mikrobák szaporodását a kéreg felületén. A legtöbb sajt esetén kb. 2% sótartalom a megfelelő. Amikor a sózás során ezt elértük, a sajtokat szikkasztjuk.



3. ábra. Nyers sajt a présformába rakás előtt

Az érés általános jellemzése

A nyers sajt előállításán és az érlelésen egyaránt sok múlik. A kifogástalanul elkészített sajt is elrontható a nem megfelelő érleléssel. Helyes érleléssel a hibásan elkészített sajt minőségén viszont lehet kismértékben javítani. Emiatt az érés során lejátszódó folyamatok megértése és ezek ismeretében az érés megfelelő irányításának az



4. ábra.
Különböző korú sajtok az érlelésben (a fotókat a szerző készítette a dunaharaszti Paraszt Sajt gazdaság sajtműhelyében, saját sajtgyártás közben)

ismerete nagyon fontos a minőségi sajtgyártás szempontjából, ezért érdemes részletesen foglalkozni vele.

Az érés során látványos változásokat figyelhetünk meg. A sófürdőből kikerülő nyers sajt alacsony víztartalmú gél, kemény, törekeny. Jelentős arányban óriásmolekulákból áll, fehér színű. Az aromaanyagok hiánya miatt eléggé jellegtelen ízű, a felhalmozódott tejsav miatt erősen savanyú, a sózás miatt főleg a kéreg alatt erősen sós. Az elkövetkező hetekben megpuhul, rugalmas lesz, a lágy sajtok túlérve akár el is folyósodhatnak. Színe sárgábbá válik (4. ábra), íze finomodik, gazdagodik. A nyers sajt nagyrészt fehérjéből, zsírból, vízből és benne oldott egyéb anyagokból áll, ezek közül a fehérjék, a zsírok és a kis molekulájú szerves anyagok képesek az érés körülményei között kémiai reakcióban részt venni, az érzékszerveinkkel megfigyelhető változások magyarázatát ezek átalakulásában kell keresni.

A fehérjebomlás folyamata

A puhulás arra utal, hogy az érés során a gélállapotot kialakító kazeinmicellák közötti kötések fellazulnak, szolállapotba megy át az anyag, ami a fehérjék átalakulását jelzi. A legfontosabb folyamat az érés során a fehérjék átalakulása. A tej saját enzimeji (pl. a plazmin, trombin), egyes tejsavbaktériumok enzimeji, az oltóban lévő enzimek (kimozin, pepszin) és a kérgen megtelepedő mikroorganizmusok egyaránt tartalmaznak különféle fehérjebontó enzimeket.

Proteáz enzimek hatására polipeptidok keletkeznek, amit a peptidázok oligopeptidokká, aminosavakká bonthatnak. A sajt nagyrészt kazein fehérjéből áll, melynek több típusa ismert, ezek az alvadásnál már említett kazeinmicellákat képezik. A micellák belsejében főként az alfa-s₁-, alfa-s₂- és béta-kazein található. Kismértékben

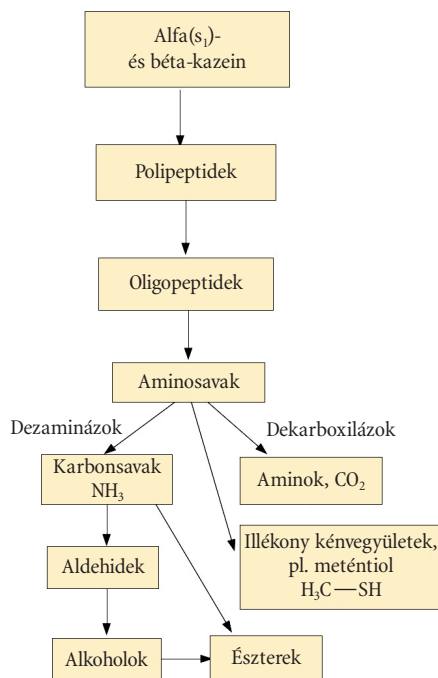
található többféle gamma-kazein is, de ezek a béta-kazein bomlástermékei, így ahhoz hasonlóan viselkednek. A micellák felszínén található az alvadásban fontos szerepet játszó kappa-kazein, melynek szerepét ott részletesen bemutatam. Az egyes kazeintípusok nem mind egyformán bomlanak. Legjobban az alfa-s₁-kazein bomlik, átalakulása már 6 óra után kimutatható az elsődleges proteolízis során. A másodlagos proteolízis többhetes érlelés során következik be, ekkor az alfa-s₁-kazein tovább bomlik és a béta-kazein is elkezd darabolódni. Az alfa-s₂-kazein és a kappa-kazein alig változik.

Az újabb és újabb bomlástermékek miatt az érés során változik a sajtok íze, ugyanannak a sajt típusnak a fiatal és idős változata is jelentősen eltérő ízű lehet. A fiatal sajtokban a lánc közepén hasító endopeptidázok által képzett oligopeptidok egy része keserű ízt eredményez, ami éretlen sajtban természetes lehet. A lánc végén hasító exopeptidázok eredményeként aminosavak termelődnek, ezek nem okoznak keserűséget, így a keserű íz nem minden sajtban jelenik meg az érés kezdetén. A peptidázokat a tejben lévő mikrobák termelik, így a keserű íz megjelenése a tejhez adott és a tejben lévő mikrobáktól függ. Sok szennyező mikroba termel endopeptidáz, így a sajt keserű ízét sok esetben a felhasznált tej szennyezettsége okozza.

A közepesen érett sajtoknál kialakuló ízhatás a keletkező aminosavaktól függ. Az alanin, glicin, prolin, oxiprolin, szerin édes ízt eredményez. Főleg az ementáli típusú sajtoknál történő propionsavas erjedésnél jellemzők. A keserű ízt az arginin, fenilalanin, hisztidin, valin, triptofán okozhatja. A glutaminsav, aszparaginsav savanyú ízt okoz.

A további érés során az aminosavak bomlanak tovább. Dezaminázok hatására ammónia és különféle karbonsavak keletkezhetnek. A karbonsavak redukciójával al-

dehidek (pl. acetaldehid, propionaldehid), alkoholok jöhetnek létre, melyek szintén aromaanyagok lehetnek. Az alkoholok, különösen az etanol, a karbonsavakkal estereket képezve gyümölcsös ízt eredményezhetnek. Dekarboxilázok révén széndioxid és különféle aminok is termelődnek. A keletkező aminok és az ammónia bázikusságuk miatt a sajt kémhatását az érés során egyre inkább semleges irányba tolják el. Ez segíti a további bomlási folya-



5. ábra. A fehérjebomlás folyamatábrája

matokat, a sajt további puhulását. Sok nitrogénvegyület sárgás színű, ami a tehéntej karotintartalma mellett segíti az érett sajtokra jellemző sárga szín kialakulását. A kéntartalmú aminosavakból felszabadulhat kén-hidrogén és létrejöhetnek illékony kénvegyületek, például a metioninból a Cheddar típusú sajtok ízét alkotó metántiol. Az aminosavak bomlástermékei különösen erős ízanyagok, ezért az érettebb sajt mindig erősebb ízű. A fehérjebomlás lépéseit az 5. ábra foglalja össze.

A fehérjebomlás különféle útjai és hatása a sajtok változatosságára

A különböző érési időszakokban, a jelen lévő enzimektől függően különféle arányban keletkező sok különböző aromaanyag magyarázza, hogy miért van annyiféle ízvilágú sajt.

A gyúrt sajtoknál, amilyen például a Mozzarella vagy a Parenyica, ahol a sózás után a kész sajtot 60 °C feletti hőmérsékleten



megőmlesztik, az oltóenzim és sok más enzim is tönkremegy, nincs másodlagos proteolízis, ezért az ilyen sajtok íze alig változik az idővel.

A tej olvasztására használatosak még növényi és mikrobiológiai eredetű oltóenzimek, például a fűgében lévő ficin. Ezek máshol hasítják a fehérjeláncot, mint a kimozin és a pepszin, ami másfajta bomlástermékeket eredményez. Ezeknél gyakran kellemetlen ízű bomlástermék is keletkezhet, emiatt nem minden sajttípusnál alkalmazhatók, de van, amelyik csak ilyen oltóenzimmal éri el a rá jellemző ízvilágot.

A tej sajt enzimeinek és az oltóenzimeknek főleg az érés elején van fontos szerepe. A fő- és utóérés során már a mikrobák enzimeit végzik a további lebontást. A természetes módon jelen lévő és a hozzáadott savanyító és aromaképző baktériumok enzimeit azután is dolgoznak, hogy a baktérium elpusztult. Sőt ekkor válik igazán jelentőssé a működésük a sajt érés szempontjából. Az élő sejtben a fehérjebontó proteázok eredetileg a sejtfalban aktívak és a keletkező oligopeptidek a sejtbe jutnak, ahol a peptidázok tovább bontják őket, de az így keletkező aromaanyagként viselkedő bomlástermékeket a baktérium fel is használja. A baktérium pusztulásakor ezek az enzimek kiszabadulnak és sajt anyagában katalizálnak reakciókat, az ekkor termelődő aromaanyagok megmaradnak. Egy hónap alatt a hozzáadott baktériumok mennyisége általában a tizedére csökken, de fajtától is függ a folyamat sebessége. Ha a baktériumok pusztulása gyorsabb, mint például a magasabb (45–60 °C körüli) hőmérsékletet is elviselő termotoleráns (a sajtgyártók körében inkább termofilnek nevezett) baktériumkultúráknál, akkor előbb szabadulnak ki az enzimek, ilyen például a jó fehérjebontó tulajdonságú *Lactobacillus helveticus*. Ekkor gyorsabban tud érni a sajt, ez is szempont lehet a baktériumkultúra választásánál.

A természetes módon jelen lévő baktériumok viszont három hónap után érik el maximális számukat, és sokáig életben maradnak, ezért hosszú érlelési idő esetén fontos a szerepük. Így tud előjönni a hosszabb érlelésű sajtoknál a helyi ízvilág, a gasztronómia nyelvén a terroir jelleg. Ám sok esetben a természetes módon jelen lévő baktériumok viszont gyakran kellemetlen ízanyagokat képeznek, ezért nem mindig, milyen a kiindulási tej tisztasága.

A sajtok felszínén az érés szempontjából előnyös élesztőgombák, penészgombák, baktériumok telepedhetnek meg, vagy gyakran tudatosan telepítenek rá ilyen élő-

lényeket, ezek alkotják a kéregkultúrát. Enzimeik intenzív fehérjebontásra képesek, ráadásul ezeket az enzimeket a gombák le is adják a környezetükbe, mivel a leadott, extracelluláris enzimek által készített bomlástermékeket szívják fel. Legjobban a penészgombák képesek aminosav-lebontásra, ezekben a sajtokban hamar sok, vízben oldható nitrogénvegyület keletkezik. A penészgombákat elsősorban nagy víztartalmú, lágy sajtok érlelésére használják, melyek a kéregkultúrának köszönhetően kívülről befelé érnek. Az így érlelt lágy sajtok emiatt tudnak a kéreg felől kiindulva gyorsan elfolyósodni, túlélni, ami a tárolási idejüket korlátozza. Ezt úgy tudjuk megakadályozni, hogy az optimális érettségi állapotnál a 15 °C körül érlelt sajtot fagyáspont közelébe hűtjük, mert az enzimek működése a hőmérséklet csökkenésével rendszerint erősen csökken. De fagyasztani a sajtokat nem érdemes és nem is szokás: kiengedéskor az elpusztult mikrobákból kiszabaduló enzimek miatt túl gyors érésnek indulnak, emiatt ízviláguk nem kívánt irányba tolódhat.

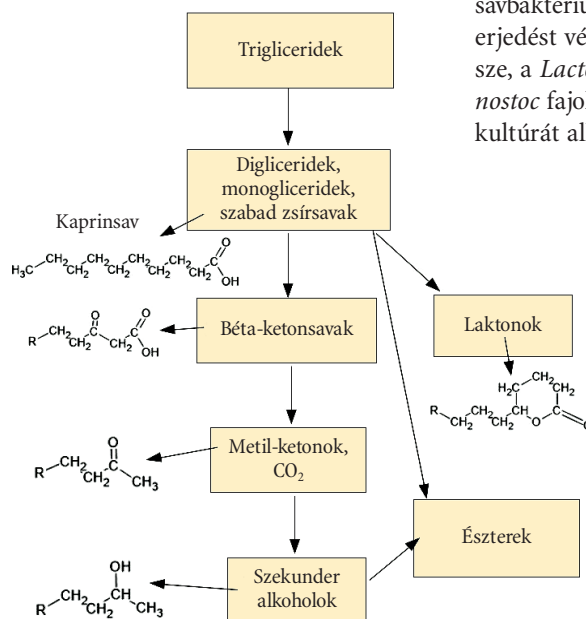
A kemény sajtok teljes terjedelmükben egyformán érnek, lassan kapunk kis molekulatömegű bomlásterméket, hosszú érési idő kell. De ha az ehhez szükséges 9–15 hónapot kivárjuk, sok ilyen nitrogéntartalmú bomlástermék lesz jelen a sajtban, melyek a fő aromahordozók, ezért kellően hosszú érés után a sajt nagyon gazdag ízvilágú lehet. Ez ritkán káros következményekkel is jár: a keletkező aminosavak egy része, a biogén aminosavak (pl. tiramin, hisztamin) erős élettani hatásúak. A rájuk érzékeny vagy adott (pl. MAO gátlószertartalmú) gyógyszert fogyasztó embereknek kellemetlen tüneteket – pulzusszám-növeke-

dést, vörösödést, kimelegedést – okozhat. Ezeket a biogén aminosavakat elsősorban a tejben természetesen jelen lévő baktériumok termelik szobahőfok körüli hőmérsékleten. Ebből következik, hogy a különlegesnek számító, nyers tejből készült, érett keménysajtokat nem érdemes hosszú ideig szobahőfokon tárolni, mert az kedvez a biogén aminosav keletkezésének. A kellemetlen hatások a tej pasztörözésével és utána tejhez adott baktériumkultúrával, azaz szintenyészt alkalmazásával és a megfelelő üzemi higiénia való odafigyeléssel elkerülhetők.

A fentiek ismeretében a sajtok sokfélesége már nemcsak a hagyományosan kialakult különféle gyártási eljárások miatt lesz különböző, hanem a fehérjebontás folyamata a körülmények megfelelő beállításával irányíthatóvá válik, újabb és újabb sajtok tervezhetőek. Például a magasabb végző pH kedvez a kéregkultúra kialakulásának. Nagyobb víztartalomnál gyorsabb érés lehet, a nagyobb sókoncentráció ellenben lassít. A só persze ízanyagként, ízfokozóként is fontos. Az alacsony sótartalom nemcsak a szegényes ízvilág miatt rossz, hanem a tartósságot is csökkenti, mindemellett az érés szempontjából is agályos, túlzott fehérjebontást, keserűséget okozhat. Ma már számos baktériumtörzstenyésztés áll rendelkezésre, így lehet a kívánt ízvilághoz választani és rendelni megfelelő baktériumkeveréket.

Zsírbonítás

A sajtérlelés során zsírbonításra is lehetőség van (6. ábra). A tejben, a hozzáadott baktériumokban, élesztőkben, penészekben is jelen vannak lipáz enzimek. A tejsavbaktériumok közül a heterofermentatív erjedést végző tejsavbaktériumok egy része, a *Lactococcus diacetylactis*, a *Leuconostoc* fajok jelentős zsírbonítók. A kéregkultúrát alkotó korineform baktériumok,



6. ábra. A zsírbonítás folyamatábrája



élesztők mellett a tejenész rendelkezik jelentős lipázaktivitással. Hosszabb ideig hidegben való tárolás során a tejben elszaporodó hidegtűrő baktériumoknak is vannak lipáz enzimjei.

A lipáz enzimek aktivitását a tej hőkezelése befolyásolja. A pasztörözés a tej saját zsírbontó enzimeit elpusztítja, így a zsírbontásnak a nyers tejből készült sajtoknál nagyobb az esélye. De a tejben lévő mikroba lipázai hőstabilak, ezért a pasztörözött sajtoknál is végbe mehet zsírbontás.

A szinte mindig jelen lévő lipáz enzimek ellenére a zsírbontás mégis viszonylag ritkán következik be, mert a tejben lévő zsírgolyócskákat fehérjeburok védi, így ha ezek nem sérülnek, a lipáz enzimek nem férnek hozzá a zsírokhoz. A tej nem elég kémleteres szállításakor, pumpálásakor sérülhetnek a zsírgolyócskák, és ez elősegíti a zsírbontás bekövetkezését.

Összességében a sajtok érése során a zsírbomlás kevésbé jellemző, és általában nem is kívánatos, mert az ekkor keletkező vegyületek kellemetlen csípős, karcos, avas, szappanos ízt eredményeznek.

Mégis érdemes áttekinteni a zsírbontás lépéseit, mert a zsírbontás két sajttípusnál kedvezően járul hozzá a sajtok ízvilágához. A trigliceridek digliceridekké, majd monogliceridekké képesek alakulni, aminek során szabad zsírsavak keletkeznek. Ezek tovább tudnak oxidálódni béta-ketonsavakká, majd dekarboxileződés után metilketonok alakulhatnak ki. Ez utóbbiak és a rövid szénláncú zsírsavak (pl. kecsketejben lévő 10 szénatomos kaprinsav) különösen erős aromaanyagok. A metilketonok szekunder alkoholokká is redukálódhatnak. A keletkező alkoholok és karbonsavak ennél a folyamatnál is észtereket képezhetnek, akár csak a tejcukor bomlásakor. A zsírsavakból laktonok is termelődhetnek, melyek szintén erős, de nem specifikusan sajtos aromaanyagok, inkább az összehatáshoz járulnak hozzá.

A Parmezán és a hasonló olasz extrakemény sajtok megfelelő ízéhez kismértékű zsírbontás kell. Ezt alkalmas oltóval, szarvasmarha-lipázokat tartalmazó oltópasztá alkalmazásával érik el. Ennek a sajttípusnak a sajátos ízt részben a felszabaduló zsírsavak okozzák.

A penésszel érő sajtok – például a bel-sejében képpenésszel érő Rokfort, illetve a felszínén fehérpenésszel érő Camambert – gazdag ízvilágának kialakulásához erős, illetve közepes zsírbontás szükséges. Ezeknek a sajtoknak ketonok okozzák az ízt, képződésük megfelelő penész kultúra, illetve kéregkultúra hozzáadásával segíthető.

A képpenésszel érő sajtoknál használt *Penicillium roqueforti* erősen, a fehérpenésszel érő sajtoknál, például a Camambert-nél használt *Penicillium camamberti* közepesen zsírbontó, ami jól magyarázza a képpenésszel érő sajtok erősebb ízét. Az íz erősségének fokozására, gyakran a képpenésszel érő sajtoknál a tej homogénezésével, a zsírgolyócskákat szándékosan apró cseppekre bontják, hogy a zsírgolyócskák védőburka megsérüljön, a zsírbontás nagyobb mértékű legyen.

Mindkét esetben sok múlik az érési időn. Általában az érettebb sajtnál a zsírbontás mértéke nagyobb, a szabad zsírsavtartalom nő, annál is inkább, mert semleges, lúgos kémhatásnál működnek a lipázok. A túl hosszú érlelés fehérpenésszel érő sajtoknál túlóregedést, kellemetlen, keserű ízt terméket eredményezhet. A képpenésszel érő sajtoknál viszont a hosszabb érlelés a jobb, az érés a zsírsavtartalmat csökkenti, kevesebb hosszú érlelési idő után kellemesebb íz fejlődhet ki, az erős penésszel érő ízt tompul.

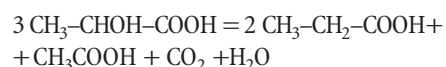
A zsírtartalomnak nemcsak a bomlás miatt van jelentősége. Sok aromaanyag apoláris, zsírsavakban oldódik jól, ezért a nagy zsírtartalmú sajtok rendszerint ízletesebbek. Ez azonban csak hozzátesz az ízvilághoz, mert összességében a vízben oldható kis molekulák adják a sajtok alapízét.

A vízben oldódó kismolekulájú szerves savak átalakulása

A friss sajtokban az L- és D-tejsav különböző arányban lehet jelen, attól függően, hogy a hozzáadott baktériumkultúra milyen arányban termeli a két izomert. Az érés során a két izomer aránya idővel kiegyenlítődik. A folyamat gyakorlati jelentősége csekély, mert az ízvilágban nem hoz változást. A tejben lévő egyes mikroba, például a *Pediococcus* képesek átalakítani a tejsavat, jelenlétük befolyásolja az ízt. De ennél sokkal fontosabb, hogy a kéregkultúra penészgombái és élesztői a tejsavat sejtlegzésük során szén-dioxiddá és vízzé alakítják, ami a kéreg alatt a pH növekedéséhez vezet. Ez segíti a kéregkultúra baktériumainak elszaporodást mintegy két hét után, ami a sajt felszínének sárgászöld színűvé válásában figyelhető meg. A tejsav ennek hatására belülről kifelé vándorol, a pH belül is nő. Ez a gél-szol átmenetet segíti és gyorsítja az aromaanyagok termelődését. A kéregkultúrával érő lágy sajtok, például a Pálpusztai gyorsan túlérdesíthetnek, kellemetlen ízanyagok halmozódhatnak fel bennük, ezért a kéregkultúra kialakulása után, mintegy két hét eltelté-

vel már 10 °C alá hűtve tárolják őket. Ezen az alacsony hőfokon is tovább érnek, és így is pár héten belül el kell őket fogyasztani.

Ha propionsav-baktériumok vannak jelen, a tejsavból propionsav, ecetsav, borostyánkősav és egyéb szerves savak keletkeznek szén-dioxid képződése mellett. A propionsavnak köszönhetően diós ízt kapunk az Ementáli típusú sajtokban. Az egyik jellemző reakció egyenlete:



A propionsav-baktériumokat kis mennyiségben adják a tejhez, mindig vannak mellettük pácika alakú tejsavbaktériumok, *Lactobacillus* is. Ezek jelentős fehérjebontók, az általuk termelt édes ízű aminosavak is hozzájárulnak az Ementáli típusú sajtok karakteréhez. A két lebontási folyamat össze is kapcsolódik, a *Lactobacillus* által termelt aszparaginsavból is képződik fumársavon keresztül borostyánkősav a propionsav-baktériumok hatására. Gyors fehérjebontásnál erősebb a szén-dioxid-képződés és kisebb arányban keletkezik propionsav, nagyobb arányban ecetsav.

A „melléktermékként” képződő szén-dioxid a sajt anyagát, a sajttészta telíti. Ha a sajttészta megfelelő állagú, egynemű, akkor nagy kerek erjedési lyukak képződhetnek, ami az ilyen sajtokat látványossá teszi, bár a sajt minősége szempontjából nem annyira nagy a jelentősége.

A megfelelő lyukak kialakítása nem könnyű feladat. Kemény, rugalmatlan, törekeny, úgynevezett krétás sajttészta szabálytalan lyukak, hasadások lesznek, ezért ennek elkerülésére az alvadék kidolgozásánál 10–15%-os alvadékmosást végeznek. Nagyméretű lyukak képzése erős fehérjebontó *Lactobacillus helveticus* és erősen aszparaginbontó propionsavbaktériumkultúra alkalmazásával segíthető. Ha kisebb lyukakat szeretnénk, más *Lactobacillus* fajokot használunk, melyek gátolják a propionsav-baktériumok szaporodását. Szintén segíti a lyukméret csökkenését a gyengén aszparaginbontó propionsavbaktériumkultúra használata.

A friss tej mindig tartalmaz kis mennyiségben citromsavat. Ebből a baktériumok további szerves savakat, ecetsavat, piroszölősavat termelnek, emellett diacetil, ecetsav, etanol, hangyasav is keletkezik, melyek fontos aromaanyagok. A citromsav átalakulása kis mennyiségű szén-dioxid képzéssel jár, legfeljebb 1 cm-es lyukakat eredményez. Mérsékelt gázképződés egyenletesebb sajttésztahoz vezet, az erős gáz-

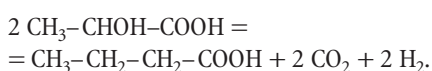


képződés viszont már egyetlen lukazottságot okoz, mértéke a kultúrák, kultúra-kombinációk megfelelő megválasztásával jól befolyásolható. Továbbá itt is megfelelő állagú tézsa kell a kerek, ritkás lyukazottsághoz, ami rendszerint alvadékosással érhető el.

Káros folyamatok az érés során

A legnagyobb gondot az utóerjedés okozza. Akkor következik be, ha nagy mennyiségű tejcukor marad a sajtban. Ennek a lebomlása az érlelőben folytatódhat, főleg, ha a hőmérséklet átmenetileg megemelkedik. Ekkor már nem lehetséges a fehérjefonalak további összehúzóódása, a színerzés miatti savleáadás lezajlott. A keletkező tejsav nehezen adódik le, lassan szivárog ki, állandóan nedves fehérkenőcsös kérget eredményez, melyen a kéregkultúra nem tud rendesen kialakulni. A felhalmozódó tejsav miatt túl alacsony pH alakul ki, 4,6-os pH alatt a kazein kicsapódása is bekövetkezhet, kemény, törekeny sajttészta kapunk, a sajt akár teljesen túrószerűvé is válhat, betúrósdíthat. Mindez gátolja a szokásosan lejátszódó bomlási folyamatokat, súlyos ízhibákat eredményezhet.

Ha a tejbe a pasztőrözést túlélő spórás vajsavbaktériumok kerülnek, 3–4 hónap után késői puffadás alakul ki. A tejsavból vajsav alakul ki szén-dioxid és hidrogén termelődése mellett:



A keletkező apoláris hidrogéngáz egyáltalán nem oldódik a vízben, hamarosan felújja a sajtot, repedéseket idéz elő benne. A vajsav mellett butanol, ecetsav, izopropil-alkohol, etanol, acetón is keletkezhet. Az ilyen sajt elsősorban a vajsav miatt lesz élvezhetetlen ízű.

Sajt a kémiaórán

A fenti összefüggésből jól látszik, hogy a kémiai folyamatok milyen nagy mértékben jelen vannak az életünkben, mennyire fontosak alapvető élelmiszereink előállításában is. A középiskolás anyagban rendszerre tanított és részletesebben bemutatásra kerülő oxigéntartalmú vegyületcsoportok között szinte nincs is olyan, amely a fenti folyamatokban nem került említésre. Többségük, az alkoholok, aldehidek, ketonok, karbonsavak és észterek kulcsfontosságúak a sajtok ízvilágának kialakításában. Hasonló mondható el a nitrogéntar-

talmú szénvegyületekről, az aminok különösen fontos kulcsszereplők. A természetes szénvegyületek közül a szénhidrátok, fehérjék, zsírok ismerete megkerülhetetlenül fontos.

A kevésbé ismert, de mégiscsak gyakorlati jelentőségű szerves vegyületek köznap és szabályosabb elnevezése jó alkalmat adhat az elnevezések gyakoroltatására. A cikkben bemutatott folyamatábrák a vegyületek egymásba alakulásának bemutatására alkalmazhatók. A változások értelmezése segít a tananyag elmélyítésében, miközben az élelmiszeripar egyik finom terméke lehet a fókuszban.

A szerves kémia mellett az általános kémia is más megvilágításba kerülhet. A reakciók közül a sav-bázis reakciók a sajt állagának kialakulásában, a redoxireakciók a bomlás során egymásba alakuló vegyületek képződésében kulcsszerepet játszanak. A kolloidikai ismeretek sem nélkülözhetők, különösen a micellákról, gélekről tanultak. Látható, hogy a kémia tananyag bemutatásának számos része „fűszerezhető” csupán a sajtgyártásból vett érdekességekkel vagy készíthetők hozzá erre alapozott problémamegoldó vagy projektfeladatok. Bízom benne, hogy tanár kollégáim sokat tudnak majd méríteni a fentiekből mindennapi kémiaoktatásuk érdekesebbé, színesebbé, korszerűbbé tételében.

Mintafeladat

I. Olvasd el a „Vízben oldódó kisméretű szerves savak lebomlása” c. fejezetet!

II. A tejsav szabályos neve 2-hidroxi-propánsav. Rajzold le a szerkezeti képletét, majd jelöld a különböző funkciós csoportokat és sorold be, melyik vegyületcsoporthoz tartoznak! Számozd be a szénatomokat és jelöld meg, melyik a királis szénatom!

III. A szöveg szerint a tejsavból víz és szén-dioxid keletkezik.

Írd fel a folyamat rendezett egyenletét képletekkel!

A saválló fogalma és a keletkező vegyületek képlete alapján értelmezd, hogy a pH nő!

IV. Mikor várunk nagyobb lyukakat a sajtban, alacsonyabb vagy magasabb hőmérsékleten? Miért?

V. Sorold be funkciós csoportok szerint a friss tej citromsavtartalmából keletkező vegyületeket!

Milyen folyamat mehet végbe az etanol és a hangyasav között? Írd fel a folyamat egyenletét! Milyen funkciós csoportot tartalmaz a termék?

Projektötletek

I. *Sajtkészítés házilag a laborban rendelkezésre álló eszközökkel*

– Altasd meg a tejet kimozint tartalmazó oltóanyaggal és anélkül, illetve úgy, hogy helyette fügelevélből nyert nedvet, tejtöltő galajt használsz!

– Készítsd el a sajtot kultúra hozzáadása nélkül!

(A projektet vezető tanár egyes internetes honlapokról kis mennyiségben is beszerezhet elfogadható áron oktatási célra megfelelő különféle oltókat, kultúrákat. De kultúraforrásának élőflórás baktériumot tartalmazó joghurt vagy házilag készített aludttej is megfelelő.)

– Figyeld meg az egyes esetekben lejátszó változásokat és értelmezd a tapasztalataidat! Milyen anyagok keletkezhetnek?

Miben más a folyamat?

– Hasonlítsd össze a saját sajtot gyártásának folyamatát a videón látható gyári sajtgyártás folyamatával! Milyen más technológiai megoldásokat igényel az eltérő lépések? Keress hasonló párhuzamokat az iskolai kémcsökísérletek és a vegyipari eljárások között!

(Ajánott link: <https://www.youtube.com/watch?v=sDJarrWqWMM>)

II. Az enzimműködés vizsgálata

Megfelelő mennyiségű kimozin enzim hatására a nyers tej néhány perc, fél óra alatt megszilárdul, ha a kísérlet során termelői nyers vagy kíméletesen hőkezelt tejet használunk. A kísérlet körülményeinek változtatásával jól bemutatható a hőmérséklet, a kémhatás, az enzimmennyiség, a jelen lévő kalciumionok (legcélyszerűbben kalciumklorid-oldat formájában adagolva), a tej hígításának, a tej előzetes erős hőkezelésének, homogénezésének hatása (pl. dobozos, UHT tejet használva), vagy akár a diákok vagy a szaktanár részéről felmerülő egyéb tényezők hatásának vizsgálata az oltoenzim működésére.



Köszönetnyilvánítás. Elsőként köszönettel tartozom Márkus Gyulánának, aki a sajtkészítő OKJ tanfolyamon tanított és a mestervizsgára is felkészített. Nagy köszönettel tartozom Hans Knüsel svájci technológusnak és szakoktatónak, aki sokat segített tudásom elmélyítésében, nagyon sok általa készített jegyzettel is ellátva engem. Külön köszönettel tartozom dr. Borbás Rékának, aki kémia tanári és vegyészszemmel nézte át a kéziratot.

IRODALOM

- Joseph Kammerlehner: Käsetechnologie, Hilden, Deutschland: B & L Mediengesellschaften, 2015.
 Patrick F. Fox, Timothy P. Guinee, Timothy M. Cogan, Paul L. H. Mc. Sweeney: Fundamentals of cheese science, Gaithersburg, Maryland: Aspen Publishers, 2000.
 Somogyi Imre: Tejipari technológia I–II., Budapest: VM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet, 2011.



Weber Márton

webermarci123@gmail.com

Mesék és természettudományok

A TETT-mesepályázat díjátadója

A Természettudományos Oktatásért Szabó Szabolcs Emlékre Kőzhazsnú Alapítvány 2021-ben hirdette meg először a *Te és a természettudományok: mesés történetek* (vagy ahogy a legtöbben talán ismerik: TETT) pályázatát a Richter Gedeon Nyrt. kezdeményezésére és támogatásával. A szervezők a pandémia viszontagságai miatt kis csúszással, de megtörhetetlen lelkesedéssel tartották meg 2022. január 25-én a pályázat első – és minden kétséget kizáróan nem utolsó – díjátadóját.

A TETT-mesepályázat természettudományos vonatkozású mesés történeteket, novellákat várt az általános iskolás és középiskolás versenyzőitől, melyeket egy tizenegy tagú zsűri értékelt. A pályázat számos vonatkozásáról e lap hasábjain már korábban is írt a kezdeményezés ötletgazdája, Szántay Csaba. [1, 2]

Még a huszonegyedik életévemet sem töltöttem be, mikor felkérést kaptam a zsűrizésben való részvételre, egyedülként képviselve a korszályomat. Hogy mindenki megérthesse, hogyan kerültem a Magyar Tudományos Akadémia dísztermébe azon a bizonyos 25-ei, keddi napon, és miért kaptam éppen én azt a felkérést Kiss Tamás professzor felelős szerkesztő úrtól, hogy írjak ízelítőt az eseményről, elmesélem a saját történetemet:

Egyetemi tanulmányaimat elkezdve lelkesen vágtam bele a Dürer-verseny szervezésébe, ahol kémiafeladatokon kívül a döntőre jellemző szabadidős programok összeállításában is segédkeztem. Hagyományunk volt eddigre az Ajtósi Hírmondó – a döntő hivatalos újságja – lapjai között megjeleníteni egy mesét, mely az egyik évben matematikai, a másikban fizikai, a harmadikban kémiai motívumokra épült. Utóbbi megírására kértek fel a főszerzők, s így készült el *Aranyka, az aranyatom* története, mely illett az egy évvel később megálmodott TETT-pályázat elvárásaihoz. A döntőn részt vevő tanárok egy workshop keretében juttatták el a mesémet Szántay Csabához. Nem sokkal később érkezett is az a telefonhívás, mely az egész életemet megváltoztatta: szívesen vállalnék-e szerepet a pályázat operatív csapatában? Ilyen felkérésre az embernek nem is lehet más válasza, csak az *igen*. Így kerültem fél évvel később az MTA dísztermének színpadára.

Aznap tíz óraker életemben harmadjára léptem be a tudomány magyar otthonának kapuján. Az első két alkalommal is lenyűgözött az épület grandiózussága, jelentőségének szelleme. Mikor fél tizenegy felé elkezdtek szállingózni a díjazott fiatalok, gyerekek, az ő szemükben is ugyanazt láthattam: lebilincselte álmeledést némi tisztelettel és nem kevés izgalommal fűszerezve.

Tizenegy óraker – amikor az izgalom már a zsűri számára is kézzelfoghatóvá sűrítette a levegőt – felcsendült Vihula Misa gitárművész első akkordja: a II. Magyar rapszodiát hallhattuk tőle. Mivel a családomban és a barátaim között is többen értenek a hűrok búvöléséhez, nem volt számomra idegen látvány egy gitárjáték. Misa azonban előadásmódjával már-már valós pulzust és vérnyomást lehelt a hangszerbe. Sokáig irigykedtem azokra, akik ilyen csodálatosan művelik a művészetek ezen formáját, hiszen mind Szántay Csaba, mind a legtöbb általam elismert és tisztelt tudós és pedagógus úgy tartja, hogy a tudományokkal foglalkozó ember jó,



A díjazottak

ha ért valamiféle artisztikához. Lélekemelő pillanat volt, mikor rájöttem, hogy ez nemcsak a zenét, hanem az írást is jelentheti. A díjátadón tehát ismét szignifikáns találkozó történt: az irodalom és a természettudomány mellé beköszönt hozzám a muzsika is.

A Richter részéről felszólalt Bogsch Erik elnök úr, aki hangsúlyozta a cég emberközpontúságát, illetve azt, hogy a cég működése számára milyen fontos az elkötelezett és kreatív természettudományos értelmiség jelenléte. Szántay Csaba a TETT szellemiségéről beszélt, beavatva a hallgatóságot a pályázat születésének, cseperedésének és kiteljesedésének néhány kulisszatitkába is. Végre elérkezett a várva várt pillanat: a díjak kiosztása. A zsűri minden kategóriában négy-négy díjat osztott ki, valamint három diák különleges művei kaptak különdíjat.

A legkisebbeknek Döbrentey Ildikó és Levente Péter – a pályázat védnökeiként szereplő művészpár – adta át a díjakat egy-egy megható köszöntőbeszéd után. Összesen 159 érvényes pályázat érkezett be a legfiatalabb pályázóink kezei közül. A gyerekek eleinte kissé megszeppenve, később egészen felvillanyozva vették át a jutalmukat. Egy-egy feltett kérdésre adott válaszaikból még egy kicsit jobban meg is ismerhettük őket. Az első korcsoport győztes meséje a *Mekkora szíve van egy babszemnek?* című mű Horváth Adél és Horváth Lili testvérpár tollából. A történet két kicsiny babszemtestvéréről szól, akik némi viszontagság árán kerülnek ki a kerti földbe. A győztes pályaműből még egy részletet is megismerhettünk Döbrentey Ildikó elragadó felolvasásában.

A második korcsoportban az Sz2A elnöke, Holtzer Péter adta át a díjakat, aki a nyertes pályaművek és más közismert művészalkotások (pl. zeneművek, filmek) között felfedezhető kulturális hasonlóságokat mutatta be a vendégek számára. Ebben a kategóriában érkezett be a legtöbb érvényes pályamű, szám szerint 239 darab. A korcsoport győztes műve *Az én mesém*, szerzője Malaczkó Réka. A mese egy rossz tanulmányi átlagot produkáló diák drámai személyiségfejlődését mutatja be. Döbrentey Ildikó ebből a meséből is felolvasott nekünk egy részletet.

A középiskolásoknak, akikről összesen 138 érvényes pályázat érkezett, Pellioniszné Paróczai Margit, a Richter támogatáspolitikáért és alapítványi tevékenységek koordinálásáért felelős vezetője adta át a díjakat, aki köszöntőjében felhívta a figyelmet a



természettudomány és az irodalom egybefonódásában rejtlő lehetőségekre és értékekre, ami tulajdonképpen a pályázatunk üzenete is. A legidősebb tanulók közül a nyertes művet Pintér Péter Imre írta *Ózon, a csodák csodája, avagy egy kémiahistória* címmel; az írás zseniális szöveccel tűzdelve mutat be egy kémtörténetet. A műből Levente Péter olvasott fel nekünk részletet.

Az eredményhirdetés előrehaladtával láthattuk a fiatalok fejlődését is: a feltett kérdésekre a válaszok egyre komolyabbak lettek, a „humorfaktor” növekedése mellett még erőteljes üzenettartalmú feleleteket is hallhattunk. A zsűri számára nagy öröm volt a diákokat mentoráló felnőttekkel való találkozás, akik külön tapsban részesültek mentoráltjuk díjátvétele után. Némelyek csak online tudták követni az eseményt, de a pár másodpercre bekapcsolt kamerák elegendőek voltak ahhoz, hogy arcot társítsunk a pályázók őrzőihöz.

Az én feladatom volt a különdíjak kiosztása. Csak akkor döbentem rá, milyen sok ember érkezett az MTA dísztermébe erre az eseményre, amikor a vendégek felé fordultam a színpadon. Számomra a rengeteg arc látványa hozta el a díjátadó katarziszát (mint utólag megtudtam, több mint kétszázan voltak az esemé-

nyen), onnantól magam is gyarapítottam az ilyen eseményeken már-már kötelező bakik sorát.

Szántay Csaba záróbeszéde után az egész TETT-csapat megtapsolta az összes pályázót, s végül Misa (aki az egész díjátadó minden csendes másodpercében gitárjátékba kezdett, s a tapsokat is jól időzített akkordokkal díszítette) előadta a Pacsirta című művet a fent említett – igazából leírhatatlan – minőséggel. Két és fél óra, illetve némi fotózkodás után mindenki kiszállingózott a tereméből egy jól megérdemelt ebéd reményében.

Az MTA-n aznap négy nagy művészet tette tiszteletét: a természettudományok, az irodalom, a zene és a konyha művészete. A TETT annyira különlegesen pozitív hatású és annyira egyedi kezdeményezés, a díjátadó pedig olyan mértékben sűrítette magába ezeket a „pozitív energiákat”, hogy mindenki, aki csak részt vett ezen az eseményen, joggal érezhette: ezt mindenképpen folytatni kell!

A díjátadón készült képek, valamint a győztes mesék itt láthatók, illetve olvashatók: www.tettmesepalyazat.hu.

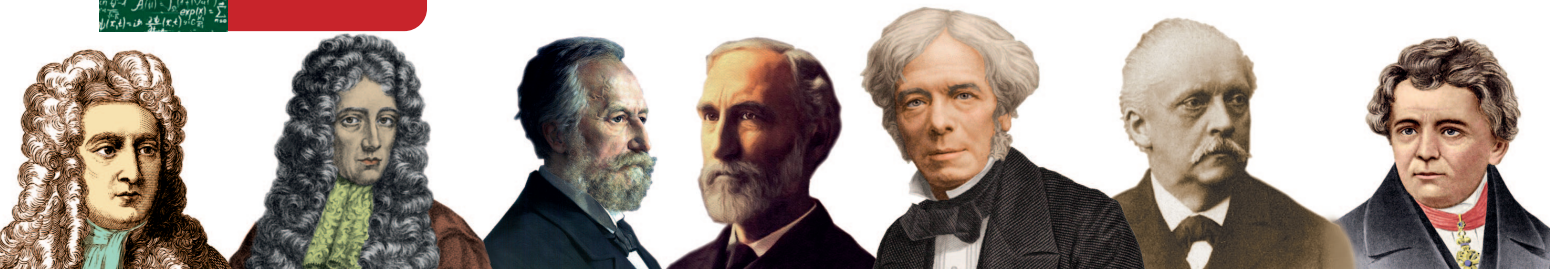
IRODALOM

[1] Szántay Cs., MKL (2021) 76, 303.

[2] Szántay Cs., MKL (2021) 76, 322.

A DÍJAZOTTAK

3. KORCSOPORT			
1. helyezett	Horváth Adél és Horváth Lili <i>Mekkora szíve van egy babszemnek?</i>	1. és 2. osztályosok	Páli Szent Vince Iskolaközpont (Kapuvár)
2. helyezett	Visnyár Jázmin Anna és Visnyár András Bence <i>A Sziklakirály fiai</i>	1. és 4. osztályosok	Pomázi Német Nemzetiségi Általános Iskola
2. helyezett	Kiss Emese <i>A víz elemi elegyei</i>	2. osztályos	Széchenyi István Általános Iskola (Alsónémedi)
3. helyezett	Király Sára <i>A torokfájós kislány és a denevér</i>	3. osztályos	Ciszterci Nevelési Központ (Pécs)
2. KORCSOPORT			
1. helyezett	Malaczkó Réka <i>Az én mesém</i>	7. osztályos	Szigetszentmiklósi Batthyány Kázmér Gimnázium
2. helyezett	Jávor Botond <i>A királyfi útja</i>	8. osztályos	Városmajori Gimnázium (Budapest)
3. helyezett	Hegedüs Aliz <i>Arany Aranka útja Redoxiba avagy Jód, a Mester galaktikus útja a periódusos rendszerben</i>	8. osztályos	Szent István Gimnázium (Budapest)
3. helyezett	Fritsi Bertalan <i>Minden vízbe mártott test</i>	8. osztályos	Budapesti Egyetemi Katolikus Gimnázium és Kollégium
küöldíjas	Sráj Ádám és Verba Béla <i>Periódusos rendszer krónikái: az ionos kötés legendája</i>	8. osztályosok	Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Gyakorló Általános, Közép-, Alapfokú Művészeti Iskola és Pedagógiai Intézet (Eger)
3. KORCSOPORT			
1. helyezett	Pintér Péter Imre <i>Ózon, a csodák csodája, avagy egy kémiahistória</i>	9. osztályos	Kápolnásnyéki Vörösmarty Mihály Általános Iskola
2. helyezett	Németh Liza Szófia <i>Édes mese</i>	11. osztályos	Tóth Árpád Gimnázium (Debrecen) és Gimnázium
2. helyezett	Fenyő Anna <i>Az ifjú fizikus</i>	10. osztályos	Kaposvári Munkácsy Mihály Gimnázium
3. helyezett	Ruzsicska Júlia <i>Az elveszett arany</i>	12. osztályos	Patrona Hungariae Katolikus Iskolaközpont (Budapest)
küöldíjas	Vajda Ádám <i>Mese az ezerarcú folyónkról</i>	10. osztályos	ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnázium (Budapest)
küöldíjas	Méhes Katalin <i>A különleges orvosság</i>	10. osztályos	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma (Pécs)



KIRÓL NEVEZTÉK EL?

Inzelt György

■ ELTE Fizikai Kémiai Tanszék

A BET-egyenlet

A Brunauer–Emmett–Teller-féle egyenlet, a BET-egyenlet gázok fizikai adszorpcióját írja le szilárd felületeken. (Tehát amikor a gáz nem lép kémiai kölcsönhatásba a felület anyagával: nem történik kemisorpció.) Ma leginkább a felületek nagyságának meghatározására használjuk különböző bonyolult szerkezetű (így például pórusos) anyagok esetén. Az, hogy a fajlagos felület mekkorának adódik, függ a használt gáztól. Ez érthető, mert például a legkisebb méretű pórusokba csak a hidrogénmolekula fér be, míg a gyakorta használt nitrogén vagy argon nem [1, 2]. A háromszerzős cikk 1938-ban jelent meg [Stephen Brunauer, Paul Hugh Emmett, Edward Teller, Adsorption of Gases in Multimolecular Layers. Journal of the American Chemical Society (1938) 60 (2) 309–319] (1. ábra).

Feb., 1938 ADSORPTION OF GASES IN MULTIMOLECULAR LAYERS 309

[CONTRIBUTION FROM THE BUREAU OF CHEMISTRY AND SOILS AND GEORGE WASHINGTON UNIVERSITY]

Adsorption of Gases in Multimolecular Layers

BY STEPHEN BRUNAUER, P. H. EMMETT AND EDWARD TELLER

Introduction

The adsorption isotherms of gases at temperatures not far removed from their condensation points show two regions for most adsorbents: at low pressures the isotherms are concave, at higher pressures convex toward the pressure axis. The higher pressure convex portion has been variously interpreted. By some it has been attributed to condensation in the capillaries of the adsorbent on the assumption that in capillaries of molecular dimensions condensation can occur at pressures far below the vapor pressure of

I. The Polarization Theory of DeBoer and Zwicker

According to DeBoer and Zwicker, the induced dipole in the i th layer polarizes the $i + 1$ st layer, thus giving rise to induced dipole moments and binding energies that decrease exponentially with the number of layers. If we call the dipole moment of a molecule in the i -th layer μ_i , it follows that

$$\mu_i = c_i C \quad (1)$$

where c_i and C are appropriate constants, C actually being equal to μ_i/μ_{i-1} . The corresponding

1. ábra. A híres Brunauer–Emmett–Teller-cikk

Az elmélet többrétegű adszorpcióval számol, tehát a Langmuir-féle adszorpcióval ellentétben a felületi megkötődés nem korlátozódik egy rétegre. A többrétegű adszorpció lehetőségét először Polányi Mihály (1891–1976) vetette fel, de azt akkor elutasították [1,3]. Polányi elképzelését több cikkben is publikálta, de doktori disszertációja [Gázok (gőzök) adszorpciója szilárd nem illanó adsorbensen. Budapesti Tudományegyetem, 1917] is e témáról szól. Nernstnek és Einsteinnek a dipólus kölcsönhatáson alapuló modell nem tetszett. Polányi elméletének lényeges vonása az volt, hogy a felület vonzóerőt fejt ki az adszorbeált részecskékre, ami független a hőmérséklettől. Az erő a potenciális energia felületközeli változásával jellemezhető. Modelljével kiszámítható volt az adszorpció izotermák változása a hőmérséklet függvényében. E tekintetben is érdekes, hogy a BET-elmélet három szerzője közül kettő magyar. Brunauer összefoglaló munkájában (The Adsorption of Gases and Vapors, Volume 1 (Oxford University Press, 1943) így

írt Polányi elméletéről: „... kiemelkedő sikerességgel ad számot a fizikai adszorpció hőmérsékletfüggéséről”, „az egyetlen elmélet, amely kvantitatívan tudja kezelni a heterogén felületeken végbemenő adszorpciót”.

A BET-elmélet rövid leírását a következőkben adhatjuk meg [1, 2].

A Langmuir-féle elmélet szerint az adszorbens és az adsorbátum közötti jelentős kölcsönhatás miatt egyrétegű adszorpció alakul ki. Gőzök adszorpciójakor – különösen ha az adott hőmérsékleten a gőznyomás megközelíti a megfelelő telített gőznyomást – többmolekulás réteg is kialakulhat a felületen, ha az adszorpció erők és a gázmolekulák közötti vonzóerők összemérhetőek.

A BET-elmélet szerint a következő adszorpció izoterma adódik:

$$\theta = \frac{cp}{(p_0 - p)(1 + (c - 1)(p/p_0))},$$

illetve praktikus okokból átalakítva (linearizálva):

$$\frac{1}{v[(p_0/p) - 1]} = \frac{c - 1}{v_m c} \left(\frac{p}{p_0} \right) + \frac{1}{v_m c},$$

ahol θ a borítottság, ami a felületi koncentráció és a maximális felületi koncentráció hányadosa, p és p_0 a folyadékfázis egyensúlyi, illetve telített gőznyomása, c állandó, ami tartalmazza az adszorpció és a deszorpció energiákat, vagyis ezeknek a folyamatoknak a sebességével kapcsolatos, v és v_m az aktuális borítottság, illetve az egymolekulás teljes borítottságnak megfelelő határérték. A bal oldalt a relatív nyomás (p/p_0) függvényében ábrázolva egy mért izoterma esetén az egyenes iránytangenséből a v_m és a c kiszámítható. Szilárd adszorbenseknél, ahol a valódi felület nem ismert, fajlagos értékkel számolunk, vagyis v -t 1 g adszorbensre számoljuk, így viszont a valódi felület kiszámítható.

Az egyenlet névadói

Brunauer István (Stephen)

Brunauer István (Budapest, 1903. február 12. – Potsdam, New York, 1986. július 6.) szegény családba született, édesanyja varrónőként tartotta el a családot, mert édesapja vaksága miatt nem dolgozott. 1921-ben kivándorolt az Egyesült Államokba. Egyetemi tanulmányait a City College of New York és a Columbia University angol és kémia szakán végezte. 1925-ben vegyész-mérnök



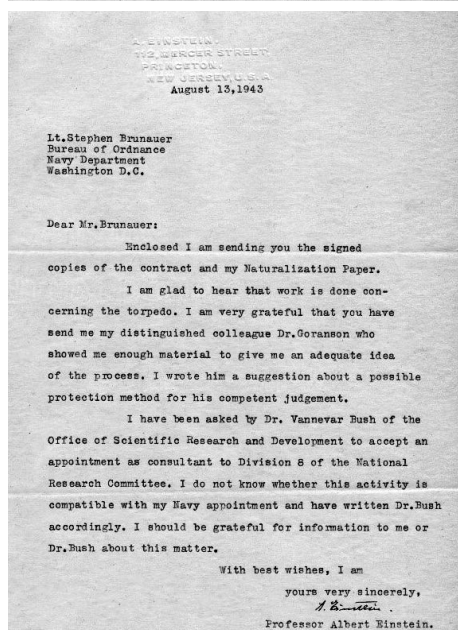
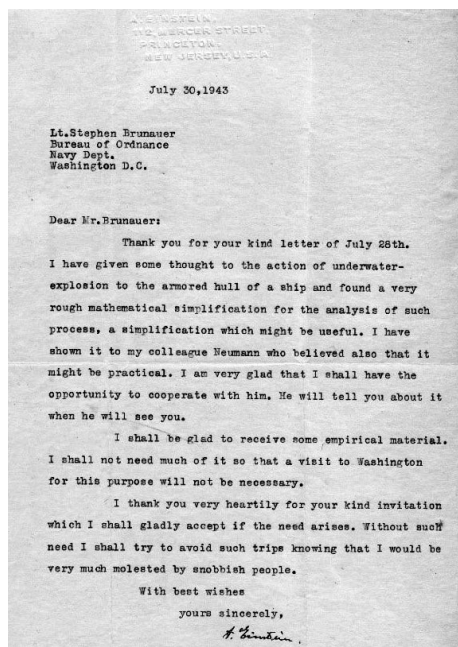
diplomát is szerzett a George Washington Egyetemen. Doktori fokozatát Baltimore-ban, a Johns Hopkins Egyetemen nyerte el 1933-ban. Itt már azzal foglalkozott, ami később is fő témája maradt, ugyanis a nitrogén vas-katalizátoron történő adszorpcióját tanulmányozta, amelynek az ammóniaszintézisben van nagy jelentősége. Ezt a témát folytatta az Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériumának egyik kutatólaboratóriumában is, ahol Emmett munkatársa lett [4].

Az itteni munka vezetett a BET-egyenlet megszületéséhez, Tellernek a modell alapján az elméleti levezetésben jutott szerep.

1931-ben megnősült, és a következő évtizedben három gyermekük született. Felesége, Esther Delia Caukin (1901–1959) a kaliforniai Jacksonban született. Apja villanyszerelő volt. Baloldali nézeteket vallott, míg anyja a nők egyenjogúságáért küzdött. Nem csoda, hogy a lányuk is a haladó eszmék elkötelezettje lett. 1927-ben szerzett doktori fokozatot történelemből.

Brunauer 1942-ben, az USA háborúba lépése után csatlakozott a Haditengerészethez. Lieutenant majd Commander Lieutenant katonai rangot kapott, ami egy kisebb egység parancsnoka volt a tengerészetnél, magyarul korvettkapitánynak vagy fregattkapitánynak lehet fordítani. A Fegyverkezési Hivatal felügyelete alá tartozó kutatócsoport tagja lett, amelyik nagy erejű robbanóanyagokkal foglalkozott. Meghívta Einsteint tanácsadónak. Einstein már korábban levelezett Esther Brunauerrel. Esther ugyanis az American Association of University Women aktív tagja, később a Külügyminisztérium magas rangú hivatalnokja volt, és a nemzetközi ügyeket irányította, így segíteni tudta a Németországból menekült tudósok amerikai elhelyezkedését. Einstein Neumann Jánossal is konzultált a projekttel kapcsolatban, ahogy az a levelezésből kiderül (2. ábra).

Brunauer a második világháború után leszerelt, de folytatta munkáját a haditengerészetnél, illetve a Fegyverkezési Hivatal K + F részlegének vezető vegyésze lett. A bajok 1950-től kezdődtek, amikor McCarthy megindította az antikommunista hadjáratát. Ezzel olyan örületet generált, ami az Egyesült Államok egyik legsötétebb korszakát hozta, ártatlan emberek ezreit hurcolták meg, fosztották meg a munkájuktól. Így járt a Brunauer házaspár is. Stephen Brunauerrel előkotorták, hogy egyetemi évei alatt tagja volt az Ifjú Munkások Ligájának. Ezért korábban már az Atomenergia Bizottság tagadta meg tőle a biztonsági igazolás kiadását. Ekkor még folytathatta a munkáját, de 1951-ben, amikor tudomására jutott, hogy a haditengerészet is bevonni készül a biztonsági engedélyét, inkább felmondott. Ezzel gyakorlatilag egyidejűleg a felesége ellen is eljárást indítottak. Őt először felmentették, de 1952-ben már elbocsátották a Külügyminisztériumból. A biztonsági kockázatot indokolni nem kellett, a vádakat megalapozó tanúvallomásokot, dokumentumokat még a munkáltató sem ismerhette meg. Esther Brunauer a Kongresszusi Könyvtárban, a Filmtanácsnál, illetve kiadóknál dolgozott később. Stephen Brunauer a chicagói Portland Cementnél helyezkedett el, majd 1965-ben a Clarkson Egyetem Kolloid- és Felületi Kémiai Intézetének lett a vezetője, ahol 1973-ig, nyugdíjba vonulásáig dolgozott. Felesége halála után, 1961-ben feleségül vette



2. ábra. Két levél az Albert Einstein és Brunauer közötti levelezésből

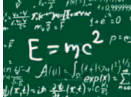
(U.S. National Archives and Records Administration)

egyetemi tanártársát, a magyar származású Dalma Hunyadi (1924–2017).

Brunauer járt Magyarországon is. E sorok írójának lehetősége volt meghallgatni a „Pore structure of solids” című előadását a Colloids Budapest 1975 konferencián – mindmáig a legnagyobb ilyen jellegű konferencián –, ahol a szakma legkiválóbbjai jelentek meg. Bár az életrajzai szerint már nyugdíjas volt, a résztvevők listáján mint a Clarkson College professzora szerepelt [5].

Paul Hugh Emmett

Paul Hugh Emmett (Portland, Oregon, 1900. szeptember 22. – Portland, 1985. április 22.) édesapja vasúti mérnök, édesanyja szakács volt a vasúttársaságnál. Emmett a Washington High Schoolban kitért matematikában, fizikában és kémiában, de itt kötött életreszóló barátságot a későbbi kétszeres Nobel-díjas Linus Pau-



linggal (Portland, Oregon, 1901 – Kalifornia, 1994) is. Paulinghoz hasonlóan tanulmányait előbb az Oregoni Állami Mezőgazdasági Egyetem (ma Oregon State University, Corvallis) vegyészmérnöki szakán folytatta, majd PhD-fokozatát – fizikai kémiából – a California Institute of Technology (Kaliforniai Műszaki Egyetem, Pasadena) egyetemen szerezte meg. Közös publikációjuk is született [The Crystal Structure of Barite (1925)].

Végül sógorok lettek, mert Emmett 1976-ban Pauline Paulingot (1902–2003) választotta harmadik feleségül. Emmett 1925-ben rövid ideig tanított az Oregoni Állami Egyetemen, aztán állást vállalt a Mezőgazdasági Minisztérium kutatólaborjában, amelynek fő témája a nitrogén megkötésének vizsgálata volt, amibe beletartoztak az ammónia szintézisével és bomlásával kapcsolatos katalitikus folyamatok. Amint már említettük, ide került Brunauer is hét évvel később. 1937-től a Johns Hopkins Egyetemen lett tanszékvezető volt, amíg a Manhattan-projekt 1943-ban el nem szűlt. Harold Urey csoportjában a feladata az U-235 és az U-238 uránizotópok szétválasztása, és gáz-halmazállapotú urán-hexafluoriddá alakítása volt. Itt 16 hónapig dolgozott, de utána még az Oak Ridge-i Nemzeti Laboratóriumban tanácsadó maradt 22 évig. 1944-től olajkutatással foglalkozott a pittsburgh-i Mellon Ipari Kutató Intézetben. 1955-től 1971-es nyugdíjazásig újra a Johns Hopkins Egyetem professzoraként dolgozott.

Teller Ede (Edward)

Teller Ede (Edward) (Budapest, 1908. január 15. – Stanford, Kalifornia, 2003. szeptember 9.) életrajzával nem foglalkozunk részletesen. Róla nagyon sok magyar nyelvű cikkben és könyvben olvashatunk [6, 7, 8], illetve ő is megírta visszaemlékezéseit. Természetesen az atom- és a hidrogénbomba történetében játszott szerepe a legismertebb, de tudományos eredményei között a BET-egyenlet is mindig szerepel. Ezt az eredményét ő maga is nagyra tartotta [Hargittai István: Fizikai Szemle (2008) 58, 2–11].

Fizikusként tartjuk számon, de a kémiában, fizikai kémiában is jelentőset alkotott. Nevét viseli a Jahn–Teller-effektus (vagy

Jahn–Teller-torzítás) is. Ezt Hermann Arthur Jahn (1907–1979) német–angol fizikussal 1937-ben publikálták. Az elv lényegében azt állítja, hogy bármelyik nemlineáris molekula alapállapotában geometriailag torzul (spontán szimmetriasértés), ami energetikailag kedvező, és egyúttal megszünteti a pályák degeneráltságát.

Élete dióhéjban: Apja ügyvéd volt. Teller a Budapesti Középiskolai Tanárképzőben (Mintagimnázium, ma ELTE Trefort Gyakorlógimnáziuma) érettségizett 1925-ben. Németországban a Karlsruhei Egyetemen vegyészmérnökséget tanult (1927), majd a Müncheni (1928) és a Lipcsei Egyetemen fizikusnak képezte magát. Lipcsében Heisenbergnél doktorált 1930-ban. Göttingenben James Franck Nobel-díjas tanársegédje. Dolgozott Fermivel és Bohrral is. 1934-ben Németországból Angliába menekül, 1935-ben érkezik az Egyesült Államokba, ahol a George Washington Egyetemen tanít. Ezután New Yorkban, a Columbia Egyetemen, majd Chicagóban, Fermi csoportjában dolgozott az első atomreaktor építésén. 1942-től a Manhattan-projekt keretében az atombombában dolgozott Los Alamosban. A második világháború után szorgalmazta a hidrogénbomba létrehozását. 1952-től a University of California Radiation Laboratory Livermore (ma Lawrence Livermore Nemzeti Laboratórium) a munkahelye, ahol a tudományos kutatás mellett fegyverfejlesztés a fő profil.

IRODALOM

- [1] Erdely-Grúz T., Schay G., Elméleti fizikai kémia II. kötet, Tankönyvkiadó, Budapest, 1964. 379–412.
- [2] K. S. W. Sing, Pioneers of Adsorption Science. I. Stephen Brunauer. Adsorption Science & Technology, Vol. (2014) 32, 343–350.
- [3] Füstöss L., Polányi néhány eredménye a fizika oldaláról szemlélve. Polanyiana (2003) 12, 105–116.
- [4] Kenneth S. W. Sing, Langmuir (1987), Stephen Brunauer (1903–1986). 3, 2–3.
- [5] International Conference on Colloid and Surface Science (Colloids 1975), Budapest, 1975. szeptember 15–20.
- [6] Hargittai I., Teller (ford. Gács János). Akadémiai Kiadó, Budapest, 2011.
- [7] Fizikai Szemle (2008) 58(1). Teller Edének szánt centenáriumi szám.
- [8] Czeisel E., Tudósok, gének, tanulságok. Galenus Kiadó, 2006, 297–333.

JEGYZETEK

1) A Wikipédia általában jó forrás, de feltétlenül ellenőrizni kell. Tipikus példát láthatunk Brunauer esetében. Az angol nyelvű honlap (https://en.wikipedia.org/wiki/Stephen_Brunauer) nem Brunauer, hanem tévesen Emmett képét közli (Emmett honlapján egy másik fotó van). Ennek magyar fordítása (https://hu.wikipedia.org/wiki/Brunauer_István) nem közöl fotót. Viszont a Google-keresésnél (<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=Stephen+Brunauer>) a magyar nyelvű összefoglalóban megint a fentebbi Emmett-fotó jelenik Brunaueré helyett.

2) Az nyilvánvaló, hogy Tellert Brunauer vont be a közös munkába. Az, hogy ez mikor és hogyan történt, elég zavaros a visszaemlékezésekben. Az angol nyelvű Wikipédia-szócikk szerint: „He pursued graduate studies in chemistry and engineering, earning his master’s degree in 1929 from George Washington University, where he was a student of Edward Teller, who later described his confidence in asserting his theories and challenging his teachers.” A szócikk szerzője Teller könyvére hivatkozik: Teller, Edward, *Memoirs: A Twentieth Century Journey in Science and Politics*. Basic Books. 2001, 125–6. Teller akkor még Németországban volt, 1935-ben tanított az említett egyetemen. A magyar nyelvű szócikk szerzője (nagy részben az angol fordítása) már észrevette, hogy valami probléma van. Vélhetően ezért így módosította ezt a mondatot: „1929-ben szerzett vegyészmérnök mester diplomát a washingtoni George Washington Egyetemen, ahol később találkozott Teller Edével”. Brunauer második felesége nyilván férje korábbi elbeszélése alapján így írt (<https://montazsmagazin.hu/dr-vitez-hunyadi-dalma/>): „Férjem, dr. Brunauer István tizennyolc évesen az USA-ba ment rokon látogatába, és ottragadt. Elvégezte az egyetemet, majd Berlinbe ment tanulmányait folytatni. Itt ismerkedett meg az ugyancsak ott tanuló Tellel. Jó barátok lettek, és egy barátságos hógolyócsata szünetében Brunauer elmondta Tellernek a „finoman feloldott részecskék» mérhetőségére kialakított elméletét és módszerét. Teller elvégzett néhány kalkulációt, és alátámasztotta az elméletet. Ezeket később Emmett is jóváhagyta. A komplikált mérő apparátus is elkészült, és hamarosan nélkülözhetetlen lett világszerte.” Brunauer első feleségével 1933-ban volt ösztöndíjjal tanulmányút Berlinben. Teller már nem volt tanuló. Brunauer és Teller találkozhatott Berlinben, a hó is eshetett, Tellernek nagy valószínűséggel komoly szerepe volt az egyenlet levezetésében, de az azért kevésbé elképzelhető, hogy egy hógolyócsata szünetében megismerkedett egy számára idegen területtel, és megcsinálta volna a levezetéseket.



**Balról jobbra:
Teller, Emmett
és Brunauer
1969-ben
(Oregon State
University
archivuma)**



KÖDPISZKÁLÓ

„Tüdővitamin”

A Covid-világjárvány idején kiemelt figyelmet kapnak azok a hírek, amelyek a betegség kezelésével, megelőzésével kapcsolatosak. Sokan tartanak a védőoltásoktól és a gyógyszerektől (bár talán helyesebb lenne ezt főbiának nevezni), így a természetes megoldásokra (vitamin, gyógynövény) fokozott az igény. Ilyen szempontból érdekes egy népszerű hírportál írása, amely szerint „egyre több súlyos állapotú koronavírusos beteget kezelnek a kiskunhalasi járványkórházban, ahol ... magyar fejlesztésű tüdővitaminnal kezelik a fertőzötteket. Az orvosok a terápiás kiegészítések alkalmazását a készítményt, amit úgy alkottak meg, hogy kifejezetten az emberi tüdőt erősítse és védje.”

Miről is van szó? Az említett termék egy étrend-kiegészítő, amely B₆-, C-, D- és E- vitamint, Q10-koenzímet, rutint, *Boswellia serrata* és *Cordyceps sinensis* kivonatot tartalmazza. Ezt a készítményt piacra kerülése óta a tüdő vitaminjaként említik a reklámokban és a termék csomagolásán.



Indiai tömjénfa,
Boswellia serrata (fotó: Dinesh Walke, CC BY-SA 2.0)

egy-összetevőkkel kapcsolatban milyen hatásokat talált bizonyítottan az EU – és ezen a listán egyik vitamin sem szerepel tüdővitaminként.

Ettől persze a készítmény lehetne kivételesen hasznos a tüdő számára, ennek alátámasztására azonban nincsenek a szakirodalomban elérhető adatok.

Hernyógomba, *Cordyceps sinensis*
(fotó: Rafti Institute, CC BY-SA 2.5)



De vajon tényleg a tüdő vitaminja? Annyiban mindenképpen, hogy a benne található vitaminok minden sejtünk, így a tüdőnk sejtjei számára is létfontosságúak – viszont a szakirodalom szerint egyiknek sincs olyan specifikus, célzott hatása, amely kifejezetten a tüdő működését támogatná. Mivel a termék étrend-kiegészítő, a benne található vitaminokról megfogalmazható állítások köre szabályozott. Létezik egy lista, amin megtalálható, hogy az egyes összetevőkkel kapcsolatban milyen hatásokat talált bizonyítottan az EU – és ezen a listán egyik vitamin sem szerepel tüdővitaminként.

Ettől persze a készítmény lehetne kivételesen hasznos a tüdő számára, ennek alátámasztására azonban nincsenek a szakirodalomban elérhető adatok. Egyetlen humán vizsgálat sem érhető el a tudományos adatbázisokban, amely alátámasztaná, hogy ez az összetétel vitamin (azaz a normál, egészséges működéshez elengedhetetlen) lenne a tüdő számára. A gyulladáscsökkentő tömjén (*Boswellia serrata*), az immunrendszerre ható hernyógomba (*Cordyceps sinensis*), az ereket védő flavonoid (rutin) egyaránt fontos részei lehetnek az étrendnek, viszont tüdőre kifejtett hatásukat nem tanulmányozták embereken.

Talán véletlen, hogy ez a termék a Covid-járvány kitörése után jelent meg piacon, egy olyan időszakban, amikor sokan bármit megtettek volna a tüdejük védelmében. De valószínűbb, hogy az időzítés szándékos, hiszen egy cikk szerint „megalkotását a pandémia tette szükségessé”. Bár úgy tűnik, tudományos cikkek nem igazolják a tüdővédő hatást, a nem tudományos sajtóban megjelenő hírek a Covid-dal hozzák összefüggésbe a terméket. Korábbi sajtóbeszámolók szerint a forgalmazó cég a kiskunhalasi járványkórház, az Országos Mentőszolgálat és a Honvédkórház számára is juttatott a termékből.

A mostani hír szerint a kiskunhalasi járványkórházban ezzel a termékkel kezelik a betegeket. Ez két okból meglepő: egyrészt a „tüdővitamin” nem része a hivatalos terápiás irányelvnek (ahhoz, hogy oda bekerüljön, a hatásosságát igazolni kell). Másrészt viszont azért meglepő a fenti állítás, mert a kiskunhalasi járványkórház a hír megjelenésének napján (2021. november 17.) már jó ideje zárva volt: 2021. május 31-én bezárt, és még nem nyitották meg újra. A kórházból származó értesítéseink szerint egyébként a vitamint sem most, sem korábban nem alkalmazták covidos betegek kezelésére.

Az étrend-kiegészítők egyébként az élelmiszerek közé tartoznak, és betegségek kezelésére nem alkalmazhatók, hiszen gyógyhatásuk nem igazolt. Arra való, amire a nevük is utal: az étrend kiegészítésére. Az étrend-kiegészítőkkal kapcsolatos kommunikációt a Gazdasági Versenyhivatal rendszeresen és kiemelten vizsgálja. Megtévésztő tájékoztatás esetén a bírság akár több tízmillió forint is lehet. Nagyon gyakori, hogy a bírságot azért szabják ki, mert étrend-kiegészítőnek gyógyhatást tulajdonítanak, vagy erre utalnak.

A Covid alatti vitaminpótlás jelentőségét egyébként nemzetközileg intenzíven kutatják. Ami biztos: a vitaminhiányos szervezet előbb-utóbb elkezd rendellenesen működni, és fogékonyá válhat különféle betegségekkel szemben (nemcsak a Covidra). Éppen ezért fontos kiegyensúlyozottan, egészségesen táplálkozni, hiszen így a legtöbb vitamin megfelelő dózisban bevihető. Egyetlen kivétel van, mégpedig a D-vitamin, mert azt az egészséges étrend sem tartalmazza megfelelő mennyiségben. Ráadásul több vizsgálat utal arra, hogy a D-vitaminhiány a háromszorosára emeli a megfertőződés kockázatát és ötszörösére a súlyos megbetegedés kialakulását koronavírus-fertőzés esetén. Arra viszont nincs bizonyíték, hogy megfelelő vitaminszint esetén a pluszban elfogyasztott vitaminnal gyorsítható lenne a gyógyulás. A hazai orvosi ajánlás egyébként napi 1500-2000 NE D-vitamint javasol a vitaminhiány megelőzésére. Erre a célra multivitamin is javasolható, de érdemes ellenőrizni a dózist: a túl sok ugyanúgy nem jó, mint a túl kevés.

A Covid gyógyításával kapcsolatos hírekkel kapcsolatban érdemes figyelembe venni, hogy ez egy olyan betegség, amelynek gyógyítása a legmodernebb gyógyszerekkel is komoly kihívás. Az egészséges étrenddel vagy annak kiegészítésével tehetünk (pl. a vitaminhiányból adódó) kockázat csökkentéséért, de a rizikó méréséklése nem keverendő össze a gyógyhatással.

Csupor Dezső

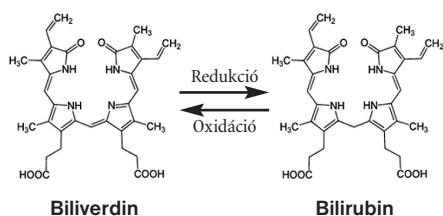


Krutsay Miklós

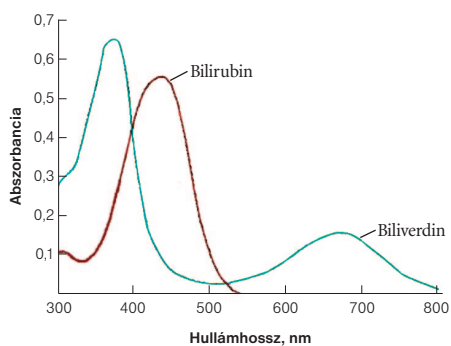
Magyar Imre Kórház, Patológiai Osztály, Ajka | miklos.krutsay@gmail.com

Adatok az epefestékek hisztokémiájához

Az emberi vörösvértestek élettartama átlag 120 nap, de a vörös csontvelőben folyamatosan újra termelődnek. A szervezetben elszórtan – elsősorban a lépben, a májban és a vörös csontvelőben – jelen lévő, kötőszöveti eredetű falósejtekből (makrofágokból) az elpusztult vörösvértestek hemoglobinjából a kétértékű vas ledisszociál, a globin enzimhatásra lehasad. A visszamaradt protoporfirin IX ($C_{34}H_{34}N_4O_4$) tetrapirrol-gyűrűje felnyílik és belőle kékeszöld színű *biliverdin* ($C_{33}H_{34}N_4O_6$) keletkezik. Ezt a színezéket a biliverdin-reduktáz közvetlenül *bilirubinná* ($C_{33}H_{36}N_4O_6$) alakítja (1–2. ábra). A bilirubin vízben



1. ábra. A biliverdin átalakulása bilirubinná



2. ábra. Az epefestékek spektrális elnyelési görbéi

alig oldódik, egyes szerves oldószerek (pl. kloroform, benzol) azonban oldják, híg oldata sárga, töményebb oldata barna színű.

A bilirubin albuminokhoz kötötten, ún. *indirekt bilirubinként* jut a vérkeringésbe, koncentrációja a vérben $< 17 \mu\text{mol/l}$. Ezt a formáját a vese nem választja ki. A májba jutva elválik a fehérjétől, és a glukuronil-

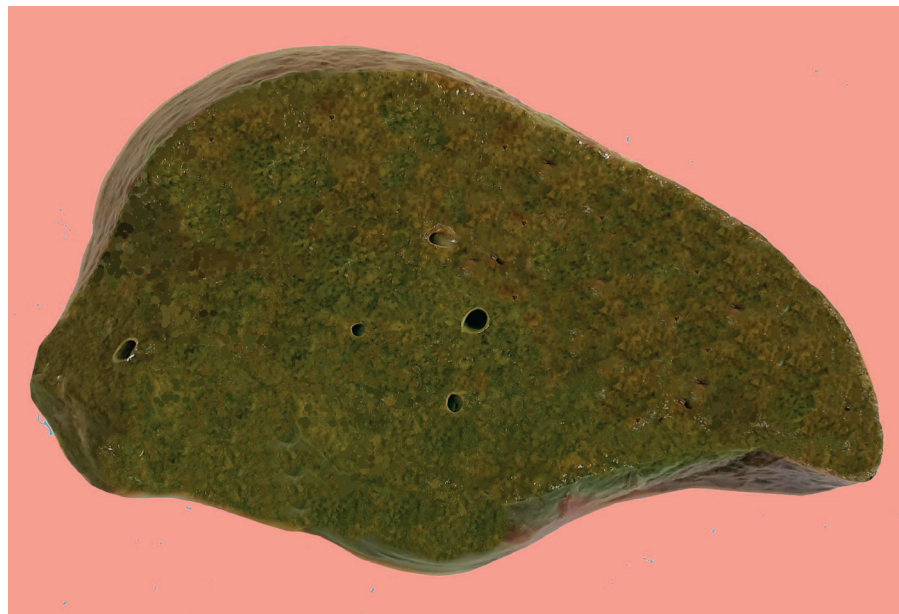
transzferáz enzim hatására, két molekula glukuronsavval észterezve konjugált, *direkt bilirubinná* alakul, amelynek szintje a vérben $< 5 \mu\text{mol/l}$. (A klinikai laboratóriumok a vér direkt és totális bilirubin-koncentrációját vizsgálják, a biliverdinnel nem foglalkoznak.) A direkt bilirubin epesavas alkálifémsókkal, koleszterinnel, foszfolipoidokkal és fehérjékkel együtt az epével ürül. Ennek színe a bilirubin–biliverdin aránytól függően a sárgásbarnától a kékeszöldig terjedhet. A bélben, baktériumok hatására, a glukuronsavak lehasadnak a bilirubintról, amely redukálódva szintelen *sterkobilinogénné* ($C_{33}H_{48}N_4O_6$), majd oxidálódva barna színű *sterkobilinné* ($C_{33}H_{46}N_4O_6$) alakul. (Ez adja a széklet színét.) A sterkobilinogén egy része *urobilinogénként* ($C_{33}H_{44}N_4O_6$) a bélből felszívódik, áthalad a vesén és kiválasztódik a vizelettel, amelyben Ehrlich-reagenssel (p-dimetil-amino-benzaldehid sósavas oldatával) detektálható (a vörös reakcióterméket kloroform oldja). Az urobilinogén hiánya vagy megszaporodása érzékenyen jelzi a bélbe jutott bilirubin meny-

nyiségét. *Urobilinné* ($C_{33}H_{42}N_4O_6$) oxidálódva a vizelet sárga színét adja.

A vér bilirubin-szintjének emelkedésekor a bőr a sárgától a sötét zöldesbarnáig terjedő színben elszíneződik (icterus). Ez legkorábban a szem kötőhártyáján ismerhető fel. A belső szerveken általában nem látható feltűnő színváltozás, tartós sárgaságnál azonban a vese és a máj zöldesbarna-barnászöld lesz (3. ábra). Fokozott vörösvértest-pusztulásakor vagy a glukuroniltranszferáz csökkent termelődésekor (pl. Gilbert-kórban, Crigler–Najjar-szindrómában) az indirekt bilirubin szintje emelkedik a vérben. Epeútlezárádaskor, májbetegségekben és a konjugált bilirubin kiválasztásának zavaránál (Dubin–Johnson-, ill. Rotor-szindrómában) főként a direkt bilirubin koncentrációja nő, és $35 \mu\text{mol/l}$ felett a festék megjelenik a vizeletben is.

A bilirubinnak a vérben és a vizeletben való kimutatására, meghatározására számos színreakciót ajánlottak. Ezek a bilirubinnak biliverdinné és további színes termékekké (bilicianin, biliprazin, koletelin)

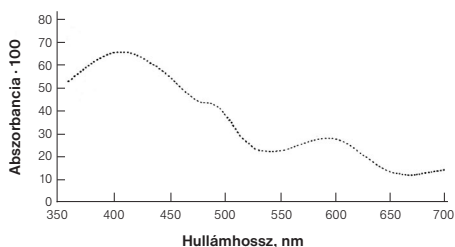
3. ábra. Icterosus máj metszészlapja





való oxidálásán alapulnak (salétromsavval, ferri-kloriddal, jóddal). A vérben való mennyiségi (fotometriás) meghatározására a van den Bergh-reakciót használják (diazotált szulfanilsavval a bilirubin vörös színezéket képez).

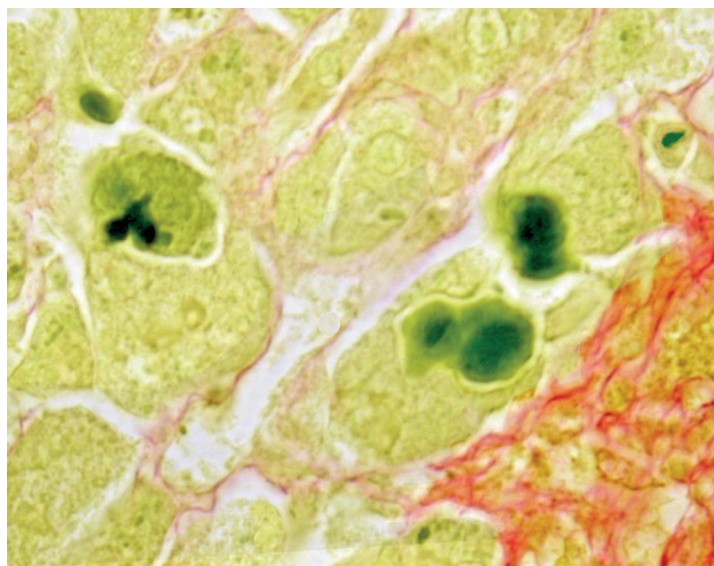
A patológusok előtt jól ismert, hogy a szövettani feldolgozást megelőző, formalinban (4 g/dl-es formaldehid-oldatban) történő „fixálás” során az epe és a sárgaságban szenvedettek májának barna színe néhány óra vagy néhány nap alatt – levegőtől elzárva is – zölddé válik, ellentétben a formalinmentes fixálóokban (pl. aceton) való viselkedéssel. Lillie és munkatársai [7] vizsgálatai szerint számos alifás és aromás aldehyd képes a színváltozást előidézni. A zöld szín redukálószerrel (Na-ditionit, Naborohidrid, K-piroszulfít, Na-tioszulfát) hatására barna lesz, de oxidálószerrel visszaalakul. A formaldehid redukálószerként ismeretes, ezért kérdéses, hogy az általa létrehozott szín biliverdintől származik-e. Spektrofotométerrel vizsgálva [7], a formalinnal elegyített epe elnyelési görbéje eltér a biliverdin spektrumától (4. ábra).



4. ábra. Bilirubint és formaldehydet tartalmazó oldat elnyelési görbéje [7]

Mikroszkóppal az epefestékek csak ott és csak akkor mutathatók ki szemcsék-alvadékok alakjában, ahol nagyobb koncentrációt érnek el (pl. a máj epekapillárisaiban, a vesecatornáokban) és fehérjékhez kötődtek, így a fixáláskor azokkal együtt kicsapódtak. A szövettani feldolgozás során ugyanis a szervrészeket vízzel és szerves oldószerekkel (alkohollal, acetonnal, xilolal stb.) kerülnek érintkezésbe, amelyek a vegytiszta bilirubint, ill. biliverdint oldják.

A formalinban fixált, icterusos szervekből készült metszetekben az epefesték részben barna színű is maradhat. (A műtéileg eltávolított epehólyagok kötőszövetében esetenként tisztán bilirubinból álló, barna lerakódást találunk.) A barna szín megnehezíti vagy lehetetlenné teszi a bilirubin elkülönítését az esetlegesen ugyanott előforduló, egyéb barna pigmentektől (lipofuscin, hemosziderin, melanin).



5. ábra. Epefestékrögök icterusos májban. Lugol-reakció

A kórszövetben szokásos, rutin hematoxilín-eozin festés során a bilirubin megtartja barna színét, a biliverdin viszont az eozintól zöldesbarna lesz, ezért natív színüket biztonsággal csak festetlen metszetben állapíthatjuk meg. Míg ilyenkor a biliverdin zöld színéről jól felismerhető, a bilirubin azonosítására hisztokémiai reakciókat kell alkalmaznunk. Itt csak olyan reagensek jöhetnek számításba, amelyek rövid reakcióidő alatt a barnától eltérő, élénk színt adnak, nem roncsolják a szöveteket és végtermékük vízben oldható. Stein [8] jódtinktúra (etil-alkoholos jóddal) és Lugol-oldat (KI-os jóddal) 1:2 elegyével a bilirubint biliverdinné oxidálta. Jobba [4] a Stein-féle reagenst 5–18 óra kezelési idővel a légutakba jutott epe, keményítő és cellulóz kimutatására ajánlotta, mert mindegyik ad színreakciót a jóddal. Kutlík [6] oxidálószerként vastimsó-, ill. lúgos kálium-ferricianid-oldatot javasolt. A bilirubin az előbbivel zöldre, az utóbbival bíborvörösre színeződött. Walker és munkatársai [9] az oxidálásra kálium-pirokromát-, ferri-ammónium-szulfát-, ill. jóddal használtak. Fouchet [1, 2] 1917-ben közölte, hogy ferri-klorid triklór-ecetsavas oldata a bilirubinnal kékeszöld színreakciót ad. Ezt Hall [3] 1960-ban vezette be a kórszöveti technikába, és a kézikönyvek azóta is ezt ajánlják [5]. A triklór-ecetsav hatása specifikus, mert más, hasonló erősségű savval nem helyettesíthető. Hátránya, hogy erősen higroszkópos, elfolyósodik, mérése kényelmetlen. Hígított (sárga) epében a triklór-ecetsav sárgás, a ferri-klorid és a ferri-ammónium-szulfát-oldat szürkészöld, a Fouchet-reagens sötét zöldeskék csapadékot képez. Lugol-oldat hatására az oldat színe zöldes lesz.

A szövettani metszetekben Fouchet-re-

agens, ill. Lugol-oldat alkalmazása után (5 perc kezelési idő) az epefestékek zöld színben mutatkoznak. (1 g/dl-es, kálium-jodidos jóddal elemi jód nélkül is készíthető 0,3 g kálium-jodát, 2 g kálium-jodid, 8 ml 1,0 *n* sósav és 92 ml deszt. víz elegyítésével.) Lugol-oldat esetében a metszet diffúzan megbarnul a jódtól, ezért azt el kell belőle távolítanunk. Ez a „színtelenítés” történhet 5 g/dl-es kálium-jodid-oldattal, de automatikusan is végbemegy, amikor a metszetet, fedőlemezrel történő elzárása előtt, a szokványos módon alkoholon és xilolon visszük át. (Az elemi jódot szintén oldó nátrium-tioszulfát a képződött biliverdint visszaredukálhatja bilirubinná [7].) A zöld szín hosszabb, vizes mosásra zöldesbarna, lúgos hatására sötétbarna lesz (ez savakra nem változik, de a reagensekkel ismét zölddé tehető). Ezért a metszetet csak röviden öblítsük desztillált vízben (vagy inkább 2%-os ecetsavban). A könnyebb tájékozódás érdekében célszerű az eljárás végén az alapszövetet van Gieson szerint, pikrinsav-savanyúfukszin- vagy pikrinsav-szíriuszvörös-oldattal megfesteni (5. ábra) [5]. ●●●

Köszönetnyilvánítás. A szerző köszönetet mond Treiber Lászlóné kórszöveti asszisztensnek készséges technikai segítségéért.

IRODALOM

- [1] Fouchet, A.: Compt. rend. Soc. Biol. (Paris) (1917) 80, 826–828.
- [2] Fouchet, A.: J. Pharm. Chim. 7. ser. (1918) 18, 19–20.
- [3] Hall, J. M.: Amer. J. Clin. Pathol. (1960) 34, 313–316.
- [4] Jobba, G.: Zschr. f. Rechtsmedizin. (1971), 68, 204–206.
- [5] Krutsay M.: Patológiai technika. Budapest, Medicina, 1980. 243–244.
- [6] Kutlík, I. E.: Acta histochem. (1957) 4, 141–157.
- [7] Lillie, R. D., Pizzolato, P.: Virchows Arch. A. (1970) 350, 52–60.
- [8] Stein J.: Compt. rend. Soc. Biol. (Paris) (1935) 120, 1136–1138.
- [9] Walker, D., Pizzolato, P., Lillie, R. D.: J. Histochem. Cytochem. (1970) 18, 367–368.



Braun Tibor

ELTE Kémiai Intézet, MTA Könyvtár és Információs Központ | dr.braun.tibor@gmail.com

Csin Si Huang-Ti, Kína első császára terrakotta hadseregének színei és pigmentkémiája

Előszó

Észak-Nyugat Kína szárazság sújtotta Sanhszi tartományában 1974 márciusában egy helyi parasztcsalád kútásás közben kiégett agyagdarabokra lert, amelyek első látásra törött terrakotta szobordaraboknak tűntek. Ezek azoknak a leletdaraboknak első példányai voltak, amelyekről később kiderült, hogy a modern idők egyik legjelentősebb régészeti felfedezésének részei.

Kr. e. 21-ben Qin állam királya, Csin Si Huang-Ti önmagát az egyesített Kína első császáranak nyilvánította, miután addig az ország hét, egymással állandóan hadban álló királyságát a sajátjával egyesítette (1. ábra). Máig feltáratlan síremléke közelében egészen különleges lelet került elő: egy terrakotta katonaszob-

orlat ki részben darabokra törött állapotban. Ezeket restaurálták az eredeti, 2000 évvel ezelőtti kinézetüknek megfelelően. A 2. ábra bemutat néhány példát a terrakotta hadsereg állományából.



Néhány példa a terrakotta hadsereg állományából. 2.a ábra. A kiásott terrakotta hadsereg egyik menetoszlopa a kiásás után



1. ábra. Az egyesítés előtti kínai királyságok Kr. e. 21-ben

rokból, lovakból, lovasokból és harci szekerekből álló szoborhadsereg (katonai egység). Ennek a szoborhadseregnek létrehozását, illetve előállítását Csin császár rendelte el, mert hitte, hogy ez a hadsereg megvédi őt a másvilágra távozása után.

A kínai régészeti hatóságok ásátásokat rendeltek el, amelyek mindmáig folyamatosan tartanak. Eddig körülbelül 8000 terrakotta katonaszobrot, 130 harci szekeret, körülbelül 520 lovat ás-



2.b ábra. Tiszt szobra a kiásás után (balra) és kiszínezve (jobbra)

2.c ábra. Tábornokszobor a kiásás után (balra) és „eredeti” színekben (jobbra)



2.d ábra. A terrakotta hadsereg harci szekerei és harcosai kiásás után

A fentiekről könyvtárnyi irodalom áll rendelkezésre angol és magyar nyelven egyaránt. A szobrok történelmi keletkezéséről itt nincs helyünk beszámolni, de akik el szeretnék mélyedni a kínai történelemben, megtehetik a feltüntetett hivatkozásokban két magyar és egy angol nyelvű monográfia átlapozásával [1–3].

Amivel itt foglalkozni szeretnénk, az a terrakotta hadsereg színei, a színezéshez használt pigmentek és azok előállítás kémiaja. Nem kétséges, hogy a körülbelül 2000 évvel ezelőtti kínai császárság és alapítójának története önmagában is érdekes, de, mint említettük, mi itt nem térhetünk ki rá.

Bevezetés

A terrakotta hadsereg szobrai agyagból alkották, egyedi kézi szobrászmunkával. A katonák öntőformákban készültek, minden darab, végtag külön formába öntve, majd körülbelül 950 °C-on kiégetve, és a darabokat szobrokká ragasztották össze. Ugyancsak öntőformákban, szintén darabonként készültek a lovak és a harci szekerek. A több mint 2000 év folyamán a nedvesség és a hőmérséklet megtette hatását a föld alatt, és az eredetileg színesre festett polikróm hadsereg terrakottaszobrai színüket veszítették és újra terrakotta alapszínűvé (rózsaszín) váltak. Sokéves régészeti kutatásokban kínai és más országbeli kutatók kimutatták, hogy eredetileg, készítésükkor a terrakotta hadsereg agyagszobrai az akkor elérhető szerves pigmentekkel rendkívül élénk és változatos színekre festettek. A több ezer katonaszoborra előállításukkor különböző színű öltözeteket is festettek. A földbe temetett körülbelül 2000 év jelentősen megváltoztatta a szobrok polikróm jellegét. A színek már a föld alatt lepattoztak és a szobordarabok kiásásakor levegővel, illetve oxigénnel érintkezve a maradék pigmentek is elbomlottak. A régészeti kutatómunkák a kiásás után kimutatták, hogy a szobrok létrehozói a festéshez számos színt és árnyalatot használtak (1. táblázat).

Ugyancsak a kiásás utáni vizsgálatok derítették ki, hogy a terrakotta felületeken nagyon kevés festékmaradvány élte túl a hosszú föld alatti időszakot.

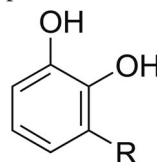
Alaplakkozás

Mint említettük, a szobrokat készítésükkor főleg szerves pigmentekből álló festékekkel színezték. Ez előtt azonban úgyneve-

Pigment	Képlet	CAS-szám
auripigment (élénk-sárga)	As ₂ S ₃	1303-33-9
azurit (kék)	Cu ₃ (CO ₃) ₂ (OH) ₂	1319-45-5
csontfehér (fehér)	Ca ₃ (PO ₄) ₃ OH	12167-74-7
cinóber (vörös)	HgS	1344-48-5
hematit (vörös, barnás)	Fe ₂ O ₃	1309-37-1
Han-kék (kék)	BaCuSi ₄ O ₁₀	
Han-bíbor (vörös)	BaCuSi ₂ O ₆	
kaolinit (fehér)	Al ₂ O ₃ · SiO ₂ · 2H ₂ O	1332-58-7
malachit (zöld)	Cu(CO ₃) · Cu(OH) ₂	12069-69-1
masszikot (sárga)	PbO	1317-36-8
okker (sárga és piros)	Fe ₂ O ₃	1309-37-1
vörös ólom (mínium)	Pb ₃ O ₄	13014-41-6
ólomfehér	2PbCO ₃ · Pb(OH) ₂	1319-46-6
cerusszit (fehér, sárga, barna)	PbCO ₃	

1. táblázat. Példák a terrakotta hadsereg színezésénél használt szerves pigmentekre [6]

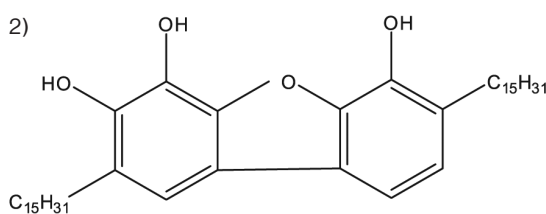
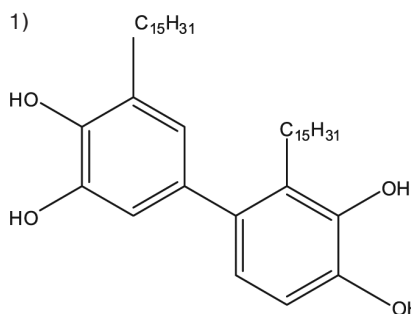
zett *alaplakkozás* került rájuk, ami a *Rhus vernicifera*, más néven *Toxitendron vernicifluum*, magyarul lakkszőmörce nevű növény nedvéből készült. A nedv lényegében az *urusi* nevű pirokatechin-származék. A vegyület fenolos jellegű, és enzim hatására polimerizált, nagyon erős, térhálós szerkezetet hoz létre. [4] A térhálós rendszereknek kitűnő a mechanikai és kémiai stabilitásuk. Függetlenül a terrakotta hadsereg től későbbi kutatások kimutatták, hogy az urusi jellegű termékeket már Kr. e. 6000–5000-ben is alkalmazták. A 3. ábra bemutatja a felhasznált leggyakoribb pirokatechin-izomereket. [5] A telítetlen alifás oldalláncoknak kritikus szerepük volt a lakk oxidációs keményedésében.



R = (CH₂)₁₄CH₃
vagy
R = (CH₂)₇CH=CH(CH₂)₅CH₃
vagy
R = (CH₂)₇CH=CHCH₂CH=CH(CH₂)₂CH₃
vagy
R = (CH₂)₇CH=CHCH₂CH=CHCH=CHCH₃
vagy
R = (CH₂)₇CH=CHCH₂CH=CHCH₂CH=CH₂

3. ábra. Az urusi (pirokatechin-származék) lakk összetétele [6]

Oxigén jelenlétében az urusi dimer vegyületeket hoz létre, például difenil és dibenzofuránt (4. ábra) [6]. A lakknak általában két hónapra volt szüksége ahhoz, hogy teljesen megkeményedjen a ráfestéshez. Csiszolás után az urusi lakkrétegre jól festettek.



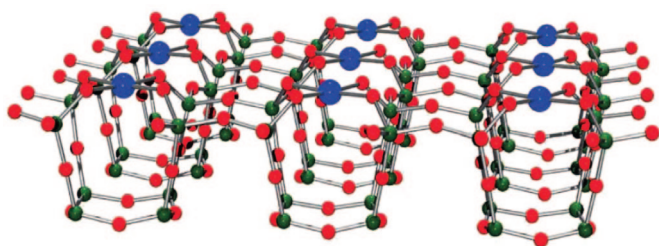
4. ábra. Difenil és dibenzofuránt is keletkezik az urusiból



A terrakotta hadsereg polikrómiájához választott szerves pigmenteket már az antik világban is színezésre használtak. Természetesen itt nem lesz lehetőségünk és helyünk a felsorolt pigmentek mindegyikének jellemzésére, de példaként röviden beszámolunk a kék és bíbor pigmentek kémiájáról.

A terrakotta hadsereg festett pigmentek

Az azurit a kék színű természetes pigmentek bőséges ásványi forrása. A színe azonban nem túlságosan tartós. Az ősidőkben az egyiptomiak és a kínaiak is rájöttek, hogyan használják az azuritot vagy más rézásványt a tartós kék és bíborvörös réz-szilikát pigmentek nyersanyagaként. Az 5000 évvel ezelőtt előállított egyiptomi kék volt az első mesterséges pigment a világon. [7] Az egyiptomi kék ($\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$) kémiai szerkezete a **5. ábrán** látható. Ebben a rézionok kromofor, azaz színeképző szerepet ját-



5. ábra. Egyiptomi ($\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$) és kínai kék ($\text{BaCuSi}_4\text{O}_{10}$) szilikátok szerkezete. A kalcium- (Ca) vagy bárium- (Ba) ionok a rétegek között helyezkednek el, de az egyszerűség kedvéért itt nem szerepelnek. A pigmentek színét adó réz (Cu) kék, a szilícium (Si) pedig zöld, az oxigén (O) vörös színű az ábrán

szanak. Az ősidőkben az egyiptomi kék örölt mészkő, kvarc (homok), malachit, azurit és koinoit rézásványok, vagy akár fémréz keverékéből 800–900 °C hőmérsékletre hevítve készült. [8] Jó minőségű pigment előállításához az alapanyagok sztöchiometriáját és a levegőfelesleget is tekintetbe kellett venni. Úgy tűnik, hogy az ősi egyiptomiak ismerték az alapösszetevők szükséges keverési arányait, hiszen a kutatások szerint ezek körülbelül állandóak maradtak, több mint 2000 éven keresztül.

Az, hogy hogyan jutott el az egyiptomi kék pigment Kínába, még jelenleg sem igazán megválaszolt kérdés ugyanúgy, mint az sem, hogy mennyiben befolyásolta az egyiptomi kék a kémiaileg hasonló kínai kék és bíbor létrejöttét. Feltételezik, hogy azokat önállóan a kínaiak is feltalálták. Összehasonlítható szemcseméretben az egyiptomi és a kínai kék pigmentek csaknem hasonló színűek. A kínai kék és bíbor pigmentek meghatározott kémiai vegyületek, összetételük $\text{BaCuSi}_4\text{O}_{10}$ és $\text{BaCuSi}_2\text{O}_6$. Alkáli-réz-

2. táblázat. Han-bíborvörös és Han-kék kínai pigmentek összehasonlító adatai

Tulajdonságok	Han-bíbor	Han-kék
képlet	$\text{BaCuSi}_2\text{O}_6$ $\text{BaOCuO}(\text{SiO}_2)_2$	$\text{BaCuSi}_4\text{O}_{10}$ $\text{BaOCuO}(\text{SiO}_2)_4$
szintézis min. hőmérséklete	900–1000 °C	1000 °C
előállítás időtartama	10–24 óra	20–40 óra
bomlás hőmérséklete	1050–1100 °C	>1200
termikusan stabil?	nem	igen
savban stabil?	nem	igen
színfokozódás őrléskor?	igen	igen

szilikátokként ezeknek egymáshoz és az egyiptomi kékhez közeli a kémiai összetételük. Gyakran említik is róluk: három pigment, egy kémia. A kínai kék (Han-kék) csak kismértékben különbözik az egyiptomi kéktől (**2. táblázat**). Az egyiptomi kék (Han-kék) pigmentben (a Han név az azonos nevű kínai dinasztiára vonatkozik) a kalciumot a kémiaileg hasonló bárium helyettesíti. Ennek megfelelően a kínai kék kémiai szerkezete közeli kapcsolatban áll az egyiptomi kékével. A kínai bíbor kémiaileg hasonló a kínai és az egyiptomi kékekhez. Ez az egyedi szerkezet a kínai bíbornak olyan fizikai és kémiai tulajdonságokat ad, amelyek révén a bíbor nemcsak a pigment színében, de jobb hőstabilitásában és savakkal szembeni kémiai ellenállásában különbözik a kék pigmentektől.

A kínai kék és bíbor pigmentek előállítása bonyolultabb, mint az egyiptomi kéké. Szintetizálásuk körülbelül 150 °C-kal magasabb hőmérsékletet (900–1000 °C) igényelt, mint az egyiptomi kéké. Az ősi időkben e hőmérséklet elérése technologiaileg bonyolultabb lehetett. A szintézishez még kvarc és réz alapanyag, valamint bárium is szükségeltetett. A báriumásványok általában jóval ritkábbak, mint az egyiptomi kékbem használt rézásványok, de Kína bizonyos területein hozzáférhető. Baritot (BaSO_4) vagy viterit (BaCO_3) használtak az antikvitásban, de alkalmazásuk átfogó ásványtani ismereteket igényelt. Például amikor a gyakoribb baritot használták, a megfelelő pigmentminőség előállításához ólom sókra is szükség volt. Az ólom sóknak két kémiai szerep jutott: katalizálták a barit bomlását, valamint hozzájárultak az olvadási képződéséhez. Így a kínai pigmentek előállítását összetettebb technológiákra alapozták, és bonyolultabb eljárás volt, mint az, amit az egyiptomi kék előállítására használtak. [9]

Úgy tűnik, hogy a kínai bíbor előállítása nagyon hasonló ahhoz, aminek alapján annak idején a báriumtartalmú üvegeket szintetizálták. [10] A kínai pigmentek szintézistechnológiája lényegében a nagy törésmutatójú üvegek előállításának mellékterméke volt a jadeszintézis esetében, amit a taoista szerzetesek a jade hamisítása érdekében találtak fel. A báriumvegyületekkel az üvegek törésmutatóját növelték, hogy a termékük jadeszerű legyen. Figyelemre méltó, hogy a közelmúltbeli kutatások szerint három ősi civilizáció, az egyiptomi, a kínai és a maja mindegyike egymástól függetlenül találta fel saját kék pigmentjét. A kínai bíbor és kék pigmentek szintézise arra is jó példa, hogy a társadalmi, kulturális változások hogyan befolyásolták a tudomány és a technológia fejlődését az ősi Kínában.

Az egyiptomi kék és a kínai pigmentek közötti hasonlóságok egyaránt feltűnőek és kérdésesek olyan szempontból is, hogy a kínai pigmentszintézisek a történelmileg előbbi egyiptomi kék szintézisének az ismeretére épültek-e. Az egyiptomi késsel mutatott kémiai hasonlóságok azt sugallják, hogy a kínai pigmentek valószínűleg az egyiptomi pigment-elődök jobbításai voltak, és nem önálló fejlesztések. Kérdés, hogy az ismeret az egyiptomi kék pigmentekről hogyan jutott el Kínáig, illetve a terrakotta hadsereg előállítóiig. Nem bizonyították, de feltételezik, hogy technologiaátadás történhetett a két országot összekötő hosszú selyemút igénybevételével.

A terrakotta hadsereg ecseteléses festése

Valószínűnek látszik, hogy a terrakottaszobrok kiásás utáni restaurálása során a sokféle pigmentet egyszerű ecsetfestéssel vitték fel a lakkozott terrakotta felületekre (**6. ábra**). Ezt mutatják a kiásás után is néha felfedezhető ecsetnyomok a különböző felületeken. [9]



6. ábra. Terrakotta katonafej ecsetfestéses restaurálása

Utószó

A bevezetőben említettük, hogy az első kínai császár terrakotta hadserege a világ egyik legjelentősebb régészeti felfedezésének tekinthető. Ehhez még hozzá kell tenni, hogy 1987-ben Giscard d'Estaing akkori francia köztársasági elnök javaslatára az UNESCO a terrakotta hadsereget védetté és a világ nyolcadik cso-

dájává nyilvánította.¹ A hadsereg feltárási helyén a régészeti ásatások tovább folynak a régészek által kijelölt körülbelül 56 km² területen. Feltételezik, hogy ott, a föld alatt még számos fontos lelet rejtőzik, beleértve a császár megalált, de mindmáig kiátsatlan mauzóleumát. A kínai Sanhszi tartomány Hszian városa melletti, terrakotta hadsereg elhelyezésére épített múzeumot eddig több millió látogató tekintette meg.

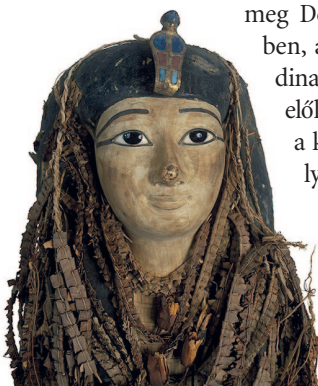
IRODALOM

- [1] Roberto Ciarla (szerk.), A terrakotta hadsereg. Az első kínai császár agyaghadzserege, Alexandra Kiadó, Pécs, 2005.
- [2] John Man, A terrakotta hadsereg, General Press, Budapest, 2007.
- [3] Jane Portal (ed.), The first emperor: China's terracotta army, British Museum Press, 2007.
- [4] J. Kuanotani, Progr. Org. Coatings (1995) 26, 163.
- [5] O.Vogel, J. Polymer. Sci., Part A, Polymer. Chem. (2000) 38, 4327.
- [6] J. Umanotani, Progr. Org. Coatings (1997) 34, 135.
- [7] W. T. Chase, Science and archeology papers (szerk. H. Brill), Cambridge, MIT Press, 1971, 80–90.
- [8] G. Bayer, H. G. Wiedemann, Wissenschaftlich betrachtet Sandoz Bulletin: Sonderausgabe (1976) 40, 20.
- [9] H. G. Bayer, A. Reller, La couleur dans la peinture et l'émaillage de l'Égypte ancienne (szerk. S. Colinari, M. Menu), Edipublia, 1997.
- [10] Z. Liu, A. Mehta, N. Tamura, D. Pickard, B. Rong, T. Zhou, P. Planetta, J. Archeol. Sci. (2007) doi: 10.1016/j.as.2007.01.005

■■■■ A tájékozottat érdekében felsoroljuk az ókori világ 7 másik csodáját: a gízai nagy piramis (Kr. e. 26. század), Szemirámisz függőkertje (Kr. e. 600), az epheszoszi Artemisz-templom (Kr. e. 550), Pheidiasz olimpiai Zeusz-szobra (Kr. e. 435), a halikarnasszoszi mauzóleum (Kr. e. 351), a rodoszi Kolosszus (Kr. e. 292–280), a pharoszi világítótorny (Kr. e. 3. század).

I. Amenhotep CT-vizsgálata

I. Amenhotep a 18. dinasztia második fáraója volt (kb. i. e. 1525 és 1504 között uralkodott). Múmiáját a 19. század végén találták meg Dejr el-Bahariban (Luxorral szemben, a Nílus túlsó partján), ahová a 21. dinasztia idején rejtették el a sírablók elől. Nagyon jó állapotban maradt meg a koporsóban (a test végig be van pólyázva, fejtől lefelé virágfűzér borítja). A hieroglifák alapján azonosították, és szintén onnan derült ki, hogy a sírablók rongálásai miatt újrabalsamozták.



I. Amenhotep díszes, fából faragott maszkja, amelyet kartonázsra helyeztek. Ez kartonszerű anyag, gyakran ebből készült a múmiák koporsója. A kartonázshoz ezúttal összeragasztott vászon- és papiruszdarabokat használtak, ezeket gipszsel és vízzel borították, majd megformálták

A ritka múmiát nem „csomagoltak ki” az egyiptológusok. A CT-vel azonban – a hagyományos röntgenvizsgálattól eltérően – a szervezet több száz rétegeről készíthet felvételt, amelyekből 3D modellt is alkotnak. I. Amenhotep „CT-vizsgálatára” 2019 tavaszán került sor, a kairói Egyiptomi Múzeum kertjében, egy teherautón felállított berendezésben.

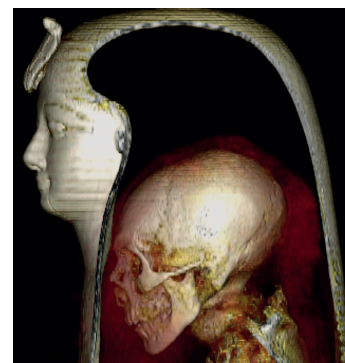
A lábszárcsont hossza alapján a fáraó magasságát közel 170 centinek becsülik. A CT-felvételek semmilyen kóros elváltozást nem mutatnak, ezért a halál okát nem sikerült megállapítani. Egy korábbi röntgenvizsgálatkor a fogak kitűnő állapota miatt úgy gondolták, hogy a fáraó 25 éves kora körül halt meg. A CT-felvéte-

lekből azonban morfológiai információk is levonhatók, és a szeméremcsontok összeköttetésének felülete, amely a korrallal egy simábbá válik, arra utal, hogy I. Amenhotep 35 évet élhetett.

Bár úgy tudjuk, hogy balszamozáskor eltávolították a halottak agyát, I. Amenhotep idején erre még nem került sor – az agy összezsugorodott maradványát kimutatták a koponya hátsó falán. A belső szerveket azonban – a szív kivételével – kivették. Balszamozáskor többféle tárgyat helyeztek a testüregbe, a felvételek szerint I. Amephotep testébe gyantával átítatott vászoncsomagokat, és bár gyakran tömték ki a szemet, orrot, száját, s tettek a bőr alá is anyagot, ezúttal nem került erre sor.

Amuletteket azonban használtak. A CT-felvételek 3D rekonstrukciója nyomán harminc amulett és ékszer helyét találták meg. Az amulettek általában a vászonrétegek között és a testen vannak, és csak három került a test üregébe: egy szívamulett a mellkasba és két másik a hasba. A CT-sűrűségek alapján ezek fém, egyiptomi fajsanszból, agyagból és kőből készülhettek. A jellegzetes formájú amulettek 5–45 milliméteresek. A felvételek szerint a csípőn egy harminc aranygyöngyből álló övet helyeztek el.

I. Amenhotep múmiájának újabb vizsgálatát is tervezik: spektrális (multienergiás) CT-vel például a balszamozás módját, az amulettek anyagát kutatnák tovább. (*Front. Med.*, 2021. 12. 28.)



A CT-felvételekből alkotott 3D-modellen jól látható a maszk, a pólya és a koponya



Ritz Ferenc

Környezetvédelem – a környezetünk, a természet vagy önmagunk védelmezése?

A februári számban megjelent nekrológ után ezzel a korábban született írásával is kedves kollégáinkra emlékezünk.

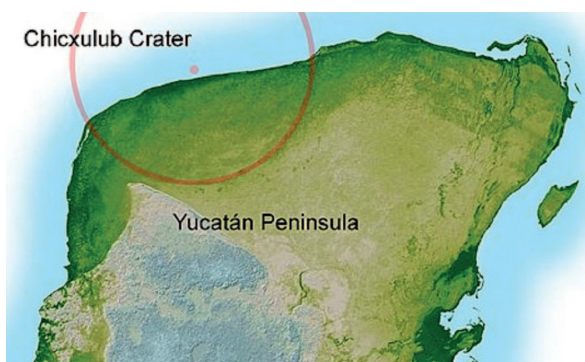
A Föld, kialakulása óta katasztrófák egész sorát élte át. A legrégibbnek tartott kőzetek is tartalmaznak szerves eredetű szenet, vagyis az élet a Föld történetének legkorábbi szakaszában is jelen volt. Talán az első nagy környezeti katasztrófa lehetett az oxigén megjelenése a légkörben. Ez azt eredményezte, hogy az addig legelterjedtebb élőlények (növények, állatok?) kipusztultak, vagy visszaszorultak egy-egy szűk élettérbe, például a tengeri vulkánok területére.

A legérdekesebb azonban, hogy valószínűleg ezeknek az élőlényeknek az élettevékenysége, úgy is mondhatnánk, „hulladéktermelése” vezetett oda, hogy a légkör összetétele megváltozott. A Föld kőzeteit megvizsgálva azt is biztosan lehet állítani, hogy a szén-dioxid mennyisége a légkörben korábban nagyobb volt, mint manapság. Ezt tanúsítják a mészkőhegységek, de a kőszéntelepek is, mivel a buja növényzet (amiből a kőszén keletkezett) a szén-dioxid nagyobb koncentrációját feltételezi.

Szélesebb körben ismeretes katasztrófa volt a dinoszauruszok kipusztulását eredményező aszteroida (kisbolygó) ütközése a Földdel. Mostanában azt is mondják, ilyen ütközés korábban is, később is lehetett, ami egy-egy nagyobb környezeti katasztrófát idézett elő. Az viszont biztos, hogy a természet túlélte ezeket, amit az ősmaradványok (fossziliák) és a jelenleg is élő bolygó tanúsít.

Környezeti katasztrófák tehát az ember megjelenése előtt is voltak, sőt, azt mondhatnánk, maga az ember megjelenése egy ilyen katasztrófa következtében vált lehetővé...? Az ember minden tevékenysége a környezete erőforrásainak használatával és

A Chicxulub-kráter aszteroida becsapódása hozta létre a mexikói Yucatán-félszigeten és közelében. Ez a becsapódás is közrejátszott a dinoszauruszok kihalásában



hulladékok termelésével jár. Érthetően: az ember a környezetben talált anyagok felhasználásával saját életét tartja fenn, de ennek során hulladékot is termel. A régészek számára egy-egy ilyen „szemétdomb” valóságos aranybánya.

Az ember és környezete

Hogyan befolyásolta az ember a környezetét? A kőkori ember „harmóniában?” élt a természettel. A kérdőjelet azért teszem ki, mert már ez sem teljesen igaz. Európa keleti részén, a sztyeppéken élő neandervölgyi ember nagymértékben felelős a mamutok kipusztulásáért, de például a mai ember, a Homo Sapiens a neandervölgyi ember kipusztulásáért. Nem is változott olyan sokat a helyzet, igaz? Amerikában vagy Afrikában, Ausztráliában mi is kipusztítottunk néhány embert (indiánokat, afrikai törzseket, maorikat, ausztrál őslakókat), még környezeti katasztrófa sem kellett hozzá.

A legnagyobb környezetszennyezés Skandináviában történt az őskorban, ólommal, és a mai napig kimutatható. De a görög szigetek kopársága vagy a Dolomitok sivársága a mai Horvátországban sem a természet kegyetlensége, mert az Ember pusztította le a növényzetet és tette élhetetlenné a saját környezetét. Ne is említsük Csernobilt Ukrajnában vagy az Aral-tó esetét Oroszországban, a préri helyzetét Amerikában, a Szahara növekedését Afrikában, Budapest és a többi nagyváros problémáit.

A népesség növekedésével azonban egyre szűkebb (élet)hely marad az egyes ember számára. Ha nem vigyázunk, olyanok leszünk, mint a disznóólban élő állatok: kosokban, piszokban, saját ürülékünkben leszünk kénytelenek élni (amire van példa már ma is, sajnos).

És mégis: van élet a Földön

Az ember, ugyanúgy, mint a többi élő szervezet, folyamatos kapcsolatban van a környezetével – állandóan információkat kap arról, miben kell változnia ahhoz, hogy helyzete kiegyensúlyozott maradjon. Ezeket az információkat az ember környezeti monitoringrendszere dolgozza fel, jelzéseket küld a szervezetünknek arról, hogy hogyan kell viselkednie egy adott élethelyzetben. Ennek a monitoringrendszernek az elemei: a hallás, látás, szaglás, ízlelés, tapintás.

A monitoringrendszer információinak feldolgozásával szervezetünk átalakul, amivel egészen szélsőséges környezeti változásokhoz is tudunk alkalmazkodni. Ha viszont folyamatosan félrevezetjük a monitoringrendszerünket, akkor ez az alkalmazkodási képességünk megszűnik.



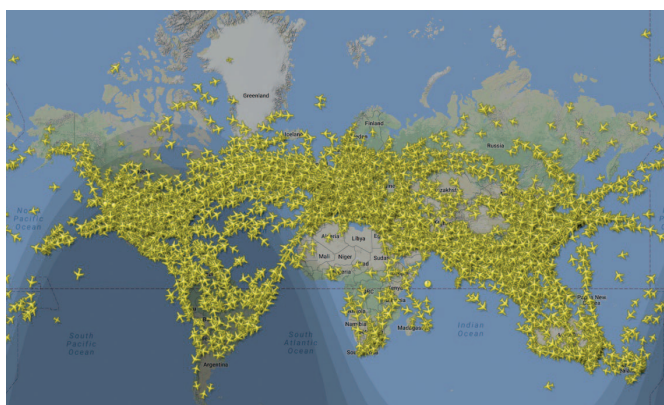
Életünk fenntartásához használunk kell a környezet elemeit: a vizet, levegőt, földet (terményeinek közreműködésével), és hulladékot termelünk. Ha a környezet elemei közül valamelyiknek a minősége nem felel meg a használatra, baj van: vagy mi alakulunk át (evolúció), vagy olyan állapotba kell hoznunk, hogy használni tudjuk. Mindkét módszer létezik: egy észak-amerikai átlagember számára az ázsiai víz halálos mérge, az ázsiai környezet „élhetetlen” – az ázsiai ember átalakult. Ha az amerikai átlagember használni akarja az ázsiai vizet, meg kell tisztítania, fertőtleníteni stb. – átalakítja olyanná, hogy használhassa.

De ugyanezt az átalakulást jelzik a fejlett országokban terjedő allergiás betegségek is. A kínai méz például nem azért kerülendő, mert (állítólag) hamisítják, hanem azért, mert olyan növények elemeiből hordják össze a helyi méhek, amivel az európai ember soha nem találkozott, ezért allergiás reakciókat válthat ki a szervezetében.

Napjainkban

A környezetszennyezés összetettségét jellemezném azzal, hogy például milyen céllal jön létre. Ha valaki „csak” élni és megélni akar, vagyis a saját élete fenntartása céljából használja a környezet elemeit; ételt, lakást, ruházatot készít; fűtés, ételkészítés céljából rak tüzet; terményeket termel saját és környezete számára, ezért irtja a bozótot, kultúrtáját csinál a környezetéből, az abszolúte természetes dolog! Élete fenntartása az elérendő cél. Ez a tevékenység is veszélyes, leginkább azért, mert egyre többen vannak ugyanabban az élettérben. A korábbi évezredek során a legnagyobb környezeti katasztrófák közvetlen oka volt ez a tevékenység.

De a mai „civilizált” ember azért is használja a környezet elemeit, hogy legyen új mobiltelefonja, sok szabadideje, új autója, amivel szórakozni, „pihenni”, utazni akar, repülőket használ, csak hogy egy eladási/vételi tranzakciót megbeszéljen, meglátogasson egy kiállítást, vagy éppen darabonként egymillió dollár értékben bombákat dobáljon Belgrádra vagy a sivatagra.



A Flightradar24 szerint 2018. június 29-e az első olyan nap a légiközlekedésben, amikor több mint 200 000 gépet követtek a levegőben. A pillanatfelvétel egy még zsúfoltabb napon készült

Az ember éppen az állítólag „élhetetlenül” (el)szennyezett környezetben fordul elő a legnagyobb számban (Afrika, Ázsia egyes területei, India stb.). A „tisztá” környezetben egyre kevesebb „civilizált” ember él, a természet erőforrásainak egyre nagyobb hányadát felhasználva. Közöttük is jellemző viszont, hogy a régió belüli „nem tiszta” környezetű nagyvárosokat népesítik be a legnagyobb számban.

A hulladékok termelése a fejlett országokban (nálunk is) soha

nem látott mértékben növekedett, például a csomagolóanyagok kiterjedt használata miatt.

De ettől eltekintve is sok hulladék képződik. Hogyan jellemeznénk ezt a tevékenységet?



A monszunesők és vihar után partra vetett műanyag szemetet igyekeznek eltakarítani a helyiek Manilában

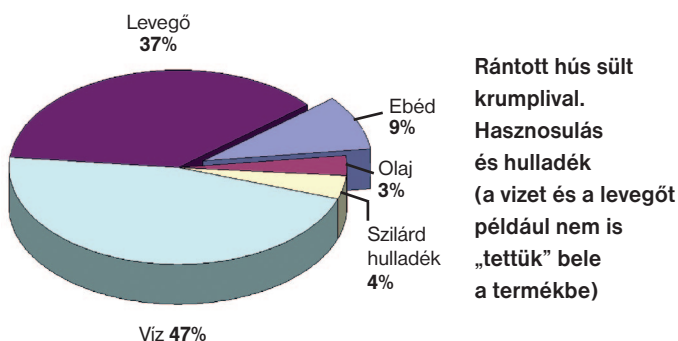
Egy egyszerű példa

Tekintsük át egy ebéd egyik fogásának elkészítését, és nézzük meg, az összes bevitt anyagból mennyi „hasznosul”, mennyi válik hulladékká, mivel szennyezzük a környezetet. Nem mirelket veszünk, magunk pucoljuk a krumplit, panírozzuk a húst, olajat használunk a sütéshez.

Hozzávalók: 6 szelet hús, 3 db tojás, liszt, só, zsemlemorzsa, kb. 4 dl olaj, 1 kg krumpli

Termék: 6 szelet rántott hús, sült krumpli (kb. 0,6 kg)

Hulladékok: krumplihéj, tojáshéj 0,3 kg, mosogatóvíz legalább 5 liter, olajpára a falakon és a levegőben, illetve a használt olaj (kb. 4 g), olajszagú levegő (némi kozmás légnemű olajtermék; 4 m³)



És mi van akkor, ha ezt a tevékenységet nagyüzemben végezzük? Pár köbméter helyett akár több száz köbméter levegőt is szagosíthatunk...

A biotechnológiai fejlesztés egyik célja tápértékben egyre kisebb értékű, de nagy hozamú termények kifejlesztése. Ezzel azonban nemcsak a környezetet rombolja, közvetlen igényein felüli használattal, hanem önmagát is kizárja a még élhető természeti környezetből, mert függővé válik azoktól a szükségletektől és körülményektől, amiket mesterségesen létrehozott.

A nagyapám például még meg tudta fogni a fácánt, el is készítette az erdőben, az unokám viszont úgy gondolja, a csirkét a Tescóban kell megfogni, és sütve van. Sokan tüntetéseket szerveznek az állatok levágása ellen, de azt nem akarják tudni, hogy a hús, amit megesznek, tele van antibiotikummal, prionokkal, tartósítószerrel és egyéb, immunrendszert romboló anyagokkal.

Az biztos, hogy a természeti erőforrásokat nem kellene a mind újabb, mesterségesen gerjesztett „igények” kielégítésére használni. Ne felejtjük el az eredeti célt, vagyis az ember emberi létének fenntartását, a természetben való fennmaradásunkat. Mert a vége az lesz, hogy kizárjuk magunkat a földi életből.





TÚL A KÉMIÁN

Férfiuralom újratöltve

A magzatok nemétől függő terhességmegszakítás a világ népességének mintegy egyharmada számára társadalmi szokássá vált az elmúlt ötven évben, így egyre égetőbb előre jelezni, hogy ennek milyen következményei várhatók. A közelmúltban részletes elemzést tettek közre a férfi-nő arány várható alakulásáról az ENSZ népesedési adataira támaszkodva. Az optimistább előfeltételezések szerint 2021 és 2030 között a legsúlyosabban érintett országokban, mindenek előtt Kínában, Vietnamban és Indiában, mintegy 5 millióval kevesebb nő születik majd, mint férfi. A pesszimistább elképzelés szerint ez a szám a 6 milliót is meghaladhatja, és 2030 után olyan országok is jelentősen hozzájárulnak majd, mint Pakisztán és Nigéria: ebben az esetben 2100-ra a teljes többség a 23 milliót is megközelítheti.

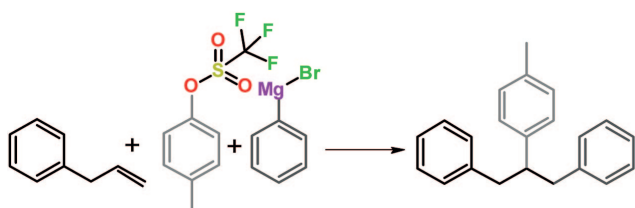
BMJ Global Health 6, e005516. (2021)



Irányítás csoport nélkül

A szerves kémiai szintézismódszerekben gyakran használatosak irányítócsoporthoz, amelyek igazából a célvegyületben nem szükségesek, de egy közbenső reakció szelektivitásának kialakításában döntő szerepük van. Egy három aromás kiindulási vegyület közötti, szén-szén kötések létrehozását eredményező reakcióban sikerült olyan, nikkkel-karbén típusú katalizátort kifejleszteni, amely irányítócsoporthoz nélkül is képes a megfelelő helyen kapcsolni. A módszert kidolgozó csoport mintegy ötven különböző molekula szintetizálásával bizonyította, hogy az elv használata általánosítható.

Nat. Chem. 14, 188. (2022)



Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt Lente Gábor rovatszerkesztőnek: lenteg1206@gmail.com.

A rovatszerkesztő korábbi írásait is tartalmazó blog elérhető a következő internet-oldalon: http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/index_magyar.html

CENTENÁRIUM



Olof Arrhenius: Clay as an ampholyte *Journal of the American Chemical Society* Vol. 44, pp. 521–524. (1922. március 1.)

Olof Wilhelm Arrhenius (1895–1977)

svéd biokémikus, a Nobel-díjas Svante Arrhenius fia volt. Olof 1920-ban, Stockholmban szerzett doktori fokozatot, elsősorban a botanika és a mezőgazdasági kémia érdekelte. 1925-ben megvásárolta a Kagghamra farm nevű mezőgazdasági területet, ahol magánkutatásokat folytatott.

APRÓSÁG



A US Food and Drug Administration (amerikai Élelmiszer- és Gyógyszerfelügyelet) 2021-ben 50 új gyógyszer bevezetését hagyta jóvá, ezek közül 31 hatóanyaga számít kis méretű molekulának.



Állati nitrogénkörforgás

A legtöbb téli álmot alvó állat hosszú pihenése közben szükségszerűen veszít az izomtömegéből. Ezért is volt érdekes megfigyelés, hogy az észak-amerikai földréz közepső területein élő leopárdürgé (Ictidomys tridecemlineatus) kivétel ez alól az elég általános szabály alól. Amerikai kutatók a közelmúltban fényt de-



rítettek a titokra: a kis rágcsáló bélrendszerében hatékony nitrogén-visszaforgató rendszer működik. Téli álmot közben az állatokban a fehérjék nitrogéntartalmából lassan karbamid képződik. Ez a leopárdürgében is így van, de benne olyan baktériumok is vannak, amelyek a karbamidból újra aminosavakat állítanak elő. A mikroorganizmusok felfedezése fontos lehet olyan emberi megbetegedések kezelésében is, amelyek az izomszövet leépülésével járnak.

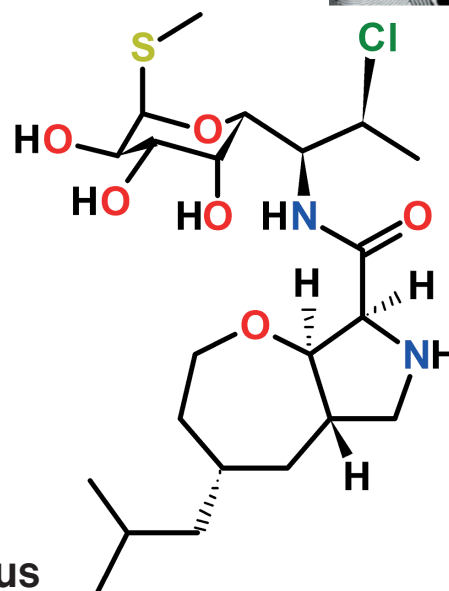
Science 375, 460. (2022)



A HÓNAP MOLEKULÁJA

Az iboxamicin ($C_{22}H_{39}ClN_2O_6S$) egy újonnan felfedezett szintetikus antibiotikumcsalád, az oxepanoprolinamidok egyik legígéretesebb tagja. A kísérletekben nagyon hatásosnak bizonyult a meticillin-rezisztens *Staphylococcus aureus* és *Enterococcus faecalis* törzsekkel szemben is. Hatásmechanizmusának részleteit még nem sikerült megérteni, de annyi már biztos, hogy a baktériumok riboszómájához kötődik nagy affinitással.

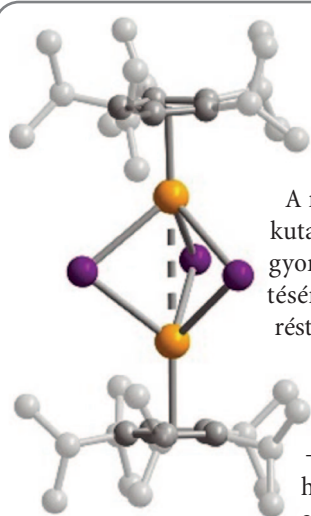
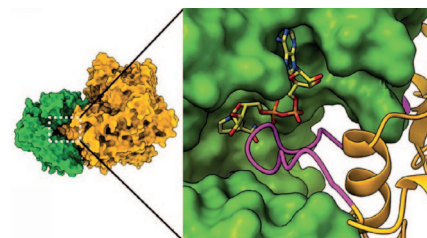
Nature 599, 507. (2021)



Komplex enzimatisz szabályozás

A több enzimből álló komplexek általában többlépéses kémiai reakciókat katalizálnak. Így elsősorban igen furcsa volt az a felfedezés, hogy a *Bacillus subtilis* baktériumból kivont, éppen ellentétes folyamatokat elősegítő glutamát-szintáz (GltAB) és glutamát-dehidrogenáz (GudB) enzimek elég erősen kapcsolódnak egymáshoz. A komplexben a GltAB egyik alegysége blokkolja a GudB aktív centrumát. A nagy glutamát-koncentráció viszont kiszorítja ezt a blokkoló részt az aktív centrumból, így a kölcsönhatás szabályozó szerepet tölt be.

Nat. Chem. Biol. 18, 161. (2022)



Ultraerős molekuláris mágnes

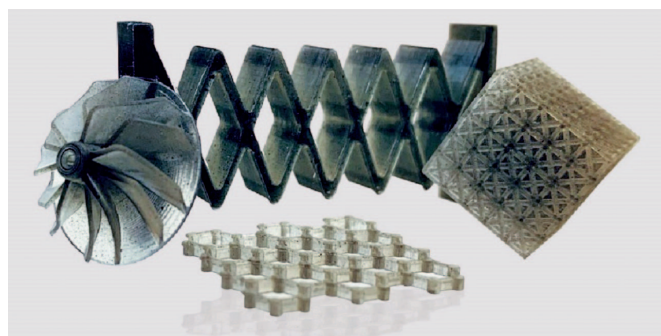
A modern iparban és tudományos kutatásban is jelentős igény van nagyon erős állandó mágnesek készítésére. Ezen a területen jelentős áttörést egy újonnan előállított, kétmagvú diszpróziumpéldény, amelyben a két fémcentrum oxidációs száma különböző (+2 és +3), három jodidiont tartalmaz hídligandumként és az izopropilcsoportokkal szubsztituált ciklopentadienil-gyűrű jelenléte miatt fémorganikusnak számít. A szintézisjeljárás során a Dy helyett más lantanidákat is lehet használni hasonló eredménnyel. A kísérletek szerint a vegyület mágneszettségét még 35 T külső térrel sem lehet telíteni 50 K hőmérsékleten.

Science 375, 198. (2022)

Nagy pontosságú viking kormeghatározás

A történészek régóta tudják, hogy a vikingek jóval Kolumbusz első útja előtt már jártak az amerikai kontinensen és ott településeket is alapítottak. Egy új munka egy szerencsés egybeesésnek, a kozmikus sugárzás i. sz. 993-ban bekövetkezett ugrászerű intenzitásnövekedésének köszönhetően radiokarbon-módszerrel bebizonyította, hogy a régóta feltárt, északkelet-kanadai L'Anse aux Meadows településen már i. sz. 1021-ben európaiak voltak jelen. A munka jelentősége hatalmas, hiszen referencia-pontként szolgál majd korábban elvégzett, relatív kormeghatározásokhoz is.

Nature 601, 388. (2022)



Mágnesstabilizálás háromdimenziós nyomtatással

Habár a közelmúltban már számos, a tervezett felhasználások szempontjából kedvező mágneses sajátságú molekulát állítottak elő, ezek elég gyakran bomlanak levegőn. Ilyen például az amúgy ígéretes vanádium-hexacianokromát is. Ezt sikerült nemrégiben egy sztereolitográfia néven ismert, háromdimenziós nyomtatási eljárás segítségével olyan polimerbevonatba ágyazni, amely megvédi a külső hatásoktól, de a mágneses tulajdonságokat nem befolyásolja. A motoralkatrészek formájára nyomtatott mintadarábok egy évnél is hosszabb ideig stabilak maradtak.

Nano Lett. 22, 545. (2022)

Búcsúunk Liptay Györgytől

(1932–2022)

Liptay György vasdiplomás vegyészmérnök, címzetes egyetemi tanár, a legtöbbszörnek Gyuri bácsi, 1932. február 12-én született Budapesten. A Népliget lábánál fekvő Tisztviselőtelepen nőtt fel. Édesapja tanár és evangélikus kántor, édesanyja tisztviselő volt, öccsével együtt nevelték őt szerető családi légkörben. 1959-ben vette feleségül az ugyancsak vegyészmérnök Palik Gabriellát, aki 47 éven keresztül hűséges társa volt. Egy lányuk született, Gabriella, majd két unokának is örülhettek a későbbiekben (ma már az ötödik dédunokát várja a család). Felesége elvesztése mélyen megviselte, de utána nagyon szép időskori párkapcsolatot alakítottak ki a hasonlóan megözvegyült Heincz Zsuzsával.

Fiatalkorának döntő élménye a Budapest-Fasori Evangélikus Gimnáziumban töltött 8 év (1942–1950). A gimnáziumot világszinten is a vezetők közé sorolták, több, későbbi világhírű tudós itt végezte tanulmányait (pl. Neumann János, Wigner Jenő, Harsányi János). Az iskola tanárai (pl. Rátz László, Mikola Sándor, Renner János) mind szakmai, mind emberi nagyszerűségükkel valódi, követendő példát mutattak a diákoknak, akik pedig ösztönöztek közösséget alkottak. Az iskola szellemét Liptay György a következetesség, fokozatosság és tolerancia szavakkal foglalta össze. Osztályfőnöke, a híres Vermes Miklós, Muki bácsi volt, aki diákjait minden lehetséges módon segítette.

A Fasort 1952-ben bezárta az akkori rendszer, de a diákok több évtizeden keresztül tartották egymással a kapcsolatot, és 1989-ben jelentős részben az ő erőfeszítésüknek köszönhetően indulhatott újra a gimnázium. Liptay György ezt követően is folyamatosan támogatta az intézményt, a fasori Öregdiákok Egyesületének elnöke is volt. Mindezeket az iskola is rendkívül elismerte, Liptay Györgyöt az Iskolatanács tagjává választották, a kémia-laboratórium pedig az ő nevét viseli.

A középiskola után pályája a Budapesti Műszaki Egyetemre vezetett, ahol 1954-ben végzett vegyészmérnökként. Az Általános Kémia Tanszéken kezdett el tanársegédként dolgozni, ahol a termoanalitikai csoportba került. Előzményként fontos megemlíteni, hogy a tanszék híres vezetője, Erdey László, a csoportvezető Paulik Ferenc és testvére, Paulik Jenő megalkotta a világon elsőként a szimultán termogravimetria (TG) és differenciál termikus analízis (DTA) mérést, amit derivatív termogravimetria is kiegészített (DTG). A Derivatográf akkora újdonság volt, hogy a magyar szabadalmak miatt a nyugati cégek évtizedekkel később vezethettek csak be egyes mérési lehetőségeket készülékeiken. A néhai MOM által gyártott készülékből több mint 4000 darabot adtak el. Liptay György sokszor mondta, hogy ez a készülék volt azon kevesek egyike, amelyet a keleti blokkon belül valutamentesen lehetett venni, ezért Közép-Kelet-Európában nagyon sok termoanalitikai iskola alakult, amelyek a mai napig aktívak. A BME-n a termoanalitikai előadásokon mindig elmondjuk a terület magyar hagyományait, és ekkor az is szóba kerül, hogy Gyuri bácsi volt az, aki a hősidőkben egy sötét szobában, krétával a kezében, órákon keresztül a falon jelölte be a Derivatográf tükrös galvanométerének kivetített jeleit. Liptay György munkássága jóformán végig a termoanalitikához kötődött, a módszer fejlesztésének és alkalmazásának egyik kulcs-embere volt nemzetközi szinten is. Nagyon sok területtel foglalkozott, például gyógyszerek, komplexek, polimerek termikus analízisével. Világszinten talán a legismertebb az *Atlas of Thermoanalytical Curves I–III* kötetével lett; ezek gyakorlatilag minden termoanalitikai laboratóriumban megtalálhatóak. Életműve



Liptay György a Journal of Thermal Analysis and Calorimetry Conference gálavacsoráján a folyóirat 50. születésnapjával (2019, Gödöllői Királyi Kastély)

közel 300 tudományos cikket, 7 könyvet és számos más eredményt és tisztséget ölel át.

Gyuri bácsi sokat mesélt arról is, hogy 1956-ban a forradalmi eseményekben sokan részt vettek a hallgatók és az oktatók közül, ő maga is látta a Sztálin-szobor ledöntését. Lelkiismeretes oktatóként ekkor sem hanyagolták el a tanítást, de segítségként elhalasztották az október 23-ára meghirdetett zárthelyi dolgozatot. Liptay György nem volt párttag, káderlapján szereplő jellemzése szerint „szakmai fejlődése biztató, politikailag még sokat kell vele foglalkozni”. Társadalmi feladatokat bíztak rá, egy idő után ő lett az egyetem kulturális felelőse, operatőrgazdát, mérnökbálokat, irodalmi szemináriumokat szervezett.

Liptay György 1963-ban doktorált, csak ekkor tudott először külföldi szakmai útra menni Csehszlovákiába, 1965-ben pedig az első külföldi konferenciájára Ausztriába. A mai kor embere el sem tudja képzelni, milyen nehézségekkel járt ezeknek az utazásoknak az engedélyeztetése, megszervezése.

1966 és 1973 között kitérő következett, amikor az Általános Kémia Tanszékről leválasztották az Alkalmazott Kémia Tanszékét, és itt dolgozott tovább. Sajnos az új tanszék vezetője nagyon megnehezítette az életét, nem támogatta a magasabb pozícióra jelentkezését, sokáig a kandidálását sem. Gyuri bácsi sokszor elmesélte, hogy amikor végre engedélyt kapott a kandidálás elkezdésére, elővette táskájából a már kész kandidátusi dolgozatát, és lerakta a tanszékvezető asztalára. Mindig nevetve fűzte hozzá, hogy soha életében nem látott még embert annyira meglepődni. 1973-ban Liptay György kalandosan került vissza az immár Szervetlen Kémia Tanszékre. Élete első plenáris előadására kérték fel egy nemzetközi konferencián, amire nem akarták elengedni. Ez a dékán, a híres Pungor Ernő fülébe jutott, ő pedig egy napon belül áthelyezte Liptay Györgyöt az új helyére, így elmehetett a konferenciára. Ez az időszak, a sok hátráltatás és stressz sajnos egészségügyi problémákhoz is vezetett. Azonban a Szervetlen Kémia Tanszéken végre újra baráti és elismerő környezetbe került, tovább szárnyalhatott a pályája, majd innen is ment nyugdíjba.

Liptay György nagyon sok szakmai kapcsolatot alakított ki, melyek jelentős része barátsággá vált. Fontos jelmondata volt, hogy hosszú távú szakmai együttműködést csak kölcsönös szimpátia, barátság esetén könnyű fenntartani. Nagyon sok ilyen kapcsolat azzal kezdődött, hogy Gyuri bácsi az adott külföldi kollégát meghívta egy kávéra magukhoz, elvitte autójával a szállására, és ezek az önzetlen kedvességek nagyon jólestek a külföldi vendégeknek. Különösen szoros kapcsolat fűzte a teljesség igénye



nélkül Lauri Niinistöhez (Helsinki), Tommy Wadstenhez (Stockholm), Várhelyi Csabához (Kolozsvár).

Liptay György barátságos személyisége és nagyon jó szervezőképessége miatt fontos szerepet töltött be sok szakmai közéleti szervezetben, eseményen. A legfontosabb ilyen szervezet az életében a Magyar Kémikusok Egyesülete volt.

Az MKE háttérével 1973-ban ő vezette az ICTA (International Confederation of Thermal Analysis) konferencia szervezőbizottságát Budapesten. Ez a konferencia a termikus analízis négyévenként rendezett legfontosabb eseménye. Az 1973-as konferencia a mai napig a legsikeresebb rendezvény a területen, ahol 300 kutató a keleti blokkból, 200 a nyugatiból és 100 magyar vett részt. 1998-ban ő volt az elnöke az ESTAC (European Symposium of Thermal Analysis and Calorimetry) konferenciának Balatonfüreden.

Tudományos életének egy másik sarokköve a *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* (JTAC) folyóirat volt. Ez a világ első termoanalitikai folyóirata, amit 1969-ban hozott létre alapító-főszerkesztőként a Paulik-féle iskolában dolgozó Simon Judit és Buzághné Gere Éva. A folyóiratot az Akadémiai Kiadó és a Heyden and Sons adta ki (mai kiadó: Akadémiai Kiadó és Springer-Nature). Liptay György a kezdetektől végig aktívan részt vett a lap életében, nyugdíjazása után Consulting Editorként.

Először egyetemistaként találkoztam Gyuri bácsival a különböző termoanalitikai MTA munkabizottsági és MKE szakcsoportos üléseken. Később az MKE 2007-es Centenáriumú Vegyészkonferenciáján közös vacsorákon voltunk együtt, majd 2008-ban a brazil ICTAC konferencián sokat beszélgettünk, több kiránduláson részt vettünk. Ez a konferencia a magyar termikus analízis számára különösen emlékezetes, mivel Gyuri bácsi ekkor kapta meg életműve elismeréseként az ICTAC Distinguished Service Awardot.

2012-től, amikor a JTAC folyóiratnál kezdtem dolgozni, még jobban elmélyült a kapcsolatunk Gyuri bácsival. 2014-ben Kállay-Menyhárd Alfréddal közösen átvettük a lap szerkesztését Simon Judittól, de Judit néni és Gyuri bácsi azóta is minden szerkesztőségi ülésen és ebéden ott volt, és nagyon sokat jelentett a támogatásuk, bátorításuk. Nagy öröm volt látni, hogy milyen boldogok voltak az újság sikerei miatt. A JTAC idén rekordmagas impakt faktort ért el (4,626), évi több mint egymillió cikkletöltéssel a termikus analízis vezető lapja világszinten is. Hálásak vagyunk, hogy folytathatjuk Gyuri bácsi és sok más kollégája örökségét a termikus analízis területén. A lap életében 2019 kiemelkedő év volt, mivel ekkor lett a folyóirat 50 éves. Ezt egy nemzetközi konferenciával ünnepeltük (Journal of Thermal Analysis and Calorimetry Conference – JTACC), ahol Judit néni és Gyuri bácsi tiszteletbeli elnökök voltak. Az elmúlt évtizedek legsikeresebb konferenciája méltó volt hozzájuk. Gyuri bácsiról egyik legkedvesebb emlékem az, amikor a gálavacsorán a Gödöllői Királyi Kastélyban betolták a lap ünnepi tortáját, és ennek felvágására őt kértük fel. Látszott rajta az öröm és meghatottság, ahogyan a termoanalitikus világ minden tájáról összegyűlt képviselői neki tapsoltak.

Gyuri bácsi nagyon sokat segített a szakmai életemben, rengeteget támogatott, díjakra jelölt, interjúkat szervezett. Ezt leginkább azzal lehetett meghálálni, hogy nagyon nagy tisztelettel és szeretettel viseltem felé, amit ő érzett, és sokat jelentett neki. Szakmai mentoromnak tartom, és nagy ajándék volt a barátsága. 2014-ben közösen szerkesztettük a *Who is Who in Thermal Analysis and Calorimetry* (Springer) könyvet. Rengeteg emlékérről mesélt, többek között arról, hogy a konferenciák legfontosabb része a kávészünet, ahol sok kapcsolatot lehet létesíteni, ápolni, új ötleteket kidolgozni. Sokat beszélt a fasori éveiről, a Derivatográfáról, a pályájáról. Nagyon boldog volt, amikor közösen kikerestük, hogy

noha legutolsó kutatási cikke 2006-ban jelent meg, a mai napig évi 40–50 hivatkozást kap, és az ammóniumsók termikus vizsgálatáról írt 1964-es cikkét a mai napig hivatkozzák.

Liptay György kiemelkedően fontosnak tartotta a családját és a tudományos munkáját. Emellett nagy sportrajongó volt, amire jellemző, hogy gimnáziumi éve alatt sportriporterként is dolgozott, élete végéig a Fradinak szurkolt kitartóan, de a focimeccsek mellett rendszeresen látogatott más sporteseményeket, például a 2017-es budapesti vizes VB-t is. A zene kiemelt jelentőségű volt számára, Európa számos operaházában tett látogatást, a kedvenc könnyűzenei együttese pedig a Benkó Dixieland Band volt.

2022. február 11-én, egy nappal a 90. születésnapja előtt a Rákoskeresztúri Új Köztemetőben kísérté utolsó útjára gyászoló családja, barátai, tanítványai, kollégái, iskolatársai és mindazok, akik szerették.

A temetési meghívóban szereplő bibliai igehellyel búcsúznunk tőle: „Ne félj, mert megváltottalak, neveden hívtalak téged, enyém vagy!” (Ézsaiás 43.1)

Szilágyi Imre Miklós

Búcsú Liptay Györgytől – Kedvenc Professzoromtól

Talán egy-másfél éve dolgoztam a BME „Anal Tanszékén”, amikor életem első angol nyelvű előadását tartottam egy nemzetközi termoanalitikával foglalkozó konferencián. Liptay tanár úr az első sorban ült, és ökölbe szorított kezével jelezte, hogy „szorít” nekem; mintha az édesapám lenne, úgy izgult értem. Ez a számomra felejthetetlen esemény meghatározta kapcsolatunkat. Így lett Liptay tanár úr a *Kedvenc Professzorom*.



A 85. születésnap köszöntése az Egyesületben

1960-tól tagja a Magyar Kémikusok Egyesületének, és aktívan működött az Analitikai Szakosztályban titkárként, majd később elnökként, természetesen a Termoanalitikai Szakcsoportban is. 2003-tól alelnökként segítette az Egyesület életét és ezzel az én ügyvezető igazgatói munkámat. Jókedvével, pozitív kisugárzásával, széles körű kapcsolataival, építő ötleteivel mindig kedves „jelenségként” élt az Egyesületben. Büszke volt egyesületi tagságára, és örömmel teljesítette alelnöki feladatait. Szívesen képviselte az Egyesületet hazai és nemzetközi rendezvényeinken, Erdélyben, vagy bárhol, bármikor – mindig számíthattunk rá. Szinte nem telt el úgy egy hét, hogy ne kérdezte volna személyesen vagy telefonon: hogy van a Titkárság, mi újság az Egyesületben? A Fásori Evangélikus Gimnázium öregdiákjaként intézte el, hogy közgyűléseinket már évek óta a gimnázium csodálatos dísztermében rendezhetjük, ahol róla nevezték el az egyik laboratóriumot.



A legendás kockás sapkában
(Androsits Beátával és Simonné Sarkadi Liviával)

2015-től az Etikai Bizottság elnökévé választották; ezt a tisztséget haláláig betöltötte. Az Egyesület 1985-ben a Than Károly Emlékérmével, 2007-ben a Fabinyi Rudolf Emlékérmével, 2013-ban a Náray-Szabó István Tudományos Díjjal ismerte el munkáját. A Magyar Kémikusok Lapja szerkesztőbizottságában is hosszú évek óta dolgozott. A lap 75. éves évfordulója kapcsán indított, Liptay professzor úr által gondozott visszaemlékezési sorozat mutatja, hogy szíve mennyire együtt dobbant az Egyesülettel már belépése óta. Elismerésül és köszönetül Nívódíjat kapott 2021. szeptember 24-én, a küldöttközgyűlésen. Fantasztikus ismeretanyagát szívesen használta volna a szerkesztőség, a sorozat folytatását tervezték. Készültünk a 90. születésnap megünneplésére, de sajnos csak a 85. ünneplését idézhetjük vissza – egy tortagyertyát, egy koccintást és a híres sapkát felidézve, mert *Kedvenc Professzorom* elment, hazatért Teremtőjéhez.

Az Úr békéje és végtelen szeretete legyen Veled mindörökké!

Androsits Beáta

Vegyipari mozaik

Egyetemi hallgatónak. A MOL Magyarország számos oktatási intézményt támogat, hogy ezzel is erősítse a hazai természettudományos és mérnöki képzések minőségét és versenyképességét, valamint kiemelt figyelmet fordít arra is, hogy segítségükkel partnereik nemzetközi szinten is elismert kutatás-fejlesztési tevékenységet végezzenek. Az intézmények mellett a kiemelkedő tehetségeket is felkarolják: ösztöndíjprogramjaikkal, duális képzéseikkel és friss diplomásoknak szóló álláslehetőségeikkel nyújtanak támogatást.



A duális képzési programok célja, hogy az egyetemek által nyújtott elméleti oktatást naprakész, vállalatspecifikus gyakorlati ismeretekkel egészítsék ki, hogy a hallgatók tanulmányaik során minél korábban megismerkedjenek a vállalat működésével, illetve a rájuk váró szakmai feladatokkal, kihívásokkal. A duális

hallgatók számára a magas színvonalú gyakorlatorientált oktatás és a szakmai feladatok mellett a képzés teljes időtartama alatt vonzó bér- és juttatási csomagot kínálnak. A végzést követően a fiatalok pályakezdő szakemberként, mégis többéves tapasztalattal léphetnek ki a munka világába. A 4 féléves mesterszintű mérnöki képzések alatt a hallgatók a félév egy részében az egyetemen sajátítják el az elméleti ismereteket, a másik részében pedig a vállalat telephelyein és fióktelepein valós ipari környezetben, biztonságos körülmények között szerezhethetnek gyakorlati tapasztalatot. A képzés keretein belül lehetőséget biztosítanak a diplomamunka elkészítésére, amelyhez a legjobb vállalati konzulensek nyújtanak szakmai támogatást. A duális képzésre három helyszínen nyílik lehetőség: a MOL Petrolkémiaánál, Tiszaújvárosban, a százhalombattai MOL Dunai Finomítóban vagy a Kutatás-Termelésnél, a budapesti központban és a vidéki telephelyeken (pl. Algyő). A MOL Petrolkémiaához a Miskolci és a Debreceni Egyetemről, míg a Dunai Finomítóba a Pannon Egyetemről érkeznek a duális hallgatók.

A Kooperatív Doktori Programban részt vevő PhD-hallgatónak tapasztalt MOL-os szakemberek nyújtanak szakmai segítséget disszertációjuk elkészítéséhez. A hallgatók így elmélyült iparági tudásra tehetnek szert: megismerhetik a számukra releváns iparági gyakorlatot és a MOL által támogatott kutatási és fejlesztési területeket. A MOL minden évben kiválasztja azt a 10 doktori szakdolgozati témát, amely beleillik a vállalati stratégiába és kezdeményezésekbe. Ez támogatja a doktoranduszok sikeres dolgozatírását és a MOL K+F, illetve innovációs céljait, valamint hozzásegíti a doktoranduszokat a sikeres pályázathoz is. A Kooperatív Doktori Programban minden PhD-hallgató ösztöndíjban részesül.

A vállalat iránt érdeklődő hallgatók számára lehetőség van szakmai gyakorlaton való részvételre, szakdolgozat és diplomamunka írásra – elsősorban a partnerintézményeinken keresztül. A MOL támogatja mind a középiskolások, mind az egyetemi hallgatók gyakorlati ismereteinek bővítését és tapasztalatszerzését. A hallgatók az alapképzés és a mesterszak alatt is tölthetik szakmai gyakorlatukat a MOL-nál. Ennek időtartama jellemzően 4–8 hét, de ez egyetemenként, szakonként változhat. Elsősorban vegyészmérnök-, gépészmérnök-, olajmérnök-hallgatókat várnak, közvetlenül az egyetemen keresztül, kötelező nyári gyakorlatra.

Diplomaszerzés után: a Growww program, amely sokszínű, 12 hónapos program azoknak a pályakezdő fiataloknak, akik elvégezték az egyetemi alap- vagy mesterképzést, és szeretnék a pályájukat a régió egyik legnagyobb vállalatánál beindítani. Karrierjüket Norvégiától Pakisztánig építhetik. (mol.hu)



A MOL és a hulladékgazdálkodás. Korunk egyik legnagyobb problémája a nem megfelelően kezelt hulladék kérdése. Az elmúlt évtizedekben megsokszorozódott az a hulladékmennyiség, amelyet a háztartások, az intézmények és az ipar együttesen termelnek. Csak az Európai Unióban évente több milliárd tonna hulladék keletkezik, melynek túlnyomó része ipari eredetű, és alig tíz százaléka írható a háztartások számlájára. Mind az ipari, mind pedig a háztartási hulladék jelentős része azonban még mindig feldolgozatlan marad, ami nagy terhelést jelent a természet-



nek, és ezzel mindannyiunk jövőjét veszélyezteti. Ezért az Európai Unió szigorú irányelvekben határozta meg, hogy a keletkezett hulladéknak minél nagyobb részét hasznosítsák újra, és kerüljön be a körforgásos gazdaságba. Ahogy a kinyomtatott papírra vagy a felhasznált PET palackokra, úgy a hulladékok széles tömegére igaz, hogy fenntartható, azaz újrahasznosítható formában tudunk tőlük megszabadulni. Ezzel pedig egyszerre előzzük meg azt, hogy a hulladék környezeti teherként kerüljön a természetbe, ugyanakkor új erőforrásokhoz juttatjuk a gazdaságot. A MOL támogatja az Európai Uniónak azt a törekvését, amely 2030-ig megduplázza az újrafeldolgozott hulladék mennyiségét. Ezért a MOL stratégiai célja, hogy hulladékgyártási tevékenységeit egységesítse, és hatékonyan hozzájáruljon Magyarország és a régió körforgásos gazdaságának erősítéséhez. A MOL által működtetett rendszer akár országos mennyiségű hulladék kezelésére is képes. A MOL emellett folyamatosan együttműködik egyetemekkel, felsőoktatási intézményekkel. Az együttműködések egyik célterülete szintén a hulladékgyártás, valamint az alternatív üzemanyagok és a hulladék mint vegyipari alapanyag témák kutatása. (mol.hu)



Gumibitumen – saját szabadalom, környezetbarát megoldás. A gumibroncs lebomlási ideje 400 év, ami elég magas szám ahhoz, hogy ne váljunk meg tőle felelőtlenül, ráadásul újrahasznosítható anyagról van szó. A MOL egyik technológiai megoldása, a gumibitumen, erre a problémára talált környezetbarát, saját fej-

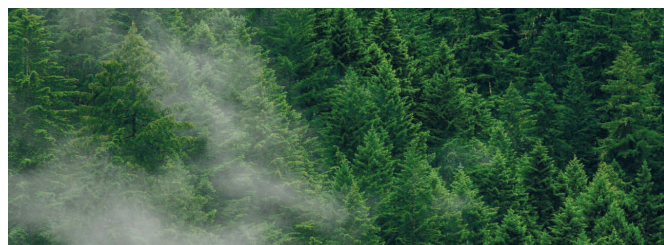


lesztésű, időálló megoldást. A gumibitumennek nem csupán nagyobb a terhelhetősége és kevésbé kátyúsodik, de a közlekedés is kisebb zajjal jár, sőt, hatékonyabb tapadása miatt minden ediginél biztonságosabb utazást tesz lehetővé a hagyományos felületekhez képest. A MOL zalaegerszegi telephelyén naponta akár 3 kilométer, 2 sávú úthoz elegendő gumibitumet is képes gyártani. Az üzem évente akár 500 ezer darab gumibroncstól is megkímélheti a környezetünket. Ezért a MOL az elmúlt években belépett a műanyag-újrahasznosítás területére. A cégcsoport 2018-ban stratégiai partnerséget alakított ki a német műanyag-újrahasznosító társasággal, az APK AG-vel. Az együttműködés célja, hogy innovatív technológiával magas minőségű újrahasznosított műanyag alapanyaggal bővítse a MOL petrolkémiai portfólióját, ezzel hozzájárulva a fenntarthatósághoz is. A MOL 2019-ben megvásárolta a műanyag-újrahasznosítással foglalkozó német Aurora Kunststoffe GmbH-t. A vállalat a tevékenysége során összegyűjti az ipari műanyag-hulladékot, és adalékanyagok hozzáadásával (compoundálva) újrahasznosítja úgy, hogy javítja a műanyag tulajdonságait, ezáltal egy fejlettebb terméket állít elő. A MOL ezzel nemcsak az autóiipari beszállítói

pozícióját erősítette meg, hanem termékportfólióját is kiterjesztette az újrahasznosításra épülő műanyag termékekre. (mol.hu)



A fenntartható vállalatirányításért – IFUA Green Controlling Díj a zöld irányítási megoldásokért. Egyre több vállalat igyekszik átfogó stratégiát kialakítani a fenntartható működés érdekében. Ezt mutatja a Németországban már 2011 óta odaítélt Green Controlling Preis. Kezdetben szígeszerű megoldásokkal pá-



lyáztak a cégek a díjra, az utóbbi időben azonban már a teljes vállalatirányítási rendszerre kiható megoldások a jellemzőek. Magyarországon is mind jobban előtérbe kerül a fenntartható vállalati működés. Ezt igénylik az ügyfelek, a munkavállalók, és a szabályozás is folyamatosan szigorodik. Előbb-utóbb megkerülhetlenné válik, hogy a vállalatok a fenntarthatósági szempontok szerint újragondolják vállalatirányítási rendszerüket. Vannak vállalatok, amelyek élen járnak ezen a területen. Nekik s egyúttal az ezen dolgozó szakembereknek szeretne elismerést adni a német mintára kialakított IFUA Green Controlling Díj. Már csak azért is, mert a németországi díjat az IFUA alapítója, Horváth Péter professzor, a németországi controlling egyik meghonosítója hozta létre, s ő ítéli oda a Nemzetközi Controller Szövetséggel (ICV) együttműködve. Jelenleg a vállalatirányítási rendszerek pénzügyi eredmény fókuszúak, de a jövőben a fenntarthatósági szempontoknak is be kell épülniük az irányításba. Ennek első lépéseként meg kell határozunk, hogyan mérjük a fenntarthatóságot. Az Európai Unió kidolgozott egy besorolási rendszert, amely felsorolja a fenntarthatónak minősített gazdasági tevékenységeket. Ezt nevezzük EU-taxonómiának. Az ennek alapján történő riportálás jelenti az ESG-érettség első szintjét. A következő szint, amikor a vállalatok már a fenntarthatósági mutatókhoz kapcsolódóan célokat fogalmaznak meg és ezeknek a céloknak a teljesülését rendszeresen visszamérik. Ebben az esetben a fenntarthatóság még egy párhuzamos, független vállalatirányítási szempont. A legfejlettebb szint, amikor a két szempont már összekapcsolódik, vagyis a fenntarthatósági szempont beépül a vállalatirányításba. A magyarországi szabályozás egyelőre az ESG-érettség első szintjének elérését célozza meg. Fokozatosan, a vállalatok egyre szélesebb körének kell riportot készítenie árbevétele és költségei fenntarthatóság szempontjából relevánsnak tekintett részéről. Aki a kötelezőnél már többet tett, s úgy gondolja, hogy a fenntarthatósági szempontot integrálta a vállalatirányítási rendszerbe, már pályázhatott az IFUA Green Controlling Díjra. (portfolio.hu)



Stratégiai együttműködési megállapodást kötött a Semmelweis Egyetem és az AstraZeneca. Olyan népbetegségek, mint a cukorbetegség, az idült vesebetegség (CKD) és a szívelégtelenség összefüggéseinek további vizsgálata, a közös kutatás-fej-



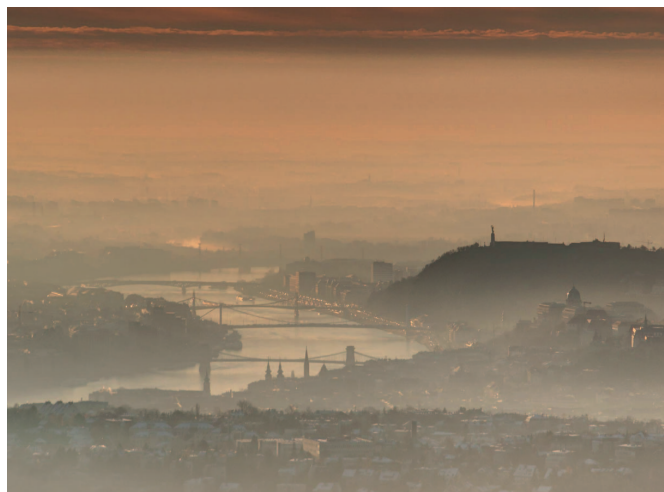
lesztési tevékenységük megerősítése és kiterjesztése, valamint a betegek kezelését, edukációját és diagnosztizálását segítő közös programok megvalósítása érdekében stratégiai együttműködési megállapodást kötött a Semmelweis Egyetem és az AstraZeneca hazai leányvállalata. Az együttműködési megállapodást Merkely Béla, a Semmelweis Egyetem rektora, Pavlik Livia kancellár, Kuno Vaher, az AstraZeneca Közép-Európai Cluster igazgatója és Faluvégi Mátyás, az AstraZeneca magyar kutatási részlegének igazgatója írta alá a közös klinikai kutatások növelésének érdekében. Az elmúlt két évben indított klinikai vizsgálatok számában az AstraZeneca dobogós helyen áll a gyógyszervállalatok között Magyarországon: éves szinten mintegy 2 milliárd forintot fordít kutatás-fejlesztésre. Fő terápiás területei közé tartoznak az onkológia, a kardiovaszkuláris, a vese- és anyagcserebetegségek, valamint a légzőszervi betegségek és az immunológia. A svéd-brit vállalat klinikai vizsgálatának közel kétharmadában már eddig is együttműködött a Semmelweis Egyetemmel, de a felek célja, hogy a mostani megállapodásnak köszönhetően ezt az arányt 80 százalék fölé emeljék. Ennek elérése érdekében az AstraZeneca többek között vállalja, hogy segíti az egyetem kutatóit a vállalat



klinikai kutatási vagy az engedélyezett termékekkel kapcsolatos tudományos eredmények publikálásában, a klinikai vizsgálatokban használható új technológiák és rendszerek megismerésében, valamint folyamatosan tájékoztatást ad az egyetem számára a globális K+F portfóliójának alakulásáról. „A most aláírt megállapodás jelentős kutatási lehetőséget teremt számunkra a jövőben az onkológia, a kardiológia, a diabetológia, a nefrológia és a belgyógyászat egyéb területén is. Még szorosabb együttműködést biztosít az innovatív gyógyszercég és az egyetemi szféra között, amelynek eredményei a betegellátásban hasznosulnak” – emelte ki Merkely Béla, a Semmelweis Egyetem rektora. (portfolio.hu)



Kémiai folyamatok és lehetőségek a budapesti levegőminőség és éghajlat alakításában – felvételen Salma Imre légkörkémikus előadása. A világ népességének fele nagyvárosokban él, vagyis csaknem 4 milliárd ember életminőségét határozzák meg alapvetően a köznyelvben – tévesen – szálló pornak nevezett aeroszol részecskék, amelyek fontos szerepet játszanak a városi légszennyezettség alakító folyamatokban. Milyen tényezők hatnak a levegő minőségére? Milyen klimatikus viszonyokra számíthatunk a jövőben Budapesten? E kérdésekre is válaszolt Salma Imre légkörkémikus tudományünnepi előadásában. A városi légszennyezettség és éghajlat folyamataiban fontos, néha döntő szerepet játszanak az aeroszol részecskék. Egyrészt kockázatot jelentenek az emberi egészségre, másrészt viszont el-



lensúlyozzák a globális felmelegedést. Nélkülük nincsenek felhők vagy csapadék. A levegő minősége összetett kémiai, fizikai, meteorológiai folyamatok és földrajzi adottságok eredményeként alakul ki. Salma Imre előadásában megmutatta, hogyan lehet eligazodni ebben a belsőleg kölcsönható, komplex rendszerben Budapest esetén, és hogyan lehet benne kapcsolatokat, illetve okozati összefüggéseket felfedezni – például a Covid-19-világjárvány ideje alatt. A finom méretű részecskék tömegének jelentős része a fosszilis tüzelőanyagok és a biomasza égetéséből származik, illetve a növényzethez köthető. Vajon melyek e forrástípusok kémiai jellegzetességei, és milyen szerepet játszanak Budapest belvárosában, külvárosában, illetve regionális háttérben? Milyen változások kísérik majd a közúti közlekedésre és a háztartási tüzelésre vonatkozó elképzeléseket? Ezekre a kérdésekre is válaszolt az előadó, aki kitért arra is, hogyan kapcsolódik a légköri nukleáció (magképződés – melynek során a levegőben kémiai folyamatok nyomán apró cseppecskékből álló aeroszol képződik) területén elért, újabb kutatási eredményeik a felhők születéséhez, és mire számíthatunk a jövőben a városklíma tekintetében. (mta.hu)

Banai Endre összeállítása

Miből állnak a maszkok? Rövid képes magyarázat a ChemistryViews szerkesztésében (What Are Face Masks Made of? https://www.youtube.com/watch?v=6AryspUOaSU&ab_channel=ChemistryViews).

A koronavírus elleni vakcina működését bemutató, magyar nyelvű animáció pedig az MTA honlapjáról tölthető le (https://mta.hu/mta_hirei/az-mtahu-osszeallitasai-a-koronavirus-helyzetrol-110465).





MKE-HÍREK

Rendezvénynaplár (2022)

március 18–19.	XIX. Országos Diákvegyész Napok	Sárospatak
április 1–3.	54. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaaverseny – Döntő	Debrecen
április 7–9.	ECTN-GA 2022	Budapest
május	Biztonságtechnika Szeminárium 2022	
május	Küldöttközgyűlés	Budapest
június 15–17.	Vegyészkonferencia	Eger
június 26–30.	18 th European Student Colloid Conference	Szeged
	Varázslatos Kémia nyári tábor	
szeptember 7–10.	18 th Central European Symposium on Theoretical Chemistry	Balaton-szárszó
október	Őszi Radiokémiai Napok	
november 24.	Kozmetikai Szimpózium	Budapest

MKE egyéni tagdíj (2022)

Kérjük tisztelt tagtársainkat, hogy szíveskedjenek gondoskodni a **2022. évi** tagdíj befizetéséről. A tagdíj összege az egyes tagdíjkategóriák szerint az alábbi:

- alaptagdíj 10 000 Ft/é/év
- nyugdíjas (50%) 5000 Ft/é/év
- közoktatásban dolgozó kémiatanár (50%) 5000 Ft/é/év
- ifjúsági tag (25%) 2500 Ft/é/év
- gyesen lévő (25%) 2500 Ft/é/év

Tagdíjbefizetési lehetőségek:

- banki átutalással (az MKE CIB banki számlájára: 10700024-24764207-51100005)
- az MKE Titkárságán igényelt csekken (mkl@mke.org.hu)
- személyesen (MKE-pénztár, 1015 Budapest, Hattyú u. 16. II/8.)

Banki átutalásos és csekkes tagdíjbefizetés esetén a **név, lakcím, összeg rendeltetése** adatokat kérjük jól olvashatóan feltüntetni.

Ahol a munkahely levonja a munkabérből a tagdíjat és listás átutalás formájában továbbítja az MKE-nek, ez a lista szolgálja a tagdíjbefizetés nyilvántartását.

A **Magyar Kémikusok Lapja** nyomtatott változatát csak azok a tagjaink kapják meg, akik 7000 Ft-tal hozzájárulnak a Lap megjelenéséhez és postázásához. Kérjük, ha az online hozzáférés mellett a nyomtatott példányt is szeretné megkapni, írja meg nevét és címét az Egyesület Titkárságának (1015 Budapest Hattyú u. 16. 2/8., e-mail: mkl@mke.org.hu).

Előfizetés a Magyar Kémiai Folyóirat 2022. évi számaira

A Magyar Kémiai Folyóirat 2022. évi díja fizető egyesületi tagjaink számára 1400 Ft. Kérjük, hogy az előfizetési díjat a tagdíjjal együtt szíveskedjenek befizetni. Lehetőség van átutalással rendezni az előfizetést a Titkárság által küldött számla ellenében. Kérjük, jelezzék az erre vonatkozó igényüket!

Köszönetet mondunk mindenkinek, aki 2021-ben kettős előfizetéssel hozzájárult a határon túli magyar kémikusoknak küldött folyóirat terjesztési költségeihez. Kérjük, aki teheti, 2022-ben is csatlakozzon a kettős előfizetés akcióhoz.

Tájékoztatjuk tisztelt tagtársainkat, hogy a **személyi jövedelemadójuk 1 százalékának felajánlásából idén 814 090 forintot**

utal át a NAV Egyesületünknek.

Köszönjük felajánlásait, köszönjük, hogy egyetértenek a kémia oktatásáért és népszerűsítéséért kifejtett munkánkkal. A felajánlott összeget ismételtlen a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaaverseny, valamint a 2021-ben tizenharmadszor megrendezett Kémiatábor egyes költségeinek fedezésére használtuk fel, valamint arra a célra, hogy kiadványaink (KÖKÉL, Magyar Kémikusok Lapja, Magyar Kémiai Folyóirat) eljussanak minél több, kémia iránt érdeklődő határon túli honfitársunkhoz.

Ezúton is kérjük, hogy a 2021. évi SZJA bevallásakor – értékelve törekvéseinket – éljenek a lehetőséggel, és személyi jövedelemadójuk 1%-át ajánlják fel az erre vonatkozó Rendelkező nyilatkozat kitöltésével.

Felhívjuk figyelmüket, hogy akinek a bevallás pillanatában adótartozása van, az elveszíti az 1% felajánlásának a lehetőségét!

Az MKE adószáma: 19815819-2-41

Felhívjuk szíves figyelmüket, hogy amennyiben a NAV készíti el az adóbevallásukat, úgy külön kell nyilatkozni az 1 százalékról.

Terveink szerint 2022-ben az így befolyt összeget ismételtlen a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az LIV. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaaverseny, valamint a 2022-ben tizennegyedszer szervezendő Kémiatábor egyes költségeinek fedezésére használjuk fel.

Továbbra is céljaink közé tartozik, hogy kiadványaink (KÖKÉL, Magyar Kémikusok Lapja, Magyar Kémiai Folyóirat) eljussanak minél több, kémia iránt érdeklődő határon túli honfitársunkhoz.



HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXVII. No. 3. March

CONTENTS

<i>Let's teach for Hungary – a modern mentoring program (also in education)</i>	70
EDINA KISS	
<i>Cheese ripening and its use in chemical education</i>	74
LÁSZLÓ MAGYAR	
<i>Tales and science. Awards ceremony of Richter's tale contest</i>	80
MÁRTON WEBER	
<i>Whom was it named after? The BET theory</i>	82
GYÖRGY INZELT	
<i>Cloud poking. A „vitamine” for lung health</i>	85
DEZSÓ CSUPOR	
<i>On the histochemistry of bile pigments</i>	86
MIKLÓS KRUTSAY	
<i>Colours and pigments of Qin Shi Huang's terracotta army</i>	88
TIBOR BRAUN	
<i>Environmental protection – protection of our environment, nature or ourselves?</i>	92
FERENC RITZ	
<i>Chembits</i>	94
GÁBOR LENTE	
<i>Obituary</i>	
<i>György Liptay (1932–2022)</i>	96
SZILÁGYI IMRE MIKLÓS, BEÁTA ANDROSITS	
<i>News of the Month</i>	98



Lépje át a határokat

eddig elérhetetlen LC/MS teljesítménnyel

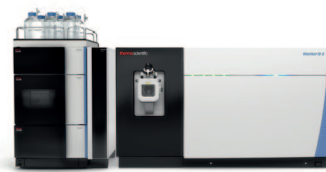
Teljesen új lehetőségek nyíltak meg a komplex analitikai kihívások megoldásában, a kis- és nagymolekulák világában egyaránt. A Thermo Scientific™ Orbitrap™ Tribrid™ nagyfelbontású, nagy tömegpontosságú tömegspektrométerek ötvözik a kiemelkedő szelektivitást, érzékenységet, sebességet és kombinálhatóságot, ezzel lehetővé téve a kimutatási határokat, a mennyiségi meghatározás és az ismeretlen komponensek azonosításában eddig ismert korlátok jelentős túllépését. A Tribrid™ tömegspektrométerek három analizátor típus, a kvadrupól, a lineáris ioncsapda és az Orbitrap™ előnyeit kombinálva teljesen egyedül mérési üzemmódok alkalmazását teszik lehetővé.



Thermo Scientific™ Orbitrap
Eclipse™ Tribrid™ MS



Thermo Scientific™ Orbitrap
Fusion™ Lumos™ Tribrid™ MS



Thermo Scientific™ Orbitrap
ID-X™ Tribrid™ MS

További információk: [thermofisher.com/tribrid](https://www.thermofisher.com/tribrid)

Kizárólagos képviselő:

UNICAM Magyarország Kft.
1144 Budapest, Kőszeg utca 25.
Telefon: +36 1 221 5536
E-mail: unicam@unicam.hu
Web: www.unicam.hu

UNICAM