

Természet Világa

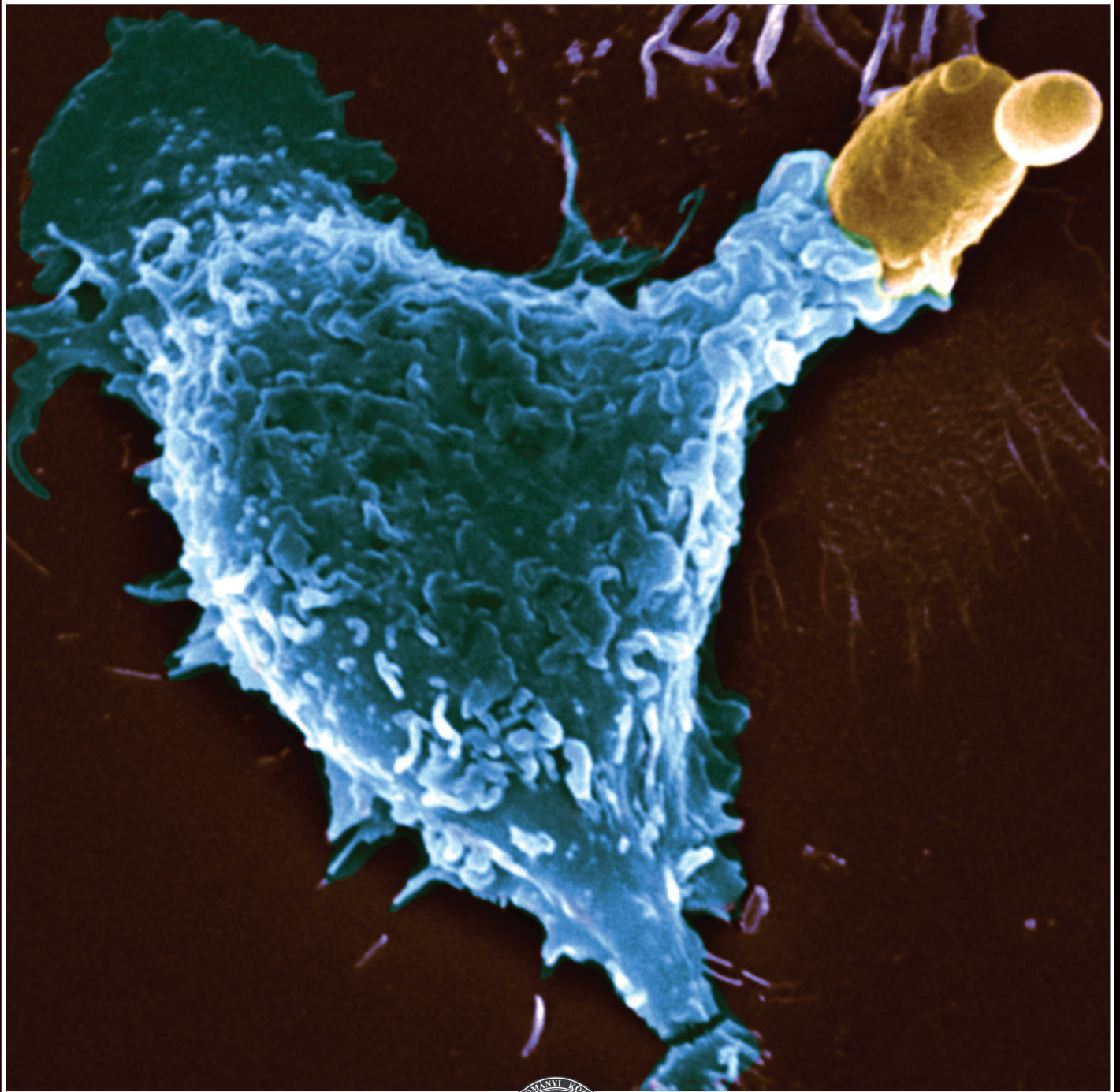
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

146. évf. 10. sz.

2015. OKTÓBER

ÁRA: 690 Ft

Előfizetőknek: 600 Ft



- MOLEKULÁRIS ÜTKÖZÉSEK
- A KÉPALKOTÁS FORRADALMA
- ÉSZAK-MEZŐFÖLD PATAKVÖLGYEI
- BESZÉLGETÉS LUDVIG FAGYEJEV AKADÉMIKUSSAL
- GYILKOS GOMBÁK
- LÉGHAJÓZÓ PÓKOK
- BÚCSÚ AFRIKÁTÓL

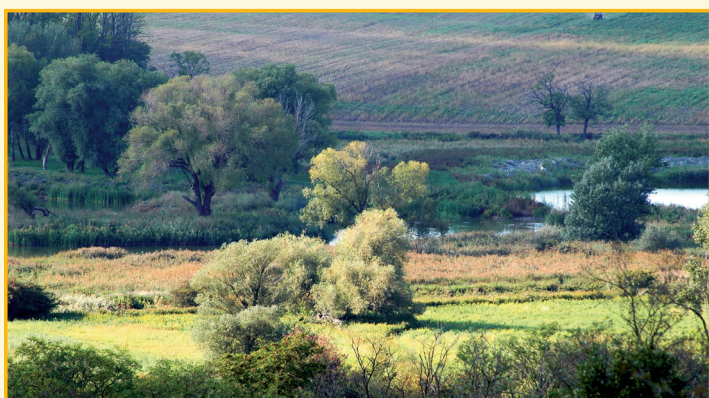
Észak-Mezőföld élővilága



Emberi beavatkozások nyomai a Császár-víz csalai szakaszán



Tavaszi visszaduzzasztás jelei a Pátkai-tározónál a Császár-víz felső szakaszán



A Rovákja-patak völgye halastómaradványokkal



Újabban teret hódít a bivalytartás (Rovákja-völgy)



Évek óta húzódik a csalai Kégl-kastély felújítása



A természeti táj fontos karbantartói a szürkemarhák (Pátka)



A Pátkai-tározó egyre inkább madárparadicsom

Természet Világa



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben
SZILY KÁLMÁN
KIRÁLYI MAGYAR
TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
146. ÉVFOLYAMA



2015. 10. sz. OKTÓBER
Magyar Örökség-díjas és
Millenniumi-díjas folyóirat

U SZÉCHENYI TERV



Nemzeti Kulturális Alap

OIKA



Szellemi Tulajdon
Nemzeti Hivatala

Nemzeti
Tehetség Program

Megjelenik a Nemzeti Kulturális Alap,
a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala,
az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok
(OTKA, PUB I-114505) támogatásával.
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai
Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.



A kiadvány a Magyar Tudományos
Akadémia támogatásával készült.

Főszerkesztő:
STAAR GYULA
Szerkesztőség:

1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.
Telefon: 327-8962, fax: 327-8969
Levél cím: 1444 Budapest 8., Pf. 256
E-mail cím: termvil@titnet.hu
Internet: www.termeszetvilaga.hu

Felelős kiadó:
PIRÓTH ESZTER
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

Kiadja
a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 327-8900

Nyomatás:
iPress Center Hungary Zrt.

Felelős vezető:
Lakatos Imre
vezérgazdó

INDEX25 807
HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:
Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 327-8995

e-mail: eltud@eletestudomany.hu

Előfizethető:
Magyar Posta Zrt. Hírlap üzletág
06-80-444-444
hirlapelofizetes@posta.hu

Előfizetésben terjeszti: Magyar Posta Zrt.
Árusításban megvásárolható a Lapker Zrt. árusítóhelyein

Előfizetési díj:
fél évre 3600 Ft, egy évre 7200 Ft

TARTALOM

Bencze Gyula: Egyedül három test ellen. Beszélgetés Ludvig Fagyeyev professzorral, a modern matematikai fizika egyik megalapítójával.....	434
Németh Géza: Búcsú Afrikától	438
Gácsér Attila: Rejtőzködő gyilkosok. A Candida-gombák	443
Gulyás László: Molekuláris ütközések dinamikája. Kísérleti és elméleti vizsgálatok ..	447
Szigeti Krisztián–Osváth Szabolcs: A kinetikus képkalkotás és a röntgen forradalma	451
Fehér Dóra–Jordán Ferenc: Cápák a rendszerben	455
Gecse Zsuzsanna: Egy ősi láp története. A borsodi barnaköszén és ami mögötte van	457
Kovács Gergely Károly: Észak-Mezőföld patak völgyei	462
HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKESSÉGEK	466
Szabó Márton: Léghajózó pókok	469
Trupka Zoltán: Kalandozás a zene, a kalandjátékok és a tudomány világában. Beszélgetés Pierrot forgatókönyvíró-zeneszerzővel	470
Babinszki Edit: A tó mélyének gazdagsága. A Pannon-tó. Harmadik rész	472
Rezsabek Nándor: Mayer-Lambert Ferenc, a gellérthegyi csillagvizsgáló igazgatója	474
Kapronczay Károly: A méz kultúrtörténete	476
<i>E számunk szerzői</i>	478
<i>FOLYÓIRATSZEMLE</i>	479

Címképünk: A makrofágsejt bekebelezi a *Candida parasilosis* sejtet (Scanning elektronmikroszkópos kép, *Petkovits Tamás, Németh Tibor, Gácsér Attila* felvétele)

Borítólapunk második oldalán: Észak-Mezőföld élővilága (*Szili István* felvételei)

Borítólapunk harmadik oldalán: Afrikai életképek (*Németh Géza* felvételei)

Mellékletünk: A XXIV. Természet–Tudomány Diák pályázat cikkei: *Antal Zoltán:* A gyermek- és serdülőkor elhízás; *Aujeszky Nóra Ilona–Fockter Zoltán Péter:* Táj és ember kapcsolata. Andreánszky Gábor nyomában; *Fehér Krisztián:* Egy elfeledett híresség után kutatva. Bugarszky István; *Négyesi Zoltán:* Hol gyár állott, most kóhalom; *Deák Lehel:* Kulin György és a Könyves Kálmán Gimnázium; *Ferke Gréta:* A szentesi Szent Erzsébet Általános Iskola és Óvoda A jubileumi XXV. Természet–Tudomány Diák pályázat pályázati kiírása

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnök: VIZI E. SZILVESZTER

Tagok: ABONYI IVÁN, BACSÁRDI LÁSZLÓ,
BAUER GYÖZÖ, BENCZE GYULA, BOTH ELŐD, CZELNAI RUDOLF,
CSABA GYÖRGY, CSÁSZÁR ÁKOS, DÜRR JÁNOS, GÁBOS ZOLTÁN,
HORVÁTH GÁBOR, KECSKEMÉTI TIBOR, KORDOS LÁSZLÓ,
LOVÁSZ LÁSZLÓ, NYIKOS LAJOS, PAP LÁSZLÓ,
PATKÓS ANDRÁS, PINTÉR TEODOR PÉTER, RESZLER ÁKOS,
SCHILLER RÓBERT, CHARLES SIMONYI, SZATHMÁRY EÖRS,
SZERÉNYI GÁBOR, VIDA GÁBOR, WESZELY TIBOR

Főszerkesztő: STAAR GYULA

Szerkesztők:
KAPITÁNY KATALIN (yka@titnet.hu, 327-8960)
NÉMETH GÉZA (n.geza@titnet.hu, 327-8961)

Tördelés: LÉVÁRT TAMÁS

Titkárságvezető:
HORVÁTH KRISZTINA

Egyedül három test ellen

Beszélgetés Ludvig Fagyejev professzorral,
a modern matematikai fizika egyik megalapítójával

L. D. Fagyejev professzor akadémikus 1934-ben született Leningrádban. A szentpétervári Euler International Mathematical Institute igazgatója, a kvantummechanikai háromtest-probléma egzakt matematikai elméletének kidolgozója, a modern matematikai fizika egyik kiemelkedő képviselője. A kvantumszóráselmélet mellett munkássága kiterjed a kvantumerőterek kvantálásának elméleti kérdéseire valamint a kvantum integrálható rendszerek vizsgálatára. 1987–1990 között betöltötte a Nemzetközi Matematikai Unió elnöki tisztségét.

– Professzor úr, ez az első látogatása Magyarországon?

– Már jártam itt 2010 decemberében. Egy barátom, Jurij Manyin professzor elnyerte a Bolyai János Nemzetközi Matematikai Díjat egy 1999-ben megjelent matematika tárgyú könyvéért. A díjátadási ünnepségre Oroszországból is meghívtak vendégeket, így kerültem ide az MTA vendégeként. Akkor láttam először a sok érdekességet Budapesten, köztük a Lánc hidat is. Matematikai fizikus vagyok, az akkori látogatásom a matematikával volt kapcsolatos, most azonban a fizika okán vagyok itt.

– Mi keltette fel az érdeklődését a kvantummechanikai háromtest-probléma iránt? Ön választotta a témát, vagy a témavezetője ajánlotta?

– Az egyetemen Ladizsenszkaja professzor volt a tanárom, a parciális differenciálegyenletek, valamint azok hidrodinamikai és egyéb területeken való alkalmazásainak nagy híru szakértője. Egy alkalommal úgy döntött, hogy a „Mathematical Aspects of Quantum Field Theory” című könyv alapján tart előadásokat, amelynek szerzője K. O. Friedrichs volt. A New York Egyetemen dolgozott, ahol Lax Péter is, akiről majd később szó lesz. Ez feltehetően azért történt, mert a professzorasszonynak jó kapcsolatai voltak a New York Egyetemen. Elolvastam a könyvet és így másfajta módon vezettek be a kvantumtérelméletbe, mint ahogy azt az Elméleti Fizika Tanszéken tették volna. Ezenkívül hallgattam még a kvantumelektrodinamika előadást is. A diplomamunkához aztán Ladizsenszkaja



professzor javasolt elolvasásra pár cikket a szóráselméletről, ez azonban már nem az ő érdeklődési területe volt. Így már nagyon fiatalon szabadjára engedtek, és amikor megszereztem a diplomámat, úgy döntöttem, hogy jövőbeli munkámhoz nekem kell megfogalmaznom a problémákat a magam számára. Akkoriban a direkt szóráselméletben léteztek bizonyítások a folytonos spektrum teljességére a kéttest-probléma Schrödinger-egyenleténél, valamint az inverz problémára is, a potenciál rekonstruálására a fázistolásokból. Ezért úgy döntöttem, hogy folytatnom kell a témát és kidolgozni az inverz szórásprobléma megoldását a háromdimenziós esetre is, valamint megoldani a direkt szórásproblémát három részecske esetére, és így félretettem a kvantumtérelméletet. A második célotam a 60-as években értem el, az első cél elérése azonban váratott magára 1970-ig.

– Önnek és tanítványainak a sokrészecske-szóráselmélet terén végzett munkáját sokan a kvantummechanika reneszánszának tekintik. Max Planck, a kvantummechanika egyik megalkotója születésének 151. évfordulója alkalmából a Magyar Tudományos Akadémia 2008-ban ünnepi ülést tartott, amelyen az Ön munkásságát is részletesen ismertették. Tud erről?

– Ezt nem tudtam. Szóval Önök is foglalkoztak a háromtest-szóráselmélettel. Ha azonban előre akarunk lépni és egzakt számításokat szándékozunk végezni, egyre több és jobb számítógépre van szükség, és természetesen több pénzre, ahogy azt az amerikaiak hozzátették. Elmesélték nekem, hogy Los Alamosban volt egy csoport, amely ezen a problémán dolgozott, és „Fagyejev-csoportnak” hívták őket! Persze azt tudni kell, hogy akkoriban a magfizika valamiféle katonai alkalmazásnak számított, lefordították a cikkemet angolra és Harwellben titkos dokumentumként kezelték.

– A felesége, Anna Veszelova szintén nemzetközileg ismert szakértője a Coulomb-szóráselméletnek. Dolgoztak már együtt valamilyen problémán?

– Ami a feleségemet illeti, együtt kezdtük hallgatóként az egyetemet. Ő azonban kísérleti fizikusként végzett. Amikor megszeriztem a kandidátusi fokozatot, összeházasodtunk. Azonban jöttek a gyerekek, emiatt már nehezen tudott kísérleti munkában részt venni, ezért inkább az elméleti munkát választotta. Akkoriban a Coulomb-szórás a háromrészecske-rendszerében csak kevésbé volt kidolgozva, ezért erről a témáról írt néhány cikket. Amit ő ténylegesen elért, az volt, hogy megtalálta a tiszta Coulomb-szórás járulékát a T-mátrixhoz. Munkája során német

kutatókkal, Werner Sandhas-szal és Erwin Alttal volt versenyben.

– *Egyszer azt mondta, hogy a kedvenc témája a kvantumtérelmélet, amihez visszatért az egyenleteivel elért első nagy nemzetközi sikere után. A sok kutatási eredménye közül mit tart a legfontosabbnak, ami Önnek a legtöbb örömet okozta?*

– Ahogy már említettem, kezdettől kvantumtérelmélettel szerettem volna foglalkozni. A tudomány doktora fokozatért írt disszertációm sikere lehetővé tette, hogy kedvenc témámhoz visszatérjek. Akkoriban Landau hatására a kvantumtérelmélettel nem nagyon foglalkoztak, sokan kijelentették: a kvantumtérelmélet halott. Ezért aztán más problémák után néztem és a gravitációhoz fordultam. Véletlenül azonban a kezembe került Feynman egy géppel írott jegyzete, amelyben a gravitációval kísérletezett és fizikai tulajdonságokkal nem rendelkező, „nemfizikai” Yang-Mills-tereket használt ehhez. Ezért úgy döntöttem, hogy a Yang-Mills-terek kvantálásával fogok foglalkozni. Sikertült megértenem ezeknek a dolgoknak a geometriai természetét és fiatal kollégámmal, Popovval alkalmas módon megfogalmaztuk az elméletet a funkcionál integrálok segítségével. Egy ideig nem publikáltuk az eredményt, de amikor értesültünk DeWitt munkájáról, leközlöttünk cikkünket, egy hónappal megelőzve ezzel őt. Ezért az amerikaiak időről időre úgy emlegetik ezt: Fagyejev–Popov–DeWitt–Feynman-eredmény. Nos, hogy melyik cikkemet szeretem a legjobban? Az nem egy jól ismert cikk; az inverz szórási probléma megoldása három dimenzióban a Schrö-

Fagyejev és a magyarok

Fagyejev professzor munkássága több ponton is kapcsolódik a KFKI Részecske- és Magfizikai Intézetében (a Wigner Fizikai Kutatóközpont elődje) folyó kutatásokhoz. Az 1960-as évek második felétől egy kis csoport, Lovas István, Beregi Péter, Doleschall Pál, Révai János és Bencze Gyula kezdett foglalkozni a háromtest-, majd ezt követően a néhánytest-probléma magfizikai alkalmazásainak kutatásával. Lovas István, Beregi Péter és Révai János a rezonancia reakciók egy, a Fagyejev-formalizmuson alapuló háromtest-modelljét dolgozta ki. Doleschall Pál a három nukleon szórási probléma numerikus tárgyalására írt egy óriási számítógépes programot, ami akkor egyedülálló volt a világon. Bencze Gyula pedig egzakt integrálegyenleteket vezetett le a kvantummechanikai N-test szórási probléma tranzit operátoraira („Bencze-egyenletek”). A csoport tagjai számos eredményt értek el a néhánytest-probléma matematikai elméletének a magreakciók leírására való alkalmazásában is, továbbá kidolgozásra került az N azonos részecske szórási problémájának általános algebrai elmélete is. Az eredmények felkeltették a szakmai közösség érdeklődését, és a csoportot „Budapest few-body group” néven kezdték emlegetni. A csoport tagjai aztán sorra kapták a meghívásokat neves külföldi kutatóhelyekre, többek között a francia Magkutató Központba, a jülichi Magkutató Intézetbe, a Helsinki Egyetem Elméleti Fizikai Kutatóintézetébe, a dubnai Atommagkutató Intézetbe, Los Alamosba, valamint számos amerikai és kanadai egyetemre. Érdekességként érdemes megemlíteni, hogy a háromtest-probléma egzakt numerikus megoldását szolgáló programot („Doleschall Code”) a szerzőjének alkalma volt a Los Alamos Nemzeti Laboratórium szuperszámítógépén is futtatni!

A magyar kutatók aktivitása nyomán nem volt véletlen, hogy a második konferencia a háromtest-probléma terén („a második Birmingham konferencia”) 1971-ben Budapesten került megrendezésre Lovas István szervezésében. („The Nuclear Three-Body Problem and Related Topics”, Budapest, 1971)

– *Ön 1971-ben V. E. Zaharovval közösen írt egy fontos cikket a Korteweg–de Vries-egyenlet megoldhatóságáról, amelyet Lax D. Péter, a magyar származású amerikai matematikus is vizsgált. Voltak szakmai kapcsolatai Lax Péterrel?*

– Részt vettem egy, az inverz problémákkal foglalkozó konferencián az említett cikkemmel, és ott hallottam Zaharov előadását Gardner, Green, Kruskal és Miura egy trükkjéről, akik az inverz problémát arra használták, hogy nemlineáris klasszikus egyenleteket oldjanak meg. Nagyon meglepődtem, mivel a használt alapvető eszköz egydimenziós inverz szóráselmélet volt, ami a kandidátusi értekezésem témája volt. Ezért Zaharovval folytattuk a munkát, hogy interpretáljuk ezt a trükköt, és arra a megállapításra jutottunk, hogy a KdV- (Korteweg–de Vries-) egyenlet egy tel-

izospektrális deformációnak felel meg. Először 1962-ben találkoztam Laxszal. 1962-ben liberálisabb idők jártak a Szovjetunióban, úgyhogy a Nemzetközi Matematikai Unió stockholmi kongresszusán sok 30 év körüli fiatal matematikus is részt vehetett, és nagy szencáció volt, hogy a Szovjetunióban ennyi jó matematikus van. A következő évben Novoszibirszkben tartottak egy konferenciát, ahol Lax is ott volt. Ettől kezdve szorosabb lett a kapcsolatunk. Legújabbban Boris Pavlovval a Lax–Phillips-szóráselméleti módszert használtuk az automorf függvények elméletében. Nemrég pedig 2013-ban elnyertem a Lomonosov-aranyérmét, amit évente két személynek páronként ítélnek oda, az egyik mindig külföldi. Az én külföldi partnerem Lax Péter volt. Lax Péter a barátom.

– *Zaharovval közös cikke után Ön és a csoportja intenzíven tanulmányozott sok egzaktul megoldható problémát, és hatékony módszereket fejlesztett ki a vizsgálathoz. Ezek az új eredmények a „tiszta” matematika terén is vezettek új fejleményekhez?*

– Ahogy már említettem, az integrálható rendszerek vizsgálata a 60-as évek végén kezdődött el, azóta azonban óriási fejlődés ment végbe. Sok kutatócsoport van Franciaországban, Amerikában, Japánban, Moszkvában és Szentpéterváron, ezért sok tanítványom és hallgatóm képzése is ebben az irányban folyt. A 80-

A Fagyejev - egyenletek



$$\mathbf{M}_{\alpha\beta}(z) = \delta_{\alpha\beta} \mathbf{V}_\alpha - \mathbf{V}_\alpha \mathbf{R}(z) \mathbf{V}_\beta,$$

$$\mathbf{T}(z) = \sum_{\alpha, \beta} \mathbf{M}_{\alpha\beta}^*(z),$$

$$\mathbf{M}_{\alpha\beta}(z) = \delta_{\alpha\beta} \mathbf{T}_\alpha(z) - \mathbf{T}_\alpha(z) \mathbf{R}_0(z) \sum_{\gamma \neq \alpha} \mathbf{M}_{\gamma\beta}(z),$$

Meg kell jegyezni, hogy Fagyejev eredeti jelölésében az $\mathbf{R}(z)$ rezolvens operátor a fizikai jelöléstől eltérően $\mathbf{R}(z) = (\mathbf{H} - z)^{-1}$ ezért a képletekben egy előjel különbség van

A háromtest-probléma híres Fagyejev-egyenletei

dinger-egyenletnél lokális potenciálok esetére, amelyben meghatároztam a szórási amplitúdó minden összefüggését. Ahogy megtudtam, ezt a munkát sikeresen alkalmazzák a tomográfiában. Úgy érzem, ez valóban nagyon jó cikk.

jesen integrálható hamiltoni rendszer egy kot végtelen számú szabadsági fokkal.

Ami Lax Pétert illeti, ő is fontos eredményekkel járult hozzá a történehez. Ő vezette be, amit ma Lax-operátornak hívnak, és megmutatta, hogy a KdV-evolúció



A Budapest Few-Body Csoport tagjai Fagyejev professzorral, balról jobbra: Bence Gyula, Ludvig Fagyejev, Doleschall Pál és Révai János

as évek végére egy nagyon erős csoportunk jött létre Leningrádban, azonban sokan már eltávoztak. Az integrálható modellek fejlődése sok különböző dolgot hozott létre a matematikai fizikában, mint pl. a spinláncok, faktorizálható rendszerek, a statisztikus mechanika rácsmodelljei. Ezek mind egy közös matematikai formalizmusban egyesültek, de új matematikai objektumok is létrejöttek, mint például a kvantumcsoportok. Nagyon tanulságos volt látni, hogyan befolyásolja a fizika a matematikát. Tegnap Szegeden tartottam egy előadást az integrálhatóság új életéről, és remélem, még sok érdekes dolgot tudok megbeszélni.

– *Fizikusnak vagy matematikusnak tartja magát? Mi a véleménye a tudomány e két ágának viszonyáról?*

– Matematikai fizikus vagyok. Van definícióm is arról, mi a matematikai fizika. De természetesen a matematikai fizika kifejezés szükségszerűen kifordítható, kétirányú lehet. Ezt úgy próbálom megfogalmazni, hogy a fizikában két különböző intuíció van, az egyik tisztán fizikai, de létezik a matematikai szépségen alapuló is. Ha azonban az emberek alkalmazásokat keresnek, akkor első a matematika!

– *Az a tény, hogy Ön 1987–1990 között a Nemzetközi Matematikai Unió elnöke volt, eredményei értékének méltó elismerése. Mint az Unió elnöke, mi-*



Fagyejev professzor előadása Szegeden (2015)

lyen célokat tűzött ki maga elé és milyen eredményeket ért el ebben a pozícióban?

– 1986-ban választottak meg elnöknek egy négyéves periódusra. Előtte alelnök voltam. Az Egyesült Államokban választottak meg elnöknek, elődöm Jürgen Moser volt. Amennyire emlékszem, az Unió Végrehajtó Bizottsága (Executive Committee) sok mindennel foglalkozott, de egy dolgot feltétlenül meg kell említeni. Felemelte a Fields-éremmel járó pénz-

A Fagyejev-iskola hatása hazánkban

Minden udvariaskodástól mentesen állítható, hogy az interjúban említett „Leningrádi iskola” rendkívül nagy hatással volt a magyar elméleti fizikára. Az iskola kutatásainak legjellemzőbb kulcsszava a „Bethe-ansatz”, amelynek jelentőségét hazánkban először Woynarovich Ferenc (Wigner FK, SZFI) ismerte fel, aki nemzetközileg jelentős eredményeket ért el ezen technika szilárdtestfizikai alkalmazásaiban. Számos kutatónk először Woynarovich Ferenc különböző nyári és téli iskolákon tartott előadásain hallott erről a fontos módszerről. A Bethe-ansatz absztraktabb, algebrai változatával az ELTE-n Horváth Zalán által alapított, majd Palla László, Takács Gábor és Bajnok Zoltán körül kikristályosodott csoport foglalkozott. Az utóbbi említett két kutató első kézből tanulta a technikát, Fagyejev professzor egyik nevezetes előadássorozatán Les Houches-ban, 1995 nyarán. Ezen a szalon (vagy szuperhúron) továbbhaladva Bajnok Zoltán és munkatársai az utóbbi években világviszonylatban is kiemelkedő eredményeket értek olyan kvantumtérelméleti alkalmazások kapcsán, melyeket Fagyejev professzor szegedi előadásában („The new life of integrability”) említett.

A „Leningrádi iskola” munkásságából eredő kvantumcsoportok és Poisson–Lie-szimmetriák először V.G. Drinfeld által formalizált elmélete magyar matematikai fizikusokat is megihletett. A kvantumcsoportok egyik legabsztraktabb témájában Szlachányi Kornél, Böhm Gabriella és munkatársaik (Wigner FK, RMI) értek el jelentős eredményeket. Végül megemlíthető, hogy e blokk írója az utóbbi években született munkáiban használta a kvantumcsoportok árnyékaként jellemezhető Poisson–Lie-csoportokat klasszikus mechanikai integrálható sokrészecske-rendszerek vizsgálatában.

FEHÉR LÁSZLÓ (SZTE)

jutalom összegét 2000 kanadai dollárról 15 000 dollárra. Ez még mindig nem sok, de a presztízs fontosabb, tehát a Fields-érem fontosabb, mint a pénz. Sokat foglalkoztunk aztán azzal, hogyan lehetne Kínát és a Kínai Tudományos Akadémiát visszahozni az Unióba. Végül az a kompromisszum született meg, hogy Kínát a Kínai Népköztársaság képviselje. Az én időm előtt Kínát Tajvan képviselte. Most mindketten tagok. Mint elnök a Fields

Érem Bizottság elnöke is voltam, hivatalból. Az én hivatali időm alatt több figyelmet fordítottak a fizikával foglalkozókra. A kitüntetettek között volt Vlagyimir Drinfeld a kvantumcsoportokkal kapcsolatos munkájáért, Edward Witten a gravitációs energiával foglalkozó munkájáért, valamint Vaughan F. R. Jones, aki sok eredményt ért el a csomóelméletben a statisztikus mechanika nézőpontjából. Ezért aztán körbejárt az a vicces mondas, hogy nem a Fields-érmét, hanem a „Kvantum Fields-érmét” adták át a kiválasztottaknak.

– 1995-ben a World Scientific „Negyven év a matematikai fizikában” (Forty years in mathematical physics) címmel kiadta írásainak egy válogatását. Várható ennek a kötetnek új megjelenése?

– Akkoriban a World Scientific valóban felajánlotta, hogy leközli összefoglaló cikkeim – nem kutatási cikkeim – egy gyűjteményét, ez meg is jelent. Most azonban a tudományos cikkeim válogatását szándékoznak közzélni. Valami oknál fogva azonban a kiadás



Fagyjev professzor a Wigner Fizikai Kutatóközpontban (2015)

családjával, a másik Szentpéterváron él, ő az alkalmazott matematika kandidátusa. Egyik lányunokánk Brüsszelben dolgozik egy ügyvédi irodában, és nagyon sikeres. Fiúunokánk mérnök egy autógyárban. A másik lányunokánk egyetemi tanársegéd, de ő a gazdaságtudományok területén dolgozik.

– Egy interjújában említette, hogy a családi környezete nagy befolyással volt Önre, különösen abban, hogy szereti a zenét. Milyen zene a kedvence?

– A zene valóban nagyon fontos szerepet játszik az életemben. Anyám azt akarta, hogy karmester legyek, ezért is adta nekem a Ludvig keresztnévet, ami nem orosz név. Hogy nem lettem zenész, az a háborúnak köszönhető, amely akkor tört ránk, amikor éppen elkezdtem volna a zenei tanulmányokat. Elhát nem lettem karmester, de értek a zenéhez. Zongoráztam, kottából is tudok játszani, Apámmal sokat játszottunk négykezes is. Természetesen szigorúan csak



A Nemzetközi Matematikai Unió elnökei: Lovász László (2007–2010), Lennart Carleson (1979–1982), L. D. Fagyjev (1987–1990), Sir John Ball (2003–2006)

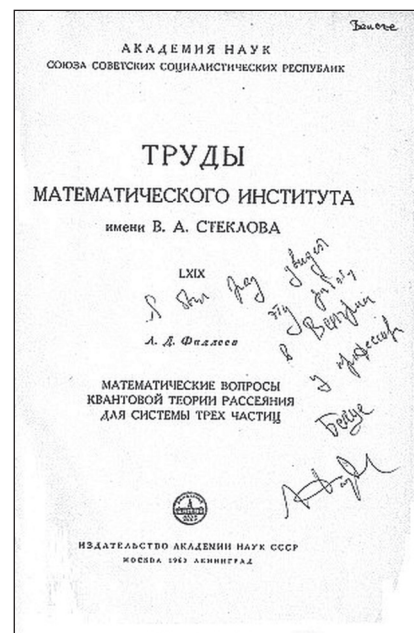
késik, feltehetően azért, mert a cikkek közlési joga a folyóiratok tulajdona. Elvben azonban a kötet készül és hamarosan megjelenik.

– Ismeretes, hogy mindkét szülője híres matematikus volt. Édesapjának D. K. Fagyjevnek algebrakönyvét magyarra is lefordították. Van matematikus vagy fizikus a lányai vagy unokái között?

– Valóban, a szüleim matematikusok voltak, apám algebrista, aki az algebra absztrakt problémáin dolgozott, és már általánosan elismert, hogy ő volt a homológikus algebra egyik megalkotója. Fontos eredményei voltak e témában, de ez 1943-ban történt, és a háború miatt a módszere a háború végéig ismer-

etlen maradt. Anyám alkalmazott matematikával foglalkozott és gyakorlatiasabb kérdéseken dolgozott. „Numerikus módszerek a lineáris algebrában” címmel könyvet jelentetett meg egy évvel az előtt, hogy a számítógépek munkába álltak. A könyvben igen sok numerikus algoritmus szerepelt, és ezek széles körben ismertté váltak. A háború alatt azonban nem voltak számítógépek, ezért egy 40 lányból álló csoporttal dolgozott együtt, így valójában már akkor párhuzamos programozást szervezett meg.

Ami a családomat illeti, a környezetemben az egzakt tudományoknak lényegében vége szakadt. A lányaim egyetemet végeztek. Egyikük kivándorolt a



Fagyjev professzor Bencze Gyulának dedikált doktori disszertációpéldánya

klasszikus zenét játszhattam, apám nem engedett mást. Én azonban nem vagyok purista, ezért alkalmanként hallgatok dzsesszt is.

– Mik a tervei a jövőben, milyen probléma foglalkoztatja?

– Több projekten is dolgozom, az egyiket majd a Wigner Fizikai Kutatóközpontban fogom ismertetni, ez röviden megfogalmazva: „Forgatókönyv a Yang–Mills-elmélet renormalizációjára négy dimenzióban”.

Az interjút készítette: BENCZE GYULA

NÉMETH GÉZA

Búcsú Afrikától

Egyszer mindennek eljön az ideje. Még annak is, hogy én, aki amúgy nem különösebben vonzódok a luxushoz, egyszer az életben kényelemben tegyek meg egy közel 11 órás repülőutat. Éveken át próbáltam felhasználni az egyik (KLM-Air France) légi egyesülésnél összegyűjtögetett mérföldjeimet valami komoly kedvezményre, de sehogy sem jött össze. Most igen. Ingyen, business osztályon utazhattam Budapestről Amszterdamig, de ami a fontosabb, onnan Johannesburgig. Ingyen? Na, olyan nincs. A különféle pluszadók ma már többre kerülnek, mint maga a repülőjegy, de azért így is megéri. Nem a pezsgő meg a lazac miatt, inkább azért, mert nem kell hering módjára beprésemnem magam csaknem fél napra a turistaosztály nyomorító ülésébe. Lesz még részem kényelmetlenségéből bőven, majd meglátják.

Egyelőre átrepüljük fél Európát, aztán bónuszként megkapom a Szahara marokkói részét tízezerrel, attól kezdve viszont csak felhőket. Elvileg mehettem volna egy nappal korábban is, de mi az ördögöt csináljak

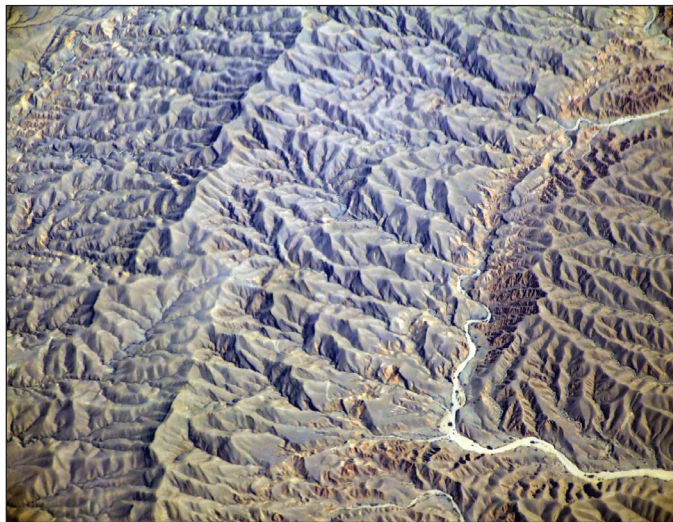
ra szakosodott kanadai székhelyű irodánál (újabb neve egyébként GAdventures), minimum tucatszor – de most utoljára – indultam velük, hogy ezúttal a „Kruger and Swaziland Express” fantázianevű, csakugyan kissé rohamtempójú utazással végleg letudjam Afrika még rám eső részét.

A jármű immár megszőkott: hátul buszfélévé alakított teherautó a kempingezéshez szükséges minden felszereléssel, hozzá sofőrrel (Adrian) és túravezetővel (Janine), akik, bár velünk angolul beszéltek, egymás között szívesebben társalogtak anyanyelvükön, az afrikaanson. Még valami extra: a kocsit annyiféle konnectorral szerelték föl, amennyit elképzelni is nehéz. Kell is, hiszen a dél-afrikai régióban egészen különleges, minden mástól eltérő dugaszt használnak, ide meg jön mindenféle népség (ezúttal tizenketten) a sajátjával, hát ne legyen gondja.



Jó hatórás út után érjük el a Blydekanyon vidékét. Ez itt már a híres Drakensberg (Sárkány-hegység) része, az pedig egy hatalmas geológiai lépcsőé, mely durván félkör alakban, kiemelkedésként kíséri a parti síkságot és legmagasabb pontja megközelíti a 3500 métert. A lépcső a partvidék felől hegységnek tűnik, ám a Központi-fennsíkról, melyet körülölel, már kevésbé, hiszen a plató is bőven 1000 méter fölé emelkedik (Johannesburg tengerszint feletti magassága pl. 1700 méter!). A régió főként az utóbbi 20 millió évben emelkedett számottevően, ennél fogva tömérdek anyagot pusztított le az erózió; kialakult a geológiai lépcső, mely folyamatosan hátrál, teret engedve a szélesedő parti síkságnak. Kőzetanyaga elég változatos, ezen a vidéken 200 millió éves homokkővekre valamivel fiatalabb vastag bazalt ömlött, de helyenként kibukkan a kerekén 2 milliárd éves, nagyon ellenálló kvarcit is.

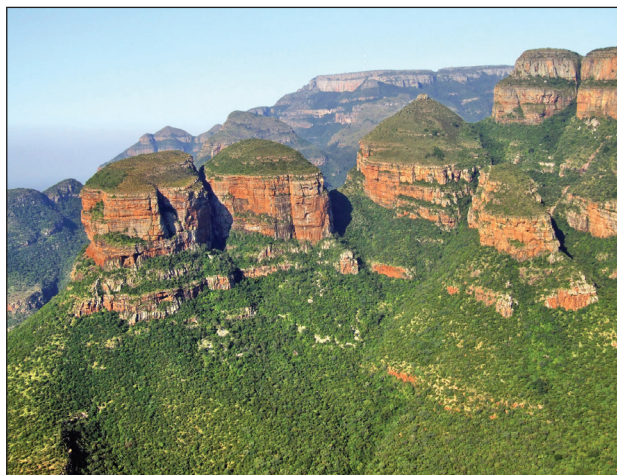
Éppen ezen tapodunk, midőn lebalagván a Treur és a Blyde folyó találkozásához szemügyre vesszük Bourke szerencséjének gödreit. Nem értik, ugye? Másként pedig nem lehet lefordítani, de körülírom. Tom Bourke aranyásként kottorászott errefelé hajdanán a hatalmas „gödrökben” (lásd később), csak éppenséggel szerencséje nem volt, ugyanis a hely arról nevezetes, hogy NEM talált itt aranyat. Hogy aztán mindez mikor történt, ki volt Bourke, amúgy máshol talált-e bármit is, azt még az internet jótékony homálya is elfedi. Valószínűleg egyszerűen pechje volt, mert Dél-Afrikában másutt tömérdek helyen tömérdek aranyat találtak. Hanem a „gödrök” (angolul potholes)... Ezeket nevezzük magyarul *evorziós üstöknek*. Gyors folyású patakok



Belépő Afrikába – Marokkó tízezerrel

a világ egyik legveszélyesebb városában. Többször is jártam már Johannesburgban, de a reptérről, mely a legforgalmasabb az egész kontinensen, a lábam se tettem ki. Sűrű az este, amikor egy külvárosi motelfélében csatlakozom a csoportomhoz. Törzsutas vagyok már a GAP-nál, ennél a hátizsákos csőrök kis csoportos utaztatásá-

meg is szűnt létezni. Amúgy a leggazdagabb is; gondolják el, ezen a parányi, 18 ezer km²-es területen 12,5 millió ember állítja elő a teljes afrikai kontinens (30 millió km²) GDP-jének kb. 7 százalékát. Aztán viszont órákon át semmi település, csak megművelt területek, farmok – és kifogástalan utak.



A Három Rondavel

medrében képződnek, ott, ahol a meder kisebb mélyedéseibe bekerül egy vagy több keményebb hordalékkő és ha kiszabadulni képtelen, a turbulens vízmozgás addig pörgeti-forgatja, amíg mély, akár több méteres gödröt váj a mederbe, míg el nem kopik, vagy annyira le nem kerekedik, hogy munkára immár képtelen. Sokhelyütt vannak effélék, jómagam trópusokon éppúgy láttam, mint Skandináviában (ott jobbra hajdan gleccserek borította térszínen képződtek), mi több, a legelső norvég szavak egyike, amiket megtanultam is ez volt (jettegryte). A Treur szűk szurdokában lévő azonban igazi csodák; akadnak szárazon rekedtek éppúgy, mint jelenleg is formálódók.

A Blyde folyó kanyonja 25 kilométer hosszan nyúlik el a Drakensberg északi részén, és bár a folyó itt jórészt vörös homokkőbe vágta be magát, a dús növényzet miatt falai zömmel zöldek. Átlagmélysége nagyjából 700 méter, de a perem legmagasabb pontjáról a folyóig kereken 1500 méteres mélységbe lehet alátékinteni. A fő látványosság azonban odaát, vagyis a túlparton van: *A Három Rondavel*. Rondavelnek nevezik afrikaans nyelven az őslakók (egyébként manapság is igen gyakori) kerek, csúcsos kunyhóit, melyekre csakugyan emlékeztetnek valamelyest a puhább kőzetből ki-preparálódott kvarcitkolosszusok. Persze, legenda is fűződik hozzájuk. Egy a bapedi népcsoporthoz tartozó törzsfőnök valamikor nagy csatában legyőzte a területükre törő szvázikat, és mivel éppen három felesége volt, róluk nevezték el a sziklaküppöket. (Ha valakit érdekel, balról jobbra: Magabolie, Mogoladikwe és Maseroto.) S hogy milyen magas vagyunk valójában, kiderül, ha pár kilométerrel odébb gurulunk az *Isten ablaka* nevű kilátóhely felé, ahonnan letekinthetünk a 700 méterrel alattunk húzódó *lowveldre*, vagyis a felföldet szegélyező síkvidékre. A hely

amúgy megjelenik *Az istenek a fejükre estek* című filmben is, melynek végén a főhős, Xi, úgy gondolván, hogy ez itt már a világ vége, a mélybe hajítja a népére sok bajt hozó, égből potytyant kólásüveget.

S hogy milyen a dél-afrikaiak istene, rögvest megtapasztaljuk, mihelyt leereszkedünk a síkságra. Eddig kellemes időben volt részünk, itt viszont ránk szabaddul a délszaki nyár (február közepe) bődületes hősege, 40 fokkal. Átszállunk két terepjáróba és immár parkörök vezetésével félórán belül begurulunk a *Kruger Nemzeti Parkba*. Ez még hiányzott saját afrikai Grand Slamemből a Serengeti és az Etosha után. A kocsik gyakorlatilag nyitottak, nap- és esővédő tetővel, de ahol ablakoknak kéne lenni, ott nincs semmi, ezért, bár nem vágatunk, a menetszél elviselhetővé teszi a hőséget. De mennyire más vidék ez, mint Kelet-Afrika szavannái! A

hiszen az október végétől kezdődő, március végén lecsengő esős évszakban járunk. Ennek csakhamar meglátjuk a következményeit is, miközben átkelünk a parkot nyugat-keleti irányban átszelő hat nagyobb folyó egyikén (nyugaton és keleten két folyó, a Limpopo és a Crocodile folyó képezik a park természetes határait). Úgy egy-két héttel ottjártunk előtt akkora felhőszakadások zúdultak a vidékre, hogy az ágyukból kilépő folyók törtek-zúztak, medrük még most is tele hatalmas, gyökerestől kifordított el sodort fatetemekkel, bokrokkal. Az állatok megjelenésére sem kell sokat várni. A lombok közül kimered egy-egy zsiráf nyaka-feje, zebraék rebbenek kissé odébb az út mellől, felbukkan egy *nagy kudu*, csikozott szőrzetű, nagytermetű antilopféle, és annyi impala, mint fűszál a réten; 150 ezer legegészik belőlük a parkban. Békésen megférnek a zebraék és a csíkos gnúk közelében, habár utóbbiak nincsenek túl sokan. Az itteni kereken tízezer példány semmiség a Serengeti-ökoszisztéma kereken egymillió állományához képest, és míg amazok hosszú és viszontagságos vándorútjukat járják az éppen zöldellő füves régiók között, ezek maradnak, ahol vannak.

Persze, mindenkinek a „nagy ötösré” fáj a foga. Oroszlán, elefánt, kafferbi-valy, orrszarvú és a leopárd – ezek az afrikai vadállomány sztárjai. Kafferbi-



Csúcsforgalom a Krugerenben, szélesszájú orrszarvúakkal

Serengetit a fűfélék uralják, elszórt fás, bokros vidékekkel, és egyetlen pillantással hatalmas terület tekinthető át. A namíbiai Etoshában a bozotos az úr, aránylag kevés fával, még kevesebb fűvel. Itt viszont dús a növényzet, rengeteg a fa, a bokor, kevés a tisztás. Persze, nagy a változatosság, elvégre csaknem 20 ezer négyzetkilométer a kiterjedése, akkora forma, mint a fél Dunántúl.

A nagy zöldség épp most nem véletlen,

valyira nem kell különösebben „vadászni”, ezek az eleven tankok meglehetősen nagy számban élnek errefelé, békésen legelnek, vagy élvezettel dagnyáznak a tömérdek pocsoltyában. Nem kis meglepetésemre orrszarvúból is van dögvél, persze, csakis a fehérből, ami persze egyáltalán nem fehér. Bőre határozottan szürke, közkeletű neve egyszerű félrefordítás eredménye. Ez ugyanis a *szélesszájú orrszarvú* elevezése,



A faj fenntartása fontos feladat

amit hollandul *wijd*nek írnak, de „vájdnak ejtenek. Az angolok meg *white*-nak, vagyis „vájtnak értették, ami persze fehéret jelent. A szélesszájú faj egyedei főként fűfélékkel táplálkoznak, ellenében keskenyszájú rokonaikkal, melyek elsősorban a bozotos leveleit falatozzák. Utóbbit immár szerte Afrikában a kritikusan veszélyeztetett fajok közé sorolják; a populációt alig több mint 4000 egyed alkotja (ebből 350 él a Kruger területén), pedig a XX. század elején még a keskenyszájú rinocéroszok voltak a legnagyobb számban az összes orrszarvúfaj között. Nekem csupán Namíbiában, az Etosha Nemzeti Parkban volt szerencsém látni két példányukat. Szomorú hanyatlásuk okai az élőhelyek pusztulása, de elsősorban az orvvadászat. Egykor a Közel-Kelet, Arábia volt a szarvak legnagyobb felvevőpiaca, ugyanis abból készítették a férfiak elengedhetetlen kellékének, a dzsambijának nevezett díszes görbe töröknek a marcolatát. Aztán belépett a bizniszbe Kína, ahol a mai napig a legnépszerűbb férfivágy-serkentőnek vélik, holott nem az. Anyaga ugyanis keratin, vagyis szaru, ugyanaz, mint az emberi körömé. De akkor miért nem azt rágják?

A szélesszájúak valamivel szerencsésebbek, számuk a Krugerben 10 ezer körül van, szinte mindenütt láthatók. Még azt is megengedik maguknak, hogy komótosan átsétáljanak az aszfaltúton a kirándulók autói előtt.

Más vidékekkel ellentétben igen nagy, sőt túl nagy az elefántok száma és egyre növekszik; immár 15 ezer körül jár, holott a nemzeti park mint ökoszisztéma csak nagyjából 800 példány eltartására képes. Az elefántok élelemigénye óriási, nagy károkat okoznak a fák elpusztításával, mert ahol nincs számukra elég fű és bokor, letérdelik a faágakat, ha pedig

már nem érik el őket, egyszerűen kidöntik az egész fát. A 90-es évek közepén próbálkoztak fogamzásgátlással, de ez technikailag nehezen volt megoldható, úgy-hogy pár éven belül abahagyták.

Most már csak a macskák vannak hátra. A 90-es évek végén, amikor először jártam a dél-afrikai régió négy országában, úgy kellett eljőnnöm, hogy a három hét alatt egyetlen nagymacskát sem láttam a csoportunk, ami azért elég szégyenletes teljesítmény. Sokáig a

Krugerben sem mutatkozott semmi, aztán hirtelen, a magas fűben ott hever közvetlen az út mellett egy fenséges hímosz-lán, kissé távolabb pedig egy nőstény. (Kinek van lelke ilyen fenséges állatot pusztá szórakozásból lelőni?) Láthatóan nekik is melegük van. Aztán a hím egy szökelléssel a lány mögé kerül, mintegy öt másodperc alatt, az út kellős közepén derekasan meghágyja, majd komótosan elballag. Számuk egyébként közelít a 3000-hez. A park területén mintegy 2000 leopárd is él, de életmódjuk sokkal rejtőzködőbb rokonaiénál, és magányosan járkál a vadont, ha éppen nincsenek kölykeik. Napközben szinte mindig a fák ágain hűsölnek, oda hurcolják föl zsákmányukat is, szóval, nagyon nehéz észrevenni őket. Nekünk sem sikerült, így marad a *Joubert-házaspár* csodálatos, többszörös díjnyertes természetfilmje, *A leopárd szeme*, amit három évig forgattak Botswanában, végigkövetve egy újszülött leopárd, Legadema felcseperedését és ismerkedését a világgal. Szerencsére több, nálunk is fogható tévécsatorna is rendszeresen műsorára tűzi. Természetesen a park a felsorolt állatokon kívül még tömérdek kis- és nagyvad otthona, rájuk azonban itt nem elég a hely.

Ami a biztonságunkat illeti, arról egyrészt a nagyon tapasztalt helyi vezetők, másrészt a szigorú szabályok gondoskodnak. Hogy úgy mondjam, nix ugribugri, kocsiból kiszállni nem lehet, csakis a kijelölt pihenőhelyeken vagy a szálláshelyeken. (A parkon belül egyébként vannak kijelölt helyek gyalogtúrák számára is.) A Krugerben mindenféle szálláslehetőség elérhető, a luxusbungalóktól, lodge-októl az egyszerű kempingekig. Találják ki, mi hol aludtunk. Mire a szafarit délutánra befejeztük, legénységünk már fölállította a sátrainkat, üzembe helyezte a konyhát, készült a vacsora.

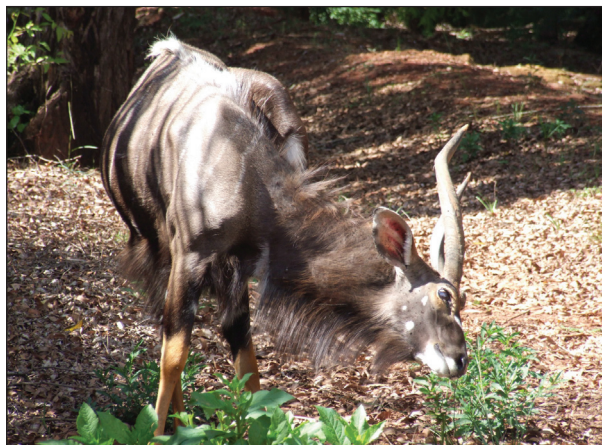
Másnapra nem volt kötött programunk, viszont aki akart, pluszpénzért nekiindulhatott még egyszer, ezúttal hajnalban kezdődő vadlesre. A csoport jó része elment (és láttak leopárdot, hogy a fene esne beléjük...), mi, maradékok a saját kocsinkal tettünk egy pár órás magánzafarit, és nagyjából ugyanazokat láttuk, amiket az előző napon. Nagy megkönnyebbülésünkre, az előzetes tervek ellenére, nem kellett átköltöznünk egy másik kempingbe.

Az első vadrezervátumot, melyből a nemzeti park kinőtt, már 1899-ban létrehozták. Akkoriban a rövid életű, az angol gyarmatterületektől függetlenné vált búr állam, Transvaal Köztársaság (a mai Dél-Afrika északkeleti fele) elnöke *Paul Kruger* volt, aki felkarolta, támogatta az elképzelést. A park alapításának éve 1926, immár számottevően kibővített állapotban, akkortól viseli az időközben már rég elhunyt Kruger nevét. (Kérdés: akkor most Krüger vagy Kruger? A névadó ősei poroszok voltak ugyan, akiket nyilván még Krügernek hívtak, de már a XVIII. században letelepedtek a búr (holland) uralom alatt álló Dél-Afrikában, ahol nyilván lekopott az u-ról a két pont; egyszóval Kruger.)

Az idők során hatalmas fejlesztéseket hajtottak végre, tömérdek utat, hidat, fogadó létesítményt építettek, kezdetül küzdöttek (máig is) a manapság főleg Mozambik felől beszivárgó, csúcstechnikával felszerelkezett orvvadászok ellen, innen már kihalt fajokat telepítettek be és szaporították az állományukat. Napjainkban évente mintegy 1,5 millió látogató keresi fel a parkot, mely két szomszédos ország, Zimbabwe és Mozambik egy-egy nemzeti parkjával majdhogynem összenőve egyetlen hatalmas védett területet, úgynevezett békeparkot alkot.

Az esős évszak ránk eső részét mi sem ússzuk meg szárazon, utolsó éjszakánkon rendszeren ázunk, de még a reggeli összerámolást is kissé megszelídült esőben hajtjuk végre. Hosszú, több mint 300 kilométeres út vár ránk, megyünk *Mozambikba*. De minek is? Az iroda előzetes program-értesítője szerint behajtatunk a fővárosba, *Maputóba*, ahol vezetőnk bemutatja a vibráló, latin hangulatú város központját (az ország korábban portugál gyarmat volt) a virágzó jacarandafákkal és a többi... Ehhez azonban először át kell kelni a határon. A mozambikiak elirigyelhették az amerikai határbeléptetési rendszert, mert azon kívül, hogy legomboltak rólunk személyenként közel 90 dollárnak megfelelő vízumdíjat, akkurátusan ujjlenyomatot vettek, lefényképeztek, a képet pedig, nyilván emlékeknek, beragasztották a vízum mellé az útlevelebe, úgyhogy ezzel el is löttünk két haszontalan órát. Maputo mellett meg úgy húztunk el, mintha

ott se lett volna. Adrian kijelentette, hogy ő oda többet a kocsikereket se teszi be, mert ha egyszer benn vagyunk, onnan estig ki nem jutunk. Senki se háborgott, ráadásul még az elkerülő út is elég szörnyűnek bizonyult pokoli forgalmával. De akkor miért is jöttünk Mozambikba? Hát azért, hogy pihenjünk úgy másfél napot a fővárostól 150 kilométerre északra fekvő *Bilene* falu közelében egy kétségkívül kellemes, meleg vízi terjedelmes lagúna partján. (Azt mondják, ez a legközelebbi tengerparti strand Johannesburghoz, bár köve hiszem, hogy özönlenének ide az



Hím nyala

ott lakók.) Szép fehér homok, árnyas fák, büfék, egy ugrásra a kempingtől. Tömeg nincs, sör van. Tényleg, mivel kell itt fizetni? Mozambik pénznemét meticalnak hívják, de itt szívesen elfogadják a dél-afrikai randot is, úgyhogy meticalt jóformán nem is láttam. Személyzetünk a környékbeli halászkóttól vett nyolc kiló garnélarákot, szépen megtisztítva, 14 személyre, azt ettük vacsorára. Bár nagyon szeretem, de utána hónapokig rá se bírtam gondolni...

Ennyi – másfél nap – jutott nekünk Mozambikból, ahol pedig tömérdek látnivaló kínálkozott volna északabbra, de hát ez végül is „expressz” út. A GAP utóból belátta hatalmas tévedését, mert Mozambikot még abban a szezonban kiiktatták a programból. A visszaúton szerencsére hasonló tortúrát nem kellett elszenvednünk, mert egyből *Szváziföld* határán léptünk át, hogy eltöltsünk két napot ebben a parányi országban. Területe valamivel kisebb, mint a Kruger Nemzeti Parké, és a britektől 1968-an elnyert függetlenség óta királyság, mintegy 1,1 millió lakossal. Ezer szállal kötődik Dél-Afrikához (már csak azért is, mert három oldalról a nagy szomszéd öleli körül), mezőgazdasági termékeinek fő felvevőpiaca, nemzeti valutájának, a lilangeninek az árfolyama a randéhoz igazodik (egy az egyben),

de a dél-afrikai pénzzel is mindenütt lehet fizetni. Ezt rögvest ki is próbáltuk egy közepes méretű városka, Manzini 2011-ben megnyitott bevásárló központjában, amit egy emléktábla szerint maga a király nyitott meg, s amiről kinézete, árukinálata alapján senki meg nem mondaná, hogy nem valami gazdag országban van. Sváziföld amúgy közepesen fejlett, fellendülése a dél-afrikai apartheid időszakára esik, amikor sokan látogattak át a szomszédból például kaszinózni, vagy olyan tévéműsorokat nézni, amiket odaát nem közvetítettek.

Itteni úticélunk a *Mlilwane Vadrezervátum*, mely egy völgyben fekszik, neve pedig kis tüzet jelent, utalva a környező dombokon villámcsapások miatt kitörő erdőtüzekre. Ez az ország legrégebbi védett területe, egy nonprofit szervezet irányításában. Kifogástalan látogatóközpont étteremmel, bárral, odébb kemping... Na, nem, már megint sátor... soha többé! Aludni bármennyit képes lennék benne, de hogy felállítani, bontogatni, elcso-

magolni, azt már nem! Hiszen ott vannak, szépen, kör alakban megépítve a bennszülöttek kunyhóira hajazó méhkasszerű bungalók. Megalkuszom a recepciónál (40 dollár egy éjszakára), elvonulok kis magánluxusomba (tisztességes fürdőszoba, villany, kényelmes ágy), aztán kiülök birtokom elé szemlélni. Látom ám, hogy sorban jönnek a csoporttársak... A csapat fele is átpártolt. Jól döntöttünk. Úgy egy órával később akkora eső zúdult a tájra pokoli ézengésvillámlás közepette, hogy csak sajnáltam szegény sátrazókat.

Mlilwane nem kínál különleges vadállományt, de amik vannak – zebrák, impalák – igen kezesek és könnyen megközelíthetők akár gyalogszerrel is. Mondhatni, részesei a látogatóközpont

körül térség mindennapi életének. A varacskos disznók olyan békésen legelésznek a kunyhók körül, mintha háziállatok lennének, két-három méterre is közel engednek magukhoz. Már jó ideje megfigyeltem, hogy a varacskos disznók Afrika-szerte olyan színűek, amilyen az illető helyen a föld, a talaj maga; itt speciálisan vörösek. No és itt láttam először *nyalát*, ami nem csoda, mert kizárólag a dél-afrikai régióban, annak is ezen az északkeleti fertályán él. Sváziföldön az ötvenes években kihalt, a jelenlegi állomány áttelepítésből származik. A nyala igen szép állat, az antilopfélekhez tartozik, szarvat, mely csavart, csak a hímek viselnek, és a szexuális dimorfizmus olyan fokú, hogy a nőstényről el se hinnénk, hogy ugyanazon fajhoz tartoznak. Oldalukat, valamint a fiatal állatokét (nemtől függetlenül) 5-6 vertikális csík díszíti.

Pár órára, autós vadlással egybekötve, átruccanunk egy közeli falucskába, pontosabban annak szuvenirpiacára, ahol minimum száz standon árulnak többnyire szörnyűséges faragványokat, gyöngyöket, maszkokat, pólókat stb., némelyik állatfaragványt egészen gigantikus méretekben is. Már jó régen elgondolkodtam, ki az az elmebeteg, aki képes megvenni egy másfél méteres faszírfot, hogy aztán hazavigye a több ezer kilométerre levő otthonába. Aztán, ugyancsak sok éve, megtudtam, vannak ilyenek; a johannesburgi reptéren tucatjával láttam faszírfot, faelefántot, faakármit hazafelé vivő turistákat.

Vissza Dél-Afrikába, *Zuluföldre*, ami



Nem bennszülöttek kunyhói, hanem bungalók

a szó eredeti értelmében egy földrajzi tájegység az ország keleti, Indiai-óceánnal határos részén. Közigazgatásilag ez *KwaZulu-Natal* állam (nagyjából akkora, mint Magyarország), aminek magva egy kis zulu királyság volt a XIX. század nagy

részében, de sorra legyőzvé bennszülött törzsi szomszédait, egész szép kis birodalmat teremtettek. Harcos nép volt tehát a zulu, mind a brit, mind a búr gyarmatosítókkal ádáz és véres csatákat vívtak, míg végül az angolok 1879-ben végleg legyőzték őket. Úgyes taktikával 13 alkirályságra osztották fel a területet, önálló uralkodókkal, akik persze hamar egymásnak estek. Eközben persze a búrok és a britek egymással is harcoltak és mindkét fél igyekezett a zulukat a másik ellen kijátszani. A Dél-afrikai Unió megalakulása után is voltak ugyan zulu királyok, őket azonban az országos hatóságok ilyen mi-voltukban nem, legfőljebb törzsfőnökként ismerték el. Egyébként a zuluk, akik mintegy 11 millióan vannak Dél-Afrikában, az ország legnagyobb etnikai csoportját alkotják, nyelvük az isiZulu a köztársaság 11 hivatalos nyelvének egyike.

St. Luciának hívják a mindössze ezer lakosú kisvárost, ahol megszállunk (nem sátorban, panzióban!), s ahol ezen kívül legfőljebb enni-inni lehet, no meg bejelentkezni egy túrára a viszonylag közeli *Umfoloji* vadrezervátumba. Másnap reggel hatkor meg is jön értem a terepjáró, jó hetvenes öregúrral a volánánál, mellet-



Amilyen színű a talaj, olyan a varacskos disznó is

te a felesége, akiről utóbb kiderült, hogy ő készítette és szervirozza pazar ebédünket (egy holland házaspár volt az útitársam). Az úr magánvállalkozásként üzi az ipart évtizedek óta. Maga a park, mely állami kezelésű, méreteit tekintve eltörpül a Kruger mellett (kereken 1000 km²), de azon kevesek egyike, ahol a nagy ötös minden képviselője előfordul. Leginkább a szélesszájú orrszarvúak igen gazdag állományáról híres. Dimbes-dombos vidék, aránylag sűrű, fás, bokros növényzetű, úgyhogy itt sem könnyű észrevenni a rejtőzködő állatokat. De még a legnagyobbat sem. Csendben gurulunk lefelé az egyik úton, amikor szép lassan megállunk. Csak vezetőnk oldalra mutogatásá-

ból veszem észre, hogy tőlünk úgy három méterre a fák között egy megtermett hím elefánt álldogál, de olyan közel, hogy látom magam a parányi szemében. Nem moccanunk, nem szólunk, csak nézünk. Halk klaffogás mögöttünk – talán tíz méterrel a kocsitól átvonul az úton egy kisebb, de azért elég tekintélyes másik példány. Szó, ami szó, errefelé csakugyan kaszálni lehetne a rínokat, de akad bőven kafferbivaly is. Az oroszlanokkal kevesebb szerencsénk volt, mint a Krugeren; két fiatal nőtényt sikerült kiszúrunk a magas fűben, kissé távolabb az úttól. S hogy azért ne legyen minden szép és jó, meg kell említenem, hogy a park felé vezető autópálya mentén hosszú kilométereken át óriási eukaliptuszültetvények húzódnak. Szemre akár tetszetős is lehetne a sok egyforma, szálgyenes fehér törzsű fa, de hát mégis...

Ha viszont úgy fogjuk föl, hogy inkább azokat vágják majd ki (papíralapanyag), mint az eredeti növénytakarót (az ugyanis nyilván már kivágták), talán nem is olyan szörnyű.

Még egy különlegesség maradt az utolsó, részben terepi napra: az *iSimangaliso Wetland Park*, aminek nevéből csak a legkönynyebbet, a wetland szót nem tudom lefordítani. Jó, persze, le tudom, nagyjából lápot, vizegyes területet jelent, de hogy mit takar, azt könnyebb elmagyarázni. Egy hatalmas, jórészt vizes ökoszisztéma, mely mintegy 280 km hosszú partszakaszt foglal magában, csaknem a mozambiki határtól. Nekünk ebből a *St. Lucia-tó* jutott egy kisebb hajó fedélzetéről. A városka szélén kezdődő tó voltaképp felsős vízű, a tengerrel összeköttetésben álló lagúna, melynek vízpótlásáról folyók gondoskodnak. Nem kell sokat haladnunk, már nyüzsgőnek a vízilovak (esténként *St. Lucia* utcáira is ki-kiruccannak), a nilusi krokodilok, nem is beszélve a vízimadarakról. Szép befejezés.

A túra hivatalosan *Durbanben*, az ország harmadik legnagyobb városában zárul. Átevickélünk nyüzsgő központ-



Egymás hegyén-hátán – vízilovak a St. Lucia-tóban

A szerző felvételei

ján, mondom is Janine-nek, ide majd még visszajönnék körülnézni. Eszedbe ne jusson, ha jót akarsz magadnak, válaszolja, errefelé rabolnak, gyilkolnak, akár fényes nappal is. Youth hostel a tanyánk, ugrásnyira a tengerparttól, annak is a *Golden mile*, vagyis arany mérföld nevű szakaszától, ami strand, üzletek, kajaldák egyben, tömérdek emberrel. Idelátszik a 2010-es futball-vébére épített csodálatos *Moses Mabhida stadion*, de a strand homokján nem fozznak a gyerekek – hanem kriketteznek. Érdekes, hogy a sportágak népszerűsége majdhogynem etnikai alapokon oszlik meg. A futballt leginkább a feketék kedvelik, a krikett a brit és indiai származásúak körében népszerű, míg a rögbi főként az afrikánerek (a holland telepesek és gyarmatosítók leszármazottai) kedvence. Színes bőrtűt egyébként a strandon csak az éttermi felszolgálók és a bolti alkalmazottak között láttam.

Biztos, ami biztos, jó három órával a gépem indulása előtt már a reptéren vagyok. Előbb ugyanis el kell jutnom Jo'burgba, hogy elérjem a „nagy” gépet, ami visszahoz Európába. Még itthon interneten kinéztem, majd vettem egy Durban-Jo'burg jegyet a helyi fapadosok egyikére, a Velvet Sky nevezetűre, négyórás átszállási ráhagyással. Első utam a pultjukhoz vezetett, hogy megy-e. Sajnos a járatot törölték, de ha nagyon siet, még fel tudjuk tenni az előzőre. Így lett, de az még meg se jött. Mellettem várakozás közben egy angol férfi újságot olvas, bepillantok: Csödközelben a Velvet Sky, már üzemanyaggal sem akarják őket kiszolgálni. Jól nézünk ki. Aztán kétórás idegtépő várakozás után befutott egy üres gép, arra bennünket rohamtempóban felszállítottak és simán elértem a johannesburgi csatlakozásomat. A Velvet Sky amúgy tényleg becsődölt.

Ez volt a tizenkettedik – és egyben utolsó – utazásom az afrikai kontinensen. ✎

GÁCSEK ATTILA

Rejtőzködő gyilkosok

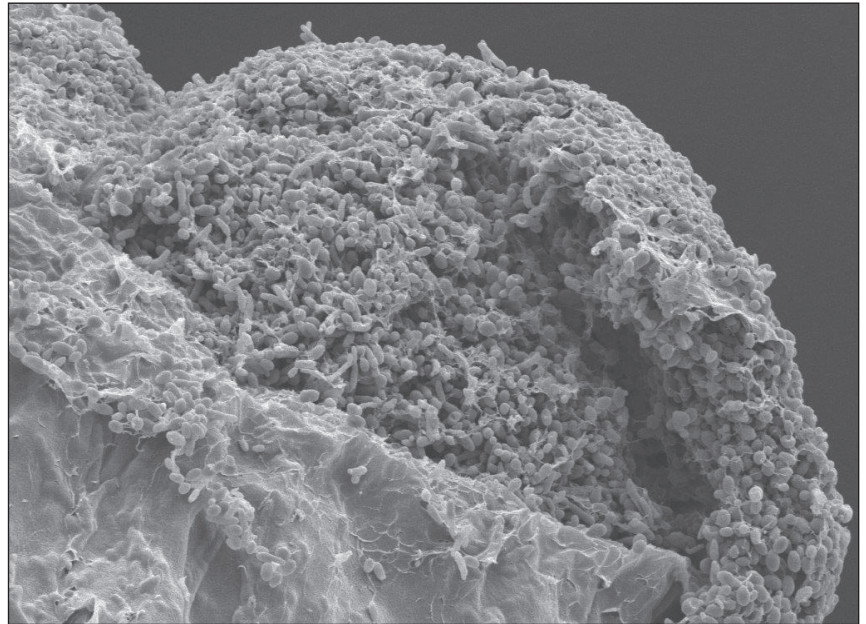
A Candida-gombák

Napjainkban egyre többet hallani a *Candida*-fajok által kiváltott megbetegedésekről. Talán a mikroszkopikus gombaeredetű betegségek közül a *Candida*-fertőzésekkel kapcsolatos kérdésekkel találkozhatunk leggyakrabban a női magazinok kérdezz-felelek oldalán, de igen gyakran olvashatunk különböző bulvárújságokban az éppen aktuális, minden bajra megoldást nyújtó *Candida*-ellenes csodadiétákról is. Mindez arra utal, hogy olyan témáról van szó, ami sokakat érint és érdekel.

Egyes adatok szerint évente mintegy 300 millió ember szenved valamilyen gombafertőzésben és sajnálatos módon hozzávetőlegesen 1,3 millió haláleset köthető az ilyen típusú betegségekhez. Viszonyításként a rettegett TBC (tuberkulózis) 1,5 millió emberéletet követel egy év leforgása alatt. Mindezek ellenére meglehetősen keveset tudunk ezekről a mikrobákról, különösen arról, hogyan képesek bennünket megbetegíteni és akár hosszú éveken keresztül jelentősen rontani életminőségünket, vagy akár a legrosszabb esetben halálos kimenetelű fertőzést okozni.

A Candidák okozhatnak felületi, elsősorban a bőrt, körmöket vagy a hajas fejbőrt érintő betegségeket, a száj vagy a nemi szervek nyálkahártyáját érintő fertőzéseket vagy az emésztőszervrendszert károsító folyamatokat stb. Az egész szervezetet érintő fertőzések során kialakulhat az ízületeket, a szívet vagy akár a központi idegrendszert, elsősorban az agyat érintő fertőzés. Ez utóbbiak rendkívül nehezen kezelhetők, sokszor halállal végződő kórfolyamatok. Ahhoz, hogy megértsük, miért is ilyen nehéz és összetett a gombaeredetű fertőzések diagnózisa és gyógyítása, mindenekelött a kórokozóról kell beszélnünk.

A mikroszkopikus gombák heterotróf, eukarióta élőlények, és így eltérően a prokarióta baktériumoktól, sokkal inkább hasonlítanak az emberre molekuláris felépítésüket tekintve. Emiatt az ellenük történő hatékony védekezés is meglehetősen nehéz. Egyes becslések szerint a környezetben mintegy 1,5–5 millió különböző gombafaj létezhet. Látható, hogy óriási bizonytalanság van még abban is, hogy egyáltalán hány gombafaj létezhet



Táptalajon növesztett *Candida parapsilosis* sejtjei pásztázó elektronmikroszkópos felvételen, 700x-os nagyításban (Németh Tibor, Petkovits Tamás és Gácsér Attila felvétele)

a világon, az viszont tény, hogy ezeknek nagy részét még csak nem is azonosították. Meglepő lehet, hogy a milliós nagyságrendű fajszám ellenére csupán néhány száz gombafaj képes betegséget okozni emberben, és ezek közül is csak néhány tucat az, amely komoly problémát okoz. Ennek valószínűleg evolúciós okai lehetnek, hiszen az emberi immunrendszer fejlődése során folyamatos kapcsolatban volt a mikrobiális környezettel, így olyan mechanizmusok alakulhattak ki benne, amelyek hatékonyan képesek megvédeni a szervezetet a betolakodók ellen. Az emlősökben kialakult állandó testhőmérséklet az egyik legfontosabb komponense lehet az invazív gombafertőzések elleni védelmi rendszernek. Ennek oka az, hogy viszonylag csekély számú gomba képes az emlősök testhőmérsékletén növekedni. Az immunrendszer továbbá olyan védelmi vonalakat épített ki, mint például a bőr vagy a nyálkahártya-felszínek, amelyek fizikai határvonalakat képeznek a külvilág felé és megakadályozzák a mikrobiális kórokozók szervezetbe jutását. Mindeze-

ket figyelembe véve, az emberi szervezetet parazitálni meglehetősen bonyolult feladat. Egy olyan gombának, amely erre alkalmas lehet, minimum négy feltételnek kell megfelelnie: 1. mindenképpen képesnek kell lennie a 37 Celsius-fokon történő növekedésre; 2. le kell küzdenie az immunrendszer fizikai védelmi vonalait vagy azáltal, hogy áttöri azokat, vagy azzal, hogy kisméretű képleteket hoz létre, amelyek képesek bejutni például a tüdőbe; 3. képesnek kell lennie az alapvető tápanyagok lebontására és felvételére az emberi szervezetben; 4. ellen kell állnia az emberi immunrendszernek. Azokat a képességeket, amelyek egy gombát felruháznak ezekkel a tulajdonságokkal, röviden virulencia-faktoroknak nevezzük. Az emberi testhőmérséklethez történő alkalmazkodás mellett a gombasejt morfológiájának megváltoztatása szintén fontos, a fertőzőképességgel összefüggésbe hozható tulajdonság. Számos patogén gomba képes egysejtes, ún. élesztőszerű növekedés mellett megnyúlt képletek létrehozására, amelyet hifának nevezünk. Ez utóbbi képes

lehet az immunrendszer védelmi vonalainak áttörésére elsősorban fizikai behatások révén, egészen egyszerűen, a hifavégek növekedésük révén áthatolhatnak a nyálkahártyán. Számos megbetegedést okozó gomba képes továbbá olyan kisméretű képletek létrehozására, amelyek könnyen bejutnak a tüdő alveolusaiba és ott megtapadva képesek fertőzést kiváltani.

Miután egy kórokozó bejutott a szervezetbe, a növekedéséhez szükséges tápanyagok felvételét kell megoldania. Az ehhez szükséges ún. szekretált hidrolitikus enzimek (pl. fehérjék lebontására alkalmas proteázok vagy a lipideket hidrolizáló lipázok) termelése tehát szintén fontos komponense a megbetegítő képességnek. A gazdaszervezet makromolekuláinak lebontása után szükség van hatékony transzportrendszerekre, amelyek lehetővé teszik a létfontosságú nitrogén- és szénforrások hasznosítását, azonban mindezek mellett rendkívüli jelentősége van a mikroelemek (mint a vas vagy a cink) felvételének is. Ez utóbbiak ugyan nagyon kis mennyiségben szükségesek, de hiányukban alapvető fiziológiai, illetve enzimátikus folyamatok válnak lehetetlenné. Miután a gazdaszervezetnek is szüksége van ezekre a mikroelemekre, folyamatos versengés

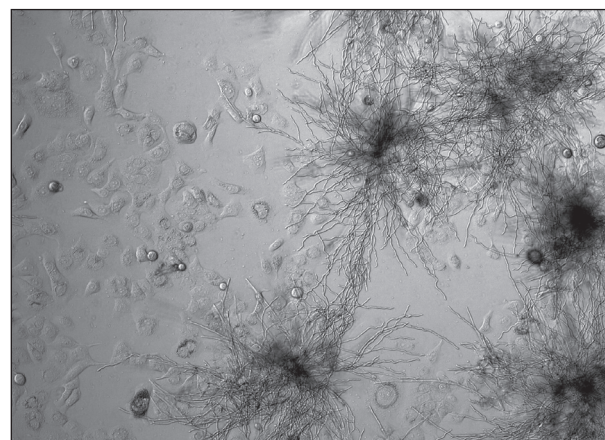
rendszerű emberekben.

Más a helyzet, ha ez a lenyűgözően kifinomult védelmi rendszer megsérül, vagy a működésében hiba lép fel. Az immunvédekezésben legyengült páciensek körében rendkívül gyakran alakulnak ki gombafertőzések, amelyek sajnos sokszor végződnek halállal. Különösen veszélyesek ilyen szempontból azok a mikroszkopikus gombák, amelyek alkalmazkodtak az emberi szervezet körülményeihez és a normál mikrobiális flóra tagjaként velünk élnek. Ezek a gombák ugyanis, eltérően a környezetben előforduló társaiktól, már képesek magasabb hőmérsékleten növekedni és minden további tulajdonságuk ahhoz alkalmazkodott, hogy az emberi szervezetet mint életeret felhasználják. Ahhoz, hogy ne okozzanak károsodást a szervezetben, az szükséges, hogy folyamatos és nagyon szigorú felügyelet alatt álljanak, amelyet az immunrendszer valósít meg. A fentiekből következők, hogy a leggyakoribb és legveszélyesebb invazív gombafertőzések nem a környezetből származnak, hanem ezektől az ún. kommenzalista gombáktól, amelyek közé a *Candida*-fajok is tartoznak. Az ilyen típusú, tehát a normális emberi mikrobiális flóra tagjai által okozott megbetegedéseket nevezzük opportunista fertőzéseknek, az azokat kiváltó mikrobákat pedig opportunista patogéneknek.

A *Candidák* az aszkomikóták közé tartozó mikroszkopikus gombák, amelyek – ahogyan említettük – az egészséges emberi mikrobiális közösség tagjai. Leggyakrabban a nyálkahártya-felzínéről, illetve az emésztőtraktusból izolálhatóak. Viszonylag ritkán fordulnak elő a környezetben, bár talajban, vízben vagy növények felszínén is megtalálhatóak. Kevésbé ismert, hogy a több mint 150 különböző *Candida*-faj közül csupán néhány alkalmazkodott az emberhez mint környezethez. Ezek közül is a legfontosabbak a *Candida albicans*, a *Candida glabrata*, a *Candida parapsilosis*, a *Candida tropicalis* és a *Candida krusei*. A sorrend az adott fajok által kiváltott meg-



***Candida parapsilosis* pseudohifa képzése. 63x nagyítással objektívvel (Tóth Renáta és Gácsér Attila felvétele)**



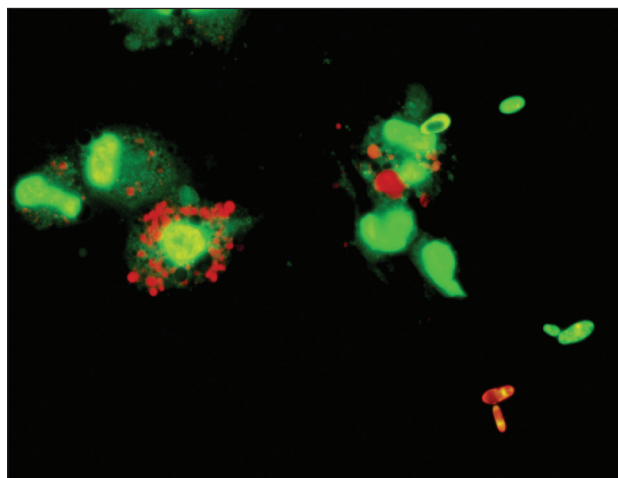
Humán pikkelysejtes karcinóma epitelsejt vonal *Candida albicans* fertőzésének fénymikroszkopos képe 10x nagyítással objektívvel (Szenzenstein Judit, Papp Csaba, Gácsér Attila felvétele)

alakul ki a patogénnel. Az emberi immunrendszer összetettsége és kifinomult védelmi mechanizmusa még a fenti képességekkel rendelkező gombák nagy részét is képes kordában tartani, illetve a komolyabb fertőzést megakadályozni. Naponta több száz gombaspórát lélegzünk be, a bőrünkön keletkező mikrosérülések révén számos gombasejt kerül a szövetünkbe, hajszálereinkbe. Az esti-reggeli fogmosás is apró sérülések sokaságát okozza a száj nyálkahártyáján, amely kaput nyit a mikrobák számára. Mindezek ellenére, szerencsére ritkán alakul ki komoly gombafertőzés egészséges immun-

betegedések gyakoriságát is jelenti. Az általában okozott betegségek igen változatosak lehetnek, a felületi bőr-, köröm- vagy nyálkahártya-fertőzések mellett a súlyos, egész szervezetet érintő ún. invazív candidiázis kialakulásáig terjedhetnek, elsősorban annak függvényében, hogy milyen mértékben sérült a páciens immunvédekezése. Az ún. immunszuppresszió mellett a különböző orvosi segédeszközök, mint a katéterek, protézisek használata vagy a sebészeti beavatkozások növelhetik az ilyen típusú fertőzések előfordulásának esélyét. Ezek a patogének rendelkeznek minden olyan tulajdonsággal, amely lehetővé teszi számukra, hogy hatékony patogének legyenek. Egyrészt kitűnően növekednek 37–40 Celsius-fokos hőmérsékleten, képesek egyesítésként éppúgy, mint fonalas formában növekedni. Olyan enzimeket termelnek, amelyek a gazdaszervezetben elérhető tápanyagokat számukra hasznosítható formává alakítják. Kialakultak azok a molekuláris mechanizmusai, amellyel az immunrendszer egyes komponenseinek támadása ellen védekezni tudnak. Az alapvető feladata, hogy ezeket a folyamatokat minél behatóbban tanulmányozza, és molekuláris hátterét felderítse.

A gombapatogének megbetegítő képességének, a gazdával történő kölcsönhatásának jobb megismerése vezethet el bennünket odáig, hogy sokmillió ember életét megmentjük és további milliók gyorsabb gyógyulását segítjük. Természetesen az alapvető célja végső soron az eredmények társadalmi hasznosítása kell, hogy legyen. Ezért nagyon fontos, hogy a klinikai tapasztalattal rendelkező orvosok és az alapvető kutatást végző tudósok megosszák tapasztalataikat. Jelenleg legfontosabb feladataink közé tartozik a diagnózis fejlesztése, illetve olyan új célpontok felderítése, amelyekre specifikus gombaellenes szerek akár fajspecifikus védelmet nyújthatnak egyes gombapatogénnel szemben.

E célok elérése érdekében hoztuk létre a Szegedi Tudományegyetem Mikrobiológiai Tanszékén a „Candida Kutatócsoportot”. Célunk az alapkutatási ismeretek bővítésével lehetőséget teremteni egy hatékonyabban működő diagnosztikai eljárás kidolgozására, illetve a gazda és a patogén közötti kapcsolatok részletesebb felderítésével új terápiás célpontok azonosítása. Vizsgálataink elsősorban a már korábban említett *Candida* nemzetségre fókuszálnak, ezek közül is leginkább a *Candida parapsilosis* fajjal foglalkozunk.



***Candida parapsilosis* fagocitózisa J774.2 makrofágszerű sejtekkel, akridin narancs/ kristályibolya festést követően. Az akridin narancs a kettős szálú DNS-hez kötődve zöld (élő sejtek), míg egyes szálú DNS-hez kötődve piros fluoreszcenciát mutat (elpusztult sejtek). 63x nagyítású objektívvel (Papp Csaba és Gácsér Attila felvétele)**

A *Candida* génusz egy ún. polifiletikus csoport, vagyis az egyes fajok viszonylag távoli rokonságban állnak egymással. Hogy egy szemléletes példával éljek, az ember és a csimpánz DNS-e mintegy 98,8%-ban azonos, de az egér örökítő anyagával is 90%-os a hasonlóság, mégsem gondoljuk, hogy minden biológiai tulajdonságunkban megegyeznének a főemlősökkel vagy a rágcsálókkal. A kutatók által leginkább tanulmányozott *Candida albicans* DNS-e csupán kb. 60%-ban mutat azonosságot a *Candida parapsilosis*-ével, ami olyan összevetést jelent, mint ha minden a halaknál szerzett tudásunkat változtatás és kritika nélkül fogadnánk el igaznak az emberre. Könnyű belátni, hogy ez számos ponton félrevezető lenne. A fenti eszmefuttatás csupán annak alátámasztását szolgálja, hogy annak ellenére, hogy egy patogént a *Candida* névvel illetünk, az nem feltétlenül jelenti azt, hogy elegendő egyetlen fajjal kapcsolatban szerzett információt általánosítva elfogadni.

A filozofikus eszmefuttatást klinikai tények is alátámasztják. Érdekes megfigyelés, hogy egyes *Candida*-fajok külön-

böző gyakorisággal fordulnak elő különböző korú páncsiensek körében. Kórházi felmérések kimutatták, hogy míg a *Candida albicans* kétségtelenül a leggyakrabban izolált faj minden korcsoportban, a *Candida glabrata* gyakrabban okoz fertőzést idősebb betegekben, míg például a *Candida parapsilosis* előfordulási száma a gyermekek körében magasabb a felnőttekben általuk okozott megbetegedésekhez képest. Különösen igaz ez a két év alatti kisgyermekes esetekben, illetve az alacsony születési súllyal világra jött csecsemőknél.

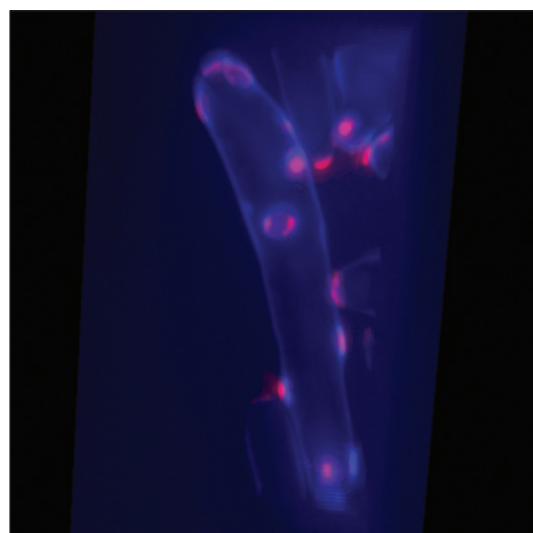
A vázolt tények háttérében a különböző fajoknak a gazda immunrendszerével történő kölcsönhatásának különbsége húzódik meg. A pontos molekuláris mechanizmusok azonban nem ismertek. Ahhoz, hogy ezeket a folyamatokat tanulmányozni tudjuk, mindenképp egy hatékony és jól használható modellrendszer kell kifejleszteni. Ez az „eszköz” teljesen hiányzott a *Candida parapsilosis* fertőzéseinek esetében. Egyik legfontosabb célkitűzésünk volt munkánk elején, hogy kidolgozzuk azokat a vizsgálati módszereket, amelyekkel egyáltalán elkezdhetjük a kölcsönhatások fel-

derítését. Létrehoztunk olyan fertőzési rendszereket, ahol az immunrendszer egyes komponenseinek kölcsönhatását elemezhetjük.

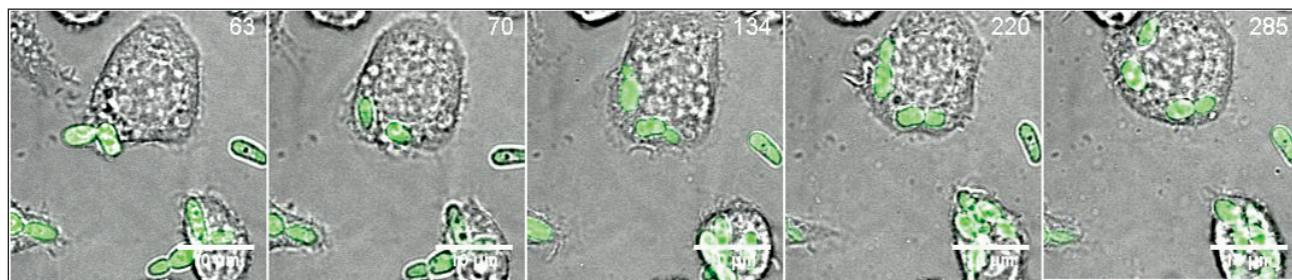
A szervezet védelmi rendszerének kulcsszereplői az ún. fálósejtek vagy makrofágok. Ezek a sejtek felelősek egyrészt a patogének felismeréséért, bekebelezéséért (fagocitózis) és végső soron azok elpusztításáért is. Ma már tudjuk azonban, hogy ezeknek a sejteknek kulcsfontosságú szerepe van az immunválasz egészének szabályozásában is, mondhatjuk, hogy ők az immunválasz „karmesterei”. Ezért különösen fontosnak találtuk egy makrofágokat felhasználó fertőzési modell kifejlesztését. Kísérleteink eredményeként ma már rutinszerűen használhatunk rágcsáló eredetű vagy emberi eredetű fagocita-sejte-

ket *Candida parapsilosis*-fertőzések vizsgálatára. Ezzel a módszerrel sikerült bizonyítanunk, hogy a *Candida albicans*hoz hasonlóan, a *Candida parapsilosis* is rendelkezik olyan hidrolitikus enzimekkel, amelyek a gazda-patogén kölcsönhatások során elengedhetetlenül szükségesek a túléléshez. Azonosítottunk fehérje- és lipidszerű anyagokat bontó enzimeket, amelyek termelésével a patogén túlélhet a gazdaszervezetben. Meglepetés volt, hogy ezek az enzimek nem csupán a tápanyagforrások előállításában segítik a mikrobát, hanem az immunrendszer egyes szabályozó elemeire is hatással vannak, úgy befolyásolják azok működését, hogy csökkentsek a gazda immunválaszának hatékonyságát. Elsőként sikerült igazolnunk, hogy a lipibontó enzimek (lipázok) termelése fontos virulenciafaktor lehet, mivel annak elvesztése jelentősen csökkentette a gomba fertőzőképességét. Igazoltuk, hogy lipázok hiányában a makrofágok hatékonyabban pusztították el a gombasejteket, amelynek háttérben ezeknek a sejteknek a gyorsabb és magasabb szintű aktivációja állhat.

További vizsgálatainkban keressük az immunrendszer azon komponenseit, amelyek célpontjai lehetnek a mikrobiális lipázoknak. Tudjuk, hogy az immunrendszer működésében meghatározó szerepet töltenek be a 20 szénatomos zsírsavból ciklooxigenázok segítségével létrejövő lipidszerű szabályozó molekulák, az ún. prosztaglandinok. Ezek a molekulák kulcsfontosságú szerepet töltenek be a gyulladások kialakításában, lefolyásának szabályozásában. Emiatt a jövőben részletesen tanulmányozni fogjuk, hogy milyen kap-



Hiperfilamentáló *Candida parapsilosis* mutáns sejtek 3D z-stack modellje. Sejtfalösszetétel kimutatására alkalmazott festékek: kék: Calcofluor white – kitin polimer; piros: WGA-TRITC – kitin oligomer (Papp Csaba és Gácsér Attila felvétele)

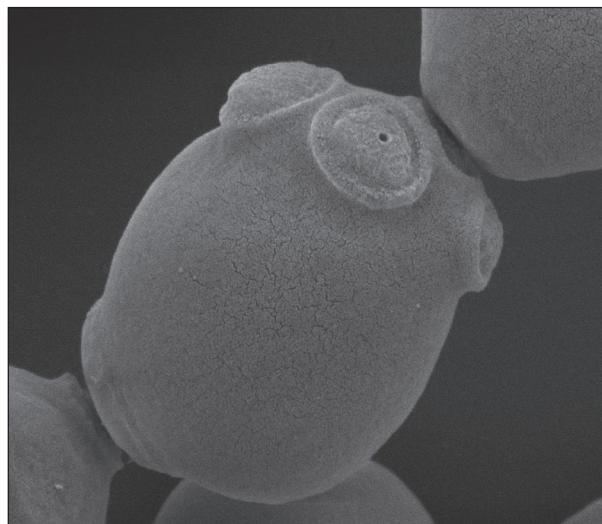


A *Candida parapsilosis* sejtjeinek sejtben belüli sarjadzása J774-sejtek fagoszómáiban. 100x nagyítású objektívvel (Papp Csaba és Gácsér Attila felvétele)

csolat lehet a mikrobiális lipidbontó enzimek és a gazda prosztaglandin-rendszere között. Kutatásaink során a gazda-patogén kölcsönhatásokat nem csupán a gomba oldaláról vizsgáltuk, mert fontosnak tartottuk megfigyelni a szervezet immunválaszát is. Tudjuk, hogy a szervezet védekezési válaszában vannak általánosan lejátszódnak folyamatok, azonban az is ismeretes, hogy a különböző patogének speciális választ is indukálnak. Igaz ez a gombák esetében is, így a különböző *Candida*-fajokra különböző

eredményeink szerint hatékonyan működik a felnőttek immunrendszerénél, azonban nem megfelelő a csecsemőknél. Ez lehet az oka az újszülöttek körében előforduló gyakoribb fertőzéseknek. Ennek a feltételezésnek a részletes igazolása még a jövőbeni feladataink közé tartozik, számos a bizonytalanság, és ha úgy tetszik, rengeteg fehér folt vár még felderítésre.

Eredményeink azért fontosak, mert rávilágítanak a pontos diagnózis fontosságára. Természetesen a munka kezdetén vagyunk, egyelőre azoknak az eszközrendszereknek a kidolgozását hajtjuk végre, amelyekkel a vizsgálatainkat elkezdhetjük. Fogalmazzhatunk úgy is, hogy a „szerszámok” végre rendelkezésre állnak, így elkezdődhet a valódi munka. Reményeink szerint hamarosan sikerül olyan eredményeket elérni, amelyek a gyakorlatban hasznosítható módon járulhatnak hozzá a *C. parapsilosis* Sensu Lato Species elleni védekezés kutatása nagyon fontos határterülete a mikrobiológiának, molekuláris biológiának és az orvostudományak. †



Candida albicans élesztő scanning elektronmikroszkópos felvétele 60 000x nagyítással (Papp Csaba és Gácsér Attila felvétele)

immunreakció érkezik. Az előbbi tény ellenére szinte semmilyen információval nem rendelkezünk a *Candida parapsilosis* által indukált specifikus immunválaszról.

Egy általunk kidolgozott modellrendszer segítségével sikerült igazolnunk, hogy nem csupán a felismerésben, de a kiváltott immunválaszban is eltérések vannak a *Candida albicans* és a *Candida parapsilosis* között. Úgy látjuk, hogy az immunrendszer az evolúció során „megtanulta” veszélyes kórokozónak azonosítani a *Candida albicans*-t, míg a *Candida parapsilosis* esetében a veszélyes leadásához sokkal több gombasejtre van szükség. Ez a módszer eddigi

Gácsér, A.–Tiszlavicz, Z.–Németh, T.–Seprényi, G.–Mándi, Y.: Induction of human defensins by intestinal Caco-2 cells after interactions with opportunistic *Candida* species. *Microbes and infection* 16:(1) pp. 80–85. (2014)

Tóth, R.–Tóth, A.–Papp, C.–Jankovics, F.–Vágvolgyi, C.–Alonso, MF.–Bain, JM.–Erwig, LP.–Gácsér, A.: Kinetic studies of *Candida parapsilosis* phagocytosis by macrophages and detection of intracellular survival mechanisms. *Frontiers in microbiology* 2014 Nov 20;5:633. eCollection 2014.

Pryszcz, LP.–Németh, T.–Gácsér, A.*–Gabaldón, T.*: Genome comparison of *Candida orthopsilosis* clinical strains reveals the existence of hybrids between two distinct species. *Genome biology and evolution* (2014)

Toth, A.–Csonka, K.–Jacobs, C.–Vagvolgyi, C.–Nosanchuk, JD.–Netea, MG.–Gacsér, A.: *Candida albicans* and *Candida parapsilosis* Induce Different T-Cell Responses in Human Peripheral Blood Mononuclear Cells. *Journal of infectious diseases* 208:(4) pp. 690–698. (2013)

Németh, T.–Tóth, A.–Szenzenstein, J.–Horváth, P.–Nosanchuk, JD.–Grózer, Z.–Tóth, R.–Papp, C.–Hamari, Z.–Vágvolgyi, C.–Gácsér, A.: Characterization of Virulence Properties in the *C. parapsilosis* Sensu Lato Species. *Plos one* 8:(7) p. e68704. (2013)

Horvath, P.–Nosanchuk, JD.–Hamari, Z.–Vagvolgyi, C.–Gacsér, A.: The Identification of Gene Duplication and the Role of Secreted Aspartyl Proteinase 1 in *Candida parapsilosis* Virulence. *Journal of infectious diseases* 205:(6) pp. 923–933. (2012)

Trofa, D.–Gácsér, A.–Nosanchuk, JD.: *Candida parapsilosis*, an emerging fungal pathogen. *Clinical microbiology reviews* 21:(4) pp. 606–625. (2008)

Gácsér, A.–Trofa, D.–Schäfer, W.–Nosanchuk, JD.: Targeted gene deletion in *Candida parapsilosis* demonstrates the role of secreted lipase in virulence. *Journal of clinical investigation* 117:(10) pp. 3049–3058. (2007)

A bemutatott kutatást az OTKA NN100374 számú pályázata támogatta.

Irodalom

Tóth, A.–Németh, T.–Csonka, K.–Horváth, P.–Vágvolgyi, Cs.–izler, Cs.–Nosanchuk, JD.–Gacsér, A.: Secreted lipases supply fatty acids for yeast growth in the absence of de novo fatty acid synthesis. *Virulence* (2015)

Singaravelu, K.–Gácsér, A.–Nosanchuk, JD.: Genetic determinants of virulence - *Candida parapsilosis*. *Revista iberoamericana de micología* 31:(1) pp. 16–21. (2014)

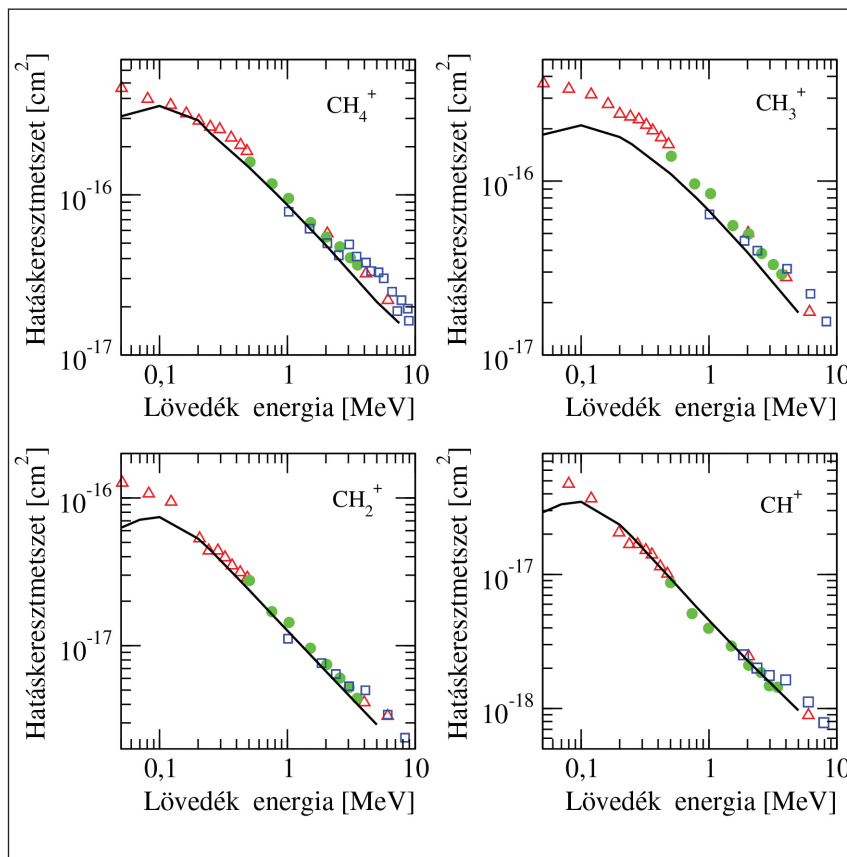
GULYÁS LÁSZLÓ

Molekuláris ütközések dinamikája

Kísérleti és elméleti vizsgálatok

A természetben lejátszódó jelenségek között nagyon sok olyan létezik, amelyek megértéséhez nélkülözhetetlenek az atomi és molekuláris ütközési folyamatokról szerzett ismereteink. Mindennapi életünk során is számos olyan műszaki alkalmazással, illetve vizsgálati módszerrel találkozunk, amelyek létrejöttében vagy fejlődésében ezen ismereteknek meghatározó szerep jutott. Ide sorolhatjuk a korszerű anyagmegmunkálási módszereket, amelyek az ionnyalábok és anyag kölcsönhatásának mind pontosabb ismerete révén jöttek létre. Számos orvosi alkalmazásban, mint például a radioterápia, a biológiai molekulákkal ütköző ionok által leadott energia pontos meghatározása alapvető jelentőségű. Említhetjük továbbá a plazma- vagy asztrofizikát is, mivel a földi laboratóriumokban előállított vagy a csillagközi térben található plazma hőmérséklete az atomok, molekulák és ionok ütközése révén emelkedik vagy csökken. Természeti környezetünk megőrzésében igen fontos az ipari tevékenységekből származó hosszú távú károsító hatások mind jobb ismerete. Tipikus példa a magaslégkörbe feljutott klórtartalmú molekulák szerepe, amelyek a világúrból érkező nehézionokkal ütközve széthasadnak, és a nagy mennyiségű szabaddá váló atomi klór az ózonréteg elvékonyodását is eredményezheti. A kozmikus sugárzás károsító hatása is közismert, például a nagytávolságú űrutazások tervezésében komoly kérdésként vetődik fel, hogy a nagysebességű töltött ionok milyen mértékű veszélyt jelentenek az élő szervezetre. Mint ismeretes, a metán igen fontos összetevője volt a földi őslégkörnek. Így más bolygók vagy azok holdjaik légkörében megfigyelhető metán-koncentráció kozmikus sugárzás hatására történő változása igen izgalmas kérdéseket vet fel az élet létével, illetve keletkezésével kapcsolatban.

Az említett gyakorlati alkalmazások mellett az ion-atom és ion-molekula ütközési folyamatok megismerése önmagában is fontos, mint a fizikai alaputatás egyik problémája. Ezekben a folyamatokban ugyan a jól ismert Coulomb-kölcsönhatás dominál, azonban három, vagy annál több Coulomb-erővel kölcsönható részecske esetén nem ismerjük a mikrorészecskék mozgását leíró Schrö-



1. ábra. CH_q^+ ($q=1-4$) ionok keltésének hatáskeresztmetszete proton - CH_4 ütközésekben a bombázó energia függvényében. Folytonos vonal: jelen CDW-EIS számítások; szimbólumok: kísérleti eredmények [10]

dinger-egyenlet egzakt megoldását. Így már a legegyszerűbb, három részecske részvételével lezajló folyamatnak is, mint például a proton és a hidrogénatom ütközésének a pontos leírása az egyik legnagyobb kihívása napjaink atomfizikájának. A probléma csak jelentős közelítések árán oldható meg, amelyek jósága leginkább a kísérletekkel való összevetés során ítélhető meg.

Vizsgálati módszerek

Bonyolult rendszerek vagy folyamatok megismeréséhez sok esetben az egyszerűbb rendszerek és jelenségek tanulmá-

nyozásán keresztül vezet az út. Így például a molekulákon lejátszódó folyamatok megértéséhez nagy segítséget nyújt az atomi ütközési jelenségek mind alaposabb ismerete. Ez utóbbiak vizsgálatához pedig célszerű a „legegyszerűbb” három részecske részvételével lezajló folyamatokat tekinteni. Egy szabad atom ionnal történő ütközése során három, ún. elemi folyamatot különböztethetünk meg. *i*) A céltárgyatrom gerjesztődése, amely során egy elektron valamelyik betöltetlen atomi pályára ugrik át. *ii*) A céltárgyatrom ionizációja, amely a gerjesztés azon speciális esete, amikor az elektron kilökődik az atomból, hátrahagyva egy pozitív töltésű iont. *iii*) Az

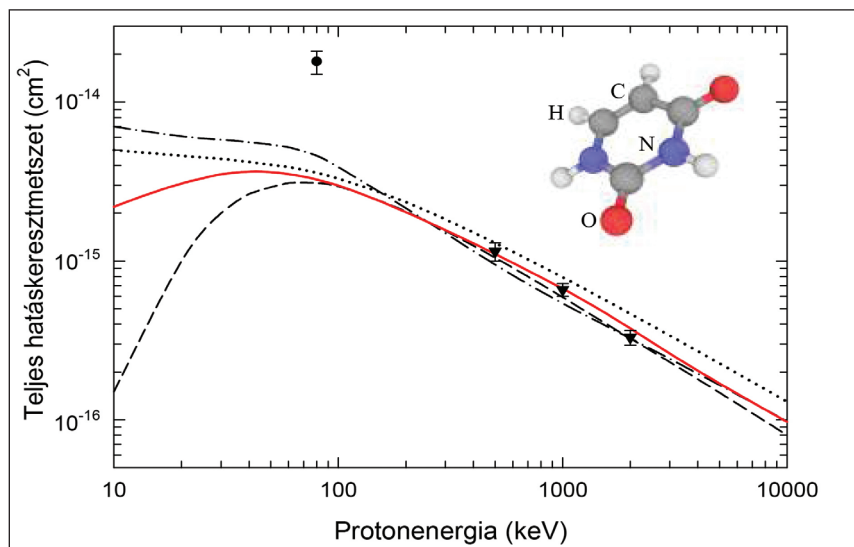
elektronbefogás folyamata, amelyben a céltárgyból egy elektron a lövedékion valamelyik kötött pályájára fogódik be. Egy ütközés során természetesen nem csak egy elektron átmenete valósulhat meg. Ekkor többelektronos folyamatokról beszélünk, például kétszeres vagy többszörös ionizáció, ionizáció és gerjesztés vagy ionizáció és elektronbefogás együttes lejátszódása stb. Ezek az ún. elsődleges ütközési folyamatok, amelyeket a lövedék eltávolodása után másodlagos – a visszamaradt céltárgyon legerjesztődésével járó – jelenségek is követhetnek. Itt akár a céltárgy további ionizációja is bekövetkezhet, amikor például egy elektron legerjesztődése során felszabaduló energia egy külső héjon lévő elektron kilökdösését eredményezi, amit a szakirodalom Auger-folyamatként tart számon. Ezekről a folyamatokról bővebben is olvashatunk az [1,2] munkákban. Az atomoktól eltérően a molekulák több szórócentrummal rendelkeznek. Ha csupán az elektronátmeneteket tekintjük, az ion-atom ütközésekben megismert folya-

céltárgyra irányítjuk az ionnyalábot. Az ütközés során szétrepülő részecskék töltésének, energia- és szögeloszlásának meghatározása lehetőséget nyújt az eredeti ütköző partnerek belső szerkezetének, és a köztük fellépő kölcsönhatások mind részletesebb megismerésére. Nagyszámú részecske esetén ez igen komoly feladatot jelent, így rendszerint csak néhány kilökdösött elektron vagy ion tulajdonságainak meghatározására van reális lehetőség. Ez annak ellenére is elmondható, hogy a mérési eljárások jelentős fejlődésen mentek keresztül az elmúlt évtizedekben. A koincidencia méréstechnika elterjedése lehetővé tette több részecske egyidejű detektálását. Az Elektron Ciklotron Rezonancia (ECR) elven alapuló ionforrások és a tárológyűrűk területén végbement fejlődés jelentősen bővítette a bombázó ionok energia- és töltésválasztékát. A lézer vagy az elektron hűtési technika megjelenése a céltárgy kezdeti állapotának preparálásában hozott jelentős előrelépést. Így napjainkban egyszerű rendszerek esetén kinemati-

lásuk és alkalmazásuk a molekuláris ütközési jelenségek tanulmányozására napjainkban is folyik. Ezekről a közelmúltban jelent meg ismertető a Természet Világában [5].

A kísérletekből nyert adatokat rendszerint elméleti számítások eredményeivel vetjük össze. Az egyezés pontossága a valóságról alkotott képünk helyességét tükrözi vissza. Modelljeinket a kvantummechanika eszköztárából építjük fel, de – amint látni fogjuk – bizonyos körülmények között a klasszikus mechanikát is eredményesen alkalmazhatjuk [6,7]. Elsősorban az elektronhéjon végbemenő változásokat vizsgáljuk, amelyekből következtethetünk a molekulászerkezeti változásokra is. Modelljeink általában bonyolultak, különösen ha több elektron átmenetét vizsgáljuk, ahol az elektronok egymás közötti kölcsönhatásai (elektronkorreláció) is fontosak. Az ütközési modelleket célszerű az ütközés energiája szerint osztályozni. Nagy, ill. közepes energiájú ütközésekről akkor beszélünk, amikor a bombázó ion sebessége közel azonos vagy nagyobb a folyamatban résztvevő elektronok pályasebességeinél. Ilyen esetekben az ütközés igen gyorsan játszódik le, az elektronok átmenetei rendszerint közbenső állapotok nélkül, vagy egy-két közbenső állapoton keresztül valósulnak meg, ami jól modellezhető a perturbációs (azaz a rendszer csekély mértékű megzavarását feltételező) közelítésben. Az elektronok kölcsönhatása révén létrejövő átmenetek az ütközési időnél jóval nagyobb időskálán valósulnak meg, így az ionok által generált gyorsan lezajló állapotváltozásokban az elektronkorreláció szerepe jó közelítéssel elhanyagolható. Ekkor a többelektronos átmenetek az ún. függetlenrészecske képben írhatók le. Az egyes elemi események egymástól függetlenül játszódnak le, és egy többelektronos átmenet valószínűsége az egyelektronos átmenetek valószínűségeinek a megfelelő (binomiális vagy multinomiális) statisztikájú kombinációjaként adható meg. A nagy tömegből és sebességből eredően a bombázó ionok által az ütközésben átadott energia elhanyagolható az ütközés előtti energiájukhoz képest, ezért jó közelítéssel a lövedék mozgását egy klasszikus egyenes vonalú vagy hiperbola pályával írhatjuk le. Ez az eljárás az irodalomban félklasszikus módszerként ismert, mivel az elektronok mozgását továbbra is a kvantummechanika eszközeivel tárgyaljuk.

Alacsony energiájú ütközések esetén (a bombázó ion sebessége jóval kisebb az elektron pályasebességénél) a lövedékion elég hosszú ideig tartózkodik a céltárgy terében, és az elektronoknak elég idejük van alkalmazkodni a megváltozott potenciális energia viszonyokhoz. Az egyes elektron-



2. ábra. Az uracil molekula proton lövedék által kiváltott teljes ionizációs hatáskeresztmetszete. Kísérleti adatok: háromszög, [11]; telt kör, [12]. Elméletek: szaggatott vonal, CDW-EIS; pontozott vonal, CBI; pontozott-szaggatott vonal, CTMC-COB [13,14]; folytonos vonal, jelen CTMC számítások

matok – a molekulák eltérő elektronszerkezetét tükrözve – hasonlóan megfigyelhetők az ion-molekula ütközésekben is. Viszont a kép jelentősen bonyolódhat, ha az ütközés során szóródott lövedékionok vagy a visszalökdösött molekulaionok eloszlását vizsgáljuk, mivel már egy-két elektron átmenete is a molekula szétredezéséhez, fragmentálódásához vezethet, ami akár nagyszámú töredékion megjelenését is eredményezheti.

Atomi és molekuláris ütközési folyamatok tanulmányozása során rendszerint valamilyen gáz vagy gőz halmazállapotú

kialig teljes mérések is végezhetőek, köszönhetően a közelmúltban kifejlesztett, a néhány Kelvin hőmérsékletre lehűtött céltárgy és a visszalökdösött ionspektroszkópia kombinálása révén megvalósult ún. COLTRIMS (COLd Target Recoil Ion Momentum Spectroscopy) berendezések révén [3]. AZ MTA Atomki Atomi Ütközések Osztályán folyó kísérleti vizsgálatainkhoz igen komoly instrumentális háttérünk van. Világszerte elismert elektron- és ionspektrométereket fejlesztettünk ki az évek során, elsősorban az atomi ütközési folyamatok vizsgálatára [1,2,4]. Adaptá-

átmenetek már nem tekinthetők függetleneknek, mivel jelentős a csatolás a különböző reakciócsatornák között. Az ütközés során egy ún. kvázimolekula alakul ki, és a rendszer számos köztes állapoton megy keresztül, mire eléri a végállapotot. Ezen folyamatok a meglehetősen bonyolult és számításgényes csatolt-csatornás (coupled-channel, CC) eljárásokkal írhatók le.

A hatvanas évektől kezdődően a klasszikus mechanikai alapokon nyugvó ún. klasszikus pályájú Monte-Carlo-(Classical Trajectory Monte Carlo, CTMC) módszereket is alkalmaznak az atom- és molekulafizikai problémák tárgyalásában [8]. A módszer lényege, hogy a kvantummechanikai rendszert mint parányi naprendszert tekintik, ahol a részecskék mozgását a Newton-törvények irányítják. Nagyszámú egyedi pálya meghatározásával és kiértékelésével, statisztikai úton számítják ki a különféle fizikai tulajdonságokat és a reakciók jellemző paramétereit. A kiinduló pályák excentricitását és a Kepler-sík irányát véletlen számok segítségével állítják be úgy, hogy az elektron kötési energiája megegyezzen az irodalmi értékkel. A fenti atom- és molekulafizika jelenségek igen részletes ismertetése megtalálható a közelmúltban kiadott áttekintésben [9].

Néhány kutatási eredmény az Atomkiből

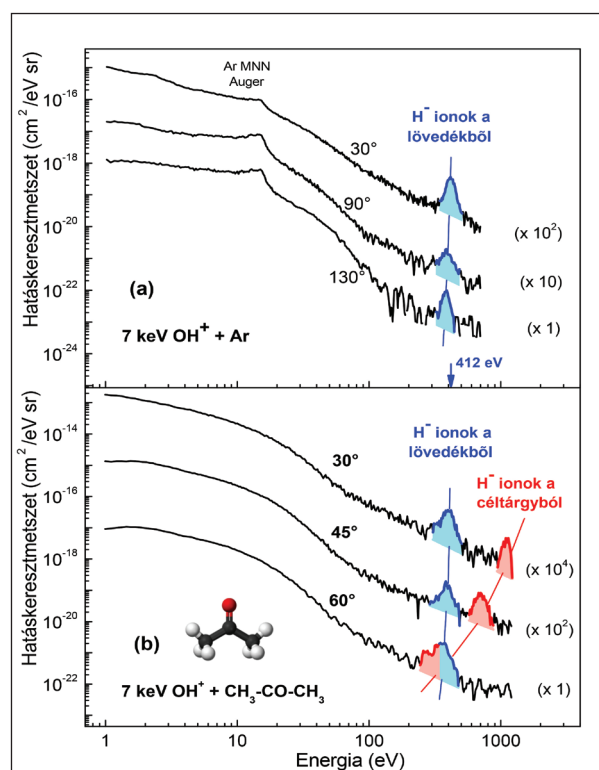
A továbbiakban néhány, az MTA Atomki Atomi Ütközések Osztályán a nagyenergiájú molekuláris ütközések kutatásában elért eredményt ismertetünk röviden. Ezeket a vizsgálatokat nagy részben a jelenleg is futó *Országos Tudományos Kutatási Alap (OTKA) K 109440* számú kutatási pályázatának támogatásával végeztük. Az **1. ábrán** a metán molekula fragmentációs folyamatainak hatáskeresztmetszeteit tüntettük fel a bombázó energia függvényében (hatáskeresztmetszet: a tekintett folyamat valószínűségét jellemző mennyiség, amelynek atomfizikai egysége cm^2). A CH_4 molekulát nagyenergiájú proton lövedékkel bombázva, arról protonok, ill. hidrogénatomok válnak le. Amint az ábra is mutatja, az egyes CH_q^+ ionok megjelenésére vonatkozó kísérleti és elméleti hatáskeresztmetszetek igen jól egyeznek a bombázó energia szinte teljes tartományán (a lövedékionok energiáját megaelektronvolt (MeV), ill. kiloelektronvolt (keV) egységekben mérjük, lásd az ábrákat). A számításokat egy ún. folytonosan torzított hullámú perturbációs közelítésben (Continuum Distorted Wave with Eikonal Initial State, CDW-EIS) végeztük el [10]. Elsődleges folyamatként a metán molekula egyszeres és többszörös ionizációjának valószínűségeit számítottuk ki. Az ionizációt köve-

tően a CH_4^{n+} ionok – irodalomból vett – ún. fragmentációs útvonalainak segítségével határoztuk meg az egyes CH_q^+ ionok megjelenésének valószínűségeit.

Az uracil molekula az RNS-ben található négy nukleobázis egyike. A **2. ábra** az uracil teljes ionizációs hatáskeresztmetszetét mutatja a lövedék protonok energiájának függvényében. Számításainkat, amelyet folytonos vonal jelöl, a klasszikus pályájú Monte-Carlo-közelítésben végeztük el. Az ábra más, kvantummechanikai számítások eredményeit is tartalmazza, összevetve a meglévő néhány kísérleti adattal. Jól látható, hogy 100 keV feletti bombázó energiák esetén a klasszikus számítás eredményei igen jól egyeznek a kísérleti adatokkal és többi elméleti

arra utal, hogy a kilökődő elektront mindaddig virtuális részecskeként kezelik, amíg az energiája nem elegendő a többi részecske által keltett potenciálgödörből való kijútasához. A CTMC-COB eredményeket publikáló szerzők viszonylag kevés számú (néhány száz) pályát számítottak végig, szemben a mi munkánkkal, amelyben a tekintett ütközési események száma több tízmillió volt. Ráadásul a mi modellünkben az aktív elektron végig – a nehéz magok és passzív elektronok által kialakított átlagtérben mozogva – valós részecskeként volt kezelve.

A negatív hidrogénion (H^-) egy lazán és egy erősen kötött elektronnal rendelkezik, könnyen ionizálható, és nincs stabil gerjesztett állapota. Természetbeni előfordulásáról számos bizonyíték tanúskodik. Jelenléte kimutatható a Nap vagy a csillagközi gázok átlátszóságának vizsgálata során is. Nagy reakcióképessége miatt számos kémiai folyamatban is fontos szerepet tölt be. Általánosan elfogadott, hogy H^- ionok rendszerint lassú elektronok vagy protonok valamilyen hidrogéntartalmú molekulákkal történő ütközésekor bekövetkező elektronátadás és gerjesztődés, majd az azt követő disszociáció révén jönnek létre. Egy közelmúltban a molekulák ütközése során kilépő elektronok energia- és szögeloszlását mérve, negatív hidrogénionoktól származó csúcsokat azonosítottunk [15] (**3. ábra**). Az OH^- - argon és OH^- - aceton rendszereken elvégzett mérések eredményei csak úgy voltak értelmezhetőek, ha feltételeztük, hogy a H^-



3. ábra. Negatív ionok megfigyelésének hatáskeresztmetszetei OH^- - argon és OH^- - aceton ütközésekben a meglökött ionok energiájának függvényében különböző megfigyelési szögeknél [15]

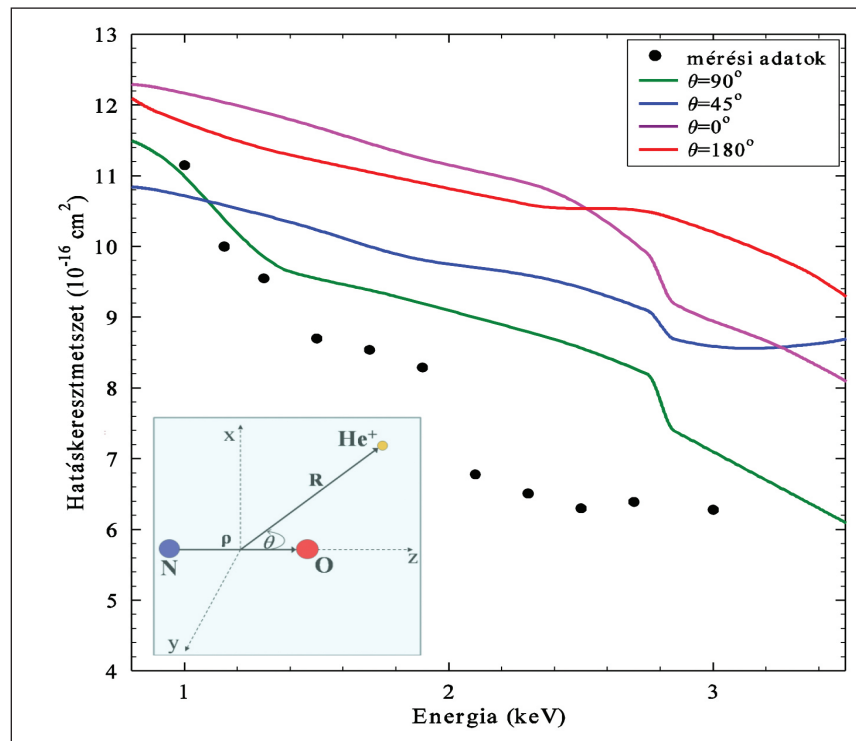
leírás eredményeivel is. A 100 keV alatti ütközési energiákon lényeges eltérés mutatkozik a különböző elméleti jóslatok között, és pontosságuk megítéléséhez nincs megfelelő kísérleti adat. Az azonban kijelenthető, hogy a perturbációs eljárások ezen az alacsonyabb energiatarományon már jelentősen veszítenek érvényességükből, amit a CDW-EIS és az elsőrendű Born (Coulomb Corrected first Born, CB1) számítási eredmények közötti eltérés is jól mutat. Eltérés mutatkozik a jelen CTMC és a CTMC-COB számítások eredményei között is. Az utóbbi közelítésben a COB (Classical Over the Barrier) jelölés

ionok a hidrogént tartalmazó molekulákból kéttest ütközés – egy proton és egy másik nehéz részecske, pl. Ar vagy O mag közötti ütközés – következtében válnak le. Egy ilyen mag-mag ütközés során, ami a klasszikus Rutherford-szórással is jól értelmezhető, a leváló protonok néhány százalékos valószínűséggel ragadnak magukkal két elektront. Ezt a kéttest ütközési képet a közelmúltban a H^- ionok leválására végzett kísérleteink is alátámasztották. Ezek a megfigyeléseink azt mutatják, hogy a negatív hidrogénionok keletkezése sokkal általánosabb a vártnál,

és nem szükséges hozzá speciális kiinduló molekulaállapot. A kísérleti vizsgálatokat egy nemzetközi együttműködés keretében, a franciaországi GANIL (Caen) laboratóriumban végeztük, míg az adatok kiértékelése és értelmezése Debrecenben történt.

fizikai szempontból igen fontos molekula. Az ütközés során a lövedék elég hosszú időt tölt el a céltárgy terében ahhoz, hogy egy ún. kvázimolekula kialakulásáról beszélhessünk, amelynek elektronállapotaira jelentős hatással van a magok mozgá-

Az OTKA (K 109440) kutatási pályázat résztvevői: Bene Erika, Gulyás László, Herczku Péter, Juhász Zoltán Kovács Sándor, Sarkadi László és Sulik Béla.



4. ábra. Elektronbefogási hatáskeresztmetszetek a He⁺ - NO ütközésekben a bombázó energia függvényében a molekula különböző orientációi esetén. Színes vonalak: jelen számításí eredmények; telt fekete körök: kísérleti adatok [16]

Az eddig ismertett munkákban a molekulák orientációját (a molekulatengely és a lövedék sebességvektora által bezárt szög) nem figyeltük meg, ezekre a számításokban átlagolni kellett. Továbbá az ütközések elég gyorsan zajlottak le ahhoz, hogy a nehéz magok forgási és rezgési módusait elhanyagolhassuk (Frank-Condon-közelítés). Ez azt jelenti, hogy az elméleti leírásokban az egyensúlyi magtávolságokhoz tartozó nivók közötti elektron átmeneteket tekintettünk. Egy további vizsgálatunkban a bombázó lövedék energiája mindössze néhány keV volt, ami túl alacsony volt a perturbációs módszer alkalmazásához. Ugyanakkor, még elég magas ahhoz, hogy megmaradhassunk a fentebb említett félklasszikus modellel keretein belül. Vagyis a lövedékion mozgását klasszikusan (egyenes vonalú pálya megadásával) jellemeztük, míg az elektron átmeneteket a kvantummechanikai csatolt-csatornás módszerrel számítottuk ki. Konkrétan, a töltés-kicsérélődési reakciót tanulmányoztuk a He⁺ ionok nitrogén-monoxid (NO) molekulával történő ütközéseiben. Az NO mind légköri, mind bio-

sa. A kialakuló HeNO⁺ kvázimolekula különböző energianívói közötti átmenetek figyelembevételével vizsgáltuk a töltés-kicsérélődés mechanizmusát a céltárgy molekula különböző orientációi esetén. Az eredményeket a 4. ábra szemlélteti, a kis ábra az ütközési geometriát és az orientációt jellemző θ szöveget mutatja abban speciális esetben amikor a lövedék a molekula középpontján halad át. A különböző elektronállapotokhoz tartozó potenciális energia görbéket és a csatolási tagokat nagy pontosságú *ab initio* kvantumkémiai módszerekkel határoztuk meg. Kiderült, hogy a töltés-kicsérélődési folyamatban meglehetősen sok, NO⁺-gerjesztett elektronállapot játszik szerepet, ami jócskán megnehezítette a számításokat. Kimutattuk, hogy a céltárgy molekula orientációját változtatva, a töltés-kicsérélődés erősen anizotróp jelleget mutat: a molekulatengelyre merőleges irányba kapott hatáskeresztmetszet értékek mutatják a legjobb egyezést a kísérleti értékekkel, míg a molekulatengely irányába ($\theta=0^\circ$; 180°) számított közel azonos adatok jóval nagyobbak adódtak.

Irodalom

[1] Sarkadi L., *Atomi ütközések fizikája - Három évtized kutatásai az Atomki-ban*, Fizikai Szemle, 123. old. (2004).
 [2] Berényi D. és mtsi., *Section of Atomic Collisions*, ATOMKI ANNUAL REPORT, 1-22 old. (2009).
 [3] lásd pl. J. Ullrich, R. Moshhammer, A. Dorn, R. Dörner, L. P. H. Schmidt, and H. Schmidt-Böcking, *Rep. Prog. Phys.* **66**, 1463 (2003), vagy D. Fischer, D. Globig, J. Gouillon, M. Grieser, R. Hubele, V. L. B. de Jesus, A. Kelkar, A. LaForge, H. Lindenblatt, D. Misra et al., *Phys. Rev. Lett.* **109**, 113202 (2012).
 [4] Kövér Á., *Elektrosztatikus elektronspektrométerek fejlesztése az Atomki-ban*, Fizikai Szemle 339 old. (2010).
 [5] Kovács S. Sulik B.: *Gyógyító veszélyes sugárzások*, Természet Világa **143** 225 old. (2012).
 [6] H. B. Bransden and M. R. C. McDowell, *Charge exchange and the Theory of Atomic Collisions*, Calderon Press, Oxford (1992).
 [7] M. S. Child, *Molecular Collision Theory*, Academic Press London and NewYork (1974).
 [8] Lohner R., Tökési K., *Atomi ütközések klasszikus megközelítésben*, Fizikai Szemle 405. old. (2014).
 [9] Springer Handbook of Atomic, Molecular, and Optical Physics, Editor: Gordon W. F. Drake
 [10] L. Gulyás, I. Tóth, L. Nagy, *Journal of Physics B* 46 (2013) 07520.
 [11] A. Itoh, Y. Iriki, M. Imai, C. Champion, and R. D. Rivarola, *Phys. Rev. A* **88** 052711 (2013).
 [12] J. Tabet, S. Eden, S. Feil, H. Abdoul-Carime, B. Farizon, M. Farizon, S. Ouaskit, and T. D. Märk, *Phys. Rev. A* **82** 022703 (2010).
 [13] C. Champion, M. E. Galassi, P. F. Weck, S. Incerti, R. D. Rivarola, O. Fojón, J. Hanssen, Y. Iriki, and A. Itoh, *Nucl. Instrum. and Meth. B* 314 66 (2013).
 [14] H. Lekadir, I. Abbas, C. Champion, O. Fojón, R. D. Rivarola, and J. Hanssen, *Phys. Rev. A* **79** 062710 (2009).
 [15] Z. Juhász, B. Sulik, J. Rangama, E. Bene, B. Sorgunlu-Frankland, F. Frémont and J.-Y. Chesnel, *Phys. Rev. A* **87** 032718 (2013).
 [16] E Bene and M.-C. Bacchus-Montabonel, *Eur. Phys. J. D* **68** 167 (2014).

SZIGETI KRISZTIÁN – OSVÁTH SZABOLCS

A kinetikus képalkotás és a röntgen forradalma



2015
A FÉNY
NEMZETKÖZI
ÉVE

A röntgensugárzáson alapuló képalkotás az egyik legelterjedtebb diagnosztikai módszer napjainkban. Számos alkalmazása ismert az orvosi, a fogorvosi gyakorlatban, az anyagtudományban és a biztonságtechnikában is. Cikkünkben egy olyan új algoritmust mutatunk be, ami várhatóan jelentős változásokat hoz a röntgenképalkotások mindennapi felhasználásában. Hogy megértsük ennek az új, kinetikusnak nevezett röntgenképalkotásnak az alapjait, vissza kell mennünk az időben mintegy száz évet.

Wilhelm Conrad Röntgen 1895. november elején katódsugárcsővel kísérletezve találta meg azt a láthatatlan elektromágneses sugárzást, amely a cső mellett elhelyezett fekete kartonpapírba csomagolt fényképezőlemezen – számára nem megmagyarázható módon – feketedést mutatott annak előhívása után. A számos kísérlet során azt is észrevette, hogy a szobában lévő fluoreszcens festékekkel bevont ernyőn a sugárzás fényfelvillanást okoz. Teszi ezt akkor is, ha a sugárforrás és az ernyő közé falapot, vékony fémlemezt vagy akár a kezét helyezi. Csak a fényfelvillanás intenzitása csökken bizonyos mértékben. Ezt az általa felfedezett sugárzást X-sugárnak nevezte el.

Az első ismert és publikált röntgenkép, amely fontos tudománytörténeti mérföldkő, Röntgen feleségének a kezéről készült 1895. november 8-án, húsz perces expozíciós idővel. A tudós korszakalkotó eredményeit a *Nature* folyóirat is megjelentette 1896-ban. Később számos nyelvtérületen tiszteletből az X-sugárzást röntgensugárzásnak nevezték el feltalálójáról. Eredményeinek fontosságát elismerve, Röntgen lett az első fizikai Nobel-díjas 1901-ben, valamint a német császár nemesi rangot is adományozott neki, bár ez utóbbit nem fogadta el.

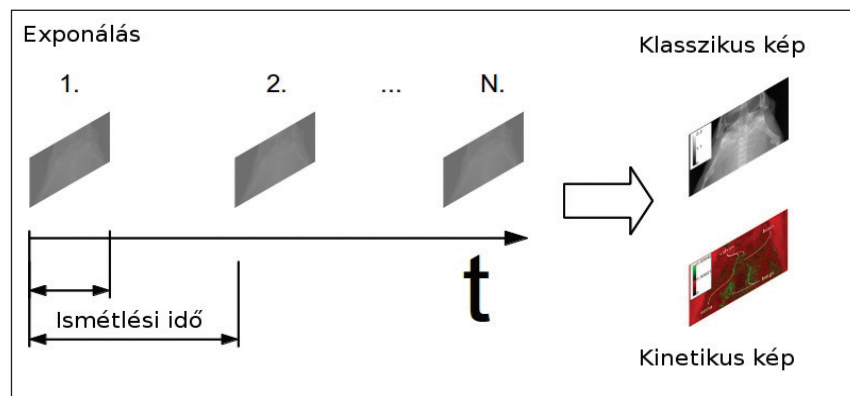
Ezen tudományos eredmények alapozták meg a radiológiának nevezett orvosi területet. Az új tudományág célja az lett, hogy az emberi testben rejelő anatómiai szerkezeteket és élettani folyamatokat láthatóvá tegye a vizsgáló orvos számára. A röntgensugárzás klinikai gyakorlatba ültetése nagyon gyorsan, szinte évek alatt lezajlott. Minden orvos számára azonnal nyilvánvaló lett a módszer előnye és jelentősége, így a kétdimenziós átvilágítás hatására létrejövő kép, a klinikai diagnosztika elterjedt elemévé vált. Hogy megértsük a módszer lényegét, tegyünk egy kis kitérőt a történelemből a tudományos világba.

A test szöveteinek sugárzáselnyelő képessége a bennük lévő anyagoktól, vagyis pontosabban az anyagok rendszámától függ. Amikor egy átvilágításos röntgenképet készítünk, a röntgenforrásból származó sugárzás áthalad a vizsgálni kívánt objektumon, amelyben a sugárzás egy része elnyelődik, a maradék sugárzás az ernyőn vagy napjainkban inkább egy digitális képrögzítő detektoron elnyelődve képet alkot.

Az átvilágítás során az egymás mögött lévő anyagok elnyelési képességei – idegen szóval denzitásai – összeadódnak, vagyis az átvilágítás során egy úgynevezett szummációs képet kapunk. Ezt a képet mindenki ismeri, hiszen ezt használják

máció elméletét már 1917-ben kidolgozták, de a számolások tényleges elvégzése a XX. század elején még elképzelhetetlen volt a megfelelő számítógépek hiányában. A valódi képalkotó eszköz, az úgynevezett komputer tomográf (CT) – a görög *tomos* = szelet alapján – csak 1971-ben jelent meg először a klinikai gyakorlatban.

A röntgensugárzáson alapuló képalkotás jelentősen megváltoztatta az orvosi szemléletet és olyan forradalmi változást hozott, amelyhez hasonló a védőoltások, a genetika és a molekuláris biológia előretörésén kívül nem nagyon ismerünk az orvostudományban. A röntgensugárzás felfedezése azonban nemcsak tudományos



1. ábra. Hosszú expozíciós idejű felvétel készítése helyett több rövid ideig tartó felvétel készül, mindegyikük 10 ms expozíciós idővel. Az átlagkép adja a klasszikus, már régóta ismert röntgenképet, a szórás kép (kinetikus kép) a röntgendetritás változásain keresztül a szervezetben végbemenő mozgásokat ábrázolja

a klasszikus tüdőrontgen esetében vagy egy törés helyzetének meghatározására is. Ha elforgatjuk a testet és több irányból végzük el ezt az átvilágítást, akkor elméletben egy sokismeretlenes egyenletrendszer megoldását követően megkaphatjuk a test minden részének elnyelési értékeit, nem csak a szummációs képet. Ezen módszer alapjául szolgáló Radon-transzfor-

ertelembe volt forradalmi, hanem számos formában új művészeti és esztétikai értéket is teremtett.

Az orvosi képalkotásban azóta számos más elven működő, a röntgentől jelentősen eltérő képalkotó eszköz is megjelent (ultrahang, MRI), de a mindennapi klinikai gyakorlatban manapság is a röntgen használata a legelterjedtebb.

Az előnyök mellett fontos megemlíteni, hogy a röntgenképalkotási módszerek nagy hátránya is van. A röntgensugárzás, mint minden ionizáló sugárzás, képes az életfolyamatok számára fontos makromolekulákat összetartó kémiai kötések eltépni. Az ebből fakadó kockázatokra és kóros elváltozásokra már nagyon korán fény derült. A röntgensugárzással dolgozó orvosok keze tipikus tüneteket mutatott a determinisztikus sugárhatás következtében, a „röntgenkéz” fogalomra vált. A sztochasztikus sugárhatásként jelentkező daganatos megbetegedések és halálások száma is jelentősen megnőtt a röntgensugárzással dolgozó orvosok között. Röntgen 1923-as halála is egy vékonybél-karcinóma következménye volt, ami valószínűsíthetően összefüggött az őt ért röntgensugárzás-terheléssel.

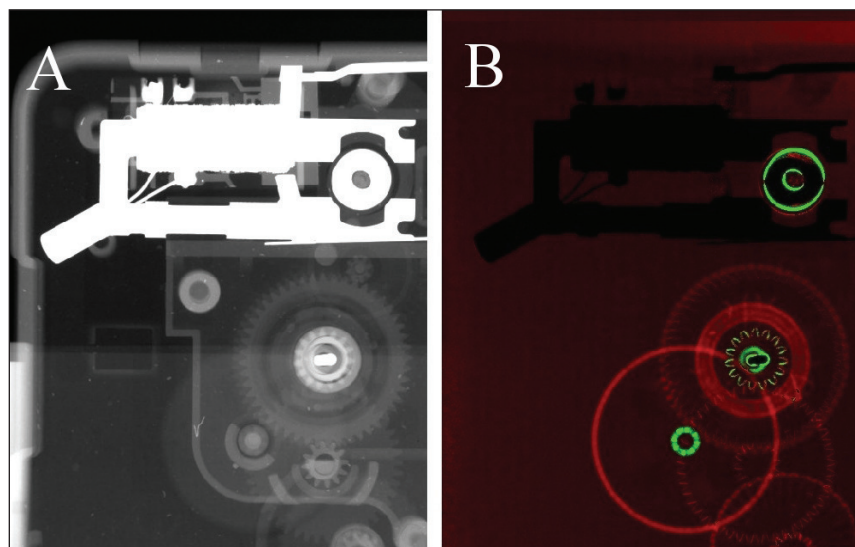
Kiemelkedő fontossága ellenére, a daganatok kialakulásának pontos hatásmechanizmusa még jelenleg sem ismert teljesen. A világszerte végzett számos kísérlet azt támasztja alá, hogy a szervezetet érő

minden képalkotó orvosi röntgenvizsgálat dózisa szempontjából az ALARA- („As Low As Reasonably Achievable”, vagyis az ésszerűen elérhető legalacsonyabb) elv a meghatározó. Fontos megjegyezni, hogy a környezetünkben és bennünk lévő természetes radioaktív anyagokból származó ionizáló sugárzások következtében évente 1–3 mSv sugárdózist szenvedünk el, amelyet természetes háttérsugárzásnak hívunk. Ehhez képest a korábban Magyarországon is rendszeres és kötelező évenkénti tüdőrontgen-felvétel 0,05 mSv, míg egy nagyon részletes anatómiai viszonyokat feltáró CT-vizsgálat, az alkalmazott orvosi protokolltól függően, 2–30 mSv terhelést is jelenthet. Láthatjuk, hogy ez utóbbi az éves dózis sokszorosa. Ismerve, hogy csak az Egyesült Államokban 25 év alatt az elvégzett CT-vizsgálatok száma húszszorosára nőtt, el kell ismernünk, hogy ez jelentős egészségi kockázatot jelentő probléma, amely azonnali lépéseket követel. A pontos statisztikai vizsgálatok és kockázatbecslések kimutatták, hogy a teljes po-

állóképek, ami felveti azt a kérdést, hogy mi történik abban az esetben, ha az élő szervezet – teljesen várható módon – „bemozdul” a felvétel készítésének ideje alatt. A fényképezésben gyakorlottaknak ismerős lehet ez a probléma, ami a kép bizonyos részleteinek elmosódásához vezet. Az orvosi gyakorlat a mozgó szervek elmosódását mozgási műterméknek nevezi. A mozgási műtermék megjelenése az orvosi röntgenfelvételeken komoly gond a radiológusoknak, hiszen sok esetben ez limitálja a képek használhatóságát. A probléma elméleti megoldása az lehetne, hogy végtelenül rövid vagy legalábbis nagyon rövid felvételi idővel készítik a képeket, így a mozgás nem lesz jelentős. A gyakran alkalmazott triviális megoldás azonban az, hogy a páciens például a tüdőrontgen készítése alatt nem lélegzik. Egy hasonló elvárás a szívvizsgálat esetében azonban irreális, vagyis más megoldást kell találni. Fontos azt is szem előtt tartani, hogy minden élettani jelenség jellegzetesen más időskálával jellemezhető, vagyis a megfelelő expozíciós idő megválasztásával egyes folyamatok a képen „befagyaszthatódnak”, míg a gyorsabbak elmosódnak.

Röntgenképalkotást használva lehetséges az is, hogy bizonyos folyamatokat több egymás utáni kép sorozatából álló mozgóképrögzítsünk. Ilyen mozgóképek készítését jelenti a röntgen-fluoroszkópia, ami nagyon hasznos különböző nyelési problémák, béltraktus-mozgások vagy vérkeringési zavarok diagnosztikájában, vagy akár egy sebészeti műtét követésében. Az eljárás hátránya azonban, hogy nagyon nagy (20–50 mSv) sugárterhelést jelent a betegre nézve.

Egy másik megoldási lehetőség, hogy a képalkotástól függetlenül, de a mozgás fázisait pontosan leíró mérés segítségével szinkronizáljuk a képalkotást a mozgással. Ezt a módszert periodikus mozgások esetében lehet eredményesen alkalmazni, például a röntgen CT-felvétellel párhuzamosan a szív mozgására jellemző EKG fázisait is rögzítjük. A jó felbontású és a mozgást is tökéletesen visszaadó méréshez azonban legalább néhány száz, de tipikusan százak nagyságrendű szívciklus során kell az adatokat begyűjteni. A végeredmény itt egy térbeli viszonyok időbeli változásait bemutató film lesz, de meg kell jegyezni, hogy ez a módszer azt feltételezi, hogy a különböző szívverési ciklusokban készült, de a szív azonos állapotát jellemző fázisok során a szív térbeli elhelyezkedése azonos. Ez a feltevés nem minden esetben állja meg a helyét, nem beszélve olyan esetekről, amikor a mozgás eleve nem periodikus (pl. aritmia esetében). A módszer további hátránya, hogy jelentős sugárterhelést ró a szervezetre.



2. ábra. A kép (A) részén egy klasszikus röntgenfelvétel látható, amely egy falióraszerkezet átlagos denzitásvizonyait ábrázolja. Látszanak a fém alkatrészek – ezek denzitása jóval nagyobb – és látszanak a műanyag, kissé alacsonyabb denzitású fogaskerekek is. A (B) képen kinetikus felvétel látható. A különböző denzitású alkatrészek itt nem emelkednek ki a háttérből, viszont az eltérő sebességgel mozgó másodperc-, perc- és óramutatókat meghajtó fogaskerekek jól elkülönülnek egymástól, vagyis a képen a kontrasztot a mozgás adja

ionizáló sugárzás kétféle úton is okozhat károsodást. Egyfelől közvetlenül is roncsolhat biológiai struktúrákat, másrészt közvetve, az élő szervezet nagy részét kitevő vízben elnyelődve szabadgyököket termel, és ezeken keresztül károsítja a sejtek génekészletét, ami a későbbiekben daganat megjelenéséhez vezethet. Természetesen a röntgensugárzást használó orvosi diagnosztikai eszközök és az orvosi protokollok azóta nagyon sokat fejlődtek. Ma már

pulációban a daganatos esetek körülbelül 2%-áért tehető felelőssé az orvosi diagnosztika során alkalmazott röntgensugárzás. Ezen eredmények alapján mind a betegek, mind az orvosok számára fontossá vált az alkalmazott sugárdózisok jelentős csökkentése.

A röntgensugárzás mindennapos használata már a feltalálása óta az orvosi területen a legelterjedtebb. A hagyományos úton készített röntgenfelvételek tipikusan

A Semmelweis Egyetem Biofizikai és Sugárbiológiai Intézetében olyan mérési módszert és algoritmust dolgoztunk ki és szabadalmaztattunk, amely az említett klinikai gyakorlatot jelentősen megváltoztathatja. Az algoritmus megértéséhez meg kell jegyezni, hogy az átmenő és a behatoló sugárzás arányának logaritmusát denzitásnak hívjuk, amely tulajdonképpen a tárgy anyagának sugárzáselnyelő képességét jellemzi. Az egyszerűség kedvéért vegyünk az átvilágított objektum levilágítási képén egy képpontot, és abban vizsgáljuk meg, mi történik időben. Fontos szem előtt tartani, hogy mi nem a denzitást mérjük közvetlenül a röntgenképpalkotás során, hanem csak az áthatolt sugárzás intenzitását. Az intenzitás jellemzésére meghatározzuk a röntgendetektorra eső fotonok számát. A mérést többször elvégezve azt tapasztaljuk, hogy a detektorba beérkező fotonok száma mérésről mérésre változik. Ennek a változásnak két oka van. Az egyik az, hogy a detektálás során a detektort érő röntgensugárzás intenzitása változik a páciensben végbemenő mozgások miatt. Ilyenkor az élő szervezeten belüli mozgás hatására egy adott szövet elnyelőképességének hatása hol egyik, hol másik képpontban jelenik meg. A másik ok az, hogy a röntgenfotonok megszámlálásának is van egy hibája, ami a röntgensugárzás részecsketermészetéből adódik, és még egy tökéletes detektor segítségével se küszöbölhető ki. A detektorra eső változatlan röntgenintenzitás mellett is azt tapasztaljuk, hogy adott idő alatt mért fotonok száma Poisson-eloszlás szerint véletlenszerűen fluktuál. A röntgenkép elkészítésekor a két változást csak együttesen tudjuk megmérni. A Semmelweis Egyetemem kidolgozott eljárás eredményeképpen a két változás megfelelő matematikai módszerek

segítségével szétválasztható, a korábban mozgási műterméknek nevezett jelenségből fontos élettani információ nyerhető.

Az új eljárás lényege a háttérben meghúzódó matematikai eljárás végigszámolása nélkül is érthető. Hagyományos módon egy röntgenkép elkészítésekor a filmet vagy detektort adott hosszúságú ideig (például 100 ms) exponálják a páciensnek keresztüljutó röntgensugárzással, hogy egy helyesen exponált képet nyerjenek. Az új mérési eljárás folyamán egyetlen megfelelően hosszú expozíciós idejű felvétel készítése helyett több rövid ideig tartó fel-

vétel készül (1. ábra). Például 10 darab kép, mindegyik 10 ms expozíciós idővel. Az így kapott képek természetesen alul-exponáltak, önállóan nem értelmezhetőek. Az egész képsorozat segítségével azonban minden képpontban kiszámolható a mért fotonszámok átlaga és szórása. Felhasználva ezt a két statisztikai változót, kiküszöbölhető a Poisson-zaj és kiszámítható a képpontban lévő röntgendenzitás átlaga és szórása. Az átlagkép adja a klasszikus, már régóta ismert röntgenképet, a szórás kép (ezt nevezik kinetikus képnek) a röntgendenzitás változásain keresztül a szervezetben végbemenő mozgásokat ábrázolja. A módszer pontos matematikai leírása szakmai folyóiratban már megjelent [1].

Az új eljárás használhatóságát néhány példán keresztül mutatjuk be. Az 2. ábra (A) képe a számolás után kapott klasszikus képet mutatja, amely egy falióra szerkezetének átlagos denzitásviszonyait ábrázolja. Nagyon szépen látszanak a fém alkatrészek, ezek denzitása jóval nagyobb,

tesen eltérő színekkel, elmondható, hogy a kinetikus képnek a dinamikus tartománya jelentős, itt nagyjából 3–4 nagyságrendet fog át.

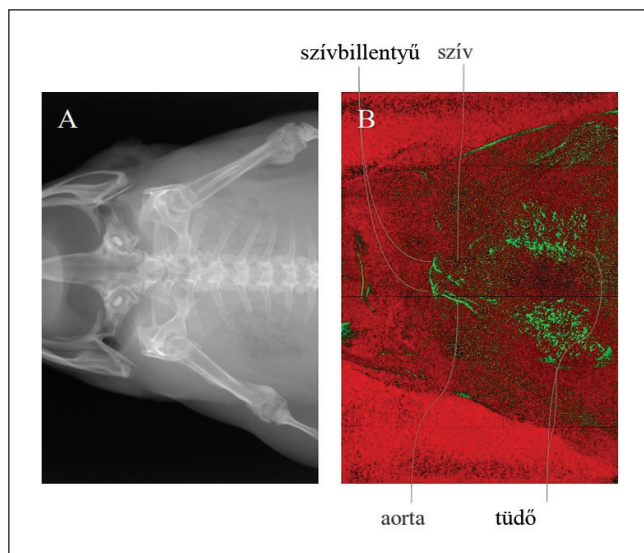
A 3. ábra egy béka klasszikus (A) és a kinetikus (B) képét, a 4. ábra egy humán nyelészvizsgálat eredményét mutatja. Ezen vizsgálatokat az orvosi gyakorlatban a bemutatott fluoroszkópiás módon szokták elvégezni. A nyelés során a pácienssel nehézfém tartalmú (bárium) kontrasztanyagot itatnak, amelynek az útja kirajzolja a nyelöcsövet, és annak problémás területeit. A képekből kiderül, hogy a nyelöcső középső tartományában egy szűkület van, és a felszín alaposabb vizsgálatából, a denzitásból, valamint a páciens előéletéből világosan kiderül, hogy ez feltehetőleg egy nyelöcsőtumor. A módszer segítségével a fluoreszcenciás mozi elkészítése helyett nagyjából tized-huszd dózissal lehet azzal egyenértékű diagnosztikai felvételt készíteni.

Napjainkban a röntgenképpalkotást a CT-vizsgálatok fejlődése határozza meg. A kinetikus képet előállító módszer könnyen átültethető a térbeli rekonstrukció során használt képpalkotásba is. Ennek az a matematikai háttere, hogy a variancia – amely a szórás négyzete – azonos módon összehadható mint az átlagok, így az átlagdenzitások térbeli rekonstrukciójára kifejlesztett, és a CT-ben mindennapos – szűrt visszavetítéses – algoritmusok könnyen alkalmazhatók a térbeli kinetikus kép elkészítésére is.

A bemutatott új módszer egy 100 éves gondolkodásmódot igyekszik megváltoztatni azáltal, hogy azt az információ nyer ki és használja, amit mindeddig kiküszöbölendőnek vélték és mozgási műterméként elvetettek. Napjainkban nagyon sok fejlesztés célozza a diagnózishoz használható információ minél hatékonyabb felhasználását, ezért remélhető, hogy a kinetikus képpalkotási módszer hamarosan megtalálható lesz a mindennapi klinikai gyakorlatban is.

Szót kell még ejtenünk néhány ígéretes területről, ahol a módszer várhatóan hasznos információkat szolgáltat. Ezen módszerek segítségével olyan időbeli eseményeket és mozgó objektumokat lehet megjeleníteni, amelyek korábban nem voltak láthatóak.

Természetesen adódik a kérdés, hogy hogyan használható, és mire az orvosi diagnosztikában a bemutatott módszer. Az orvostudományban három olyan jól elkülöníthető röntgenvizsgálati módszer léte-



3. ábra. Egy béka klasszikus (A) és kinetikus (B) képe. Utóbbin a béka „mozgó” szervei láthatóak. Ezek közül jól azonosíthatóak a tüdőben mozgó léghólyagocskák, a szívben lévő billentyűk és a nyelvé vége is

és látszanak a műanyag, kissé alacsonyabb denzitású fogaskerekek is. A (B) képen a kinetikus felvétel látható. Itt a fentiekől eltérően, a különböző denzitású alkatrészek nem emelődnek ki a háttérből. Azonban jól látható, hogy az eltérő sebességgel mozgó másodperc-, perc- és óramutatókat meghajtó fogaskerekek jól elkülönülnek egymástól, a képen a kontrasztot a mozgás adja. A radiológiában klasszikusan használt szürkeárnyalatos képtől eltérően, itt a színskála jelöli a mozgásviszonyokat. Mivel mind az óra-, mind a másodpercmutatót mozgató fogaskerek látszik, természe-

zik, amelyek mindegyikében nagyon hasznos a találmány. Ezek egymástól a felvételek készítése idejében és térbeli viszonyában különböznek. A legegyszerűbb, és ami mindenki számára ismert, a köztudatban röntgenvizsgálat néven szerepel. Itt egy nagyon rövid ideig tartó besugárzásnak tesszük ki a beteget, így téve láthatóvá például a tüdőben a kóros elváltozásokat, vagy a láb- és kéztöréseket is. Ezen módszer újragondolása során a teljes dózist nem változtatva, csak több alulexponált képben időben elosztva lehetne fontos információt nyerni a belső mozgásokról. A kinetikus kép – az eddig használt állókép mellett – megmutatja a hörgők és légútiágok mozgását vagy ezek hiányát, esetleg kóros voltát. A kinetikus kép változásából, vagyis a normálistól való eltérő képi információ birtokában megtalálhatók a tüdőben a gyulladt területek, a nem funkcionáló légútiágok helye és a nyákdugók kiterjedése is. Ily módon lehetővé válhat néhány olyan tüdőbetegség felderítése, amit jelenleg nagyon nehezen, vagy csak késői stádiumban tudnak diagnosztizálni.

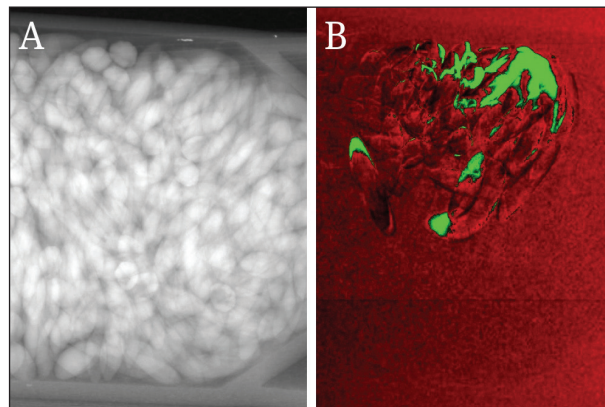
További alkalmazási terület lehet a fluoroszkópia, illetve annak a vérkeringés

felelően mozgásokat, és mozgási anomáliákat keresnek az orvosok, legtöbbször nagy rendszámú elem, például báriumtartalmú kontrasztanyag beadása mellett. A kinetikus képalkotást itt arra lehetne használni, hogy jelentősen (10–20-ad részére) csökkentjük a páciens és az orvos érő röntgendózist a diagnózis szempontjából fontos információ elvesztése nélkül.

A harmadik fontos alkalmazási terület a már korábban említett CT, amelyben a mozgások csak műtermékek és röntjék a térbeli rekonstrukciót. Itt lehet olyan anatómiai eloszlást ábrázoló képet készíteni, amely a kinetikus kép segítségével a 3D mozgási információt is mutatja, ezzel segítve a korábban soha nem látott funkciók feltárását. Fontos megjegyezni, hogy a korábbi moziktól eltérően itt nem egy mozi, csak egy térbeli rekonstrukció készül, amelyeken a mozgás intenzitása adja a kontrasztot. A 4. ábra (B) képen a szív egyes gyorsan mozgó elemei, például a billentyűk jobban kirajzódnak.

A mozgások detektálása és ábrázolása sok más területen is fontos, nem csak a gyógyászatban. Az egyik ilyen alkalmazási terület, ahol a kinetikus képalkotási módszer fontos szerephez juthat, a szállítmányok vizsgálata. Napjainkban nagyon aktuális probléma, hogy élősködők és kártevők utaznak a konténerekben az élelmiszer-, fa- és gabonaszállítmányokban. Ezek a portyautasok a szállítás

ideje alatt tönkre tudják tenni az árut, vagy a célországban a rájuk nem felkészült környezetet, erdőket és ökoszisztémákat rombolják vagy pusztítják el. Ez a probléma a világ számos helyén felvetődött mind Európában, mind az Egyesült Államokban, ahol a behurcolt kártevő-



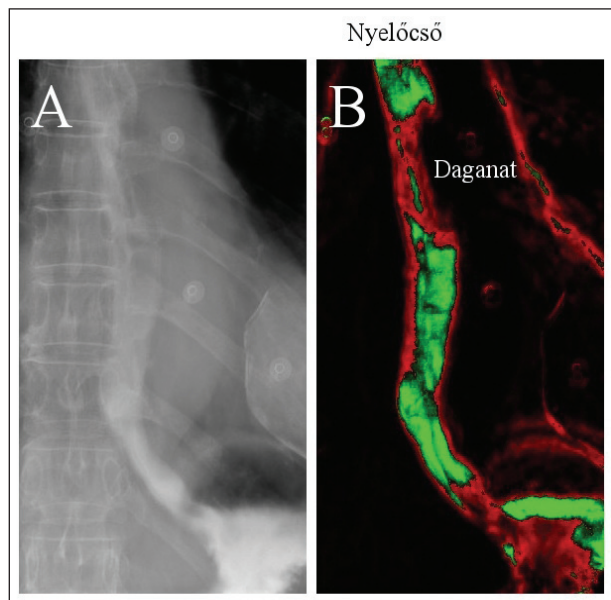
5. ábra. Egy cső, amelyben rizs és a rizsben egy kukac található. A klasszikus képen nem látszik eltérés, míg a kinetikus képen jól látható a kártevő és a környezetében megmozdított gabonaszemek mozgása

fajok jelentős anyagi kárt okoztak az erdőgazdaságoknak, és a mezőgazdaságban élő gazdáknak. Alkalmos megoldás lehet az, hogy a határokon jelenleg is a sok országban kötelezően alkalmazott kamion- vagy konténeröntgent ruházzuk fel sokkal érzékenyebb módszerekkel. A kinetikus képalkotás beüzemelése ezeken a röntgenkészülékeken olyan kisméretű kártevők mozgását is láthatóvá tudja tenni, amelyeket más módszerrel nem lehetesek kiszűrni, vagy csak nagyon lassan lehet megtenni, kézi átvizsgálás segítségével. Egy ilyen alkalmazás prototípusát ábrázolja az 5. ábra, ahol egy cső látszik, amelyben rizs és a rizsben egy kukac található. A klasszikus képen nem látszik semmilyen eltérés, míg a kinetikus képen jól látható a kártevő és a környezetében megmozdított gabonaszemek mozgása.

Az emberi egészség védelmét szem előtt tartó EU direktívák nagyon szigorú feltételeket teremtettek az ionizáló sugárzást használó eszközökkel szemben, ami jelenleg a röntgenkészülékek fejlesztésének egyik fontos motorja. A mai klinikai gyakorlatban számos olyan nehézség merül fel, amelynek technikai megoldása jelentősen javíthatná a röntgenképalkotás hatékonyságát és használhatóságát. Ebben a helyzetben az innováció és a sokszereplős piaci nyomás hatására jelenleg is folyik a versenyfutás a műszerfejlesztők között. A kérdés csak az, hogy ki tud gyorsabb, szebb képet és rekonstrukciókat adó, illetve kisebb dózisterheléssel járó röntgeneszközöket készíteni, amelyek sokkal több információt szolgáltatnak a működésről, és a vizsgálni kívánt változásokról.

Irodalom

IEEE Transactions on Medical Imaging 33, 10, 01/10/2014, 2031–2038.



4. ábra. Humán nyelésvizsgálat eredménye egy klasszikus anatómiai viszonyokat bemutató (A) és egy kinetikus képen (B). A pácienssel itatott nehézfém tartalmú kontrasztanyag útja kirajzolja a nyelöcsövet, és annak problémás területeit. A nyelöcső középső tartományában szűkület van, amit feltehetőleg nyelöcsőtumor okoz

gés vizsgálatára kifejlesztett változata, az angiográfia. Mindkét eljárás során a páciensről több képkockából álló részletes képet készítenek. Ezen alkalmazásokban nagyon sokáig – ami esetenként 30 perc is lehet – kapja a sugárzást a beteg, és tipikusan a vizsgálat céljának meg-

FEHÉR DÓRA – JORDÁN FERENC

Cápák a rendszerben

Forró nyaruk volt idén a szörfösöknek a sok cápatámadás miatt, amiről a hírek is beszámoltak. Írásunkban viszont nem vérről és leharpott végtagokról lesz szó, hanem a cápák ökológiai szerepéről. Utánajárunk, milyen funkciót töltenek be ezek a halak a tengeri ökoszisztémákban és az emberi zavarásokra mennyire érzékenyek. Végül azt vázoljuk fel, hogyan segítheti a cápák jövőjét a rendszerökológia.

A legtöbb cápafajra mint csúcsragadozóra gondolhatunk, nemigen akad természetes ellenségük. De nem mindegyikük áll a táplálékhálózat csúcán, vannak közöttük olyan ragadozók is, melyeket a még nagyobbak elfogyaszthatnak (Hussey et al. 2015). Néhány

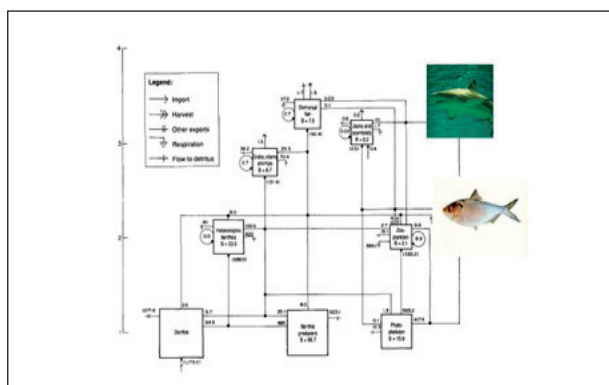
még mindig ez egyik legjobb összefoglaló munka a tengeri ökoszisztémák szerkezetéről. Széleskörű nemzetközi összefogás, és egységes módszertan áll a könyv hátterében, éppen a nemzetközi tengerökológiai kutatás két hagyományosan gyenge pontja.

Az emberrel többretű konfliktusban állnak. A fürdőzők és a szörfösök mellett sokkal több problémát jelent a cápák számára az ipari halászat. A különféle hálótípusok eltérő mértékben zavarják őket. A hosszú zsinóros halászat (*longline fisheries*) során elsősorban tonhal a célpréda, ilyenkor több kilométeres zsinóron állnak szabályos közönként a hatalmas horgok. A tonhal mellett azonban nagyon nagy a melléfogás (*bycatch*) aránya: teknősök, cápák és albatroszok is szép számmal elpusztultak a nagy horgokon. A fenékkotró hálók (*bottom trawlers*) hatása részben köz-

szat során bizonyos mértékű melléfogás persze érhető, de ha túl nagy mértékű, akkor már inkább az értelmetlen öldöklés kategóriájába tartozik. Gondoljuk csak el ugyanezt a szárazföldön: egy vadász bemegy az erdőbe, kijön két őzrel, és mögötte vaddisznók, szarvasok és más állatok tucatjai hevernek vérben agonizálva. A víz alatt mindez nem látszik, kevésbé zavaró...

Izgalmas vita az ökológusok és a természetvédők körében, hogy vajon az erősen megritkuló fajok, melyek a kihalás szélére sodródnak, játszhatnak-e még viszonylag nagy szerepet az ökológiai közösség életében, vagy ritkaságuk miatt nem jelentős már a hatásuk. Mindez érdekes ellentét is jelenthet, hiszen ha a ritka faj már nem olyan fontos, akkor kár védeni, mi viszont egyre inkább védjük, hogy ne haljon ki. A kérdés nehéz, hiszen a fajok relatív fontossága nehezen mérhető és erősen függ az adott körülményektől. A cápákról mindenestre egyelőre azt tarthatjuk, hogy még a nagyon ritka fajok is fontosak, tehát kis populációméret mellett is nagy hatással lehetnek más fajokra. Emiatt védelmük duplán fontos.

Az 1. ábra a Maputo-öböl táplálékhálózatát mutatja, benne az ott jellemzően előforduló feketeúszójú

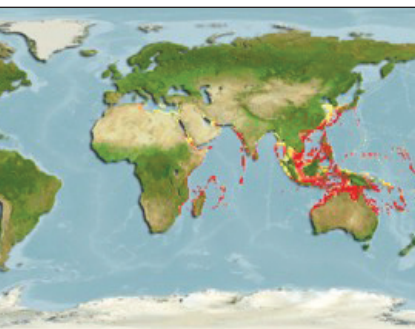


1. ábra. A mozambiki Maputo-öböl táplálékhálózata. Fotó mutatja a feketeúszójú szirticápát (*Carcharhinus melanopterus*) és a heringfélék közé tartozó kisméretű, pelágikus hilsa kelee halat, a helyi tradicionális halászat egyik fő fogását. A köztük lévő táplálkozási kapcsolat jelentős (lásd a Táblázatot)

esetben így fontos szereplői a közepes ragadozók felszabadulása (*meso-predator release*) nevű folyamatnak. Ilyenkor egy csúcsragadozó megritkulása (pl. túlhalászás) miatt az annak prédájaként szereplő közepes ragadozó populációmérete megnövekedhet, és ennek hatására a kis halak járnak rosszul.

A cápákról köztudomásúan nagyon keveset tudunk, viselkedésük, társas életük nagy rejtély. Táplálkozási szokásaikról azonban van már több-kevesebb információ, a világszerte egyre gyarapodó táplálékhálózati adatbázisok erre nézve ma már elég sok adatot szolgáltatnak. A Táblázat azt mutatja, hogy néhány ökoszisztémát összevetve, milyen változatosságot mutat a cápák táplálékainak köre. Persze a változatos éltrend magát a nagyobb rendszer-tani csoportot jellemezni, nem az egyes fajokat. Az adatok Villy Christensen és Daniel Pauly könyvéből származnak, ez

lők (*bottom trawlers*) hatása részben közvetett, nem magukat a cápákat zavarják, hanem általános és brutális pusztítást végeznek a tengerfenék élővilágában (szintén nagyon nagy melléfogási rátával). Az elszegényedő tengeri élővilág másnak sem, de a cápáknak sem kedvező. A Földközi-tenger nyugati részén, a Baleár-szigetek körül bizonyos cápafajokat jelentősen érint a melléfogás, közéjük tartozik például a feketeuszójú macskacápa (blackmouth catshark, *Galeus melastomus*) vagy a kispettyes macskacápa (coastal spotted dogfish, *Scyliorhinus canicula*). A halá-



2. ábra. A feketeúszójú szirticápa (*Carcharhinus melanopterus*) előfordulása

szirticápával (blacktip reef shark, *Carcharhinus melanopterus*). A 2. ábrán látható e cápafaj globális előfordulása. A feketeúszójú szirticápa még nem veszé-

	M1	MM	MY	M2	V	B
Kisebb pelágikus halak	-	0,2	-	-	0,1	2,4
Lutjanus campechanus	0,2	-	-	-	-	-
Callinectes sapidus	0,3	-	-	-	-	-
Haemulon	0,1	-	0,1	-	-	-
Spanyolmakréla (Scomber japonicus)	0,6	-	-	-	-	-
Királymakréla (Scomberomorus cavalla)	0,2	-	0,04	-	-	-
Epinephelus morio	0,04	-	0,1	-	-	-
Mojarra	0,1	-	0,03	-	-	-
Carangidae és Scombridae	-	0,1	-	-	-	-
Tengerfenéken élő halak	-	0,03	-	0,2	-	-
Heringek (Clupea harengus)	-	-	0,02	-	-	-
Polipok (Octopus vulgaris)	-	-	0,1	-	-	-
Garnéla rákok	-	-	0,02	-	-	-
Homárok	-	-	0,02	-	-	-
Csattogóhalak	-	-	0,03	-	-	-
Pelágikus halak	-	-	-	0,2	-	-
Tonhalak (Thunnus)	-	-	-	0,04	-	-
Makrelák (Scomber scombrus)	-	-	-	0,1	-	-
Istiophoridae	-	-	-	0,01	-	-
Tengerfenéken élő ragadozó halak	-	-	-	0,04	-	-
Kisebb rákok	-	-	-	0,1	-	-
Tüskémakréla-félék	-	-	-	-	0,1	-
Sügéralakúak	-	-	-	-	0,01	-
Árnyékhal-félék	-	-	-	-	0,03	-
Makrelák / barrakúdák	-	-	-	-	0,01	-
Csattogóhalak / Settanidae	-	-	-	-	0,02	-
Harcsa	-	-	-	-	0,01	-
Heterotróf bentosz	-	-	-	-	0,1	0,2
Tengerfenéken élő prédahalak	-	-	-	-	-	8,2
Kisebb ragadozó	-	-	-	-	-	9,6

Táblázat. Különböző prédák (fajok, illetve funkcionális csoportok) jelentősége néhány tengeri ökoszisztéma cápafaunájának táplálkozásában. Az adatok hat helyről származnak (M1: Mexikói-öböl délnyugati része; MM: Maputo-öböl, Mozambik; MY: Yucatan-félsziget, északi kontinentális self, Mexikó; M2: Mexikói-öböl, kontinentális self; V: Venezuelai self, észak-keleti terület; B: Brunei Darussalam, Dél-kínai-tenger, partmenti vizek). A számok azt mutatják, hogy a nevezett préda mennyiben járul hozzá az ott élő cápafajok táplálékához

lyezettett faj (*near threatened*), és ahhoz, hogy megpróbáljuk értékelni a sebezhetőségét, érdemes meggondolni, mivel táplálkozik. Láthatón a kisebb pelágikus halak alkotják táplálékának nagyobb részét,

ilyen például a heringfélék közé tartozó *hilsa kelee* (1. ábra), ami az egyik legfontosabb fogás a hagyományos halászat számára. A fenéken élő halak hozzájárulása kisebb. Ez azt jelenti, hogy a környéken

alkalmazott halászati technikákról eldönthető, veszélyeztetik-e a faj táplálékát. A táblázatból látható az is, hogy a Mexikói-öböl kontinentális selfjén élő cápák nagyobb arányban táplálkoznak fenéklakó halakon, így ezek más halászati technikákra lesznek érzékenyek.

A modern, rendszerszemléletű ökológia és természetvédelem nem egyenként értékeli a fajokat és nem egymástól függetlenül próbálja meg megérteni sorsukat. A rendszerökológiai modellek az élőlényközösség egészét próbálják meg összefoglalni, a közöttük lévő kölcsönhatásokkal és indirekt módon terjedő hatásokkal egyetemben. A cápák sorsának megértése (mennyire veszélyeztetettek, hogyan segítsünk nekik) új megvilágításba kerül, ha azt is kutatjuk, mivel táplálkoznak, mely fajok fogyaszthatják el őket, és még milyen más hatások érik őket a közösség többi tagja felől. Ez a rendszerszintű szemléletmód lassan kezdi meghódítani a tengeri ökológiát és talán a tengeri halászipart is. A FAO (az ENSZ Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete) évek óta használ táplálék-hálózati modelleket, és ezek pontossága egyre növekszik. Az ilyen modellek aztán akár annak megértését is segíthetik, hogy a túlhalászat hogyan függ össze a veszélyes algavirágzásokkal, de ez már egy másik történet. ☞

Irodalom

- Christensen, V. and Pauly, D. (eds.) 1993. Trophic Models of Aquatic Ecosystems. ICLARM Conf. Proc. 26, 390 p.
- Hussey, N.E. et al. 2015. Expanded trophic complexity among large sharks. Food Webs, 4: 1-7.

Novemberi számunkból

- Krasznahorkay Attila:* Híd a látható világunk és a sötét anyag között
- Hollósy Ferenc:* Felhő alapú genomika
- Kern Anikó:* A vegetáció megfigyelése az űrből
- Kalotás Zsolt:* Az év emlőse, az ürge
- Misi Dávid:* Évggyűrűk: éghajlati adattárak
- Farkas Csaba:* Mit veszünk a szivünkre? Beszélgetés *B. Rafael Beatrix* szakpszichológussal
- 25 éves a Tudományos Újságírók Klubja
- Ladányi László:* A kőleány
- Marton Annamária:* Az El Niño tovább erősödik
- Abonyi Iván:* Az atombomba története (*OLVASÓNAPLÓ*)

GECSE ZSUZSANNA

Egy ősi láp története

A borsodi barnakőszén és ami mögötte van

Történetünk 19–20 millió évvel ezelőtt kezdődött, amikor a Borsodi-medence vidékén még a Paratethys beltengere hullámozott és partjainak jelentős részén terjedelmes mocsári⁽¹⁾, lápi⁽²⁾, világ terület el. Olyan vidék, melynek kiemelkedő gazdasági jelentőséget majd csak a távoli jövő ad, amikor növényzetéből, a földtani folyamatok hatására, kialakult a barnakőszén, az emberiség egyik legfontosabb, energiát adó nyersanyaga.

Ennek a régi világnak a megismerését tüzték ki célul a Magyar Állami Földtani Intézet⁽³⁾ szakemberei, amikor az 1987-től 1992-ig terjedő időszakban Nyugat-borsodi-medence 3, és a Kelet-borsodi-medence 5⁽⁴⁾ széntelepének őskörnyezeti kutatását végezték. Legrészletesebben a Kelet-borsodi-medence legnagyobb területi elterjedésű IV. széntelepét vizsgálták, hogy „életre keltsék” azokat a 19–20 millió évvel ezelőtti mocsarakat és lápokot amelyek növényi anyaga a barnakőszén alapanyagául szolgált. Vizsgálataik kiterjedtek a lápok kialakulásának okaira, fokozatos átalakulásukra, fejlődésükre, valamint pusztulásuk körülményeire.

A IV. széntelep őskörnyezeti rekonstrukciós munkálatait 1988-ban Lyukóbányán kezdték meg, majd 1989-ben a Múcsony DNy-i szomszédságában fekvő Szeles akna térségében 1991-ben pedig Edelénytől DDNy-ra folytatták, amelyekhez többek között a Lyukóbánya-diósgyőri, Szelesduznoki kőszénkutató fúrások anyagát is felhasználták. A kutatásokban a szerkezetföldtan, rétegtan, kőzetan, ásványtan, és a paleontológia szakemberei vettek részt. Elsőként a földtani szerkezetet tekintették át. Tájékoztatók azokról a felszín alatt végbement lemezmozgásokról (törések, árk szerkezetek), amelyek kialakították a barnakőszén-medencéket. Ezután megfigyelték a felszíni feltárásokban, szénbányákban, valamint a fúrásokban fellelhető kőzetrétegeket, azok települési viszonyait s ezekből elemzés céljára mintákat gyűjtöttek. Az agyagos, homokos, szenes, kőzetek az információk, halmazát őrizték meg a Paratethys se-

kély beltengeréről, lagúnáiról és partjának mocsarairól, lápjairól, valamint a bennük virágzó élővilágról. A nagy-

Az aktuálgeológiai kutatások számára kiválasztott helyszíneken tanulmányozták azokat a biológiai és földtani folya-



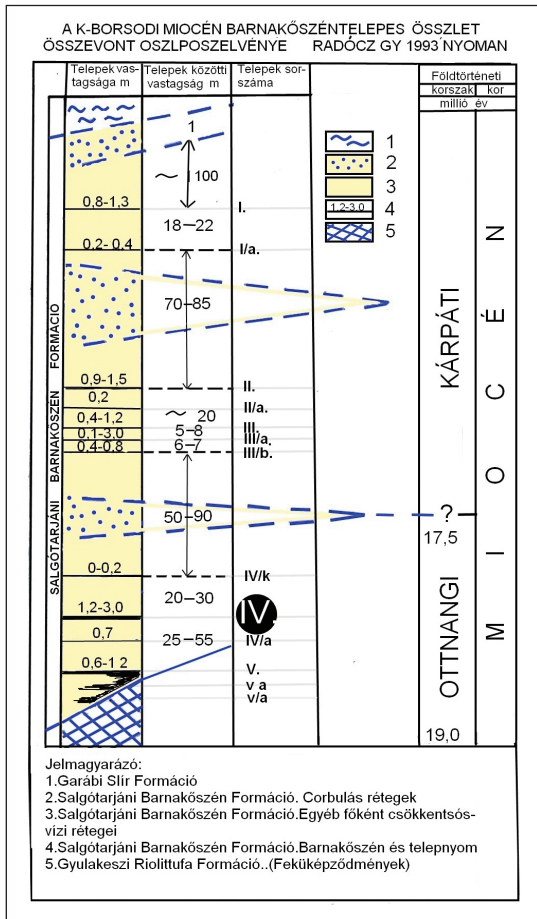
1. ábra. Magyarország ősföldrajzi térképe a IV. széntelep keletkezésének idején

tömegű növényzetből spórák, pollenek, levéllenyomatok és szénült fatörzsek maradtak fenn. A vízi élőlények közül a mikroszkopikus nagyságú kovaalgák, egysejtűek (foraminiferák) és a szemmel alig látható mészvázú kagylósrákok vázai mellett főként kagylók és csigák héjai kerültek napfényre. Egy olyan ősi szubtrópusi vidékről, ami sok hasonlóságot mutat többek között az Egyesült Államok DK-i részén ma található Okefenokee és Everglades mocsaraival lápjaival és azok élővilágával.

matokat, amelyek az ősi (mocsaras, lápos) környezetekben is lejátszódhattak és amelyek nyomai a barnakőszén telepekben is kimutathatóak.

A rekonstrukció utolsó fázisaként az itt szerzett tapasztalatokat és a borsodi adatokat hasonlították össze. Eredményül megszületett a magyar kőszénláp-rekonstrukciók történetében az első olyan őskörnyezeti-fejlődéstörténeti ábrázolás, amelyben az egykori környezetet egy mai vidékhez viszonyítva jelenítették meg. Ennek nyomán most már megismerhetjük

1. „Mocsarakhoz azok a vizes élőhelytípusok tartoznak, amelyekben tőzegképződés nem folyik” (Nagy J, 2007)
 2. „Lápoknak nevezzük azokat a vizes élőhelyeket és életközösségeket, ahol tőzegképződés folyik.” (Nagy J, 2007)
 3. 2012-től Magyar Földtani és Geofizikai Intézet
 4. A két medencében a telepek számozása nem azonos



2. ábra. A Kelet-borsodi miocén barnaköszéntelepes összlet összevont oszlopszelvénye

a IV. széntelepet adó lúp sorsát, és képzeletünk segítségével kalandozhatunk egy letűnt világban.

A kezdetek

A növények szénüléséhez sok millió éven át tartó hosszú út vezet. Az első lépés olyan földtani szerkezet kialakulása, amelyben létrejöhét egy lúprendszer. Ezt az eseményt a hozzávetőleg 22 millió évvel ezelőtti, Szávainak nevezett hegységképződés indította el, melynek kiváló oka a Föld afrikai kéreglemezőnek az Európaihoz való ismételt torlódása volt. Ennek hatására az Alpok, Kárpátok, Dinaridák már meglévő hegységkeretének kiemelkedése újabb lendületet kapott. Mindezzel egy időben Magyarország északi részén az itt található törések mentén a lépcsőzetesen megsülylyedt területeken medencék jöttek létre: a Nógrádi az Ózd-Egercsehi-(Nyugat-Borsodi) és a Kelet-borsodi szénmedence, hazánk Salgótarjáni Barnaköszén Formációba sorolt miocén korú barnaköszéntelepei.

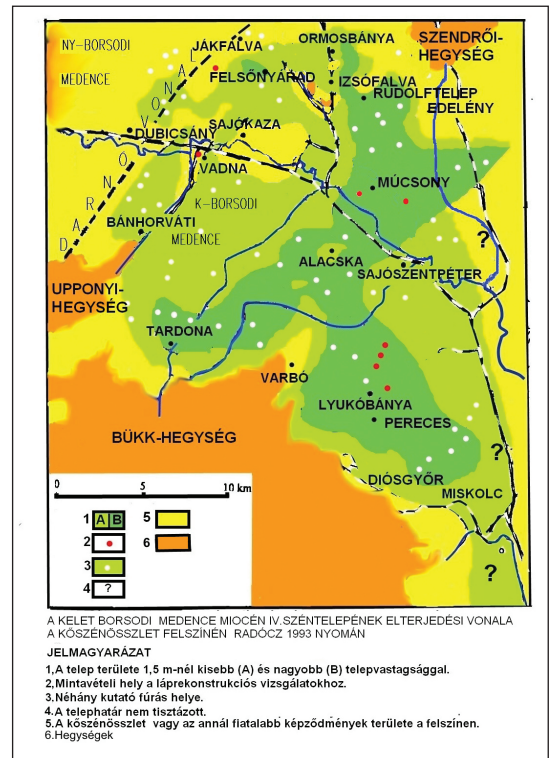
A felbolydult világ

A nagyléptékű lemezmozgások után térjünk vissza Magyarország északi részének egy kicsi területére ahol nagy változások előtt állunk. 20,3 millió évvel ezelőtt a Bükk É-i előterében fekvő Borsodi-medence felszíne már dombvidék jellegét mutat. A talajon erdők tenyésznek. Még nem láthatók a Föld mélyében folyó geológiai nyugtalanság jelei. A földkéreg mozgásra készülődik, ami hamarosan éreztetni fogja hatását. A csendes dombvidék nyugalalmát időről időre a föld morajlásának zaja veri fel. A medencét kialakító törések mentén riolittufa tör fel s több mint 10 km-es magasságig szóródik a légkörbe. A levegő szürke a szállongó vulkáni törmeléktől. Időnként forró, több 100 fokos gázhullámok söpörnek végig a tájon összesítve a tufa egyes részeit. Mindent felegetve sivar pusztaságot hagy maga után. Ez azonban (földtörténeli értelemben) nem sokáig maradt így. A domborzat mélyedéseit kitöltő és a felszint helyenként befedő tufatarakóra fokozatosan beömlik a Paratethys beltenger vize. Szigetekkel, lagúnákkal tarkított sekélytenger jön létre, a partján többnyire édesvízi mocsarakkal és lúppokkal. A tenger szintjének magassága időről időre ingadozik. A visszahúzódások alkalmával a vízből kiemelkedő térszíneket meghódítja a növényzet. A vegetáció életének aztán a soron következő tengerelöntés vet véget. Az elhalt növények felhalmozódott tömegeit az ismételt előforduló gyenge tufaszórások és a tenger homokos, agyagos üledékei temetik be, megindítva a szénülés több földtörténeli koron át tartó folyamatát. A Kelet-borsodi-medencében ilyen módon többször alakult ki nagy kiterjedésű lúprendszer, amely 200–300 m vastagságú széntelepes rétegsort hozott létre 5 (fő) művelhető és több vékonyabb szénteleppel együtt.

A IV. széntelep

Az V. alsó széntelepet adó láposodási ciklus után vagyunk. A Paratethys beltenger csökkentsővízű lagúnáinak rendszerét találjuk, amelyek egy részében a medence süllyedésének lassulása miatt feltöltődés kezdődik meg s ennek következtében a tengertől elzárt lagúnarészekeken fokozatosan édesvízi tavak jönnek létre dús növényzettel a partjukon. Létrejön egy olyan környezet amely elindítja azt a láposodási ciklust, amely a IV. széntelep néhol 1,20 m, máshol közel 3 m vastagságú szénrétegeinek képződéséhez vezet.

A Borsodi-medencét ekkor D-ről a Bükk hegység még alacsony kiemelkedései határolják. Közvetlenül előtte az É-i oldalán a tenger legmélyebb részén kéken csillog a víz, azon túl a szárazföldig a mély lagúnák labirintussá váló rendszerét apró öblök és kis szigetek szakítják meg. Közöttük a szárazföldi nagy lapályt behálózó széles, sekély, vízfolyások igyekeznek a tenger felé. A tengerparton kagylók és csigák héjait görgeti a víz. A lagúnáknak a tenger felőli kijárata egyre jobban feltöltődik és elgátolódik. A mederben a tenger vize a vízfolyások által szállított és az esőből származó vízzel keveredve fokról fokra felhígul az édesvíz



3. ábra. A Kelet-borsodi medence IV. széntelepének kiterjedése

partján mocsár veti meg a lábát, amely már csak ritkán és olyan rövid ideig kerül kapcsolatba a tenger sós vizével, hogy az nem

tudja veszélyeztetni az itt élő édesvizet kedvelő növényzet életét.

A tápdús riolituffa-szórás anyagával is keveredett vízenyos talaj, és a szubtrópusi éghajlat burjánzó növényi közösségek életfeltételeit teremti meg, melyeknek a mocsáron belüli eltérő területi elhelyezkedését a domborzati adottságok (magasabb vagy alacsonyabb tér-szín) és a mocsáron belüli mozgó víz áramlási viszonyai szabják meg. A vízfolyások partján égeres-páfrányos mocsárerdő terül el, melyeket kisebb mocsárciprus erdőslápok szakítanak meg. A távoli magasabb fekvésű részekben egyéb más fás közösségek tűnnek fel. A lagúna és a tenger különböző élettereiben többek között a környezeti változásokra rendkívül érzékeny kagyló és csigafajok élnek. Azt, hogy hol fordulnak elő, elsősorban az aljzat minősége és a víz sótartalma szabja meg. Egyesek a szerves törmelékben gazdag, homokos, iszapos vagy sziklás aljzaton, míg mások a sós, csökkentsós, vagy édesvizet kedvelik, emellett a víz hőmérséklete és mélysége sem közömbös számukra.

A lápvidék

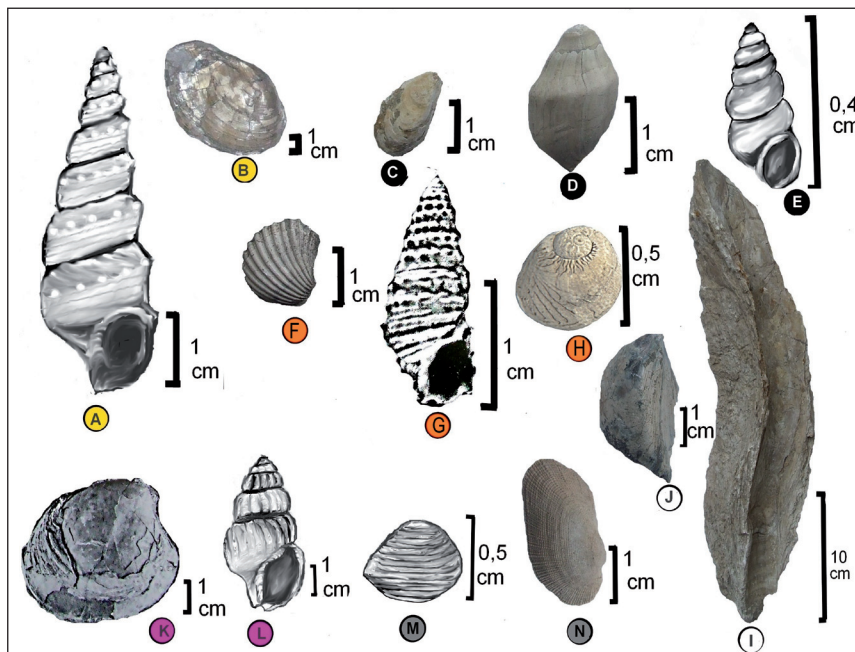
A lápvidéket a tenger felől megközelítve elsőként a zöldellő, sórtartalom vál-

godt vízfolyásokat kiterjedt égeres mocsárerdő szegélyezi, aminek aljnövényzetében gyakoriak a páfrányok. Az éger vízből kiálló megvastagodott gyökérőit moha és páfrány lepi be. Itt ott a beszűrődő napfény öreg vastag törzsű fűzfákra vetődik. Lombjaik alatt az édesgyökerű páfrányok változatos fajokat csoportosító családjának tagjai török át a talajt. Ahol a napfény ereje jobban érvényesül, a barnás árnyalattalú szerves anyagokban gazdag pocsoltyák felszínét, a miniatűr vízipáfrány zöldesbarna, 1–2 cm vastag szőnyegének foltjai borítják. A nyílt vízfoltok csónakázható mélységű részein az agávéhoz hasonló kolokán vízből kardszerűen kiálló leveleinek lebegő telepei zöldellnek. A felszín alatt süllyőhínár ágasbogas hajtásai hajladoznak. A hozzá hasonló gyökértelen tócsagaz finom örvösen elhelyezkedő leveleivel alig észrevehetően úszik a felszínen. Az erős száraival alj-



Mocsárciprusok az Everglades Nemzeti Parkban
(Fotó: Bohnné)

szekeket a bokor termetű viaszbogó és a borszerűen fénylő levelű cyrilla cserjék szegélyezik. Az édesvíztől távolabb a ligeterdőkben, a diófélék terjedelmes fáinak elszórt egyedeivel találkozhatunk. Az általunk ismert közönséges diófa mellett ekkor még a hickori és a szárnyas makkocskát termő szárnyasdió is honos volt ezen a vidéken. A nyirkosabb lankás mélyedésekben az aljnövényzet uralkodója a páfrányok közt legnagyobb, az óriás királypáfrány. A hová legkevésbé szűrődik be a fény, ott csipkeharaszt apró, mohaszerű telepei képeznek párnát a földön és fák törzsén. A zsurlók is megélnek itt. Néhol egy-egy nyírfa fehér törzse világít ki az erdőből. A bokor termetű fűzényféle is előfordul. S meg ne feledkezzünk a juharhoz hasonló levelű ámbrafáról, amely arról nevezetes, hogy a legnagyobb lombos fák közé tartozik. Az egyes lomberdők kissé magasabb fekvésű szárazabb talaján széles levelű lombhullató és örökzöld növények keveredéséből kialakult vegyes szubtrópusi erdő terül el. Felfedezhetjük a számunkra ismeretlen örökzöld diót, amely ma már csak DK-Ázsiában lelhető fel a különleges ebben a földtörténeti időszakban megjelenő tobozdiót, melynek nevéhez híven toboz alakú termése van. A tölgyfák sem ritkák. Bódító virágainak illatát érezve a hársfát is megtalálunk, a fehér nedvet eresztő tejelőfa azonban már fejtörést okozna. A közönséges szilfát pedig szinte mindenki ismeri. A ma karácsonyfaként szolgáló sötétzöld lucfenyők elődei is képviseltetik magukat. Néhol a juhar egyedei is előfordulnak a szilfák közé tartozó ostorfával keveredve. A messzeségből kibontakozó távoli hegyvonulatok lejtőin a lomberdő fokozatosan a hegylábi és hegyi erdők növényzetébe megy át. A kínai gyertyánszil és az élő kővületeként számon tartott ősi páfrányfenyők jól megférnek egymás mellett. A magasra felkúszó borostyán borszerű zöld levelivel és kúszó indáival lóg lefelé a fákról. Köztük



A lápvidéken élt fontosabb puhatestűek

tozást jól tűrő alacsony mangrove mocsarak tűnnek fel a vörös valódi és a fekete mangrove. A szárazföld szélén az alacsony vízszintű mocsaras tó partján a láp növényzetét a szélben hullámzó gyékényesek mezői között az ágas békabuzogány és az alacsonyabb sásosok alkotják nádasokkal, fűfélékkel. A lassú nyu-

zathoz gyökerező békaszőlő sem ritka. A közismert békanyál zöld kusza szálai mint terítők foltokban lógnak a vízbe esett ágakon. A mocsárban a legnagyobb fák és az éger melletti leggyakoribbak a túlevelű mocsárciprusok emelkednek ki környezetükből közeli rokonaikkal a kínai mocsárciprusokkal együtt. A mocsaras ré-

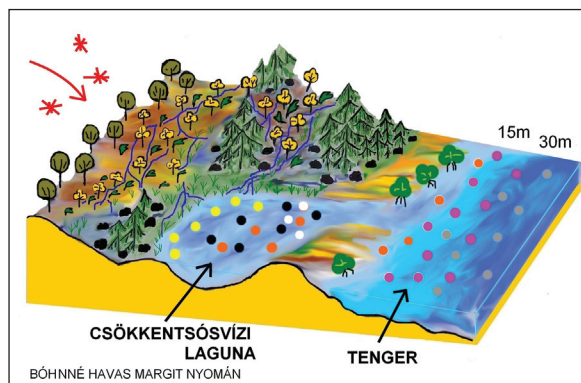
elszórta a magas szűrős jegenyefenyő és a közönséges jegenyefenyő példányai teszik változatosabbá az erdőt. A tiszafafélék közé tartozó Podocarpus valóságos csoda, egy fenyő, melynek lemezes keskeny levele babérszerű. Számunkra furcsa, pedig ma is megtalálható ez a nemzetség a trópusokon, valamint a Föld déli felén. S végül ismét egy ismerős, a gyertyán, melyet laza ágrendszerű lombozata és fénylő zöld levele árul el.

A víz alatti puhatestűek világa

A lagúna sekély, csendes, kiédesedő vízü, elmocsarasodó növényekkel sűrűn benőtt részén, amelyet teljesen elborít a víz, a levelek között Brotia (A) csiga kapaszkodik lassan moszatot legelészve az aljzaton, mellette Unió (B) kagyló mélyül kissé az iszapba és szűrőgeti a vizet, hogy táplálékhoz jusson. A kis mélységű, nyugodt, oxigénben dús vizet gyenge áramlások zavarják, szerves törmelék kavargatja, megzavarva az átlátást az aljzatra. Távobabb a szárazföldről beömlő édesvíz a tengerrel keveredve csökkentsósvízi környezetet alakít ki. A vízi vegetáció még mindig dús. Itt már más kagylók és csigák tengetik életüket, felosztva egymás között a rendelkezésre álló teret. Elsőként az aljzathoz szorosan fonállal rögzülő Congeria (C) kagylót pillantanánk meg, amely táplálékát szintén a víz szűrésével szerzi meg. Étlapján plankton, lárvák, szerves anyagból származó törmelék, és apró állatok szerepelnek. Társai a csigák közül kerülnek ki. Ők sokkal kedvezőbb helyzetben vannak képesek ide-oda mászni, helyüket változtatni. A Melanopsis (D) növényeket és korhadékaikból álló törmeléküket eszi, míg a kicsi Hydrobia (E) algákat és tengeri fűvet. A következő a lagúnában legnagyobb tömegben és elterjedésben feltűnő társaságban a Cardium (F) lenne számunkra a legismertesebb, ma szívragylónak hívják őket. Az aljzatban kis mélységben, fűrva él. Ő is a tengervízének szerves anyagát szűrőgeti. Többféle mozgásra képes, ás és szántani is tud. A Pirenella (G) és Theodoxus (H) csigák menüje azonos, plankton és növényi korhadék a kedvükre való. Az egyre sósabbá váló vízben most a Dávid és Góliát puhatestű megfelelői következnek. Mai rokonaik nagyfokú ismertségnek örvendenek. Ki ne halott volna már az osztrigáról vagy a kék kagylóról. Éttermek csemegéi. Góliátnak a Crassostrea (I) neveznének, amely esetenként több mint 50 cm-re is megnő. Az aljzathoz cementálással rögzül. Kemény és vastag teknői pedig olyan mértékben nyúlnak meg, amilyen mértékű a víz-

mozgás erőssége. Mellette aprónak tűnik a Mytilus (J), ő is rögzíti magát, de csupán fonállal az aljzathoz. Mindkettő kedveli saját fajtársai társaságát, sűrű telepeket alkotva együttesen szűrőgetik a szerves törmelékben gazdag vizet. Az egyre sósabbá váló, mélyülő (15–30 m) tengervízben a Pitaria (K) kagyló és a Hinia (L) csiga közösségek élnek. Végre találkozhatunk egy ragadozóval is. Kettejük közül az apró 3–4 mm nagyságú Hinia az. Az aljzatban él, és az itt elpusztult férgeket, dögöket fogyasztja el. A Pitaria teljesen elrejtőzik, észrevehetetlen, 3–4 cm mélyre beássa magát az iszapba és csőszzerű képződményét kidugva szívogatja a vizet. A nyílt tenger normál sótartalmú part menti szakaszán, ahol időnként áramlások mozgatják a vizet és az aljzat még viszonylag gazdag táplálékban, Corbula (M) és Anadara (Arca) (N) kagylókra találhatunk. Itt a vízmélység már a 30 métert is meghaladhatja. Mindkettő a vizet szűrőgeti és fonállal tapad az aljzathoz.

A láposodási ciklus 2. fázisára ki-



4. ábra. A mocsarasodási-láposodási ciklus kezdete

alakul az erősödő feltöltődés, és a befolyó édesvizek hatásának következtében egy olyan környezet, ahol az égeres-mocsárciprusos flóra hódít tért, a csökkent sós vízű lagúna „rovására”. Az édesvízsztint emelkedésével eltűnnek a kezdeti égeres-páfrányos mocsárerdők, s helyükbe a mocsárciprusos, páfrányos, Myricás-Cyrrillás vegetáció lép. A szinte állandóan vízzel borított, időnként tufával hintett láp alján erőteljesebbé válik a szervesanyag-felhalmozódás, a rothadás, és megindul a tőzegképződés, a szén kialakulásához vezető út első lépcsője.

Taxodium mocsár

A táj már nem annyira változatos, mint az előző fázisban. Az égeresek visszaszorulóznak, túlsúlyba kerülnek a sze-

gényes flóráközösségű túlevelűek. A lombos fák a mocsár magasabbban fekvő területein fordulnak elő. A tóparti sásosokat, gyékényeseket zezzugos vízfolyások választják el a tekintélyes mennyiségűre szaporodott viaszbagyó (Myrica) és Cyrilla (hangavirágúak köztartozó növény) vegyes, bokros mocsarától. A lebegő algákkal és hínárnövényekkel teli vízben óriási mocsárciprusok sorakoznak, alul kiszélesedő törzsekkel és vízből kiálló őket körbevevő sűrű légyökereikkel, hatalmas kúpos koronájukkal az ég felé nyújtózza. A mocsárciprusok árnyékában az alacsonyabb kínai mocsárciprusok húzódnak meg, sűrűn elágazó leveles ágaikkal. Ahol megélhetést találnak, ott kisebb vagy már törzset növesztő legyezőpál-mák telepei rezegnek a szélben. A nagy sekély tó vízének felületét a szerves anyagokból szigetyszerűen felhalmozódott, rugalmas talajú, egy helyben álló növényekkel teli ún. hammock szigetek szakítják meg. A mangrovék ugyanúgy díszlenek, mint az előző fázisban. A tó-

ban édesvízi puhatestűek élnek. A többi közösség kiszorult a tengerbe.

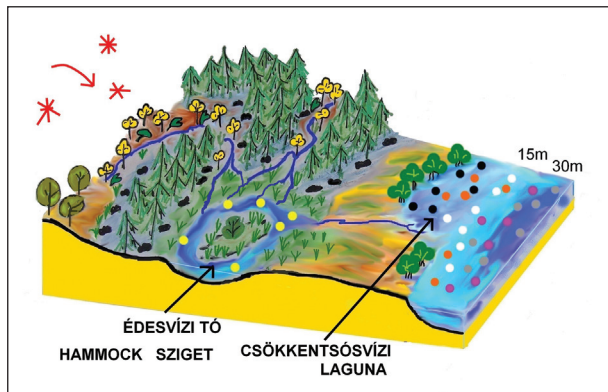
A meginduló, illetve fokozódó súlylédés következtében a tenger és a partján lévő lagúna egyre nagyobb tért hódít el a pusztuló édesvízi mocsártól, és a csökkent sós vízű tartós jelenléte eltűnési taxodium láperdőket.

A kép lehangoló. A lassú és egyenletes tengerelőntés hatására a sós víz átszivárog az édesvízhez kedvelő nö-

vényzet talaján és a növénytársulások életfeltételeit fokozatosan megszakítja. Az édesvízi tó teljesen megszűnik, a tenger áttör a gáton. A növényzet egyre nagyobb területen pusztul el. Az óriási törzsek a földön hevernek, közülük némelyeket kettétört egy éppen erre száguldó vihar. Gyökerük még tartja a megrövidült törzset, emlékeként az egykori erdőnek. Gyenge vízfolyások által kis távolságokra elsodorva, felhalmozódva hevernek a néhai hatalmas ciprusok törzsei. A távolból hegyi, heglábi erdők növényzetének pollenjeit szállítja a szél. Egyedül csak a mangrovék élnek vígan életüket, de már ők sem sokáig. S a tenger csak emelkedik és emelkedik. A víz alatti világ ismét támadásba lendül, visszafoglalják a fokozatosan kialakuló új lagúna élettereit.

A láposodási ciklus után ismét csökkent sós vízi lagúnát látunk, mint a szentelep keletkezése előtt. Az élővi-

lág a tengerben virágozik tovább, a puhatestűk veszik át a vezető szerepet, nagy mennyiségben elszaporodva. Pusztulásuk után megszámlálhatatlan mennyiségű hé-

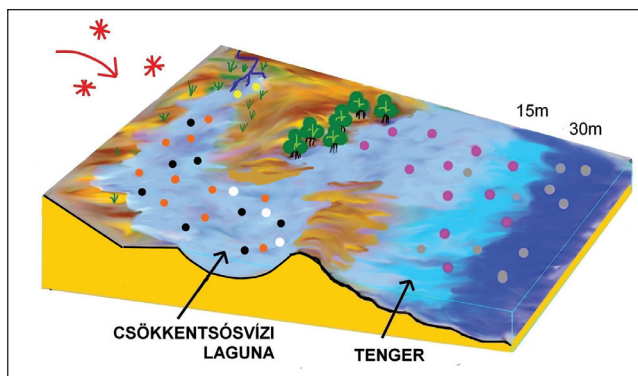


5. ábra. A láposodási ciklus csúcsa

jat hagynak hátra, amelyek a folyók vízének és a tenger hullámzásának hatására elsodródhatnak és felhalmozódnak, hogy öszszecementálódva fehér rétegeik betakarják a széntelepet, s annak fedőjeként jelenjenek meg szemünk előtt. A tenger pedig befejezi megkezdett előrehaladó munkáját, homokkal, agyaggal takarja be és elpusztítja a mangrovékat is, 80–100 m vastagságú rétegeket rak a néhai mocsárra, elrejtve előlünk a lezajlott eseményeket és megőrizve a kőszenné alakult növényeket.

Ezzel a végére értünk a IV. széntelepet adó mocsári ciklusnak. Amikor a domborzat a medence nagyobb területén ismét emelkedni kezd és a tenger visszahúzódik, már a III. széntelepet adó zsenge növényzet kezd bontogatni leveleit.

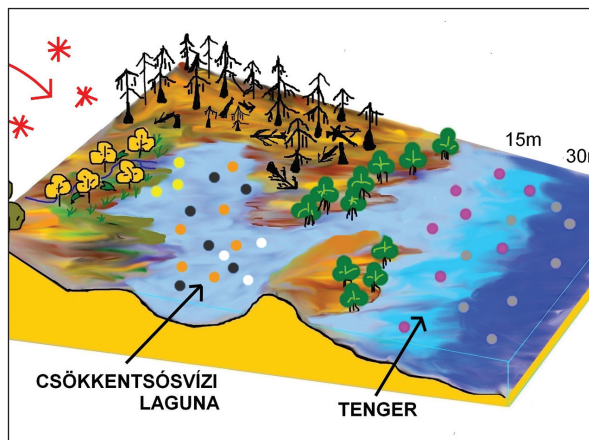
Térjünk vissza 2014-be. A Kelet-borsodi barnakőszén medencében az ORMOS-SZÉN KFT által működtetett kőfejtéseken, Sajókázán és Felsőnyáradon még mindig folyik a bányászat s éppen a IV. telep rétegeit fejtik.



7. ábra. A láposodási ciklus után, az újabb tengerelőntési (transzgressziós) ciklus kezdetén

Megjegyzés:

- A tájképekben kizárólag azok a puhatestűk és növények szerepelnek, melyek maradványait a láprekonstrukciós vizsgálatok és későbbi kutatások során megtalálták. A mikroszkopikus nagyságúakat, valamint a bizonytalan rendszertani besorolásúakat nem használtam fel.
- A láprekonstrukciós ábrák egyes fázisai élesen nem különíthetők el egymástól, de segítségével bemutatható a láp átalakulásának folyamata. Az egykori láp lényegesen nagyobb kiterjedésű volt, mint a IV. széntelep amely az eltelt időszakokban jelentős lepusztulást szenvedett el.



6. ábra. A láposodási ciklus csúcsa

- A cikkben illusztrációként felhasznált puhatestűk fotói az MFGI múzeumának gyűjteményéről készültek.

Irodalom

Bohnné Havas Margit. 1985: A Kelet-Borsodi-medence ottnangi képződményeinek mollusca vizsgálata Geologica Hungarica Series Palaeontologica fasc.48. Budapest
 Bohnné, Havas M, Elek I, Födvári M, Lázárné Szegő É, Nagy L-né, Partényi Z-né, Radócz Gy, Rákosi L, Sallai M, Szurominé Korecz A, Vető I, Dr. Viczián I.

1988: Borsodi láprekonstrukciós vizsgálatok 1987–88. évi eredményeinek összefoglaló értékelése – Kézirat – MBFH, Budapest.
 Bohnné Havas M, Hámorné Vidó M, Lázárné Szegő É, Nagy L-né Partényi Z, Partényi Z-né, Radócz Gy, Rákosi L, Vigh Antalné, Vargáné Barna Zsuzsanna, Viczián I. 1991: A Borsodi Kőszénláprekonstrukciós vizsgálatok 1990. évi eredményeinek összefoglaló értékelése Kézirat - MBFH, Budapest.
 Radócz Gy, Bohnné Havas M, Nagy L-né, Rákosi L, Hámorné Vidó M, 1993: XI. Miskolci Nemzetközi Ásványfesztivál, Észak-Magyarországi Földtani Kutatások újabb eredményei ülésén elhangzott előadások (a borsodi láprekonstrukciós vizsgálatok témaköréből)
 Az ökoszervezeti vizsgálatok jelentősége a földtani-teleptani értékelésekben .Radócz Gy, 2, Láprekonstrukciós modellek és kutatási módszereik. Bohnné Havas Margit, A borsodi kőszéntelepek paleobotanikai vizsgálatai. Nagy Lászlóné, Rákosi László, 4. A borsodi kőszéntelepek szénközvetleni jellemzése .Hámorné Vidó Mária -Miskolci Egyetem
 Bohnné-Havas M, Nagy E, Nagy-Bodor E, Radócz GY, Rákosi L, Szegő É. 2000: Palaeoenvironmental reconstruction of cyclic coal-bearing sequence in Borsod basin (N Hungary)-Geological Institut of Hungary, Geological Society of Greece Special Publications, No 9, 37-42,
 Radócz Gy, 1993: A borsodi kőszénláprekonstrukciós vizsgálatok 1987–1993 között végzett eredményeinek összefoglaló értékelése,

MBFH Budapest
 Géczy Barnabás, 1972: Ősnövénytan, Tankönyvkiadó, Budapest
 Andreánszky Gábor, 1954: Ősnövénytan Akadémiai Kiadó Budapest
 Szerkesztette: Tuba Zoltán–Szerdahelyi Tibor–Engloner Attila–Nagy János 2007: Botanika III, Bevezetés a növénytanba, algológiába, gombatanba és a funkcionális növényökológiába
 Növényföldrajz-Társulástan-Növényökológia

Köszönetnyilvánítás

Megköszönöm munkájukat mindazoknak, akik tudásukkal önzetlenül és lelkesedéssel segítették a cikk megírását: Bohnné Havas Margitnak, Radócz Gyulának, Rákosi Lászlónak, a már elhunyt Nagy Lászlónénak, Dávid Árpádnak, Bodor Emesének és nem utolsó sorban az ORMOS SZÉN KFT-nek.

KOVÁCS GERGELY KÁROLY

Észak-Mezőföld patak völgyei

A Mezőföld északnyugati, a Sárrét–Vértes–Velencei-hegység által közrefogott dombos, változatosabb felszínű része átmenet a Dunántúli-középhegység felé. Eme „tágabb értelemben vett Észak-Mezőföld” löszmaradványait a Természet Világa 2015/2. számában mutattam be, mostani írásomban pedig a Székesfehérvár, Pátka és Lovasberény határában levő élőhelyek kutatásának eddigi eredményeiről olvashatnak az érdeklődők.

Az évezredek óta szántóföldi növénytermesztés uralta tájban a meredek lejtőszög (lőszvölgyek, földvárak, szakadópartok) mellett a víz is képes útját állni az ember táj-átalakításának. Észak-Mezőföld képehez

Pátkai-víztározón. A 2000 éves pátkai római gátnál egy varázslatos völgyszikületen (Körakás-völgy) tör át, majd üde rétek és legelők szegélyezik. Székesfehérvár két városrésze, Csala és Kisfalud között a patakot a Velencei-hegység kíséri. Utolsó szakaszán szántók közé szorulva csordogál, végül a Velencei-tóba torkollik. A patak völgye a Vértes lábánál elterülő vizes élőhelyek és a Velencei-tó közötti elsőszámú zöldfolyosó, elsősorban a vízimadarak számára (vadludak, gémfélék, sirályok).

Pátkától nyugatra a Császár-víz völgye igen széles, majd a Körakás-hegy és Jézus-hegy között hirtelen néhány méteresre szűkül össze. A rómaiak ezért itt rekesztették el a patak útját egy máig látható kőgáttal. A gátat nemrég megtisztították a fáktól és bokroktól, így bárki megcsodálhatja a 2000 éves építményt.

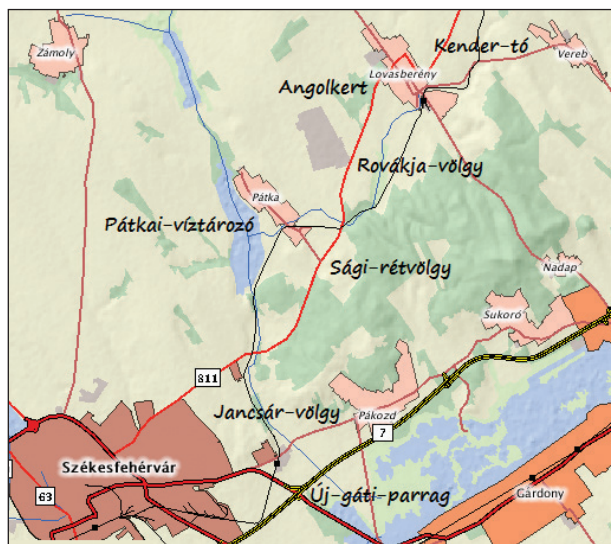
A Császár-víz völgyének pátkai részén a XIX. századig változó mélységű tó hullámozott, a kőgátnál vízimalom, majd villanytelep működött. Az 1970-es években készült el a mai 312 hektáros tározó, melynek fő célja a Velencei-tó vízpótlása. A tározó mára már beállt élőhelynek tekinthető; az arra alkalmas helyeken kialakultak a nádfoltok, gyékényesek, a nyugati partvonal szép

szik, 2015-ben a vízügyi igazgatóság közreműködésével sikerült az adott gátszakasz kaszálását júliusig kitolni, hogy a kosborok beérlelhessék magjukat. A tó környéke a vöröshasú unkákat (*Bombina bombina*) kórúsától hangos, de a koncertbe természetesen a zöld békák (*Rana spp.*) is besegítenek. A mocsári teknős (*Emys orbicularis*) és a vízisikló (*Natrix natrix*) egyaránt jól érzi magát a tóban, de még a fokozottan védett vidrát (*Lutra lutra*) sem zavarja Pátka falu közelsége.

A Pátkai-víztározó igazi madárparadicsom. A nagyobb nádasokban már megfigyeltem a bütykös hattyút (*Cygnus olor*), a nyári lúd (*Anser anser*), a szürke gém (*Ardea cinerea*), a törpegém (*Ixobrychus minutus*), a bölömbika (*Botaurus stellaris*) és a nagy kócsag (*Egretta alba*) költését, a nádasok víz felőli szélében 10–12 pár bübös vöcsök (*Podiceps cristatus*) is rendszeresen fészkel. A nádszegély és a tavat keletről kísérő övcsatorna a nádirigó (*Acrocephalus arundinaceus*) recsegő énekétől hangos, de a barkóscinegétől (*Panurus biarmicus*) a nádi sármányig (*Emberiza schoeniclus*) minden gyakoribb nádi énekesmadár megtalálható a víztározón.

A hatalmas nyílt vízfelület háborítatlan pihenő- és táplálkozóhelyet nyújt a vízimadaraknak. Gyakran több ezer sirály szállja meg a tó déli részét. A leolvasott színes madárgyűriük tanúsága szerint a sztyeppi sirályok (*Larus cachinnans*) a kelet-európai országokból (Fehéroroszország, Lengyelország, Litvánia, Oroszország, Ukrajna), a sárgalábú sirályok (*L. michahellis*) az Adria mellől érkeznek. 2012 őszén több ezer vadlúdtömeg éjszakázott heteken át a tavon. Ha a vízállás alacsony, az alkalmas zátonyokat partmadarak lepik el: partfutókat, cankókat, liléket figyelhetünk meg. Igazi ritkaságok is felbukkantak már a tavon: kis lilik (*Anser erythropus*), törpevízicsibe (*Porzana pusilla*), vándorpartfutó (*Calidris melanotos*), sarki- (*Larus glaucoideus*) és jég-sirály (*L. hyperboreus*).

A római gát környéki erdő mély völgy hidegzug, melyre az erős páráképződés is jellemző. Ez a hűvös klímájú szakasz ugyanakkor rövid, viszont északon és délen gyorsan felmelegedő részeket találunk. Ennek és a változatos élőhelyszerkezetnek köszönhető, hogy az erdőben xero- és higrofil lepkék, sztyepplakók, nádi fajok éppúgy előfordulnak, mint a tölgyhöz, fűzhöz, nyárfához kötődők. 1972 és 1990 között 563 lepkefaj ke-



Az Észak-Mezőföld cikkben bemutatott része

szervesen hozzátartoznak az állandó és időszakos vízfolyások. Olykor még egyes „névtelen” patakocskák völgyeiben is rábukkanhatunk növényritkaságokra, érdekes lepkefajokra, védett madarakra. A „VÖLGY-HID” Természetvédelmi Alapítvány fontos feladatának tekinti ezen kevésbé ismert élőhelyek vizsgálatát és védelmét.

A Császár-víz völgye

Az Észak-Mezőföld fő úttere ez a 27 kilométeres vízfolyás. A Vértes délkeleti lábánál ered, átszeli a fokozottan védett Csikvarsai-rétet, majd átfolyik a Zámolyi- és

egykes erdősítései zengenek a madárdaltól, a tó északnyugati szélén pedig üde kaszálórétet találunk. Magas vízállásnál még ez utóbbi is víz alá kerül, ha azonban a szint csapadékhány, vízeresztés vagy párolgás miatt alábbszáll, fűszigetek, szigetecskék, zátonyok bukkannak a felszínre.

A víztározó számos természeti kincset rejt. Északi végénél talajvízforrások tömke a felszínre, a környező mocsárrét-foltokban kifestő aszat (*Cirsium brachycephalum*), egy tóparti nyárfásban széleslevelű nőszőfű (*Epipactis helleborine*) került elő (Illyés, 2006). Május végén a keleti védőgát mellett legalább 300 tó mocsári sisakoskosbor (*Anacamptis palustris ssp. palustris*) virág-



A Császár-víz az Észak-Mezőföld fő vízfolyása

rült innen elő (Petrich, 2001). A patakban kis számban folyami rák (*Astacus astacus*) is él. A nyáron hűs, télen általában jégmentes vízfolyásban szürke gém, erdei cankó (*Tringa ochropus*), jégmadár (*Alcedo atthis*), ritkán fekete gólya (*Ciconia nigra*) keresi táplálékát.

Kőrakástól délre a patakot néhány kilométeren át mindkét partján rétek szegélyezik. A környéken már nagyon kevés helyen van ekkora méretű beszántatlan gyepek. A dűsabb fűvű réteket, magassásosokat kaszálással hasznosítják, a kaszálótárlókat és az eleve soványabb, magasabban fekvő gyepeket juhokkal legeltetik. Ezen a szakaszon gyakoriak a talajvízforrások. A néhol csak szivárgó, másutt ássott medrekben összegyűlő víz érdekes, mozaikos élőhelyszerkezetet hoz létre, így helyenként az agár sisakoskosbor (*Anacamptis morio*), a bugás sás (*Carex paniculata*) és a mocsári gólyahír (*Caltha palustris*) is megtalálható. Csala környékén törpekákásban bukkantak rá jó fél évszázada a dél-európai elterjedésű kopasz palkára (*Cyperus glaber*) (Boros, 1959). A rétek kedvelt vadászterületei a nagy kócsagoknak, fehér gólyáknak (*Ciconia ciconia*), a patakok kísérő fák elhagyott varjúfészkeiben kabasólyom (*Falco subbuteo*) és erdei fülesbagoly (*Asio otus*) költ, egy ízben pedig egy feltehetően vonulásban levő harist (*Crex crex*) rebbettem fel a magas növényzetből. Csalapusztánál megváltozik a

táj, a bal parton megjelenik a Velencei-hegység nyugati, fátlan, kopár vonulata. A gránit-murván kialakult csenevész növényvilág tagjai közül néhányat főleg a szikes pusztákról ismerünk (sovány csenkesz, sziki varjúháj), itteni jelenlétük igazi különlegesség (Boros, 1937). A galagonyabokrokkal, vadrózsával, néhány molyhos tölgygel tarkított dombok jellegzetes madara a szép énekű erdei pacsirta (*Lullula arborea*), egy vénséges vén szürkenyárerdő fekete harkálynak (*Dryocopus martius*), csókák (*Corvus monedula*) telepének és néhány tő fehér madársisaknak (*Cephalantera damasonium*) ad otthont. A patakvölgy eme része is igen gazdag lepkékben. *Hudák Tamás* többek között zöldes gyöngyházlepke (*Argynnis pandora*), csőröslepke (*Libythea celtis*), nagy rókalepke (*Nymphalis ploychloros*), kis színjászólepke (*Apatura ilia*) jelenlétét észlelte. A hegylábi gyepek a sisakos sáska (*Acrida ungarica*) is előfordul.

Az alsó, Kisfalud és a Velencei-tó közötti szakaszon csupán néhány természetesebb fűzfá színesíti a nagyrészt szántók között elhaladó Császár-víz képét. Ám pont ezen a látszólag érdektelen részen bújik meg az a patakparti rét, amely növénytani és természetvédelmi szempontból egyaránt kiemelkedő jelentőségű. Az Új-gáti-parragon (másik neve „székesfehérvári pókbangós rét”) legalább 100 tő fokozottan védett pókbangó (*Ophrys sphegodes*) él és agár sisakoskosbor, poloskaszagú sisakoskosbor (*Anacamptis coriophora*), érdes csüdfű (*Astragalus asper*) és kiséfészű aszat is. A néhány hektáros rét udvarnyi nyíltvízű mocsarával, annak mocsárréti és réti zónájával, kis löszhátjaival, szobányi vakszikes foltjaival (kamilla, egerfarkfű, sziksófű) olyan, mint egy „botanikai terepasztal”. Állatvilága

főleg a szomszédos Dinnyési-halastórol átlátogató vízimadarakból áll (cigányréce, barna rétiheja, fattyúszerkő), de költött már itt az errefelé ritka réti tücsökmadár (*Locustella naevia*) is.

A Császár-víz völgyének nagy része jelenleg nem áll védelem alatt. A pátkai önkormányzattal együttműködve indítványoztuk a Pátkai-víztározó északi részének helyi védelmét. A legfrissebb információk szerint ez nem önmagában valósul meg, hanem egy nagyobb, több települést (Csákvár, Pátka, Zámoly) érintő helyi védetté nyilvánítás részeként. Az Új-gáti-parrag országos védelme évek óta húzódik, remélhetőleg hamarosan megoldódik a völgy legértékesebb részének védelmi helyzete.

Alapítványunk folyamatosan gyűjti az adatokat a Császár-víz teljes székesfehérvári szakaszának védetté nyilvánításához. A kirándulás itt nem pusztán természetjárás, hiszen a völgy hamisítatlan kultúrtáj. Különleges hangulatot árasztanak a vadvirágos rétek, a koros fűzfák, a csobogó patak mellett látható épített emlékek: a római kőgát, a neoreneszánsz jegyeket mutató, Hauszmann Alajos által tervezett csalai Kéglkastély, a hajdani Bicske–Székesfehérvár vasútvonal megmaradt szakasza, egy öreg hársfasorral kísért hajtótút és a vízimalmok maradványai.

Rovákja-völgy

Lovasberénytől északra kezdődik egy különös, általában szárazon álló, néhol löszvölgyre, másutt ártéri füzesre emlékeztető meder, amelynek ma már általában csak a faluhoz közelebbi szakaszán jelenik meg



A Pátkai-víztározó igazi madárparadicsom

a víz. Ez a Rovákja-patak, amelynek déli folyásiránya Lovasberény felé nyugatra fordul, előbb egy halastavat, majd a szűzvári völgyön áthaladva egy horgásztavat táplál, végül Pátka mellett torkollott régen a Császár-vízbe, napjainkban a Pátkai-víztározóba.



A római kőgát (Szili István felvétele)

Lovasberény és a szüzvári halastó között a patakot változó szélességben végig rétek kísérik. Ezeket sajnos nem kerültek el az évtizedekkel ezelőtti kártékony beavatkozások (műtrágyázás, felülvetés), így kosborokban, nagy pólingokban, sárszalónkákban manapság nem gyönyörködhetünk. A helyzet azonban korántsem reménytelen. A réteket kaszálják vagy legeltetik (szarvasmarha, bivaly), így idegenhonos özönnövények és a cserjésedés nem fenyegeti őket. A felülvetés által erőszakosan leegyszerűsített fajkészlet javulóban van (sások, kékperje), a gyepszervezet többszintű, viszonylag sok kétszikűt tartalmaz. Nemrég két Natura 2000-es jelölő faj is előkerült: a kislefűszűk aszat és a nagy tűzlepke (*Lycaena dispar*). A rétek jellemző fészkelő madara a búbic (*Vanellus vanellus*), a sárga billegető (*Motacilla flava*) és a sordély (*Miliaria calandra*), egy mesterseges költőlárában pedig vörös vércse talált otthonra.

Szüzvártól nyugatra a patak szántók között halad, fűzfás medre ezért hamisítatlan zöldfolyosó. Változatos élőhelysorrall gazdagítja Pátka határát: a nádszigetekkel tarkított horgásztó alatt a meder tavasszal gólyahírtől díszlik, a torkolat mellett pedig a hússzínű ujjaskosbor (*Dactylorhiza incarnata*) és a poloskaszagú sisakoskosbor kisebb állománya került elő.

A Rovákja-völgy helyzete természetvédelmi szempontból érdekes. Semmiféle védelemben nem részesül, jelenlegi fajkészlete ezt talán nem is indokolná. A jobb állapotú szakaszokon a helybeliek fenntartható gyeppgazdálkodást folytatnak kaszálással, legeltetéssel. Bizhatunk abban, hogy a gyepek állapota ennek hatására folyamatosan javulni fog, így csupán arra kell ügyelnünk, hogy a múltbeli káros beavatkozások ne ismétlődhessenek meg. Néhány év múlva talán már a helyi védelem is indokolt lesz.

A Rovákja-patak mellékvizei

A Rovákja-patak néhány kilométeres útja során több kicsiny ér vagy időszakos vízfolyás vizét is felveszi. Ezeknek a névtelen kis vizeknek sokkal nagyobb a természetvédelmi jelentősége, mint első látásra gondolhatnánk.

Az első mellékvíz egy időszakos patak, mely régen a Lovasberényt Verebellel összekötő műút melletti hajdani kenderáztató tóból (Kender-tó) eredt, ma a környékén levő rétegvízforrásokból táplálkozik. A nyugat felé haladó patak Lovasberénynél éri el a Rovákját. Jobbról az említett út, balról a lovasberényi szőlőhegy és egy feltételezett, illetve egy régóta ismert bronzkori földvár (Tühegy és Mihályvár) szegélyezi. A gyeppelületés-program itt is nagyon értékes növényvilágot pusztított el. Idén tavaszi bejárásom során az akkor kiirtott kosborokat és gyapjúsást nem találtam meg, viszont a magassásos foltok, a kiterjedt boglárkamezők és a viszonylagos fajgazdagság reménykedésre ad okot itt is. A fő feladat jelenleg a terület szemmel tartása, és ez nem csupán a növényvilágot érinti. Szili Istvántól, a környék kiváló ismerőjétől tudom, hogy pár évtizede még költött itt szalakóta (*Coracias garrulus*) is. Ma a felső szakaszon „csak” a színpompás rokonok, a gyurgyalagok (*Merops apiaster*) fészkelnek, ám a szalakóta az utóbbi években kezdi visszafoglalni a Mezőföldet, ezért különös figyelmet kell fordítanunk a hajdani Fejér megyei élőhelyeire (Császárvíz-völgy, Móri-árok, Kelet-Bakony).

A lovasberényi Cziráky-kastély szép parkjában tavasszal csodálatos virágmező borítja a vén tölgyfák alatti gyepszintet, az odvakban csókák rikoltoznak, láttam már itt hamvas küllőt (*Picus canus*), közép farkopáncsot (*Dendrocopos medius*), de még átrepülő rétisast (*Haliaeetus albicilla*) is. A park délkeleti részén egy varázslatos hangulatú tavacska bújik meg, melynek fölös vize egy kis túlfolyó után egy ázott mederben a Rovákja-patakba jut. A forrás valahol a tó alatt van, a park tervezői alakították ki az angolkertek stílusában ezt a természetközeli élőhelyet. A félgömb alakú fűzbokrok látványa a lápokat idézi, élnek itt vöröshasú unkáék és dunai tarajos gótéék (*Triturus doregicus*) is, a friss víz pedig ivó- és fürdőhelyet nyújt a park madarainak. A kastélypark másik, északnyugati végében egy nem mindennapi patak-völgy rejtőzik. A néhány kilométeres,

Rovákja-patakba torkolló vízfolyás felső és alsó szakasza közönséges ázott csatorna, mely északon jellegtelen kaszálórét, délen szántók között halad. A középső részen azonban, ahol a vízparti réten szürke marhákat legeltetnek, mocsári kosbor, hússzínű ujjaskosbor és fátyolos nőszirm (*Iris spuria*) is él. Lejjebb a patakot erdők szegélyezik, végül egy régen Birkaúztatónak nevezett, ma horgásztóként működő kis tavat táplál. A következő évek fontos feladata ennek a völgynek az alapos feltárása, hiszen a kosborok jelenléte arra utal, hogy a felülvetés nem érintette.

Pátka határának délkeleti részén, a Velencei-hegység északi lejtőinek ölelésében van a Sági-rétvölgy. Itt ered egy parányi, időszakos vízfolyás, amely Pátka házai között torkollik a Rovákjába. Találtak itt téli zsurlót (*Equisetum hyemale*), bagolyfüvet (*Glaux maritima*), bugás sást és több kosborfajt is, a környező Király-berek dombjain pedig ettől markánsan elütő, de ugyanolyan szép növényzet díszlik: fekete kökercsin (*Pulstailla pratensis ssp. nigricans*), árvalányhajok, gumós macskahere (*Phlomis tuberosa*) (Szili István adatai; Illyés, 2006). A Sági-rétvölgy közelében levő két felhagyott, mára visszagyepesedett szántót Pátka néhány éve belterületbe vonta, a tervezett lakópark utcáit



Rovákja-patak

már el is nevezték. Azóta nem történt semmilyen építkezés; csak bizakodhatunk, hogy a szép dombok megmaradnak jelen állapotukban. A területen ma természetközeli, de intenzív tájhasznosítás folyik: kaszálás és szarvasmarhatartás. Mindez szintén okozhat károkat (helyenkénti túllegettetés, védett növények lekaszálása), de nem fenyegeti az élőhely létét.

Jancsár-völgy

Ha az Új-gáti-parragot botanikai terepasztalhoz hasonlítotam, akkor a székesfehérvári Jancsár-völgy, a Császár-víz-völgy jobb parti mellékvölgye, „hidrológiai terepasztal”. A Jancsár-patak a szűk völgyben szeszélyesen épít és rombol, szigeteket ölel körbe, a kis lejtésű szakaszokon kanyarog, a küszöbökön csobogva szökken át, mindezt pedig testközelből tanulmányozhatjuk. A völgy ugyanis parányi, a szigetek asztalnyiak, a bokáig érő patak teljes hossza a két kilométert sem éri el. A megfigyelésnek azonban ára van: a völgy fenekét egy nagyobb nádas, füzesek, illetve sűrű ártéri aljnövényzet borítja, a levegő meleg nyári napokon fullasztóan páráns, a család helyenként nyakig ér és a szűnyögállomány is igen nagy.

Ám a madarakat mindez csöppet sem zavarja. A sűrű bokrosokban feketeterigő (*Turdus merula*), fülemüle (*Luscinia megarhynchos*), barátposzáta (*Sylvia atricapilla*) talál otthonra. A nádoltól az énekes nádiposzáta (*Acrocephalus palustris*) utánzásokkal teli éneke hallatszik. Az odvas fákban és az általunk kihelyezett mesterséges odvakban cinkefajok és seregély (*Sturnus vulgaris*) költ. Igazi különlegességek is felbukkantak már a szántókkal, gyümölcsösökkel, murvabányával körbevett völgyecsékben: rétisas, erdei szalonka (*Scolopax rusticola*), kékbegy (*Luscinia svecica*) (Járosi, 2007).

2015 januárjától a völgy helyi védettséget élvez, a kezelői és őrzési feladatokat alapítványunk látja el. A fő cél jelenleg a völgyben folyó vadgazdálkodás természetbarátabb mederbe terelése.

Célok, feladatok

A bemutatott területek közül az Új-gáti-parrag esetében kiemelt cél a szigorú, országos védelem. Néhány helyen a tájhasznosítás maga védelmezi a rétet támadó kedvű bivalyok vagy magyar szürkekék formájában. A többi patak völgyében azonban minden évszakban kellemes kirándulós hely. A helyi védelmek szorgalmazásával párhuzamosan szeretnénk megtervezni azokat a tanösvényeket, túraútvonalakat, melyeken a természetre kíváncsi emberek megismerkedhetnek ezzel az érdekes vidékkel. Különösen szép és változatos útvonaltervetek kínál a Császár-víz völgyének hosszú szakasza Pátkától egészen Kisfaludig, kapcsolódási pontokkal a Zámolyi-medence, a Velencei-hegység és a Velencei-tó irányába egyaránt. A másik érdekes helyszín az ar-

borétumként nyilvántartott lovasberényi Angolkert. A Cziráky-kastélyt a hírek szerint hamarosan felújítják; a vele szerves egységet alkotó park is megérdemelné a jelenleginél alaposabb bemutatást (információs táblákat, térképeket).

Az állattartás két évtizednyi mélyrepülés után napjainkban ismét fejlődőben van, a kaszálórétek és legelők jelentősége várhatóan növekedni fog. A patakok mentén a felszín közeli talajvízszint száraz években is jó hozamot biztosít, egyes helyeken az évi kétszeri kaszálás is általános gyakorlat. Nagyon lényeges, hogy ezt a nem csekély fűhozamot senki ne akarja tovább növelni életidegen, természetkárosító módszerekkel (műtrágya, felülvetés). Fontos feladat annak elérése, hogy az értékes réteken általános legyen a vadriasztó lánc használata, a belülről kifelé haladó („kiszorító”) kaszálási mód, a bűvösávok és virágzó kosborfoltok meghagyása. Erre csak akkor van lehetőség, ha a gazdálkodó maga is nyitott a természetvédelem iránt, vagy ha a terület védett és a fent említett előírásokat a kezelési terv is tartalmazza. A kezelés fontos eleme lesz az idegenhonos növényfajok elleni védekezés is. A Császár-víz-völgy velencei-hegységi szakaszán a keskenylevelű ezüstfa (*Eleagnus angustifolius*) és a mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima*), a



A lovasberényi Cziráky-kastély parkját tavasszal virágmező borítja

Pátkai-víztározó melletti ártéri erdőkben az aranyvesszőfajok (*Solidago spp.*) terjedését kell megállítani. A mesterséges fű-



A Jancsár-völgy az ártéri erdőket idézi (A szerző felvételei)

szekodvak kihelyezése több, a környékről egyelőre hiányzó, gyepkehez kötődő madárritkaság (szalakóta, füleskuvik) megtelepedését segítheti elő.

Az Észak-Mezőföldön a felsoroltakon kívül is vannak természetvédelmi szempontból értékes, ám törvényi védelemben nem részesülő rétek. Ilyen a hajdan gyapjúsás-termőhelyként számon tartott velencei Csont-rét, a pákozdi Mészeghegytől keletre elterülő, több ezer pettyeggett őszirózsának (*Aster sedifolius*) ott-hont adó kaszáló, illetve a Székesfehérvár délnyugati részén (Maroshegy) levő nagy rétek, ahol a sötétaljú hangyaboglárka (*Maculinea nausithous*) és a vérfű-hangyaboglárka (*Maculinea teleius*) egyaránt megtalálható. Ezek és a ma még „felfedezetlen” további rétek és patak völgyek megóvása az előttünk álló évek fontos feladata lesz. ¶

Irodalom

- Boros Á. (1937): Fejér megye növénytakarója. In: Schneider M., Juhász V. (szerk.): Fejér vármegye. A magyar Városok Monográfiája Kiadóhivatala, Budapest. p. 45-56.
- Boros Á. (1959): A Mezőföld növényföldrajza. In: Ádám L., Marosi S., Szilárd J. (szerk.): A Mezőföld természeti földrajza. Budapest. p. 365-383.
- Illyés Z. (2006): Védett növényfajok előfordulásának pontos térképezése - Velencei-tó, Velencei-hegység és környékük. Kézirat. pp. 119.
- Járosi A. (2007): Fejér megyei mezőgazdasági sövények madáregyüttesinek vizsgálata. Diplomadolgozat. Debreceni Egyetem ATC-MTK. pp. 54.
- Petrich K. (2001): A Velencei táj lepkevilága. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest. pp. 305.

MEKKORA EGY SZUPERMAGY FEKETE LYUK?

A csillagászok a galaxisok magjában található, a Napnál sok milliószor vagy milliárdszor nagyobb tömegű fekete lyukakat nevezik „szupernagyoknak”. A hatalmas objektumok tömegének ennél pontosabb meghatározása azonban felettébb bonyolult. Egyedül a Tejútrendszer magjában lakozó Sgr A* forrás esetében könnyű a helyzet, minthogy a közelében egyedi csillagokat is azonosítani lehet. Ezek 17 év alatt járják körbe a fekete lyukat, amiből annak tömege egyszerű számítással az 4,1 millió naptömegűnek adódik. Más galaxisok esetében egyedi csillagok a mag közelében nem különböztethetők meg, így a csillagászok kénytelenek voltak közelítő módszerekre hagyatkozni.

Legújabbán viszont az Atacama sivatagban a milliméteres és az annál rövidebb hullámhosszakon működő ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) rádiótávcső-rendszerrel sikerült az NGC 1097 jelű spirálgalaxisban a központi fekete lyuktól mindössze 440 fényévre található, hideg gázfelhők mozgását megmérni. A mérést 2012-ben végezték, amikor a rendszernek még csak 16 antennája működött (ma már mind a 66 antenna dolgozik), ezért a galaxis magja közelében csak 1,3 ívmásodperc felbontást sikerült elérni. Az ALMA rendszerrel japán csillagászok a cianid molekulák (HCN) és a HCO⁺ aldehidgyök emisszióját vizsgálták. Előbb a lassan, majd a gyorsan mozgó gázfelhőket térképezték fel. Mozgásukból kiszámították, hogy az NGC 1097 központjában működő fekete lyuk tömege 140 milliószor akkora tömegű, mint a Nap.

(www.skyandtelescope.com, 2015. június 25.)

REJTŐZKÖDŐ FEKETE LYUKAK

A NASA NuSTAR (Nuclear Spectroscopic Telescope Array – mag spektroszkópiai távcsőrendszer) nevű csillagászati műholdja 2012 júniusa óta kering a Föld körül. Feladata az égi forrásokból érkező, nagy energiájú (3–79 keV) röntgensugárzás mag spektroszkópiai vizsgálata. Ebben az energiatartományban ez az első képalkotó röntgentávcső. A műszerrel a közelmúltban a vastag por- és gázburkokban rejtőző, szupernagy tömegű fekete lyukakat vizsgálták. Segítségével felderíthetők a porburkokban rejtőző kvazárok, így számuk pontosabban becsülhető.

A szupernagy tömegű fekete lyukakat tartalmazó, azok energiájával működő kvazárok a Világegyetem távoli részében fényesen ragyogó világítótoronyokként segítik a tájékozódást a korai Univerzum-



A Hubble-űrtávcső felvétele (balra) a NuSTAR megfigyelési kampányában vizsgált kilenc galaxis egyikéről. A NuSTAR nagy energiájú röntgenmegfigyeléseiből kiderült, hogy a galaxis magjában rejtőző fekete lyuk intenzíven nyeli el a környezetében található anyagot (jobbra: fantáziarajz a galaxis magjáról) – © NASA/ESA

ban. Az elméleti megfontolások és a megfigyelések azonban egyaránt azt mutatják, hogy egy (nem tudjuk, mekkora) részük rejtve marad, a körülötte kavargó sűrű gáz és por eltakarja. Márpedig a Világegyetemben megfigyelhető szórt röntgensugárzásból a csillagászok arra következtetnek, hogy a közvetlenül meg nem figyelhető, rejtett fekete lyukak száma jelentős lehet. A fekete lyuk környékét csak infravörösben (a működése által felforrósított gáz sugárzását) és a távoli röntgentartományban lehet megfigyelni. Erre alkalmas a NuSTAR, amellyel a Durham-i Egyetem (Egyesült Királyság) kutatói kilenc olyan objektumot vizsgáltak meg, amelyekben fekete lyukak tételezték fel. Közülük ötben a nagy energiájú röntgentartományban sikerült kimutatni a rejtett fekete lyuk jelenlétét. Közülük három elég fényes ahhoz, hogy a csillagászok a fekete lyukat eltakarázó anyag mennyiségét. Arra a következtetésre jutottak, hogy a korábbi számítások ezt a mennyiséget alulbecsülték. Eredményeiket korábbi, 39 kvazárra vonatkozó eredményekkel összehasonlítva azt állapították meg, hogy a kvazárok mintegy harmadát takarja el előlünk a porfátyol. Azt is megbecsülték, mekkora lehet azoknak a kvazároknak a száma, amelyeket olyan nagy mennyiségű anyag takar el, hogy azokat még a NuSTAR-ral sem lehet észlelni. Becslésük szerint a rejtett kvazárok száma akár háromszorosan felülmúlhatja a megfigyelhetőket. Az eredményt a NuSTAR további megfigyelései alapján kívánják pontosítani.

(www.skyandtelescope.com, 2015. július 10.)

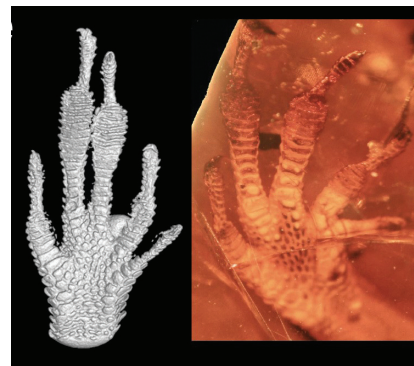
AZ ÁZSIAI MACSKÁK MIATT HALTAK KI...

Egy nemzetközi kutatócsoport szerint a verseny fontosabb szerepet játszott a kutyafélék (Canidae; farkasok, rókák és ro-

konaik) evolúciójában, mint a klímaváltozások. Több mint 2000 ősmaradvány vizsgálata alapján megállapították, hogy a kutyafélék diverzitására erősen csökkent, miután a macskafélék (Felidae) Észak-Amerikába érkeztek Ázsiából. Kutatásuk eredménye szerint nem kevesebb, mint 40 Canidae faj halt ki miattuk. A kutyafélék ősei Észak-Amerikában alakultak ki kb. 40 millió évvel ezelőtt, és a maximális diverzitásukat 22 millió éve érték el, amikor több mint 30 fajuk népesítette be a kontinenst. (Jelenleg a kutyaféléknek már csak 9 faja él Észak-Amerikában.) Fokozatosan növelték a testméretüket és alkalmazkodtak a nagyméretű ragadozó életmódhoz. Némelyikük meghaladta a 30 kg-ot, és az észak-amerikai kontinens legnagyobb húsevői közé tartoztak. A húsevő állatok evolúciós sikere azon múlik, milyen hatékonyan tudják megszerezni a táplálékukat. A prédaállatok korlátozott mennyisége erős versenyhelyzetet teremt az adott földrajzi területen osztozó húsevők számára. Napjainkban az afrikai húsevők (hiénák, oroszlánok, egyéb macskafélék) folyamatosan versenyben állnak a táplálékért. Hasonló lehetett a helyzet a múltban Észak-Amerikában is, de a vetélytársak nemcsak a többi kutyafélék közül kerültek ki, hanem az újonnan érkezett ázsiai macskafélék is jelentősen beleszóltak a versenybe. Figyelemreméltó, hogy míg a Felidae fajok erősen negatív hatással voltak az ősi kutyafélék túlélésére, ellentétes irányú hatás nem figyelhető meg. Ez arra utal, hogy a macskafélék jóval hatékonyabb ragadozók voltak, mint a kihalt kutyafélék nagy része.

(PNAS, 2015. augusztus 12.)

A KARIBI BOROSTYÁNKŐ GYÍKJAI



A 20 millió éves karibi borostyánkőekben található kiváló megtartású gyíkok szinte tökéletesen megegyeznek a ma élő leszármazottaikkal. Ez azt sugallja, hogy az általuk elfoglalt élőhelyek meglepően keveset változtak az elmúlt 20 millió évben. A Hispaniola szigeten gyűjthető fosszilis Anolis gyíkok elképesztő részleteket őriztek meg

(például a gyíkok színét, vagy a pici pikelyeket a testen és a lábujjakon). Lenyűgöző a vizsgált egyedek nagy száma is (38 példány múzeumokból, magángyűjteményekből, sőt az egyik egy nyaklánc függőjéből). A több mint 400 leírt *Anolis* fajtól jelenleg mintegy 150 faj él a Karib térség szigetein, és mindegyikük speciális élőhelyekhez alkalmazkodott.

A korábbi DNS-vizsgálatok arra utalnak, hogy ezek a gyíkok mintegy 40 millió évvel ezelőtt jelentek meg a területen, és nagyon gyorsan változatossá váltak a különböző élőhelyeken (lombozatban, faágakon, vastagabb törzseken, avarban, füves területeken). Eközben a testük alkalmazkodott az egyes élőhelyekhez (test alakja, láb hossza, tapadókorongos lábak). Röntgensugaras mikro CT-vizsgálatok segítségével háromdimenziós rekonstrukciók készültek a 20 millió éves gyíkokról, melyből kiderült, hogy a gyíkok diverzitása ugyanolyan volt régen, mint ma. Ez azt bizonyítja, hogy ezek az élőhelyek nagyon stabilak voltak az egyébként nagyon sok változást hozó elmúlt 20 millió év alatt. A kutatók bíznak benne, hogy ez a hosszú távú stabilitás egyúttal azt is jelenti, hogy az előttünk álló változásokat is ilyen jól viselik majd.

(PNAS, 2015. július 28)

A HANGYÁK SZAGLÁSA KIVÁLÓ

Ahhoz, hogy egy bonyolult társadalom megfelelően működjön, az egyedeknek megbízhatóan fel kell ismerni a velük együtt élő és dolgozó barátot és családtagot, és azonnal meg kell tudni különböztetni őket az idegenektől. A hangyák és egyéb közösség alkotó rovarok ezt kémiai feromonok segítségével végzik, melyet a csápjukon lévő szenzorokkal érzékelnek. A kutatók most bebizonyították, hogy a hangyák igen jól észlelik társaik testének szagát. Meglepetésükre a csáp speciális érzékelőivel nemcsak kiválóan megéreztek a kevésbé illékony alkotórészeket, hanem majdnem minden szénhidrogén alkotórészt meg is tudtak különböztetni egymástól.

Ezzel a különlegesen érzékeny képességgel a kolónia egyes kasztjait és a más kolóniákból származó betolakodókat is felismerik. Anandasanakar Ray, a Kaliforniai Egyetem kutatója szerint ez szokatlan tulajdonság, mely valószínűleg csak a társas rovarokra jellemző. A kutatók hatékony elektrofiziológiai módszerrel vizsgálták a hangya csápjában levő egyes idegsejteknek a dolgozó társaikon és a királynőn lévő szénhidrogénekre adott válaszát. A hangya már néhány szénhidrogén-molekulát is érzékel, így fel tudja ismerni a zsúfolt bolyban a hozzá közel álló társait.

Ez figyelemre méltó evolúciós megoldás a nagy kolóniákban élők társas érintkezésére. Az illékonyabb testszag összehavarná a hangyákat és az egyedek szaglószerveit állandó aktivitásra készítetné.

(sciencedaily.com, 2015. augusztus 13.)

CSÚNYÁK, DE JÓK

Rondák, formátlanok, ám tökéletesen fogyaszthatók. (Ugye, emlékszünk még az EU neveltséges, amúgy hatályát veszített szabályozási előírására az uborka megfelelő görbületéről – *a szerk.*) Az ilyen zöldségek és gyümölcsök azonban sosem jutnak el az üzletek polcaira. Hatalmas mennyiségű aszimmetrikus, torz gyümölcs- és zöldségfélét már a farmokon kiselejteznek, csak azért, mert a fogyasztó – állítólag – azt szereti, ha a termékek jól is néznek ki. E feltevésnek tökéletesen ellentmond az a tény, hogy a kertünkben



megtermő hasonló termékek ellen semmi kifogásunk nincs. Most az Imperfect nevű amerikai start-up cég azon dolgozik, hogy e helyzetet változtasson. Az tervezik, hogy összegyűjtik a termelőktől a kiselejtett csúfságokat és 5-7 kilós csomagolásban, vegyesen, házhoz szállítják, mindössze 12 dollárért.

Döbbenetes, hogy mire a termőföldről az amerikaiak asztalára kerül az ételmszer, nagyjából 40 százaléka a szemétként végzi. Értéke kb. 165 milliárd dollár, és akkor még nem is beszéltünk az előállításához használt energiáról, vízről és a szállítási költségekről. Az Imperfect (jelentése tökéletlen) már együttműködik szupermarketekkel és ételmszer-nagykereskedőkkel, hogy az általuk eladhatatlannak tartott termékeket összegyűjtse és házhoz szállítsa, ahol erre igény van. Ebből némi haszna van a termelőnek is, és a vásárló olcsóbban jut hozzá, mint a „tökéleteshez”. A dolog szépséghibája, hogy az Imperfect szolgáltatásai egyelőre csak Kalifornia egy kis régiójában érhetőek el.

A támadás egy másik fronton is megnyílt a pazarlás ellen. A Daily Table nevű nonprofit társaság Massachusetts állam több településén is nyitott üzleteket, melyekben olyan ételmszereket kínál-

nak, amiknek – elvben – lejárt a szavatosságuk, de ettől pár napig még teljes biztonsággal fogyaszthatók. Ezzel egy csomó terméket mentenek meg a szemétdombtól, sok alacsony jövedelmű családnak kínálnak jó minőségű és olcsó ételmszert.

(Discover, 2015. augusztus 19.)

OXIGÉNOÁZIS

Egy befagyott antarktisi tó fenekén egy vékony zöld algaréteg különleges kis oázist teremt és tart fenn, állapították meg a Kaliforniai Egyetem kutatói. Ez lehet az elsőként felfedezett modern utánpótlás azoknak az állapotoknak, amelyek két és félmilliárd éve léteztek a Földön, akkor, amikor még csak csekély mennyiségű oxigén volt a légkörben. A váltás az oxigénszegényből az oxigéngazdag állapotra az egyik legnagyobb esemény a Föld történetében. Ekkoriban történt, hogy némely baktérium alkalmassá vált a fotoszintézisre. 2,4 milliárd éve viszont már jelen volt az oxigén a felső légkörben, de ózon formájában. Azt viszont nem tudjuk, hogy meddig tartott ez a nagy oxigenizációs eseménynek nevezett folyamat.

A kutatók úgy vélik, eleinte helyi „oxigénoázisok” léteztek, ahol bőséggel lehetett oxigén már jóval az előtt, hogy az egész Földön elterjedt volna. A mostani elfedezés, amit a Fryxell-tóban tettek a McMurdo szárazvölgyekben, afféle jelenkori példa lehet a hajdani oxigénoázisokra, és segít a kutatóknak abban, hogy miket keressenek az ősi kőzetekben. Az ilyen jéggel borított tavakat már jó ideje kutatják az Antarktison, és az itteni mikrobák hasonlóak lehetnek azokhoz, amelyek első életformákként megjelentek a Földön.

A mostani felfedezés a véletlennek köszönhető. A szárazvölgyek tavainak felső vízrétegei jellemzően tartalmazzak oxigént, de lejjebb szinte mindig anoxiásak. A Fryxell-tó azért különleges, mert már ott is anoxiás, ahová még lehatol a napfény. Ahogy a kutatók lemerültek az oxigént tartalmazó rétegek alá, észrevették, hogy egy élénk zöld színű baktériumréteg fölött 1-2 mm vastag oxigénréteg van, amit nyilván a baktériumok termelnek. Valami hasonló lehetett a helyzet két és félmilliárd éve is a Föld számos helyén.

(Science Daily, 2015. szeptember 1.)

A VILÁG LERÉGBBI HÍMIVARSEJTJEI

A hímivarsejt nélkülözhetetlen a szaporodáshoz, hiszen a férfi genotípust szállítja a női petesejthez. Azonban amilyen mér-

tékben jelen vannak az állatvilág élő képviselőinél, annyira ritkák kövületként. Az állati spermiumok konzerválódása ugyanis rendkívül ritka, mivel túl rövid életűek és érzékenyek ahhoz, hogy a környezetben vagy élettelen testben sokáig életben tudjanak maradni. Az eddig ismert legidősebb lelet egy ugróvillás (Colembolla) néhány hímivarsejtje, mely 35 millió évig maradt fenn borostyánkőben, valamint egy 15 millió éves kagylórak óriási ondósejtjei, melyek egy ausztrál barlangból származnak. Figyelembe véve, hogy a hímivarsejtekkel való szaporodás ennél sokkal korábbi, ezek a hímivarsejtek nem is számítanak annyira réginek.

A stockholmi Svéd Természettudományi Múzeum munkatársait a véletlen segítette még régebbi spermiumok felfedezéséhez. Eredetileg egy gyűrűsféreg kövület petecsomóját (kokonját) akarták közelebről megvizsgálni, amit az Antarktisz-félsziget üledékében találtak. Ezeket a kemény, gyűrű alakú képződményeket a gyűrűsféreg pázás után nyákburok formájában választják ki a nemi szerveket tartalmazó szegmensek körül. A nyákburokba rakja le a féreg a megtermékenyített petesejtet vagy hímivarsejtet, majd megszabadul a nyákgyűrűtől, az megszárad és kemény, védő petecsomóvá alakul, melyben a megtermékenyített sejtek fejlődhetnek.

Ilyen petecsomókat gyakran találnak kövületekben, ám eddig alig vizsgálták azokat. Ezért nagy jelentőségűek a most talált, kereken 50 millió éves petecsomók, melyeket még akkor hoztak létre a férgek, amikor ott lényegesen enyhébb klíma uralkodott.

A petecsomó belső falában a kutatók meglepően sok zárványt találtak. A legfeltűnőbbek az egyenes, vagy görbe, vékony hengeres szerkezetek. Ezeknek a kereken 18 mikrométer hosszú és 600 nanométer széles szálcáknak a felszíne jellemzően spirálisan bordázott. Rövidebb pálcákat is találtak, melyeknek hosszú, ostorszerű farkuk volt. A farkok ugyancsak spirálisan csavarodó részekből állt. A kutatók szerint ezek nem mások, mint a gyűrűsféregkövületek hímivarsejtjei, melyek a mai rákpióca hosszúság spermiumaihoz hasonlítanak.

A hímivarsejtek 50 millió éves konzerválódása a gyűrűsféreg-petecsomóban a borostyánkőben való konzerváláshoz hasonlít, mivel a petecsomó falában maradt kövületek megtartották háromdimenziós szerkezetüket és nagyon finom részleteik is megmaradtak. Mivel abban a spermiumok mellett gyakran baktériumok és mikroorganizmusok is fennmaradhattak, a petecsomók további felfedezések forrásai lehetnek.

(www.wissenschaft.de 2015. július 15.)

ELTŰNŐBEN A SZÍNES VÍZ

Vulkán, izzó magma, tenger és alga: ezek az összetevői az egyik legérdekesebb természeti jelenségnek a Kanári-szigetek egyikén, Lanzarotén – a Zöld lagúnában, El Golfo halászfalu közelében. A turistákat elbűvöli a zölden világító víz, amely csupán jó 100 méterre van a kék tengertől. Ám a lagúna sajnos veszélyben van: párolgással eredeti méretének nagy részét már elveszítette.



A sziget délkeleti részén egy hajdani vulkánkitörés alkalmával feltörő magma és a tengervíz találkozásakor a víz hirtelen gőzzé vált és úgynevezett freatomagmás kitérés következett be. A létrejött kráter a felszínen elválik a tengertől, ugyanakkor föld alatti összeköttetésben áll vele, melyen keresztül újra és újra tengervíz-utánpótlás érkezik a lagúnába. Mivel a lagúna párolgással folyamatosan veszít víztartalmából, sőtartalma nagyon magas. A krátertó vizében csak olyan élőlények élnek meg, melyek alkalmazkodtak a magas sótartalomhoz. Ilyen a *Ruppia maritima* alga, amely a vizet – évszaktól és fényviszonyoktól függően – a sárgászöldtől a méregzöldig terjedő színekre festi. Nevével ellentétben nem tengerlakó, hanem édesvízi alga, amely extrém magas sókoncentrációval is megbirkózik.

A Zöld lagúna azonban veszélyben van: az elmúlt évtizedekben erősen összezsugorodott és a teljes kiszáradás fenyegeti. Nyilvánvaló, hogy a tengerből származó vízbeáramlás részben elapadt – hogy miért, az nem ismert. Feltételezhető, hogy a tenger hullámvérése homokot és kőveket mosott a tenger alatti összekötő csatornába, melyek azt fokozatosan eltömítették. Ahhoz, hogy tovább neárosodjon az egyensúly, lezárták a lagúna partját a látogatók előtt, de így is kérdéses, hogy megmenthető-e a lagúna.

(www.farbimpulse.de 2015. június 10.)

AZ „ELSŐ VIRÁG” NYOMÁBAN

A rózsza feltűnő változatától a kukoricánövénnyel vagy sok lombos fa jelentéktelen virágáig mindegyiknek megvan a zárwatermőkire jellemző felépítése. Legfőbb tulajdonságuk, hogy magkezdeményüket egy zárt termőlevél veszi körül, innen ered az elnevezés is. Az evolúció során ez a növénycsoport rendkívül sokoldalúan terjedt el, ma már körülbelül 226 000 fajuk népesíti be a Földet. Fossziliák alapján a felső-jura időszakára, illetve az alsó-krétára tehető a virágos forradalom kezdete.

Az első virág éppúgy mítosz, mint az első ember, hiszen alig észrevehető átmenetekkel van dolgunk. A Bloomingtoni Indiana Egyetem kutatóinak, David Dilchernek és kollégáinak köszönhetően talán közelebb juthatunk a megfejtéshez. A *Montsechia vidalii* egy vízinövény, mely egykor édesvízi tavakban nőtt, ott, ahol ma Észak-Spanyolországban a Pireneusok húzódnak. Maradványai már 100 éve ismertek, de eddig senki sem vizsgálta őket olyan alaposan, mint Dilcherék.

A paleobotanikusok következtetéseire több mint 1000 *Montsechia*-kövület vizsgálata alapszik. A növények korát 125–130 millió évre becsülik. Vizsgálataikhoz a növényeket kiperaralták a kőzetből, majd fény- és pásztázó elektronmikroszkóp segítségével vizsgálták őket. Felületesen nézve a növény aligha sorolható a virágzó növények közé. A *Montsechia* azonban nyilvánvaló virágrészei, mint virágszirmok, vagy nektárt termelő részei – a növény teljes életciklusát a víz alatt töltötte. A reproduktív szervek pontos elemzése ugyanakkor igazolta a növény zárwatermőkire jellemző tulajdonságait.

Nem meglepő, hogy a *Montsechia* vízinövény, ugyanis egy másik ismert őszárwatermő, az *Archaeofructus sinensis* is az. A *Montsechia* azonban még idősebb lehetett. A kutatók szerint a növény az érdes tócsagazhoz (*Ceratophyllum*) hasonlít, amely kedvelt akváriumi vízinövény. Ez a növény is jelentéktelen virágot hoz a levéltónél, mind a megtermékenyítés, mind a megképződés a víz alatt zajlik.

Az eredmények igazolják a korábbi feltételezéseket, miszerint a zárwatermők fejlődésének kezdetén a vízinövények fontos szerepet játszottak. Dilcher és kollégái a virágzó növények evolúciójának további kutatását tervezik, hiszen sok titok rejlik még abban, hogyan fejlődhetett ki néhány fajból a virágzó növények ilyen hatalmas, gyönyörű sokszínűsége.

(www.wissenschaft.de, 2015. augusztus 17.)

Léghajózó pókok

SZABÓ MÁRTON

A pókok vitorlás hajók módjára képesek a vízfelszínen való közlekedésre, lábaikat vitorlákként, pókselymüket pedig horgonyként használják – olvasható a *BMC Evolutionary Biology* nevű tudományos folyóirat frissen megjelent számában. E tanulmány segíthet fényt deríteni arra, hogy a pókok hogyan képesek relatíve gyorsan óriási távolságok megtételére, és új területek gyors kolonizációjára.

Gyakori látvány, amint sok pókfaj fiatal egyedei a léghajózás néven is ismert módszerrel „repülnek”. Ekkor a fiatal nyolclábúak hálójukkal „elkapják a szelet”, majd hagyják, hogy az a levegőbe emelje őket (az így kibocsájtott pókhálót a magyar népnyelv gyakran nevezi „ökörnyál”-nak). A léghajózó pókok megfelelő környezeti viszonyok esetén naponta akár 30 km-t is megtehetnek az új, meghódítandó élőhelyek és új források felé. Ennek a terjedési stratégiának azonban van egy igen nagy kockázata: a léghajózó póknak csak igen csekély a befolyása arra, hogy merre is menjen – úgy is mondhatjuk, hogy ekkor a szél kénye kedvére van bízva. A pók jó eséllyel akár vízen is landolhat, melyről sokáig azt hitték, hogy a pók túlélése szempontjából végzetes.

Morito Hayashi, a Londoni Természettudományi Múzeum munkatársa, egyben a szóban forgó írás szerzője szerint: „Még Charles Robert Darwin is említést tesz olyan pókokról, melyek a Beagle fedélzetén landoltak, noha a hajó mérföldekre volt a parttól. De ha a léghajózás ilyen veszélyes módja az állatok terjedésének, miért tart fenn az evolúció egy ilyen kockázatos magatartási formát? Munkánk során azt találtuk, hogy a pókok gyakran vesznek fel olyan pózokat, amelyekkel képesek kihasználni a szelet, és befolyásolhatják vízi út-

jukat. Még arra is képesek, hogy egy kis pókselyem kibocsájtásával (akár egy horgonnyal) megálljanak egy időre, ha úgy akarják. Ez a képesség kompenzálja azokat a kockázatokat, melyeket a vízen landolás rejt magában.”

kihasználására. Ez lehetővé teszi számukra a „vitorlázást” nyugodt és hullámzó, valamint sós és édesvízi felszíneken egyaránt.

Selymük kibocsátásakor a pókok valószínűleg kis hajóknak tűnnek, melyek horgonyjukkal lassítanak, vagy épp megállnak. Ez arra utalhat, hogy a selyem vontatókötélként is szolgálhat a pókok számára, mellyel eljuthatnak a vízfelszínen lebegő kisebb-nagyobb tárgyakhoz, vagy akár a partra. Ez a magatartásforma kifejezetten elősegíti a pókok túlélését azon próbatételek során, melyek elé a vízi környezet állítja őket.

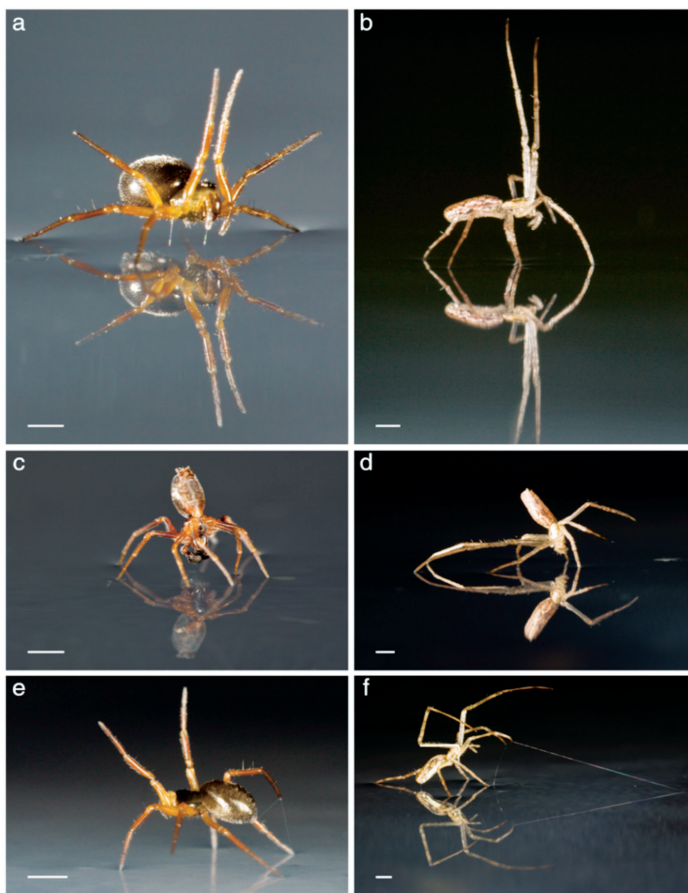
A kutatócsapat tagjai azt is észrevették kutatásuk során, hogy a „legbuzgóbb” és legalkalmasabb vitorlázók mind léghajózó fajok egyedei közül kerültek ki. Az e két magatartásforma közti szoros kapcsolat arra utalhat, hogy a léghajózók számára a „vitorlázás” képessége milyen felbecsülhetetlen előny egy esetleges vízen landoláskor.

„A vízi nehézségek leküzdésének képessége úgymond *összeköt távoli pontokat*” – tette hozzá *Sara L. Goodarce*, a cikk társszerzője, a Nottinghami Egyetem munkatársa. „Képessé válnak egyik földrészről eljutni egy másikra, és hatalmas térbeli távolságok megtételére a levegőben. Ha a vízen landolás nem jelent problémát

egy pók számára, egy-két hét alatt igen messzire kerülhet attól a helytől, ahonnan útnak indult.”

A vitorlázás képessége hasznos túlélési technika lehet a nem léghajózó pókfajok számára is, hogy megnöveljék túlélési esélyeiket a vizes élőhelyek közelében esőzések után, vagy áradások esetén.

Cikk forrása: <http://www.sciencedaily.com/releases/2015/07/150703072620.htm>



Pókok különböző túlélési technikái a vízfelszínen. A, B, C, D: Vitorlázó testtartások. E: „Pókselyem-horgony” kivetése. F: „Pókselyem-vonókötél” használat közben (Forrás: Hayashi és munkatársai, 2015)

A kutatók 21 gyakori pókfaj 325 kifejlett példányát gyűjtötték be az angliai Nottinghamshire megye természetvédelmi területein található kis szigeteken. A pókok mesterséges légmozgás esetén tapasztalható magatartását először vizes tálcákon figyelték, majd ezeket összehasonlították a száraz felületeken megfigyelt pókok reakcióival.

Sok pók kidolgozott, relatíve bonyolult pózt vett fel, mint például egy lábpar, vagy az utótest felemelése a szél

Kalandozás a zene, a kalandjátékok és a tudomány világában

Lapunk áprilisi számának mellékleteként jelent meg a *Miazma*, avagy az ördög köve című interaktív filmet tartalmazó DVD. A történet egy rejtélyes meteoritról szól, melynek titkait Debrecenben, az MTA Atommagkutató Intézet berendezéseinek segítségével lehet felderíteni. Közben pedig rengeteget lehet tanulni fizikából és más tudományokból, de legfőképpen logikus gondolkodásból. Hazánkban nem túl gyakori, hogy egy ismert és népszerű zenész, művész segítsen a természettudományos ismeretek terjesztésében. Ez tette a film kreatív producere, forgatókönyvírója és zeneszerzője Pierrot, akivel tudományról, kalandjátékokról és zenéről beszélgettünk.

– Bár viszonylag régóta foglalkozol játékfejlesztéssel, de a legtöbbben zenészként ismernek. Hogy jöttek a zene mellé a számítógépes játékok?

– A kalandjátékok eleinte pusztán szórakozást nyújtottak. Már mint ha játszottam ilyenekkel. Később egy kritikákkal, ajánlókkal, végigjátásokkal foglalkozó kétnyelvű portált indítottam e műfaj számára. Aztán megpróbálkoztam magam is fejlesztéssel. A cég 1997-ben kapott egy újabb divíziót, kisebb-nagyobb változtatásokkal ez működik ma is. A főleg hobbi-ként megélt játékfejlesztés akkor vált főfoglalkozásommá, amikor a hagyományos értelemben vett zeneipar végleg megszűnt, és átvette a helyét ez a mostani, kiszámíthatatlan, rettenetesen összezsugorodott és méltatlan állapot, amelyben nem találok a helyem. Még időben váltottam, így minden helyet cserélt. Ma a zenével jobbra csak hobbiként foglalkozom.

– Mi volt a célod a kalandjátékokkal?

– A kalandjátékokban egy új, izgalmas médiumot fedeztem fel, a multimédia-művészet lehetősége tárult fel előttem. Ebben a játékműfajban számomra minden benne van, ami érdekel a művészetekből. A központi eleme a regénynél szűkszavúbb, de a filmnél sokkal bővebben kifejtett, ráadásul interaktív, több szálon futó narratíva, ami mellett szerepet kap a vizualitás és a hang, a zene is. A virtuális világ megteremtése pedig eleve végtelenül csábító. Ez a komplex alkotási lehetőség vonzott elsősorban. Hamar rájöttem, hogy mindezek hordozóként képesek szórakoztató ismeretterjesztésre is, ami szintén régi vesszőparipám volt.

– Téged mi vezetett oda, hogy ezek szerepet kaphatnak az oktatásban, a tudományok és különösen a természettudományok népszerűsítésében?

– Már az első fejlesztéseink között is szerepeltek olyan multimédia projektek,



„...egy új, izgalmas médiumot fedeztem fel”

amik a népek zenéjét, letűnt korok játékait mutatták meg ismeretterjesztő módon. Valahogy a multimédia mint kiváló oktatási segédeszköz hamar megmutatta magát; a kilencvenes évek végének lendületéből én a mainál sokkal nagyobb szárnyalást jósoltam. Igaz, az egész kezdeményezés elég hamar az internet fejlődésében, fejlesztésében találta meg az új csapásirányt, valószínűleg emiatt torpant meg kicsit.

– Milyen a viszonyod a tudománnyal, a természettudományokkal? Miért tartod fontosnak ezek népszerűsítését?

– Nincs „közvetlen viszonyom” egyik tudományággal sem, sokkal inkább művésznék, alkotónak tartom magam. Olyan kreatív embernek, akinek az adja a legnagyobb élményt, ha szintetizálhat, ha vegyíthet hatásokat, hogy eredményül valami új hatás szülessen. És szívesen állítom ezeket a hatásmechanizmusokat egyéb jó célok szolgálatába, azaz nem bánom, ha alkalmazott művészként vállalhatok mun-

kákat, amelyekben a meghatározott célon túl a saját célkitűzéseimnek is eleget teszek. Ha a felkérés épp a természettudományok területéről érkezik, különösen izgalmasnak tartom, hiszen jómagam sosem voltam e tárgyakból kiemelkedő. Az új felállásban azonban könnyebben legyőzhetőek a régi démonok.

– Ahogy a sajtótájékoztatón is említetted, manapság nem az a legerjedtebb stílus, amit a *Miazma* képvisel. Miért választottátok mégis ezt?

– A számítógépes játékokat nagyon sok jogos kritika éri. Ezek hallatán manapság lesütött szemmel ülök, mert nem tudom pontosan, mi is lenne a helyes magatartás. Talán el kellene mondani a világnak, hogy igenis van egy olyan alműfaja ezeknek a játékoknak, ami messze túlmutat a reflexekre ható kihívásokon, az erőszakos és időtlen feladatokon. A kalandjáték elsősorban az intellektust veszi igénybe, hiszen alappillérei a különböző összetettségű és kiállítású rejtvények, de mivel a történetmesélés van a központjában, az egyetlen, ami érzelmeikkel is operál. Nagyon sok lehetőséget rejt magában, színes és szereteágazó, de tény, hogy a legtöbb népszerű game-hez képest egyszerűen lassú. Hogy úgy mondjam, nem igazodik korunk tempójához. Le kell lassulni hozzá, mint egy jó könyvhöz. Emiatt nem olyan népszerű a fiatalok körében. Éppen ezért az oktatásban való felhasználásánál sem úgy kell kalkulálni egy ilyen művel, mint alternatív szórakozási lehetőséggel, hanem inkább a tanulást támogató eszközként kezelendő, amelyre nem magától talál rá a diák.

– Vannak-e hasonló jellegű játékok a világban, és ha igen, mennyire lehet lemérni a hatásukat?

– Természetesen vannak hasonló munkák a piacon, némelyik inkább játékos is-

meretterjesztő projekt, mások a skála másik végén játékok, amelyeknek van némi ismeretterjesztő hatásuk is. Leginkább Németország jeleskedik az első kategóriában, a másik, népszerűbb kategóriában egyértelműen Franciaország van az élen. Nem ismerem a hatástanulmányokat az egyes programokra vagy a műfajra nézve, bár bizonyára léteznek ilyenek. Igény azonban mutatkozik ezekre a kiadványokra, mert tudok néhány kifejezetten sikeres darabról, illetve talán az is sokat mond, hogy jó tíz évvel ezelőtt például tucatnyi kalandjáték elkészültét támogatta komoly összegekkel a francia Réunion des Musées Nationaux.

– *Bár nem telt el túl sok idő a megjelenés óta, de mi az eddigi tapasztalat a Miazmáról?*

– Egyelőre valóban kevés idő telt el ahhoz, hogy komoly benyomásaink legyenek a fogadtatásáról, és ezt a mérést az is jelentősen megszüri, hogy működésünk során először nem kereskedelmi forgalomban lévő termékről beszélünk, hanem egy folyóirat mellékletéről, amelynek a piaci ideje alig egy hónap. A visszajelzések azonban nagyon jók, mind a gamerek, mind a kocajátékosok nagy örömmel fogadták az újabb Jonathan Hunt-kalandot és elmondásuk – valamint a két eleddig megjelent kritika – alapján senki nem csalódott. A Miazmával egy szórakoztató kalandjátékot kaptak, amelynek révén nemcsak különleges élménnyel, hanem némi ismeretanyaggal is gazdagabbak lettek.

– *Szerinted hogyan lehetne a nehezebben befogadható természettudományos területeket megismertetni, népszerűsíteni a fiatalokkal?*

– Meggyőződésem, hogy egy gyermek okításához a kíváncsiságán keresztül vezet az út. Ha nem sikerül felkelteni a kíváncsiságát, nemigen akaródik majd a tanulás sem. Persze, számtalan élethelyzet hozhat fordulatot és nyilván létezik egyfajta alapaffinitás is, azonban a fiatalok számára az sosem elég vonzóerő, hogy valami később hasznos lesz az életben, vagy ha a lébecolásért vagy értetlenkedésért rossz jegy dukál. Voltak időszakok, amikor a természettudományos ismeretek jóval nagyobb népszerűségnek örvendtek. És ez mögött nem egy jobb oktatási rendszer állt, hanem az, hogy a korabeli sajtó akkoriban több tudományos felfedezésről számolt be lelkendezve, mondhatni, az egykori bulvár is foglalkozott ilyen témákkal. Apáink és nagyapáink hősei még nem valóságshow-hősök és popsztárok voltak, ha-

– többek között neves tudósok és felfedezők is. Nyilván egyszerűbb volt egy ilyen korban felnövekvő generáció érdeklődését a fejlődő tudományágak felé irányítani. A mai idolkok viszont egyáltalán nem sugallják, hogy érdemes volna ilyesmivel épeszű embernek foglalkozni.

– *Mit kellene csinálni?*

– Talán egy olyan televíziós sorozat, amely valós tudományos tényeken alapszik, de mégis izgalmas, és egyben megfelelő vizuális inger is jelent. Talán létezik az a forgatókönyv, amelyik

–, mintsem a természettudományok területén, de épp a Miazma a példa arra, hogy ez inkább csak a beállítottságomból fakadó reflex, mintsem szakmailag megalapozott hozzáállás. Jut eszembe, a fiókomban van is egy még meg nem valószínűsített forgatókönyv-ötlet, ami épp a Neumann-Wigner-Szilárd hármasszöveg egy zavarba ejtő tudományos-fantasztikus történetet. Ebből még lehet bármi: regény, interaktív film vagy épp tévésorozat is. De nem győzőm hangsúlyozni: számomra örömteli kihívás, ha egy elsőre idegennek tűnő párosítás jelenik meg egy felkérésben, így bátorítanék



A Természet Világa mellékleteként megjelent Miazma interaktív film forgatása közben

képes mindkét feladatot teljesíteni. Egy erre épülő propagandagépezet már megpróbálhatná a legifjabbakat a „science” felé terelni, de az idősebbek bizonyára akkor is inkább a „fiction” oldalon maradnának. Nem tudom, hogy például egy olyan sorozat, mint a Dr. House mit hozott az orvostudománnyal kapcsolatos kíváncsiskodókra mért hatást tekintve, de feltételezem, hogy jók a mutatók. És bizonyára más területen is megtalálható az az involváló környezet, az a történet, ami eredményt ér el. Lényegében ilyesmi volt a célunk a Miazmával is. Sokkal kisebb, sárgább, savanyúbb, de a mi nancsunk.

– *Milyen terveid vannak ezen a területen? Mik azok a természettudományos területek, amelyeken érdemesnek vagy megvalósíthatónak tartasz egy új játék vagy program elkészítését a közeljövőben?*

– Számomra kézenfekvőbb elsősorban a történelem, a kultúrtörténet területén témákat találni egy-egy következő produk-

mindenkit, próbáljuk ki egymást, hátha valami különleges születik a gondolataink házastásából.

– *Végül egy meredek, de lehet, hogy inkább naív kérdés: esetleg a zené(d)nek lehetne-e olyan szerepet találni, ami segíthet a természettudományok népszerűsítésében?*

– Nem is volna olyan badarság ez a kérdés, ha jó húsz évvel ezelőtt született volna meg. Vagy még korábban, amikor még létezett olyan zenei műfaj is, hogy space rock... Mára azonban nemcsak az a műfaj szűnt meg, hanem a zene korai erőteljes hatása a fiatalokra, így már nem számít olyan meghatározó, iránymutató, erős sodrásnak, ami miatt érdemes volna hozzákapcsolni bármit is. Nagy bánatomra a zene manapság szórakoztató elemmé és egyben háttérzsongássá, egykori szerepéhez képest jelentéktelenebbé vált.

Az interjút készítette: TRUPKA ZOLTÁN

A tó mélyének gazdagsága

A Pannon-tó

Harmadik rész

BABINSZKI EDIT

A Pannon-tavat bemutató cikksorozat utolsó részében, a partok és a partot övező mocsarak megismerése után a tó mélyére látogatunk, ahol a világon máshonnan nem ismert élőlényekből álló életközösség élt. A tó üledékeiből került elő a földtörténet egyik leggazdagabb, ha nem a leggazdagabb tavi puhatestű faunája. A Pannon-tó egykori élővilágának azonban nemcsak őslénytani, hanem gazdasági jelentősége is van: a tóban élt apró, planktonikus élőlények elpusztulását követő tömeges felhalmozódásának köszönhető hazánk kőolaj- és földgázkincsének jelentős hányada. A tó üledékei ezen kívül fontos szerepet játszanak a geotermikus energia hasznosításában is.

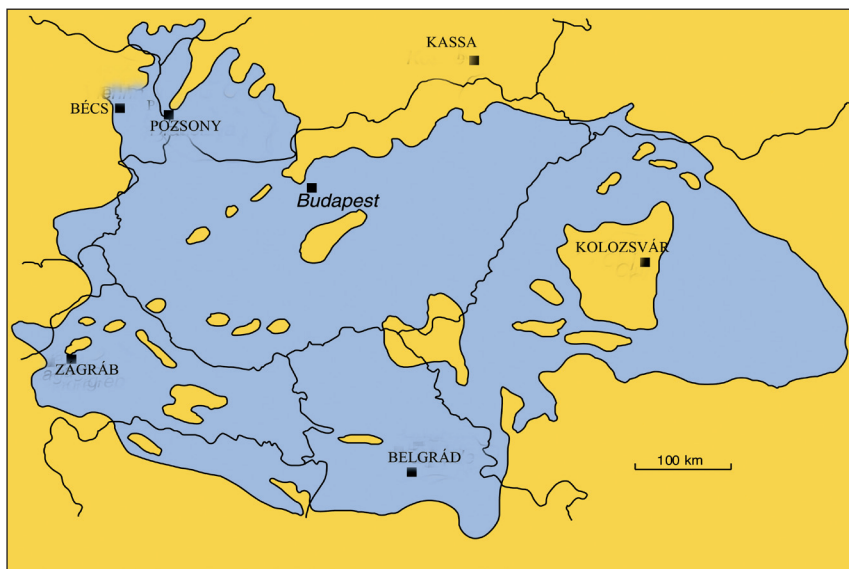
A kivételesen hosszú életű, körülbelül 7 millió éven át folyamatosan létező Pannon-tó 9,5 millió évvel ezelőtt érte el legnagyobb kiterjedését: a 250 000 km²-nyi vízfelület szinte a teljes Kárpát-medencét kitöltötte. Hatalmas méreteit jól mutatja, hogy ha ma létezne, akkor a Kaszpi-tó után a Föld második legnagyobb területű, a Bajkál- és a Tanganyika-tó után pedig a harmadik legmélyebb tava volna. Az intenzíven süllyedő részeken akár 1000 méter mély árkok is kialakulhattak a tó fenekén. Máshol a kiemelkedő hegyek szigetként magasodtak a víz felszíne fölé. Ezek partjain a szigetek erodáló, pusztuló anyaga kavicsos üledékként halmozódott fel (Békési Konglomerátum).

A Pannon-tótól északra hatalmas, összefüggő folyóvízi síkság alakult ki, melyet az ÉNy és ÉK felől érkező folyók hoztak létre. A síkságon meanderező folyóágak között ártéri, tavi, mocsári környezetekben folyt az üledékképződés. A folyók a torkolatuknál hatalmas deltákat építve ömlöttek a tóba. Az általuk szállított nagy mennyiségű hordalék leülepedésével több 10, akár 100 kilométer szélességet is elérő, sekély „self” alakult ki. Self alatt ebben az esetben nem a klasszikus értelemben vett kontinentális párkányt értjük, hiszen a szárazföld belsejében vagyunk, de az üledékképződési folyamatok itt is kialakítottak olyan síkságot, ami jellemzői alapján a kontinentális párkányok tavi analógiájának tekinthető. A selfen kanyargó deltaágak szövedékes hálózatát torkolati zátonyok, öblök, felhagyott medrek, lagúnák tagolták.

A folyók által szállított hordalék olyan sok volt, hogy még a széles selfen sem tudott mind maradéktalanul lerakódni, ezért időről időre a mély medencékbe vezet, 1–2°-os lejtésű lejtőkön lezúdult a mélybe. Néhány kilométer kiterjedésű homoklebenyek, homoktakarók jöttek így létre, melyeket sekély-lapos csatornák tápláltak üledékekkel, amíg a medenceperemi lejtőről

a hordalék-utánpótlás biztosított volt. Ha ebben szünet állt be, akkor a mélymedencékre jellemző agyagos üledékek rakódtak le. Az így felhalmozódó jellegzetes, ciklusos üledéksorozatot turbiditnek nevezzük.

Az elmúlt 150 évben több mint 900 puhatestű fajt írtak le a Pannon-tó üledékeiből, melyek több mint 90%-a endemikus volt, azaz helyben, a világtengertől elszigetelt tóban fejlődött ki. Eredetüket tekintve



A Pannon-tó legnagyobb kiterjedése körülbelül 9,5 millió évvel ezelőtt (Magyar I. nyomán)

A medence legbelső, legmélyebb részein, a partoktól távol, finomszemcsés, nagy szervesanyag-tartalmú üledékek rakódtak le (Endrődi Márga).

A Pannon-beltenger körülbelül 11,6 millió évvel ezelőtt záródott el teljesen a világtengertől. A beömlő folyók által szállított édesvíz fokozatosan hígította a beltenger sótartalmát, és bár perdöntő bizonyítékok máig sincsenek, feltételezhető, hogy a tó vize 10–15 ezrelék sótartalmú lehetett. Sőt, a folyótorkolatok környezetében a beömlő édesvíz hatására szinte teljesen kiédesedett. Ennek a folyamatnak az eredményeként a Pannon-tóban a világtengertől eltérő módon fejlődtek az élőlények több millió éven keresztül.

vannak tengeri és vannak édesvízi formák. A tengeri eredetűek ősei túlélték a Pannon-medence víztömegének a világtengertől történő lefűződését és kiédesedését. Ilyenek például a tóban rendkívüli fajgazdagságban élt szívkaagylók (Cardium-félék) és vándorkagylók (Dreissena-félék). A másik csoport képviselői eredetileg édesvízben éltek, de kisebb-nagyobb mértékben elviseltek az elegevízi körülményeket is és meg tudtak telepedni a tóban, ahol továbbfejlődtek. Ide tartoznak például a folyami kagylók (Unio-félék), a csigák közül pedig az elevevízi csigák (Viviparus-félék), a mocsári csigák (Lymnaea-félék) és a tányércsigák (Planorbis-félék). Az endemizmus mértékét

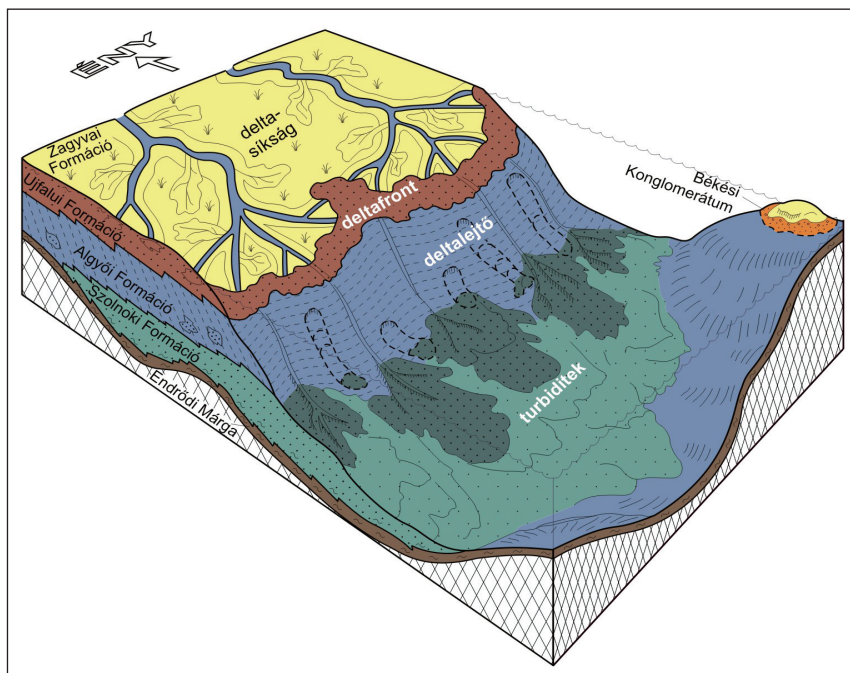
jól jelzi, hogy a Pannon-tóban a legnagyobb fajgazdagságban élt csoport, a szivkagylók néhány millió év alatt hasonló diverzitást értek el, mint az óceánokban 200 millió év alatt: a mai tengerekben 200 fölött van a leírt fajok száma, és ugyanennyit írtak le a Pannon-tó üledékeiből.

A maga nemében páratlan a Pannon-tó mélyvízi csigafaunája is. Csupán a Kaszpi-tóban, a Bajkál-tóban és a Pannon-tóban fordult elő, hogy tüdőcsigák endemikus fajai nagy mélységekhez is tudtak alkalmazkodni. A tüdőcsigák ugyanis csak sekély, maximum néhány 10 méteres vízmélységben élnek, ahonnan levegővételhez a felszínre tudnak emelkedni. És bár mindhárom tóban több 100 méter mélységben élnek/éltek tüdőcsigák, a méretük erősen eltér egymástól. A Bajkál-tó és a Kaszpi-tó mélyvízi tányérszigái parányi méretűek, a Pannon-tavi rokonaik azonban elérhették az 1–2 cm-t is. Sőt, a mocsári csigák között még ennél nagyobbak is éltek a tó mélyén!

A tóból körülbelül 500 kagylósrácfaj ismert, melyek túlnyomó többsége szintén endemikus. Halak csontvázaik viszont csak igen ritkán kerülnek elő a Pannon-tó üledékeiből: tőkehalfélék és barrakudák csontvázaikat írták le Beocsinból, heringfélékét Kőbányáról és Rudabányáról, egy sügért találtak Kisbéren és egy pontyféléket Bátaszéken. Jóval több a halfog- és az otolith (hallókő)-maradvány, melyek alapján úgy tűnik, hogy a tóban a nagy tűrőképességű tengeri formák édesvízhez alkalmazkodott csoportjai voltak jellemzőek, édesvízi halak csak alárendelten jelentek meg.

A csak ebben a tóban kialakult életközösség őslénytani szempontból kuriózum, ám a geológusoknak a mai napig problémát jelent, mivel az üledékes kőzetek korát általában fossziliák segítségével állapítják meg: a Földön nagy területen elterjedt, az adott korra jellemző élőlények maradványai alapján. A Pannon-tó egyedi, endemikus faunáját azonban nem tudják összehasonlítani a környező területeken talált ősmaradványokkal, mivel ezek az endemikus fajok csak a Pannon-tóban éltek, míg az erre a korra jellemző, más területeken élő élőlények a tóban nem fordultak elő. Ezért a tó üledékeinek csupán a relatív korát tudják megállapítani a bennszülött fauna segítségével.

A Pannon-tó üledékei azonban nem csupán az őslénytani érdekességei és problémái miatt kiemelt célpontjai a földtani kutatásoknak. Üledékeinek gazdasági, elsősorban energiaipari jelentősége felbecsülhetetlen Magyarország számára. A tó partja mentén kialakult egykori mocsarak rétegsorából hatalmas lignittelepek keletkeztek (ezekről a cikksorozat első részében olvashatnak), a ma már nagy mélységekbe süllyedt rétegek kőolajat, földgázt, vizet rejtenek, a felszín közeliek egy része



A Pannon-tó keresztmetszete: üledékképződési környezetek és az egyes környezetekben lerakódott üledékek (Juhász Gy. nyomán)

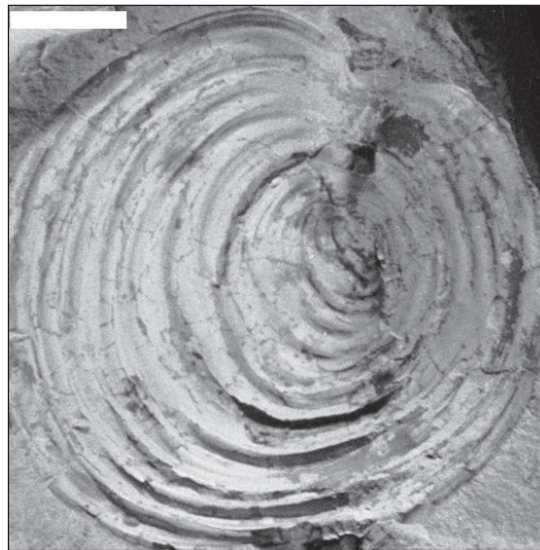
pedig építőipari nyersanyagként használható (cement-, téglá-, cserép-, kerámia-, üvegyártás során).

Legnagyobb gazdasági jelentőségük jelenleg a szénhidrogéneknek van, amelyek nagy szervesanyag-tartalmú, finomszemcsés üledékekből, úgynevezett anyaközetekből keletkeznek több kilométeres mélységben. A Pannon-tó mélymedencéjében lerakódott Endrői Marga hazánk egyik legfontosabb, kitűnő minőségű kőolaj és földgáz anyaköze. Vastagsága például a Makói-árokban helyenként az 1000 métert is meghaladja, így tekintélyes mennyiségű szerves anyagot szolgáltatott a szénhidrogének keletkezéséhez.

Míg a szénhidrogének keletkezésében a Pannon-tó üledékei közül a finomszemcsések játszanak fontos szerepet, addig tárolásukban a tavi üledékek közül általában a durvább szemcsések jelentősek. Ezekbe a tárolókőzetekbe a szénhidrogének a keletkezésük utáni hosszabb-rövidebb vándorlással, migrációval jutnak el. Az egykori szigeteken körül lerakódott Békési Formáció konglomerátumai, homokkövei például nagyon jó tárolókőzetként ismertek. Helyenként szintén jó tárolókőzetek a mélymedencében le-

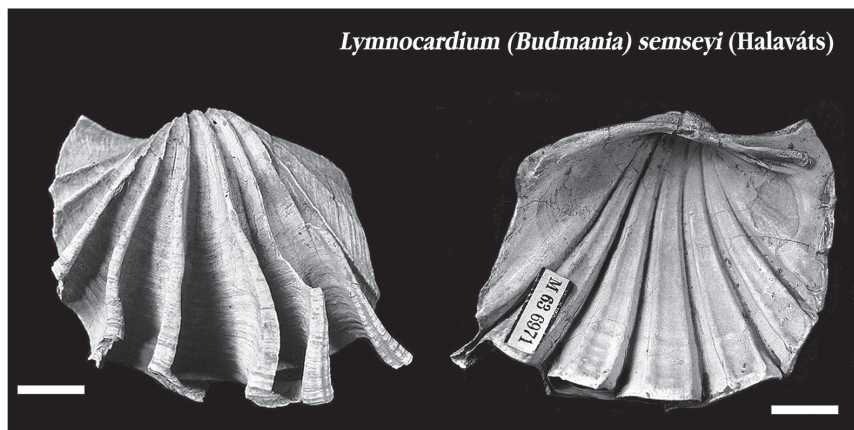
ülepedett, ciklikus felépítésű turbiditék és az egykori lejtőn lerakódott üledékek homokos részei, csakúgy, mint a deltasíkság zátony- és mederhomokkövei.

Az utóbbi években hazánkban is fel lendült az úgynevezett nem konvencionális szénhidrogének, azaz a geológiai



Valenciennius: tüdővel lélegző mocsári csiga őstől származó, a váz fokozatos „kitekeredésével” kialakult, a Pannon-tó mélyebb részein élt jellegzetes nemzetség (Forrás: Magyar I.)

szempontból nem hagyományos környezetben csapdázódott szénhidrogének kutatása. Ezek célpontjai a hagyományos

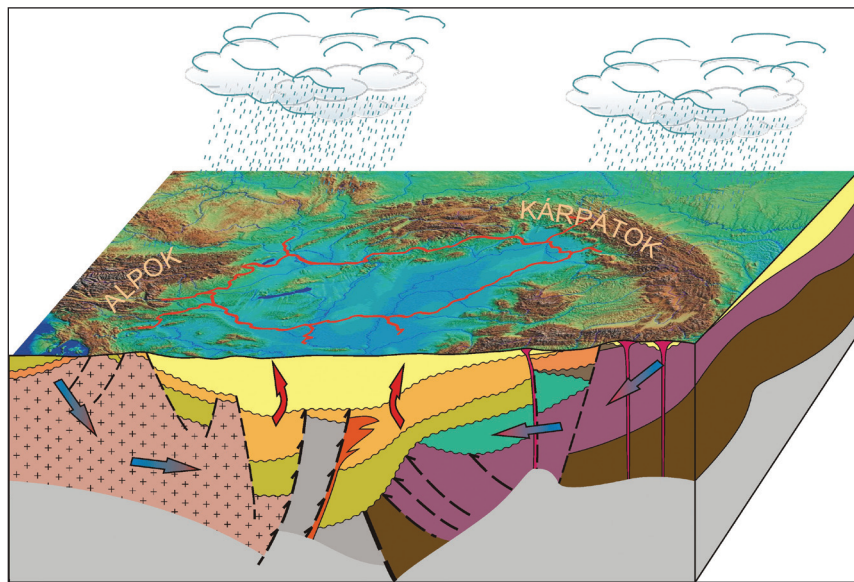


Lymnocardium (Budmania) semseyi (Halaváts)

Lymnocardium: tengeri eredetű szívkaagylókból kialakult jellegzetes benszülött nemzetség (Forrás: Magyar I.)

tárolóközeteknél jóval gyengébb átteresztő-képességű közetek, így például a Pannon-tó üledékei közül eddig csak anyaközetként számoltartott finomszemcsés üledékek. A nem hagyományos előfordulások esetén

a felszín alatt 1000 m-rel számos területen 60–70°C, míg 2 km mélységben már a 120–130°C-ot is meghaladja a közetek, illetve az azok repedéseiben, pórusaiban tárolt víz hőmérséklete. A medenceterüle-



A geotermikus energia fő hordozó közegét jelentő termálvíz felszín alatti áramlási rendszerei (Forrás: <http://transenergy-eu.geologie.ac.at>)

ugyanis a lerakódott szerves anyagokból keletkezett szénhidrogének keletkezésük után nem vándorolnak el, hanem valószínűleg bennragadnak a rendkívül alacsony átteresztőképességű, azaz alacsony porozitású anyaközetekben.

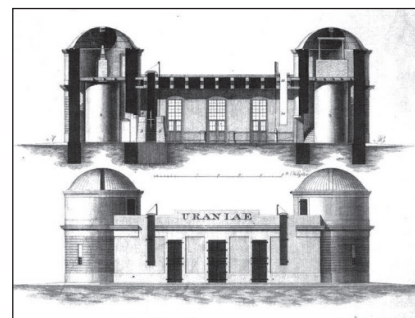
A fosszilis energiahordozók mellett napjainkban egyre nagyobb szerepet kapnak a megújuló energiahordozók is. Hazánkat – adottságait tekintve – rendszeresen „geotermikus nagyhatalomként” említik Európában, a becslést potenciál értéke ugyanis megközelíti a 100 PJ/év értéket. És ennek jelentős hányada szintén a Pannon-tó üledékeihez köthető! A Kárpát-medencében

teken ebben a mélységben általában a Pannon-tó üledékei találhatóak, így azok tárolják a termálvíz túlnyomó részét, amely a megfelelő ponton kitűzött és megtervezett fűrésszel felszínre hozható. A földhő hasznosítása világszerte és hazánkban is zömében e hőt hordozó termálvíz kinyerésével történi.

Irodalom

Magyar I. 2010: A Pannon-medence ösföldrajza és környezeti viszonyai a késő miocénben. GeoLitera, Szeged <http://transenergy-eu.geologie.ac.at/>

A gellérthegeyi intézmény születésének 200., valamint utolsó igazgatója, Mayer-Lambert Ferenc premontrai szerzetes halálának 150. évfordulójára idén emlékezünk. A valaha létezett legimpozánsabb magyar csillagda – a gellérthegeyi csillagvizsgáló, az Uraniae – 1815-ben kezdte meg működését. Az egyetemi obszervatórium avatásán három uralkodó, az osztrák császár–magyar király, az orosz cár és porosz király is tiszteletét tette. Az 1849-es szabadságharc hadászati eseményei azonban megpecsételték sorsát. Bár romjaiban egy ideig még állt, eredeti funkcióját sohasem tölthette be újra. A pusztulást gyorsította, hogy idővel egy új építmény „kebelezte be”. Maradványai köré a Gellért-hegy mai látványosságát, jellegzetes, bár művészi szempontból nem túl jelentős városképi elemét, a Citadellát emelték a megszálló Habsburgok. A rebellis, szabadságra vágyó, de erejében és büszkeségében katonai erővel megtört tartomány fővárosát ellenőrizendő.



Az Uraniae tervrajza 1813-ból

Mayer-Lambert 1795. szeptember 26-án az Osztrák Császárság csehországi területén, Teplán született német anyanyelvű családban. A premontraiaknál 1817-ben tette le a rendi fogadalmat, felszentelésére 1819-ben került sor. Tanulmányait filozófiával kezdte, majd a természettudományok iránti tehetséget mutatva a rend tagjaként alapos matematikai képzésben részesült. Csillagászati érdeklődését látva a rendi apát 1821-ben Prágába, az ottani csillagvizsgáló intézetbe küldte, ahol asszisztensként dolgozott. 1826-tól a bécsi csillagvizsgálóban folytatta kutatói munkáját. Az intézet adjunktusi állása mellett itt már tanította is a csillagászatot. 1835-ben került Magyarországra. Két osztrák jelentkezőt megelőzve, pályázati úton nyerte el a pesti egyetem (a mai ELTE jogelődje) tanszékvezetői állását. Ez egyben azt is jelentette, hogy a kolerajárványban négy esztendővel korábban elhunyt Tittel Pál után ő lett a gellérthegeyi csillagvizsgáló vezetője. Adjunktusként az elődjétől „örökölt” tehetséges ifjú, későbbi egri igazgató, Albert Ferenc dolgozott. A szakirodalmi források egyöntetűen megjegyzik, hogy jellemzően meteorológiai megfigyelésekkel foglalkozott, és Mayer-Lambert gellérthegeyi csillagászati

Mayer-Lambert Ferenc, a gellérthegyi csillagvizsgáló igazgatója


REZSABEK NÁNDOR

kutatómunkája jelentéktelen volt. Előbbiben viszont élen járt: 1836–1848 között napi rendszerességgel jegyezte fel az időjárási adatokat. Érdekes azonban a mértékadó *Astronomische Nachrichten*re hivatkozva megjegyezni a csillagászati vonatkozásokat is: A Halley-üstökös aktuális visszatértékor a kométát 1835. augusztusi 30-án pillantotta meg először, és szeptember 16-ig követte égi útján, feljegyezve pályaadatát. A bolygókra vonatkozóan pozícióméréseket végzett. Érdekes csillagásztörténeti adalék, hogy 1846-ban a frissen meglelt Neptunusra vonatkozó adatok alatt az égitestet ekkor még (egyik) pályaszámítója után „Leverrier”-ként említik. 1847. november 17-én a Vénusz Hold általi fedését észlelte.

A szabadságharc Budai várat érintő hadmozdulatai vetettek véget igazgatói működésének, és okoztak jövátéhetetlen károkat az épületben. A közeledő magyar haderő megfigyelésére az osztrákok a csillagda műszereit használták, a budai polgárok ellenérzését kiváltva. A feszültség nöttön-nőtt. (Hármas) harapófogóba kerülve, a helyzet megoldhatatlanságát látva Mayer-Lambert jobbnak látta a távozást: álruhában külföldre menekült. „Április 22-én, egyszerre eltűnővén az igazgató Úr a nélkül, hogy szándékolt tetteről csak legkisebb tudomásom is lett (volna), vagy hogy nekem a legparányibbat által adott volna,” – emlékezett utóbb Albert, aki egyetlenként mentette a menthetőt. Mayer-Lambert csak 1851-ben tért vissza – az elpusztult intézménybe. A gellérthegyi csillagdába azonban minden erőfeszítése ellenére sem sikerült visszacsalogatni Uránia istennő palackból kiszabadult szellemét. Az Uraniae 1852-ben jogilag is megszűnt létezni. Munkáját a József Ipartanoda (a mai BME jogelődje) megbízott, majd 1857-től teljes joggal felruházott igazgatójaként folytatta: nagymértékben hozzájárulva ahhoz, hogy az oktatási intézmény rá pár esztendőre egyetemi rangot szerezzen. 1861-

ben vonult nyugállományba. Egy évvel később visszatért szülővárosába, Teplába, rendjéhez, melynek uradalmi jószágigazgatójaként ténykedett. A tudományos érdemeiért a Ferenc József-renddel kitüntetett asztronómus 1865. augusztus 7-én cseh földön, Krakaunitzban hunyt el.

A Citadella napjainkban gyönyörű kilátásáról híres, a Vár-heggyel és a Dunapart panorámájával egyetemben a világörökség része. Állapota azonban leromlott, engedély nélküli építkezésekről hallani, szomszédságában sokszor zsidóvárosi a hangulat, az erődbe való belépés pedig a borsos jegyárak miatt igencsak meggondolandó. Számunkra, tudománykedvelők számára viszont fontos: csillagda történetét bemutató tárló mellett az Uraniae múltját több csillagászati emlékhely is megidézi: A „Buda-1821” geodéziai pon-

tot keleti kupolájának középpontja jelölte ki. (A Citadellában találunk egy XX. századi, harmadrendű geodéziai pontot is.) Csillagászati emléktáblát az Uraniae és Bogdanich Imre Dániel csillagász emlékére állított 1972-ben a Geodéziai és Kartográfiai Egyesület és az MTA Csillagvizsgáló Intézet. Az impozáns emlékoszlop Bogdanichnak mint neves horvát származású matematikusnak és csillagásznak állít emléket. Jellemző momentumként tetejéről lefeszítették és ellopták az égbolt főköreit ábrázoló armilláris szférát... 

Irodalom

- L Mayer: Beobachtungen auf der K. Sternwarte in Ofen, mitgetheilt von Herrn Prof. L. Mayer, Director Sternwarte. In: *Astronomische Nachrichten*. No. 289. 1835. October 17. pp. 13–14.
- L Mayer: Schreiben des Herrn L. Mayer Directors der Sternwarte in Ofen. In: *Astronomische Nachrichten*. No. 590. 1847. März 4. pp. 219–224.
- Mayer. 4. M. Lambert Ferenc. In: *A Pallas Nagy Lexikona*. <http://mek.oszk.hu/00000/00060/html/069/pc006920.html>
- Tass Antal: *A magyar csillagászati története*. Budapest, 1928. Stella Csillagászati Egyesület. pp. 13–14.
- Kelényi B. Ottó: *A magyar csillagászat története*. Budapest, 1930. Stephaneum nyomda r. t. pp. 22–30.
- Dezso Loránt: *A magyar csillagászat története*. Kolozsvár, 1944. Minerva Rt. pp. 274–275.
- Réthly Antal: *A gellérthegyi csillagda 1849. évi pusztulása*. Eredeti okiratok alapján. In: *Csillagok Világa*. 1948. 5. sz. pp. 145–150.
- Rezsabek Nándor: *A Gellérthegyi Csillagvizsgáló – az Uraniae emlékeinek nyomában*. In: *csillagaszattortenet.csillagaszat.hu*. 2008. aug. 14. http://csillagaszattortenet.csillagaszat.hu/magyar_18-19_sz_csillagaszata/uraniae_20080814.html
- Rezsabek Nándor: *Emléktáblák nyomában*. In: *Meteor*. 2008. 11. sz. pp. 54–58.
- A Csillagászati Tanszék negyed évezrede. Évfordulós kötet. Szerk.: Petrovay Kristóf. Budapest, 2006. p. ELTE Csillagászati Tanszéke. 146.

Az Uraniae és Bogdanich emlékére állított emléktábla és -oszlop (A szerző felvételei)



A méz kultúrtörténete

KAPRONCZAY KÁROLY

A mézet már a történelem előtti korokban is fogyasztották. Erről tanúsodik egy tizenkétezer évvel ezelőtt készült valenciai barlangrajz, amelyen egy ember próbál egy sziklarepedésben levő lépet kifosztani. Közel négyezer évvel ezelőtt, *III. Ramszesz* és *Tutmozis* fáraók korában a mézet lakomák csemegéjeként szolgálták fel. A korabeli falbfestmények szerint a Nilus partvidékén hengerkaptárokkal teli méhészetek működtek, de az anyagkaptárokat hajókra rakva „vándorméhészetként” is gyűjtötték a virágmézet. De nemcsak a mézet, hanem a méhkenyert, a propoliszt is fogyasztották, a viaszt pedig mécesekben égették. A mézet szűrásokra, sebek gyógyítására is használták.

Sorolni lehet az ókori adatokat: a sumér ékirásos agyagtáblákon találtak orvosi recepteket, amelyek mézzel készültek, vagy hogy az asszírok csataikat szabadon engedett méheik segítségével nyerték meg. Az indiai gyógyászatban a méz különös szerepet töltött be, használták például szembetegségekre, torokfájásra, köhögésre, meghülésre, székrekedésre. Természetesen mindegyik betegségekre más-más virágmézet ajánlottak. 2500 évvel ezelőtt a föníciaiak nemcsak méhészkedtek, hanem kereskedtek is a mézzel. Az ókori Hellaszban a vendéglátás méz nélkül elképzelhetetlen lett volna, de készítettek belőle borokat és más szeszes italokat is. A halottak szájába olykor mézeskalácsot tettek.

A rómaiak is ismerték a vándorméhészetet, amint ezt *Plinius* elég részletesen leírta. Az ókorban a mézet tartósításra, mumifikálásra is használták: több ókori uralkodó holttestét, köztük Nagy Sándort is – tartva a gyors bomlástól – mézzel teli tartályba helyezték, majd a kijelölt helyen eltemették. Ezt az eljárást a Távols-Keleten több helyen napjainkban is alkalmazzák.

A zsidók is méhészkedtek. 3500 évvel ezelőtt elég részletesen szóltak a mézzel kapcsolatos tevékenységről, sőt a méhviasz kivonásáról és a gyertyaöntésről is. *Salamon* király a mézfogyasztásra buzdította fiait. *Máté* evangélista szerint *Keresztelő Szent János* a pusztában mézen és szöcskéken élt. *Lukács* evangéliumában a feltámadt Jézus – amikor megjelent tanítványai körében – a hitetlenkedőket azzal győzte meg, hogy enni kért, mire sült hallal és mézzel kínálták meg.

A Korán is foglalkozik a méhekkel és a mézzel: a 16. fejezetben az Úr arra oktatja a méheket, hogy keressenek házat az emberek

közelében, s a termelt mézben az emberek gyógyszert találnak. *Ibn Battula* arab utazó a XIV. században arról számolt be, hogy egy arab szigeten mézből és kókusztejből készítenek bort, ami bizonyos hallal fogyasztva „más népeknél nem tapasztalható férfiaságot” ad a helybelieknek. Sok természeti népnél – pl. a maoriknál, a busmanoknál – a méz lett a kisdedek első étele, ugyanakkor az öregeknek is ezt adták erősítő táplálékként. Belső-Ázsiában *Stein Aurél* 1913-ban az Asszuánban feltárt egyik sír falbfestményén méhkaptár és méhek képeit találta. A magyar őstörténet korai szakaszában elődeink ismerték a mézet és méhészkedéssel is foglalkoztak. Ugyanezt tapasztaljuk minden török népnél is, így ezt nem lehet kimondatlan a finnugorokhoz kötni. Már *Hérodotosz* is megemlíti, hogy – kb. 2600 évvel ezelőtt – a Duna mellékén élő trákok is méhészkedtek, a jó minőségű nektárt az e tájon található pompás hárserdők biztosították.



A valenciai barlangrajz és grafikája, amelyen egy ember próbál egy sziklarepedésben levő lépet kifosztani

A Kárpát-medencében élő népek már a magyarok megjelenése előtt is foglalkoztak mézkészítéssel. Ennek hagyományát, lehetőségét nemcsak kihasználták a honfoglaló magyarok, hanem igen sikeresen folytatták is. Az Árpád-korban a falvak mindegyikében méhészkedtek, amit jól tükröznek településneveink is: Födemes, Méhész, Méhes, Méhkő, Sonkolyos helységnevek, valamint Méznevelő, Mézművelő, Mézadó személyneveink. *Bátyk Zsigmond* a Födemes helységnevet úgy magyarázta, hogy a fa odvában levő méhcsaládot úgy óvták a hidegtől, hogy a nyilást deszkával (födémme) beszűgezték.

A kereszténység elterjedésével a magyarság is nagy figyelmet szentelt a méhviasznak, mint a világítás egyik fontos anyagának – ami idővel fontos kereskedelmi termék lett. Szent István korában külön törvény védte a méhészeket, akiket senkinek nem volt szabad háborgatnia, sőt a nekik okozott károkat nemcsak megtéríteni, hanem ezen felül büntetőpénzt is fizetni kellett. A Dráva vidékén élő helyi jobbágyoknak évente 12 font viaszt kellett szolgáltatniuk a zalavári apátság számára. A méhészet fejlődésével párhuzamban a munkamegosztás is megfigyelhető: önálló foglalkozás lett a viaszkészítés, a mézzel való sörfőzés, valamint a mézeskalácsütés. Az emberek szívesen fogyasztották a mézsört, sőt a bort is gyakran mézzel nemesítették. Magyar sajátosság volt a gesztenyeméz, az egyszerű hársfaméz, vagy a nagylevelű hársfavirágból gyűjtött méz, valamint a hárs lépes méz. Ugyancsak magyaros méznek számított a medvehagymaméz és a

vadfokhagymaméz, vagy a mezőföldi napraforgóvirág méze. Az utóbbi színe a narancssárgától az aransárgáig terjed.

Szinte minden tájegységnek megvolt a maga mézkülönlegessége, így a heti vásárokon külön „részlege” volt a mézárú-soknak, és a mézeskalácsosoknak. A méhészkedést külön törvények védtek. Főleg a tolvajlást büntették: 1556-ban egy méztolvajt azzal büntették, hogy fejére borították az ellopott mézet és az ellopott kaptárt a méhekkel együtt. 1569-

ben Bártfa városa máglyán égette meg *Mutter Anna* notárius méztolvajt.

A középkori felfogás szerint a méhek a leghatalmasabb és leggyönyörűbb növényeket hordják össze, és ezért az alkímisták nagy mennyiségű mézet desztilláltak, az így nyert kvintesszenciát aranyfüsttel elegyítették. Ez lett az iható arany (aurum potabile), aminek olyan gyógyerőt tulajdonítottak, amittől még a halottak is feltámadnak. *Edmund Herold* méhészkedő szerzetes szerint az első emberpárnak a paradicsomból történt kiűzetésekor az Úr a méheket külön kegyelemben részesítette, hogy táplálják az embereket.

A középkori keresztény kolostorok kertjeiből és gazdaságaiból nem hiányozhatott a méhészet, a mézből készített termékeket sokoldalúan felhasználták. A konyhákban ételek izesítésére, a betegszobákban nemcsak a betegek felerősítésére, hanem a nekik összeállított gyógyszereknél is felhasználták: a porok és a gyógynövények örleményeiből készített „keveréket” mézzel gyúrták össze, hogy a beteg könnyebben nyelhesse le. A kereső oldatokat, elegyeket is méz segítségével



Egyiptomi ábrázolás a mézpergetésről

vel tették „fogyaszthatóvá”. *Szent Hildegárd* (1098–1179) gyógyító szent gyógyszeres könyvében külön szerepet kapott a méz és a méhviasz, és nemcsak a méhészet technológiájával, hanem annak gyógyerejével kapcsolatban is. Néhány, a népi gyógyászatban fennmaradt Hildegárd-féle receptúra: méz és boros petrezselymes főzetet szívgyengeségre, mézzel kevert forrázott uborkalevet ekcémára, forrázott zsályalevélkébe kevert mézes borogatást bőrgyulladásra alkalmazott, a legjobb köhögéscsillapítónak a mézes reteklevet tartotta.

A keresztény középkor kolostoraiban működött vendégházak állandó „étlapján” a sajt, a méz, a kenyér és a víz pótlására a gyenge bor vagy a főzött sör áll rendelkezésre. A méz éppen olyan értéknek bizonyult, mint a készpénz. A megsarcolt városoktól – sok minden mellett – általában mézet is követeltek. Például 1686-ban *Weber* német császári hadbiztos a körösiektől 20, a kecskemétiéktől 200 oka mézet rekvirált és rá tíz napra *Mehmed* budai pasa a körösiektől ezer, a kecskemétiéktől kétezer oka mézet parancsolt Budára szállíttatni. Viszont ebben az időben egy keresztény fogolynak az ára a pesti piacon egy icce méz volt. Az erdélyi országgyűlésen „örök” téma volt a mézes gazdák megsarcolása, illetve hatóságai megdézsmálása. 1619-ben *Bethen Gábor* konstantinápolyi követe, *Borsos Tamás* arra kérte a fejedelmet, hogy több szekér mézeskalácsot küldjön, mert ezzel az apró ajándékkal tudja

a török pasák és hivatalnokok „jóindulatát” megnyerni. 1564-ben Brassó városa Sándor moldvai fejedelemnek mézet és mézeskalácsot küldött ajándékba, amivel elnyerték a román fejedelem jóindulatát.

A méhészet fontosságát bizonyítja, hogy 1771-ben *Mária Terézia* Bécsben méhészeti főiskolát alapított. Ennek feladata nemcsak a szakemberképzés, hanem az egységes szemlélet megalapozása is volt. Bizonyos vámkedvezményekkel segítették a méhészeket, akik előjárójának *Toldy Józsefet*, mint országos méhészeti felügyelőt nevezték ki. A következő században mégis hanyatlott a méhészkedés. A XVIII. században teret nyert az ipari formában előállított nádcukor használata. A cukor drágább volt ugyan a méznél, kezdetben kimondottan luxuscikknek számított, de fogyasztása mind nagyobb mértékben elterjedt, míg nem ára csökkent, és mint édesítőszer, lassan kiszorította a mézet. Fokozatosan módosultak a táplálkozási szokások is, hamarosan elterjedt a cukor használata a főzésben, a cukrászatban és az ételek izesítésének területén. A cukor jobban kezelhető volt a méznél, így a méz háttérbe szorult.

A méz a mai napig is 'titokzatos' termék, 100 gramm méz előállításához egymillió virág és 15 ezer méh kell. A méz bonyolult összetételű, nem egységes és stabil anyag, hanem igen sokféle, alakilag hasonló, de lényegileg különböző, sok mézféleség gyűjtőneve, amely nemcsak attól függ, hogy honnan gyűjtötték, hanem az „előállításán” fáradozó méhfajtától, azok fizikai állapotától és mirigyváladékától is. A méz minősége, állaga nagyban függ az időjárási körülményektől is. Ugyanakkor gyakorlatilag egynemű, egyetlen virágfélésegből származó méz nincs, csak többvirágú, amelyben a jelen levő 70%-os virágforrás után kapja a méz a nevét (akác-, hárs-, gesztenyeméz stb.).

A cukorrépából és kukoréból ipari mennyiségben készült cukor világszerte háttérbe szorította a mézet, függetlenül annak gyógyító és tápláló tulajdonságaitól. Mivel a méz iparilag nem állítható elő, valóságos természeti unikum, eleve kudarcra van ítélve bármiféle kísérlet a cukorhoz hasonló tömeggyártására. Ugyanakkor a mézben különleges eljárásokkal kivonható sajátos értékek vannak, mégpedig felbecsülhetet-

len a változatos gyógyhatása és értékes tápanyagtartalma. Az utóbbi évtizedekben csaknem világszerte általánossá vált az orvosi gyakorlat, hogy a különféle betegségek kezelésében a klasszikus szintetikus gyógyszerek alkalmazását természetes eredetű – köztük méhészeti – termékek adagolásával egészítik ki, amelyek fokozzák a gyógyszerek hatását.

A kaptárok értékes „terméke” a propolisz, amely ma már nemzetközi fogalom, de minden nyelvben megtalálható ennek sajátos megnevezése. Például a magyar nyelvben méhszuroknak nevezik. Pontos meghatározása a következő: a méhszurok vagy propolisz a méhek tömítő- vagy ragasztóanyaga, amit növények mézgüléséből, rügyek ragadós váladékából gyűjtenek össze. Ezt az anyagot a kaptárok repedéseinek betömésére, felületi egyenetlenségek, idegen anyagok bevonására használják fel. A fiasításra használt bábínges sejteket is vékonyan bevonják propoliszsal, mert az anyaméh különben nem petézne bele. Az összegyűjtött méhszurok gyógyhatása szerteágazó. Már az ókorban – *Plinius* és *Dioszkoridész* – sokat foglalkozott a propolisz eredetével és használatával, de csak 1907-ben *Küstenmacher* tisztázta, hogy a méhek a virágporból nyerik a propoliszt, amelyet a bélesatomájukból – vízfelvétel után – a fiasítás táplálására használnak. A kiürített propoliszt a méhek különféle anyagokkal és viasszal keverik, amíg az besűrűsödik, további felhasználásra alkalmassá válik. A propolisz színe általában sárgásbarna és márványozott, szaga ábrához hasonló és balsamos. Ez



A méhész – fametszet (Mateolo Erbrío, Venezia, 1712)

adja a méhkaptárok jellegzetes illatát. A méhkaptárokból kinyert propolisz jelentős része méhviasz, amit a méhek maguknak készítenek. A propolisz rendkívüli jelentősége akkor érvényesült leginkább, amikor a méhek az erdők faodvaiban építették fel



Mézergetés

kaptáraikat. Az odvas, üreges falakat bevonták e váladékkal, ezzel megakadályozták a fa további romlását, az elhalt szövetdarabok lehullását. A propolisz csíraölő tulajdonsága miatt fertőtlenítő és mikroorganizmusok megölésére szolgáló anyag, ami a kaptárak belső egészségét szolgálja. A méhek a propoliszt szükségleteiknek megfelelő mennyiségben termelik. A propolisz gyógyhatásával már az ókorban is foglalkoztak: Plinius kenőcsként fájdalom- és gyulladáscsökkentőként említi, Dioszkoridész szerint megszünteti a sömört, gőze jó a köhögéscsillapításra. *Abu Ali Ibn Sina* (Avicenna) ugyancsak idegen

kúpok, reumás fájdalokra szolgáló kenőcsök hatásának fokozására használják, a kozmetikai ipar elsősorban a regeneráló hatása miatt alkalmazza előszeretettel.

A méz a középkorban a gyógyszerkészítés egyik alapanyaga lett: a patikák gyógyszerkészítő műhelyeiben a különböző porokból, örleményekből összeállított keverékekből – méz hozzáadásával – kis golyócskákat, pilulákat gyúrtak össze, amit a beteg így már könnyedén lenyelt. A keserű folyadékok bevitelét is egy kanálnyi mézzel tették elviselhetővé. A méz volt az egyik alapanyaga a különböző krémeknek, kozmetikumoknak.

A kozmetikai készítmények alapanyagainál ma is felhasználják a mézet, amiben természetesen meghatározó a méz minősége és tisztasága.

A minőségi méz ma is az élelmiszer- és az édességipar kiemelt alapanyaga, ahol mindig a minőség játszik meghatározó szerepet. Napjainkban itt is megjelent a hamisítás, amikor a jobb minőséget keverik közepes vagy gyenge minőségűvel, megtévesztve a vásárlót vagy a feldolgozót. A gyógyszerkészítmények so-

rában megjelent a szintetikus úton előállított – gyenge cukortartalma – „műméz” is elsősorban a diabeteszeseknek, pontosan megjelölve a fogyaszthatóság menynységét. A méz mindennapos fogyasztását ugyan a cukor korlátozta, de soha nem szorította háttérbe.



Lépesméz

testek eltávolításánál fertőtlenítő szernek javasolta, de gyulladt fogaknál – keverve olívaolajjal és kevés mézzel – jó gyulladáscsökkentő. Ezt a keveréket használták a középkorban is a vásári foghúzóknak fájdalom- és vérzéscsillapításra. A propoliszt különféle kozmetikai szerek,

E számunk szerzői

DR. BABINSZKI EDIT geológus, PhD, tudományos főmunkatárs, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Budapest; DR. BENCZE GYULA, a fizikai tudomány doktora, MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, Budapest; FEHÉR DÓRA tanuló, Szent László Gimnázium, Budapest; DR. FEHÉR LÁSZLÓ tanszékvezető egyetemi tanár, Szegedi Tudományegyetem, Elméleti Fizikai Tanszék, Szeged; DR. GÁCSE ATTILA egyetemi docens, az EMBO Candida Kutatócsoport vezetője, Szegedi Tudományegyetem, Mikrobiológiai Tanszék, Szeged; GECSE ZSUZSANNA geológus technikus, földrajztanár, MBFH Rákócziabánya; DR. GULYÁS LÁSZLÓ fizikus, az MTA doktora, MTA Atomki, osztályvezető, Atomi Ütközések Osztálya, Debrecen; DR. JORDÁN FERENC biológus, MTA Ökológiai Kutatóközpont, Budapest; DR. KAPRONCZAY KÁROLY történész, a Semmelweis Orvostörténeti Könyvtár ny. igazgatója, Budapest; KOVÁCS GERGELY KÁROLY agrármérnök, a VÖLGY-HÍD Természetvédelmi Alapítvány kuratóriumának elnöke, Székesfehérvár; NÉMETH GÉZA szerkesztő, Természet Világa, Budapest; DR. OSVÁTH SZABOLCS biofizikus, Semmelweis Egyetem Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet, Budapest; SZABÓ MÁRTON biológus, MTA-ELTE Lendület Dinoszaurusz Kutatócsoport, Budapest; DR. SZIGETI KRISZTIÁN biofizikus, Semmelweis Egyetem Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet, Budapest; REZSABEK NÁNDOR tudománytörténeti szakíró, Budapest; TRUPKA ZOLTÁN tudományos újságíró, Székesfehérvár;

Előkészületben

A Fény Nemzetközi Éve különszámunk

A Fény Nemzetközi Éve – és hazai rendezvényei. Beszélgetés *Kroó Norbert* akadémikussal (*Both Előd* interjúja)

Solt György: Az Ősrobbanás fénye

Abonyi Iván–Radnai Gyula: A fény Nobel-díjasai. Fénylő évek, nevek, események az orvosi, fizikai, kémiai Nobel-díjak történetében

Patkós András: Létezhet-e anyag fény nélkül? Kutatás a fénytelen anyag után

Kiss L. László: A számokká alakított fény.

Digitális égboltfelmérések

Kolláth Zoltán: Történetek a fényszennyezésről

Farkas Győző: Hogyan készül és mire jó az ultrarövid fényimpulzus?

...és még több érdekes írás, amelyekben a főszereplő a fény!

SCIENTIFIC AMERICAN

(2015. augusztus 20.)

TÍZ ÉVVEL A KATRINA UTÁN...

Tíz évvel ezelőtt történt, hogy a Katrina hurrikán óriási károkat okozott New Orleans városában és a környékén. Földből épített gátakat foszlatott szét, beton védőfalakon csapott át a víz. Az igazi károk azonban ott keletkeztek, ahol a városon kívül a hurrikán elérte a szárazföldet. A több ezer négyzetkilométernyi mocsár- és lápvidéket, mely pufferként hatott a város partvidéke és az tenger között, alaposan megviselte az emberi beavatkozás. Nagy kiterjedésű vizes élőhelyek tűntek el, ahogy a Katrina a Mexikói-öböl felől a szárazföldre nyomta ki a vizet. De a töltések és gátak, amelyek elzárták a vizenyős helyeket a szükséges tápanyagoktól, és legyengítették a növényzetet, valamint több ezer kilométer összhosszúságú ember alkotta csatornák elpusztították a növényzetet és lehetővé tették, hogy a hurrikán keltette áradat benyomuljon a városba.

A katasztrófát követő kutatások igazolták mindazt, amit Délkelet-Louisiana régi lakói mindig is tudtak: ha csak nem hozzák helyre a gyorsan eltűnő láp- és mocsárvidéket és nem teszik egészségessé azzal, hogy a természetes védvonalakat ismét létrehozzák, New Orleans teljesen kiszolgáltatottá válik a tengernek. Hogyan lehetne visszaállítani a természetközeli állapotokat az egész Mississippi-deltavidéken, mely egyike a legnagyobbknak a világon?

Három nemzetközi kutató- és mérnök-csoport meglehetősen döbbenetes választ kínált erre a kérdésre: hagyják elpusztulni a Mississippi torkolatát! Pusztuljon el teljesen a korábban rosszul kezelt vizenyős terület, váljon ismét szabad vízfelületté, így a delta felsőbb, a városhoz közeli része megvédhető. A kutatók széles körben egyetértenek abban, hogy a delta mocsárvidékeinek természetes állapota felbomlott, mivel az ember hosszú és magas gátrendszereket épített, fűvel vagy kőzetekkel borított földből, még hozzá a Mississippialsó folyása mellett végig. Ezek a gátak végighúzódnak New Orleans városának déli határa mentén és további mintegy 60 kilométert folytatódna egészen a Mexikói-öbölig. A gátak a folyó mentén megvédték a rendszeres elárasztástól a farmokat, az ipari területeket és a településeket. Eközben ezek az áradások hatalmas mennyiségű iszapot és édesvizet szállíthattak volna a felsős vízi mocsárvidékre, ami az

ottani ökoszisztéma túlélése szempontjából létfontosságú.

Az iszap olyan tápanyagokat tartalmaz, amik okvetlenül szükségesek a fűfélék és a mangrovetársulások életben tartásához és új anyagmennyiséget szállítanak az itt élő növényzet alá. A beérkező édesvíz összekeveredik a delta sós vizével és csökkentsósvízi állapotokat teremt, melyek a régió növényvilágának életéhez szükségesek. Ez a keveredés egyúttal meggátolja, hogy a tengervíz tovább nyomuljon a szárazföld belseje felé, ami különben elpusztítaná a fűféléket és a fagyókerek elrothadását okozná.

A mocsárvidéken mintegy fél évszázadon át kialakított hajózási csatornák mindentől elzárták a vizes élőhelyeket. Ez az állapot súlyosbították az ipar által kialakított, még az előzőnél is hosszabb csatornarendszerek, melyek a Mexikói-öböl felől érkező, ott kitermelt szénhidrogének továbbítására voltak hivatottak. A Katrina által okozott hatalmas károk óra végzett kutatások szerint az egyedüli reális mód arra, hogy helyreállítsák a mocsárvidék egészségét, az, ha átvágják a töltéseket, kapukat telepítenek be, melyeken keresztül periodikusan újra üledékeket és édesvizet juttathatnak a mocsárvidékre. A tervpályázaton győztes három tervezőcsoport mindegyike ezt a stratégiát támogatja, a vita abban van közöttük, hogy hol és hogyan építsék ki ezeket a létesítményeket.

A Mississippi jelenleg a korábbi hordalékmenységnek kb. a felét szállítja, mert a partján levő települések sok száz kilométeren át tömördek vizet szivattyúznak ki öntözésre, ipari célokra és sok egyébre. A csökkent hordalékmenység egyszerűen nem elegendő ahhoz, hogy az egész delta újjáépüljön. A mémőkök ezért azzal a tervvel álltak elő, hogy a lehető legtöbb hordalékot a delta felé terelnek el, közel New Orleanshoz. A költségeket 4–6 milliárd dollárra becsülik, a munkálatok pedig évekig tarthatnak, de ehhez még sok iszapbirkózásra lesz szükség az érdekelt államok, a szövetségi állam és a helyi hatóságok között.



(2015. 1.)

GYÓGYNÖVÉNY-MANDALA

A jelek, jelképek, betűk és számok a belső világ nem csupán racionálisan megalkotott tömörített kifejezésformái, hanem önmaguk is hatnak, még akkor is, ha az őt szemlélő egyáltalán nem, vagy csak részben érti őket. Ezeket a jelképeket az ember az értelem, a megérezés és a szív révén

értelmezi az emberi érzékelés valamennyi területén keresztül.

A sok gyógyító által létrehozott jelképtan a gyógynövények és gyógyhatású szerek, a beteg és egészséges emberek alapos megfigyelésén, valamint azon az elven nyugszik, hogy hogyan lehet a gyógyító hatású szereket és az embereket egymással kapcsolatba hozni. Mindennek a megfigyelésnek egyik eredménye a recept.

Másik lehetséges megjelenítési formája a jelben vagy jelrendszerben való ábrázolás, például a mandala, amely akár maga is gyógyír lehet. Mandalákat évezredek óta írnak, alkotnak és festenek. Ósrégi emberi művészet és hagyomány, s a legkülönbözőbb kultúrákban is megtalálható. A mandalák elvonatkoztatott kifejezési formák, a lényegesre való koncentrálás és redukálás. Vizuális segédeszközként szolgálnak bonyolult összefüggések megértéséhez és kifejezéséhez. A mandalák többnyire szögletesek vagy kör alakúak és egy középpont felé orientálódnak.

A tibeti hagyományban a mandalát a legmagasabb művészetig fejlesztették és mindig az egészet, a Világegyetemet ábrázolta. Megtalálhatók a templomok gótikus ablakaiban, például a párizsi Notre Dame katedrális oromzatának ablakában, vagy labirintusok formájában. A leghíresebb ezek közül a chartres-i katedrális labirintusa. A Gut Aich-i kolostor gyógynövénymandalái spirituális kísérlet arra, hogy bemutassák a gyógynövények lényeges tulajdonságait, hatását és ezek ábrázolásával színükben és szimbólumaikban jótékony hatást gyakoroljanak az őt szemlélőre. Az első mandala a Gut Aich-i kolostorban 20 éves, ma a kolostor keresztje. Ez a mandala a teljesség és a metszőpontok, a kör és a kereszt ösképét ábrázolja. A kör mindig az égboltot, a tökéletességet, az egészet jelenti. A kereszt és a keresztvezető pontok, szimbolikusán négyesszöggel is kifejezve, a Földet jelképezik. Mindkét szimbólum a gyógynövénymandala alapja.

A mandalák nemcsak elvont dolgokat, hanem az életet is szimbolizálják. A szimbólum szó jelentése: összefogni, egyesíteni, valamint kapcsolatba hozni, amit egyébként nem egyszerű összehozni: szellem és anyag, a Föld és az Ég, a földi és a természetfeletti dolgok.

Minden ember vágya a test és lélek harmonizálása. Minden mandala szándéka, hogy kapcsolatokat hozzon létre Isten és ember között, illetve ugyanígy: beteg és gyógynövény között.

A gyógynövénymandalák a gyakran hosszú meditációkból, a növény megjelenítéséből és megfigyeléséből, valamint

Science

(2015. július 24.)

NÉGYLÁBÚ ŐSKÍGYÓ, VAGY VALAMI MÁS?

A paleontológusok az első ismert négy-lábú kígyó ősmaradványát ismertették a közelmúltban a Science oldalain. Azok a korábbi ősmaradványok, melyeket „protokígyónak” tartottak, csak egy pár végtagjuk, általában a hátsó lábaik voltak. A körülbelül 120 millió éves, 20 cm hosszú hüllő végtagjai meglepően jó megtartásúak és öt nyúlánk ujjban végződnek, amelyek a megjelenésük alapján jól funkcionáltak. A feltehetően Braziliából származó ősmaradvány a valaha talált egyik legkorábbi kígyó, és arra utal, hogy a csoport szárazföldi, beásódó ősokból fejlődött ki a déli szuperkontinensen, Gondwanán. Azonban annak ellenére, hogy az állat általános testfelépítése és számos anatómiai tulajdonsága kígyószzerű, néhány független kutató nem biztos abban, hogy tényleg a kígyók családjába tartozik a ritka fosszília.

Pedig a lelet tudományos értelmezése a történet egyik legkevésbé bizonytalan része. A példány eredete ugyanis homályosabb, mint az iszapos víz, amely egykor betemette az állat tetemét. A részletes vizsgálatok erősen azt sugallják, hogy a fosszília ÉK-Braziliából származik, azonban annak részletei ismeretlenek, hogy mikor találták, és végül is hogyan kötött ki a jelenlegi otthonául szolgáló német múzeumban. Talán nem is meglepő a homályos múlt, hiszen Braziliából 1942 óta csak illegálisan lehet ősmaradványokat kihozni. Ugyanakkor azonban ezek a hiányzó gyűjtési adatok nem befolyásolják jelentősen a lelet tudományos értékét.

Az új faj a *Tetrapodophis amplectus* nevet kapta. A görög eredetű nemzetségnév jelentése „négy-lábú kígyó”, míg a latin eredetű fajnév jelentése „ölelő”, ami az állat hajlékonyságára, és arra a feltételezett képességére utal, hogy szorosan rá tudott tekeredni az áldozatára. Az ősmaradvány teljes és valamennyi csontot az eredeti élőhelyzetében mutató elülső része feltekeredve fosszilizálódott, jól mutatva az állat extrém hajlékonyságát. A pici végtagok mellett a példányon megőrződött a kisméretű koponya is. Az állat hosszúságos teste összesen 272 csigolyát tartalmazott.

Az ősmaradvány évtizedek óta egy német magánygyűjteményben van, ahol végül felkeltette David Martill (Portsmouth Egyetem) figyelmét. Martill akkor bukkan a példányra, amikor egyetemi hallgatókkal láto-

gatta meg a Solnhofeni Múzeumot. A gyűjteményben nem találtak semmi információt arról, hogy mikor és hol gyűjtötték a példányt. Azonban az ősmaradványt körülvevő kőzet tulajdonságai és a csontok jellegzetes narancssárga-barna színe erősen arra utal, hogy a lelet ÉK-Brazília egy bizonyos területéről származik, a Crato Formációból. A csontokat tartalmazó alsó-kréta korú kőzet egy csendes vizű tó, vagy lagúna aljzatán rakódott le körülbelül 113–126 millió évvel ezelőtt.

A *Tetrapodophis* számos tulajdonsága utal a kígyók rokonságára. A gyíkokat is magukban foglaló pikkelyes hüllők (Squamata) között csak a kígyóknak van 150-nél több csigolyája a testében (nem számítva ide a farkban lévő csigolyákat). Az állat fogai hegyesek és enyhén íveltek. Megőrződött néhány széles hasi pikkely is, melyek teljes szélességében lefedik keresztben a példány hasát, ami szintén a kígyókra jellemző. Az állat végtagjainak erősen csökkent mérete, valamint farkának inkább hengeres, mint lapított keresztmetszete arra utal, hogy a kígyók szárazföldi beásódó állatokból fejlődtek ki, nem pedig tengeri fajokból, mint egyes elméletek javasolják.

A publikációban nem érintett kutatók közül azonban néhányan bizonytalanok az ősmaradvány azonosítását illetően. Michael Caldwell, az edmontoni Alberta Egyetem paleontológusa a publikált képek alapján észrevette, hogy az állat csigolyái nem mindenben felelnek meg a kígyók és gyíkok csigolyáinak. A gekkók kivételével az összes ismert kígyó és gyík csigolyájának a frontális felülete konkáv, a hátsó pedig konvex. A *Tetrapodophis*-nál nem ez a helyzet. Ezen kívül a hüllők csigolyáján van egy intercentrumnak nevezett csontocská, ami a vizsgált példánynál hiányzik. Caldwell szerint hasonló csigolyák olyan kihalt kétlábú csoportoknál ismertek, amelyek a 251 millió évvel ezelőtti tömeges kihalások során tűntek el, vagyis jóval a *Tetrapodophis* megjelenése előtt. Ily módon az új lelet őskígyó helyett akár a korábban kihaltnak gondolt kétlábú csoport váratlan túlélő képviselője is lehet. Susan Evans, a londoni University College paleobiológusa szintén utalt a kevert tulajdonságokra. Habár a fogak például valóban kígyószzerűek, a test radikális megnyúlása és végtagok elvesztése vagy méretcsökkenése számos alkalommal bekövetkezett más hüllőcsoportoknál is. Szintén rejtélyes, hogy az állat ujjai miért olyan hosszúak. A Science-cikk szerzői szerint a hosszú ujjú lábakkal a préda megmarkolása, vagy talán párzás során lehetett szerepe. Caldwell szerint viszont ezek lábak meglehetősen szokatlanok, hacsak nem egy fára mászó állatról van szó. Akár gyík-kígyó átmenet, akár kihalt kétlábú túlélője, abban mindenki egyetért, hogy rendkívüli leletről van szó.

XXIV. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

A gyermek- és serdülőkori elhízás

ANTAL ZOLTÁN

Tornaljai Gimnázium, Tornalja, Szlovákia

„A kövérség nem egyszerűen csak betegség, hanem más betegségek előfutára.”
(Hippokratész)

Ebben a tanévben léptem át először a gimnázium küszöbét. Az első órákon megismerkedtünk új tanárainkkal, akik mind megkérdezték tőlünk, hogy mit tervezünk a négy éves gimnázium után csinálni. Ez a biológiaórán sem volt másképp. Mindig is érdekelt az orvostudomány, hiszen családom több tagja is ezzel a tudományággal foglalkozik. Bár ez minimális szinten befolyásol, mert egyébként is **ha tudok**, megpróbálok az emberek kisebb problémáiban segíteni. Az orvoslás tudományát használva azonban már nagyobb dolgokban tudnék segídezni, így ezért határoztam emellett a szakma mellett. Visszatérve a biológiaórára, mikor válaszoltam a kérdésre, hogy reményesésem szerint az orvoslással szeretnék foglalkozni, tanárnóm rögtön felvetette az ötletet, hogy kapcsolódjak be a *Természet Világa folyóirat* által meghirdetett pályázatba. Én erre igent mondtam, és jelenleg is ezen a dolgozaton ügyködöm. Mivelhogy még újonc voltam ilyen dolgozatok írásában, ezért a témaválasztás nem volt könnyű, de végül megtaláltam, a szerintem legmegfelelőbbet. A gyermek-és serdülőkori elhízás jelen van a mai kor aktuális témái között. Személy szerint nem küzdök efféle problémákkal, azonban ismerősi körömben többeknél is fellelhető az elhízás. A témában eddig nem voltam túlzottan járatos, így ezért is választottam ezt, de a legfőbb indok az volt, hogy egyszerűen csak végigsétáltam az utcán, és mindenhol az egészségünk romlására szolgáló ételek voltak reklámozva. Néhány pillanattal később láttam meg az egyik gyorsétteremből kijövő néhány fiatalot, akik többsége elhízástól szenvedett, és bele

gondoltam abba, hogy mi lesz így velük, velünk néhány év múlva. Ekkor határoztam el magam a téma mellett. **Sok minden érdekességet** sikerült összegyűjtenem az elhízásról, ezek közül egy-kettő igencsak meglepett engem is. Remélem, ezek az információk nemcsak nekem voltak, lesznek érdekesekek, hanem mások számára is.

Az elhízás, latin fordítás szerint *obesitas*, minek jelentése „vaskos, kövér vagy telt.” Az Oxford English Dictionary szerint a szót Randle Cotgrave használta először 1611-ben.

Vaskos, kövér vagy telt, azaz, a szervezet zsírtartalmának és ezzel párhuzamosan a testsúlynak a növekedése, mely a szabályozás zavarának a következménye. Nem a zsírsanyagcsere zavaráról van szó, hanem legtöbb esetben arról, hogy a táplálékfelvétel nincs arányban az energialeadással. A táplálék felvétele nő, vagy az energialeadás csökken, vagy mindkettő változik.

Elhízottnak tekintjük azt a személyt, akinek testtömegindexe (rövidítve TTI, angolul body mass index, BMI) 30 kg/m² fölött van. A testtömegindex a kilogrammban megállapított testtömeg és a testmagasság méterben mért négyzetének a hányadosa. A gyermekeknél az egészséges testsúly az életkortól és a gyermek nemétől függően változó. A gyermekekben és serdülőkben az elhízást nem abszolút számértékként határozzák meg, hanem a csoportra jellemző korábbi normál értékek arányában. Elhízásról kilencvenötösnél nagyobb TTI percintilis esetén beszélünk. A WHO 2010-es adatai szerint világszerte negyvenmillió, öt évesnél fiatalabb gyermek számít elhízottnak.

Az elhízást régen kizárólag a magas jövedelmű országok problémájának tekintették. Ma már azonban előfordulása világszerte nő és mind a fejlett, mind a fejlődő országokat érinti. Ez a növekvő előfordulása a legerőteljesebben a városi környezetben élőket érinti. A Közegészségügyi Hatóságok megítélése szerint a 21. század egyik legsúlyosabb közegészségügyi problémája lehet. A fejlett országokban a tizenéves gyermekeknél a túlsúlyosság százalékos aránya a jövedelmi egyenlőtlenségek mértékével függ össze.

TTI	Osztályozás
< 18,5	soványság
18,5-24,9	normál testsúly
25,0-29,9	túlsúly
30,0-34,9	I. fokú elhízás (enyhe)
35,0-39,9	II. fokú elhízás (középsúlyos)
≥ 40,0	III. fokú elhízás (súlyos)

Egyes szervezetek némileg módosították a WHO definícióit. A sebészeti szakirodalom további kategóriákra bontja a III. fokú elhízást.

TTI ≥ 35 vagy 40	súlyos elhízás
TTI ≥ 35 vagy 40	44,9 vagy 49,9 – morbid elhízás
TTI ≥ 45 vagy 50	szuper elhízás

A gyermekkori elhízás okai:

1. csecsemőkori hatások
2. genetikai tényezők
3. hormonok szerepe
4. a táplálkozás szerepe
5. a fizikai aktivitás hiánya

Genetikai tényezők

A gyerekkorban fellépő korai súlyos elhízásos esetek (melynek meghatározása: tíz éves életkort megelőző kialakulás és a normál testtömegindex-tartomány 99%-ánál magasabb TTI) 7%-ánál található egyetlen pontos DNS-mutáció.

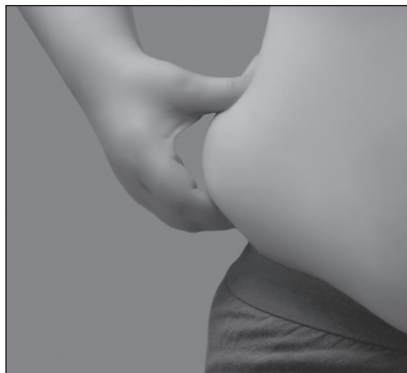
A konkrét gének helyett az öröklődési mintákra összpontosító vizsgálatok úgy találtak, hogy a két elhízott szülővel rendelkező személyek 80%-a szintén elhízott, míg a két normál súlyú szülővel rendelkezőnél ez az arány kevesebb, mint 10%.

Főbb tünetek:

- Túlzott zsírraktározás, amely a testtömeg kóros megnövekedéséhez vezet.
- emlőnövekedés fiúknál
- lelógó has és a striák
- vastag zsír a végtagokon (lányok)
- pszichés zavarok
- a máj elzsírosodása

Táplálkozási tényezők

Az elhízást elsősorban az izolált szénhidrátok (cukor, fehér liszt) túlzott mértékű fogyasztása okozza. A cukor előál-



gyasztunk a kiürült glikogén raktárok újra betöltődnek. A szénhidrátöbbltet elsődleges forrásai az édesített italok és a burgonyachips. Az édesített italok fogyasztása nagy valószínűséggel járul hozzá az elhízottság fokozódó gyakoriságához.

Szlovákia sem mentes a probléma alól – az elmúlt húsz évben minden korcsoportban megháromszorozódott az elhízott gyermekek száma, részben az iskolai büfékben kapható cukrozott üdítőitalok hatására. Fokozott aggodalomra ad okot a gyorséttermi ételek fogyasztása.

Mozgásszegény életmód

A mozgásszegény életmód is jelentős szerepet tölt be a gyermekek elhízásában. A televíziózással töltött idő és az elhízás

kockázata között a gyermekeknel összefüggés áll fenn. Egy tanulmány szerint hetvenhárom felmérés közül hatvankettő kimutatta, hogy a gyermekkori elhízás előfordulási aránya a fokozott médiafogyasztással és a televíziózással töltött idő növekedésével arányosan emelkedik, mivel a gyermekkori elhízás gyakran a felnőttkorban is folytatódik, és számos idült betegséggel is összefüggésbe hozható. Az elhízott gyermekeknel gyakran ellenőrzik a



litása során minden vitamin, ásványi só, nyomelem, stb. eltűnik. A cukor ezáltal vitálanyagoktól mentes táplálékká válik, amit a szervezetnek már nem kell feldolgozni, elfogyasztása után azonnal fel tud szívódni. Minél gyorsabban szívódik fel és jut a vérbe, annál több inzulint termel a szervezet. Az inzulin a hasnyálmirigy által termelt vegyület. Minél több inzulin van jelen, annál gyorsabban szállítódik a tápanyag a sejtekbe. A test a szénhidrátokat óriásmolekula (glikogén) formájában tárolja az izmokban és a májban. Amikor az izmok erőteljesebb munkát végeznek, akkor a glikogént használják üzemanyagként. Amelyik izom dolgozik, abból fogy a glikogén. Ekkor ha szénhidrátot fo-

magas vérnyomás, cukorbetegség, magas vérzsír-szint (hyperlipidemia) és a máj zsíros elfajulása esetleges kialakulását.

Közegészségügyi vonatkozásai

Az Egészségügyi Világszervezet előrejelzése szerint a rossz egészségi állapothoz vezető legjelentősebb okként a túlsúlyosság és az elhízás hamarosan megelőzi az olyan hagyományosabb közegészségügyi problémákat, mint az alultápláltság és a fertőző betegségek. Elterjedtsége, költségei és az egészségre gyakorolt hatásai miatt az elhízás jelentős közegészségügyi és egészségpolitikai probléma. Éppen ezért igyekeznek korrigálni az elhízásért felelős környezeti tényezőket. Ilyen akciótervek az államilag

finanszírozott iskolai étkeztetési programok, a gyerekeknek szóló közvetlen gyorséttermi reklámok korlátozása, valamint a cukorral édesített üdítőitalok hozzáférhetőségének csökkentése az iskolákban.

Kezelése

A gyermekek kezelése elsősorban életmódbeli beavatkozásból és magatartásterápiából áll, bár a gyermekek fizikai aktivitásának fokozására tett erőfeszítések eddig nem sok sikerrel jártak.

E munka kapcsán átböngésztem nagyon sok könyvet és újságot, melyek hatására már sokkal otthonosabban mozgom ebben a témakörben. Ezen felbátorodva én magam is összeállítottam egy tíz kérdésből álló kérdőívet, amelybe belevontam gimnáziumom ötven tanulóját – huszonnégy lányt és huszonhat fiút. A lányok átlagéletkora tizenhat év volt, míg a fiúké tizenöt. A lányok átlagos testtömegindexe (TTI) 21,9, a fiúké 20,5.

Testtömegindex (TTI)	Lányok	Fiúk
< 18,5	5 - 20,8%	8 - 30,8%
18,5 - 24,9	15 - 32,5%	14 - 53,8%
25,0 - 29,9	1 - 4,2%	2 - 7,7%
30,0 - 34,9	3 - 12,5%	2 - 7,7%
35,0 - 39,9	0 - 0%	0 - 0%
≥ 40	0 - 0%	0 - 0%
Összesen	24 - 100%	26 - 100%

Az egyik kérdésem arra irányult, hogy mennyien sportolnak közülük. A lányok esetében ez a szám húsz volt, a fiúknál tizenhat.

A következő kérdéssor a táplálkozási érintette. A lányoknál tizenhatan fogyasztanak hetente legalább háromszor gyümölcsöt, a fiúknál nyolcan, zöldséget a lányoknál tizenheten, a fiúknál tízen, édesített üdítőket a lányoknál nyolcan fogyasztanak, a fiúknál hatan, alkoholt (!) a lányoknál ötten, a fiúknál ketten.

Végzőként talán annyit, hogy bár sok időmet igénybe vette ennek a dolgozatnak az elkészítése, viszont teljes mértékig megérte a rászánt idő, hiszen rengeteg új tudással gyarapodtam. ☘

Az írás diákpályázatunk Orvostudományi Kategóriájába érkezett pályamű.

Irodalom

Magyar Imre: Rövid belgyógyászati
 Brook Barnes: „Limiting Ads of Junk Food to Child”, New York Times (2007.júl.16)
 Űris I., Hulín I., Bernadič M.: Principy internej medicíny (2001)

Táj és ember kapcsolata Andreánszky Gábor nyomában

AUJESZKY NÓRA ILONA–FOCKTER ZOLTÁN PÉTER
Piarista Gimnázium és Kollégium, Vác

Andreánszky-Lipótszentadrási bárány Andreánszky Gábor a XX. század első felének egyik legkiemelkedőbb botanikusa, paleobotanikusa volt. 1895. augusztus 1-jén, Alsópetényben született. Tudományos kutatásai során főként florisztikával és növényföldrajzzal foglalkozott, főként az Alpok, a Kárpátok és a Mediterránium növényvilágát vizsgálta. 1945 és 1949 között a Magyar Tudományos Akadémia tagja volt. Budapesten 1967. november 20-án halt meg. Iskolánk, a Váci Piarista Gimnázium egykori diákja volt, s gazdag hagyatékot hagyott maga után. Az ő kutatásai nyomán tanulmányoztuk az emberi társadalom és a növényvilág szoros kölcsönhatását és azt, hogy milyen hatásai vannak az emberi tevékenységnek a növényvilágra. Lehetőségünk nyílt elbeszélgetni Horánszky András és Borhidi Attila professzorokkal; valamint Hably Lilla igazgató-nőnek köszönhetően ellátogathattunk a Növénytárba, ahol eredeti, Andreánszky Gábor által meghatározott ősnövény-le nyomatokat láthattunk.

Ember és természet kölcsönhatása

Az ember megjelenése előtt a magashegységekben kialakuló természetes növénytakaróra természeti erők, mint a szél, a hó, és a tűz gyakoroltak hatást. A fás vegetáció elterjedéséhez legalább 550 mm évi csapadékmennyiség szükséges, a magashegységek egy része ezt jóval meghaladó mennyiségben részesül, így itt nagy kiterjedésű erdők alakultak ki. Ha egy-egy kisebb tüzeset foltokban eltüntette a fákat, a helyükön hegyi rétek alakultak ki. Az alhavas réteken zergék, a hegyi legelőkön nagy állatok (pl. európai bölény, őstulok) tartották fenn a legelőket.

Amikor megjelent az ember, kivágta a fákat, mesterségesen bővítette, illetve fenntartotta a legelőket. Bár a nagy állatokra való vadászás közben azok kipusztultak, helyüket az ember által betelepített marha és juh vette át. A megnövekedett legelőterületen a kaszálás hasznára vált

mind az állatoknak, mind a növényeknek, ugyanis szerepet játszott a fajgazdagság fenntartásában. A hegyi rétek egyébként is igen fajgazdagok, köszönhetően a minden irányból érkező magoknak, hiszen itt az alhavas rétek, és a lentebbi, mocsár-, és láprétek fajait is megtalálhatjuk.

Amíg nem jelentek meg a gépek, az emberek kevesebbet követeltek a termé-



A Karavankák Andreánszky eredeti fekete-fehér üveges diáján (1936)

szettől, és hosszabb regenerálódási időt hagytak a számára. A különféle kaszálóhelyeket más-más időben használták, így az időbeli eltolódás miatt a fajok mindig lehetőséget kaptak magjaik elszórására. Az erdőkben a száraló vágás még az aljnövényzetet is kímélte. A kaszálás a növényevő állatoknak friss fűvet, a hullóknak pedig az elérhető napsugárzást nyújtja. A kaszálás gyengíti a nem őshonos özönnövények elterjedését (pl. parlagfű, aranyvessző), amik az élőhelyek leromlásához vezetnének, ha nem állna szaporodásuk útjába az emberi beavatkozás.

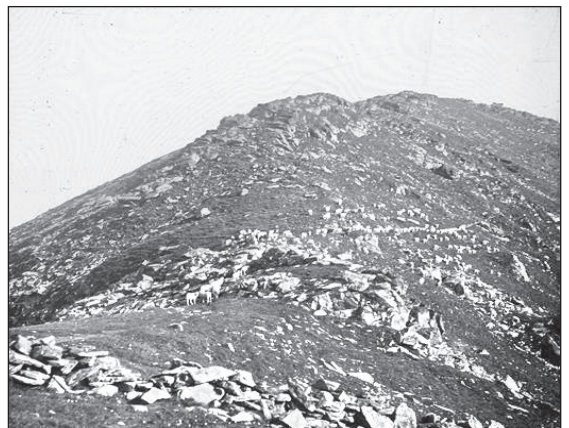
Az ipari forradalom és a népességgrobbanás fokozódó igényeket és az ezt kiszolgáló gépeket hozta az emberek életébe. Az erdők területe csökkent, a kaszálás és legeltetés egyre intenzívebb lett és mind nagyobb területekre terjedt ki. Ez a talaj tápanyagtartalmának megváltozásával, és nemegyszer fajszegényedéssel járt együtt.

Nyolcvan év után – Andreánszky Gábor nyomában

Közel nyolcvan évvel Andreánszky Gábor után, 2014 júniusában tanáraink és botanikus segítők társaságában felkerestük a Hochobirt, amely a szlovén-osztrák határon fekvő Karavankák 2150 m magas hegye. Itt magunk is láthattuk a természet és ember kölcsönhatásában kialakult magashegységi tájat, és összevethettük azt az Andreánszky közleményében írottakkal.

Az első nap a Wildensteiner vízesést néztük meg, mely körülbelül 500 méter magasságban zúdul alá. Miközben felfelé haladtunk, sokszínű növénytakaróval találkoztunk, melyre példa a ciklámen, különböző tölgyfajúzmók, vagy akár a havasi iszalag. Annak ellenére, hogy az Alpokban túráztunk, találtunk a Mediterráneumra jellemző melegkedvelő fajokat is. Ezek a szubmediterrán elemek a melegedéssel egyenes arányban egyre feljebb hódítanak teret a völgyekben. Ilyen fajokra példa a pofók árvacsalan (*Lamium orvala*), az erdei ciklámen (*Cyclamen purpurascens*), vagy a magasszárú kocsord (*Peucedanum verticillare*).

A második napon 1500 méterről indultunk, s célunk a Hochobir 2139 méter magas csúcsát tűztük ki magunk elé. Andreánszky Gábor feljegyzéseiből olvashatjuk, hogy a „Hoch-Obir lejtőit



Az erőteljes legeltetés hatása a Karavankákhoz közel fekvő Zirbitzkoglen. Andreánszky eredeti felvétele

igen szegény fenyves borítja¹ – mivel Andreánszky idejében még erősen érezhető volt a legeltetés hatása; emiatt csak



Magcsákómező, nyúlzapuka, kőtörőfüvek és csapatunk néhány tagja a Hochobiron, 2000 m magasságban

a zászpa és a hunyor maradt meg, melyeket mérgező voltak miatt az állatok elkerültek. A Hochobir megmenekült a túllegettetés káros hatásaitól – kirándulásunkkor egy tábla ismertette velünk, hogy már 100 éve megszüntették a legeltetést a hegy nagy részén. A szelekciós tényező megszűnése miatt igen fajgazdag flóra tárult a szemünk elé, melyekre példa a sárga gyűszűvirág (*Digitalis grandiflora*), a sárga ibolya (*Viola biflora*), vagy akár a bókoló gyömbérgyökér (*Geum rivale*), de ugyanúgy megtalálható a régebbi állapotot jelző fehér zászpa (*Veratrum album*), illetve fekete hunyor (*Helleborus niger*) is.

A legeltetés hatásai azonban szembe-
tűnőek voltak korábbi, májusi kirándulásunkon, amikor a Keleti-Kárpátokba nyertünk betekintést, a Borsa fölt fekvő Nagy-Pietrosz hegyen vizsgálódva. Jelenleg a hegy rezervátum (nem legeltetik), de a rezervátumtól távolabb a Lóhavasi-vízesés körül észlelhető volt folyamatos, erős legeltetések hatása. A fajszegény gye-
pen az ellenálló szőrfű vált egyed-
uralkodóvá, és csak a sziklás, nehe-
zen megközelíthető helyeken tudtak
életben maradni olyan alhavasi táj-
ra jellemző fajok, mint a gyönyörű,
mélykék színű korai tárnics. Az állat-
legeltetéstől immár mentes Hochobir
hegyen azt láttuk, hogy a turistaös-
vényt is széleskörűen övezte a viruló
tárnics, aminek utunk során több fajtát
is megcsodálhattuk, pl. pompás tár-
nics (*Gentiana clusii*), tavaszi tárnics
(*Gentiana verna*). Virágzó növény-
fajokkal találkoztunk, mint a havasi
magcsákó (*Dryas octopetala*), a nyúl-
zapuka (*Anthyllis vulneraria*), illetve
a kőtörőfü (*Saxifraga*), ami szintén
sok fájának látványával örvendezte-
tett meg minket túránk során.

A túllegettetés a homogenizáció
miatt káros (amikor egy-egy a legelést
jól tűrő faj uralkodóvá válik, és kiszorítja a többit, mint pl. a szőrfű), Egy te-

ület teljes elhanyagolásával
ugyanakkor megindulhat az
(újra)erdősödés is, ami azért
lenne baj, mert – a túlzott
legeltetéshez hasonlóan –
fajszegényedéshez vezetne.
Hogy ez nem következett be
a Hochobiron, azt tudatos
emberi beavatkozás okozta:
sokfelé láttuk a kivágott tör-
pefenyőket. A cél valószínű-
leg az volt, hogy természet-
védelmi okból megfékezzék
a törpefenyők túlzott térnyer-
ését, a havasi gyeplépcső-
zetének megővése érdeké-
ben. Az emberi tevékenység
tehát természetvédelmi célo-
kat is szolgálhat.

Emberi „természet”: negatív beavatkozások a flórába

Sajnos szembesültünk azzal is,
hogy milyen hatalmas káro-
kat okozhat az emberi beavat-
kozás a természetbe. Májusi
kirándulásunkon az erdélyi
Borsabányán (Baia Borsa,
Románia) jártunk, s megdöb-
benve tapasztaltuk a környezeti
pusztulást és teljes romhal-
mazt, ami a szemünk elé tárult
az egykor erdős területen.

Az aranyat sok helyütt a
világon („875 aranyérc-fel-
dolgozó üzeme közül 460-
ban”³) cianidos eljárással oldják ki. A fo-
lyamat során: „Az ércet először aprítják,
őrlik, esetleg valamilyen fizikai, fizikai-
kémiai eljárással elődúsítják. Az így nyert

zagyártározóra kerül.”⁴ Normális esetben:
„A lúgzást követően a maradvány oldó-
szert tartalmazó meddőt még az üzemen
belül besűrítik, cianmentesítik és külső
zagyártározókba vezetik. A cianos lúgzófo-
lyadék visszakerül az oldási folyamatba.”⁵

Sajnos azonban „a sűrítés és a cian-
mentesítés elmaradása esetén (például a
korábbi nagybányai feldolgozás során) a
külső tározóba vezetett meddő zagy még
jelentős mennyiségű cianos folyadékot is
tartalmaz.”⁶ 2000. január 30-án, amikor
Nagybánya körül átszakadt a gát, mintegy
„100–120 ezer m³ cianiddal és nehézfém-
mel rendkívüli mértékben terhelt szenny-
víz került a Zazar- és Lápos-patakokba,
ahonnan a Szamoson keresztül a Tiszába
jutva a Magyarországon eddig regisztrált
legsúlyosabb vízszennyezést okozta.”⁷A
Borsabányához közeli bányavállalathoz



A borsabányai egykori zagyártározó mai állapota

tartozó szennyvízülepítő nem sokkal ké-
sőbb, „2000. március 10-én délelőtt át-
szakadt, és a becslések szerint mintegy 20
ezer m³ nehézfémekkel szennyezett iszap
került a tározó alatti völgybe. Az
esőzések hatására ez az iszap fo-
lyamatosan mosódott be az itt folyó
Novac-patakba, ahonnan a szennyezés
a Visó folyón keresztül több hul-
lámban jutott a Tiszába.”⁸

Dr. Fleit Ernő vizsgálta a Szamos
és a Tisza folyók üledékére és halai-
ban a 2000-es romániai vízszennyezés
hatását. Megállapította többek között,
hogy „a 2000. évi cianidos (nagybányai
eredetű) szennyezést követően [...] A Szamos határszélvényében
(Csenger) a hazai beavatkozási határ-
értéket az arzén, cink, kadmium és réz
mennyisége is meghaladta.”⁹, továbbá
„A Szamos üledékében négy nehézfém
(As, Zn, Cd és Cu) mindhárom
mintavételi ponton a szennyezettségi
határértéket meghaladó mennyiségben
volt mérhető.”¹⁰, valamint „A tiszai
üledékben a hazai beavatkozási határérté-
ket a kadmium koncentrációja 3 mintavé-
teli ponton, az arzén 2 mintavételi ponton,



A csodálatos ibolya színű *Primula wulfeniana* nevű kankalinfaj mezői ma is csak a kárfülkék hófoltjainak szegélyét borítják, mint Andreánszky idejében

dúsítmányt víztelenítik, és ezt követően
kerül sor a cianozó folyamatra. A leválasz-
tott aranymentes meddő elősűrítés után

a cink egy mintavételi ponton haladta meg.¹¹ Okulva a katasztrófából, intézkedések léptek életbe: „az iparvállalatok önkéntes együttműködésében”¹² létrejött a Nemzetközi Cianid Kódex, továbbá „Az EU-ban ez a baleset váltotta ki a bányászati hulladékok kezelésének részletes szabályozását.”¹³ Mindemellett bizakodva tekinthetünk a jövőbe, ugyanis „A technológusok ezzel párhuzamosan erőfeszítéseket tesznek az alkalmazott cianidszint további csökkentésére; a technológia helyettesítésére.”¹⁴ Igazán megnyugtató azonban az lenne, ha mindenütt felhagynának ezzel a veszélyes módszerrel.

Az ember mint tájformáló erő – múlt és jövő

A táj és a benne élő ember kölcsönhatásban áll minden korban. Minél többet tanul az ember a természetről, annál inkább képes vele összhangban cselekedni, amikor az szükséges, és elkerülni a beavatkozást, ha az ártalmas lenne. Ezek a tájformáló hatások azonban gyakran csak évek vagy évtizedek múltán jelentkeznek. Andreánszky Gábor útjainak néhány helyszínét nyolc évtized múltán felkeresve egyfajta időutazásban vettünk részt. Nemcsak a múltat vethettük össze a jellel, hanem a természetvédelem mai problémáiról is lehetősé-



Csapatunk tagjai a Hochobir lábánál, Papp Lászlóval

geiről is sokat tanultunk, és élményekben gazdagon tértünk haza.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük iskolánk tanárainak, akik meglátták bennünk a lehetőséget, s kialakították csapatunkat, mellyel nevezhettünk az Út a Tudományhoz pályázatra (aminek anyagi támogatása révén részt vehettünk túráinkon). Köszönjük Csorba László tanár úrnak, aki rengeteget segített ennek a cikknek a létrejöttében, és egész kutatómunkánk során. Köszönjük Balogh Tamás tanár úrnak kíséretét túráinkon, akivel humorral fűszerezett biológiai és földrajzi beszélgetéseink során közelebb kerülünk

a természethez. Továbbá hálásan köszönjük botanikus kísérőnk, Papp László szakmai és azon messze túlmutató segítségnyújtását is a túrák nemegyszer izgalmas és veszélyes helyzeteiben. ☘

A szerzők a Természettudományos múltunk felkutatása kategória harmadik díjasai.

Irodalom

- ^{1, 2} Andreánszky Gábor: Megjegyzések a Keleti Alpok flórájához (1941, Budapest), a Botanikai Közlemények XXXVIII. kötetéből
- ^{3, 4, 5, 6, 12, 13, 14} Arany és cianid – Lehetőségek és kockázatok (Földessy János, Bóhm József – Magyar Tudomány) <http://www.matud.iif.hu/2012/05/04.htm>
- ^{7, 8} Cian- és nehézfém-szennyezések a Tiszán / A szennyezés krónikája (<http://www.terra.hu/cian/cian2.html>)
- ^{9, 10, 11} Dr. Fleit Ernő: Tiszai cianid katasztrófa (<http://www.szennyviztudas.bme.hu/tartalom/tiszai-cianid-katasztr%C3%B3fa>)
- Andreánszky Gábor: A növényvilág kialakulása, in: Tasnádi Kubacska András (szerk.): Az élővilág fejlődéstörténete Gondolat, Bp. 1964
- Borhidi Attila: Gaia zöld ruhája, Budapest : Magyar Tudományos Akadémia, 2002

Egy elfeledett híresség után kutatva Bugarszky István

FEHÉR KRISZTIÁN

Bolyai Tehetségondozó Gimnázium és Kollégium, Zenta

Nem számít szokványosnak, hogy egy életében elismert személy, aki sokat adott a következő generációknak, feledésbe merüljön. Igen sajnálatos, hogy tudományos körökben léteznek olyan személyiségek, akik munkásságukkal csak az életükben kerülnek a nyilvánosság figyelmébe, viszont életük alkonyán már nem számítanak fontosnak.

Bugarszky István ennek az ördögi körnek lett áldozata, önhibáján kívül. Habár a magyar tudományosság egyik alappillére volt, a „hálás” utókor valamilyen okból nem tartotta becsben az életművét. Miben rejlik a kifogásolhatóság, amivel büntetni lehet egy életében szerény és halk szavú

embert, az elmúlás és felejtetőség fogalmával? Miért engedi meg magának az utókor, a kollégák többsége és a mai világ tanári kara, hogy neve feledésbe merüljön?

Tiszteletben kell tartani azt aényt, hogy vannak olyan tanárok, akik ösztönzik tanulóikat Bugarszky munkásságának, életének megismerésére, mint amilyen az én kémiantanárom és osztályfőnököm, másrészt viszont sajnálatos, hogy igen kevés tiszteletreméltó kémiantanár hallott róla, esetleg nem is tartja megalapozottnak e kiváló elme tanulmányainak megismertetését. Tekintsük át, miben merült ki Bugarszky tanár úr szerény áldozata.

Bugarszky István Zentán született (ak-

koriban Bács-Bodrog vármegye) az Eugen utcában (ma Vuk Karadžić utca), 1868. május 21-én. Az édesapja, Svetislav Bugarski (több helyen tévesen Svetozarnak írták, nevezetesen a gimnáziumi értesítőkön) járásbírói iktató volt. Édesanyja Anna Malešević. Miután megkeresztelték, a görögkeleti tanokat követte. Mindez május 12-én történt meg, amennyiben a régi nap-tárt nézzük.

Középiskolai tanulmányait a zentai al-gimnáziumban kezdte meg, 1878-ban. A Bugarszky család nagyon szerény körülmények között élt, így tanulóként a városi képviselő testület által alapított tan-könyvadalományban részesedett. A zentai

levéltár jóvoltából hozzájutottam az első négy év tanulmányi eredményeit hirdető „ÉRTESÍTŐK”-höz. Ezek alapján mind a négy év alatt a jó tanulók sorába tartozott (fontos megjegyezni, hogy az évfolyamot 48-an kezdték, de csak 16-an fejezték be, köztük Bugarszky is). Érdekes az is, hogy a mellékletben lévő jegyeket az akkori rendszerezéssel iktatták. Az „1”-es jegy valójában jelest, vagyis kitűnő jegyet jelentett.

Tanárai közül megemlíthetjük dr. Ferenczy Alajost, a magyar nyelv és irodalom tanárát (aki egyben az osztályfőnöke is volt), továbbá bölcsészettudományok doktorát, aki elismert tagja volt több országos hírű egyesületnek. A német nyelvet és irodalmat dr. Fülöp Adorján tanár tanította, matematikai tanulmányait pedig dr. Kuthy Lajos bővítette. Igazgatója Kuthy József volt, aki az iskolát 1876 szeptemberétől 1887 októberéig igazgatta, és keze alól nem egy neves



Bugarszky István

ember került ki, többek között Bugarszky István is.

Zentán akkoriban csak az úgynevezett alginmázium működött (I-IV. osztályok), Bugarszky tanulmányait a nagykikindai gimnáziumban folytatta, majd az újvidéki magyar gimnáziumban fejezte be.

1886-ban sikeresen felvételizett a budapesti tanárképző intézet természettudományi szakára. A budapesti Tudományegyetemen és a Műegyetemen végezte fizikai-kémiai tanulmányait. 1891-ben bölcsészdoktorrá avatták, ezt követően felvételt nyert az Állatorvosi Főiskola kémiai tanszékére mint tanársegéd. 1893-ban németországi tanulmányútra indult, amit kormánysegéllyel valósított meg. Utazása során végiglátogatta a híres és nevezetes német vegytani inté-

zeteket. 1894-ben elméleti kémiából magántanári képesítést nyert.

1896-ban egy iskolai félévet töltött Göttingenben, Walter Nernst elektrokémiai intézetében (aki akkoriban már világhírűvé vált a tudományágában). Nernst engedélyével kísérleteket végzett az intézetben, hogy meghatározza a kémiai affinitás számbeli értékét a kémiai változások egy csoportjára vonatkozóan. 1898-ban rendkívüli tanárnak nevezték ki az Állatorvosi Főiskolán. 1899-ben a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagjává választotta. 1902-től a MTA vegytani tanszék tanára volt, egészen 1913-ig. 1939-ben nyugalmába vonult. 1941.

március 3-án hunyt el Budapesten, 73 éves korában, a Kerepesi temetőben nyugszik.

Bugarszky István érdemeit nehéz elemezni, mert mennyiségileg és minőségileg szinte határtalanok. Munkásságát a kémiai oldatok kémhatásának vizsgálataiban fejlesztette, melyek a már világszerte elismert és használt pH fogalmának kialakulásához vezettek. Kutatómunkája során a reakciókinetika kérdéseivel is foglalkozott, pontosabban a fehérjék fizikokémiai sajátosságával. E munkák során sikerült kimutatnia a fehérjék amfoter jellegét. 1887-ben a vizelet elektromos vezetőképességét vizsgálta. Eredményei arra utaltak, hogy a vizelet sokat tartalmaz, ami elektromos vezetőképességgel ruházza fel.

A későbbiekben világhírűvé vált magyar vegyész, Tanzl Ferenczel a fent említetthez hasonló vizsgálatokat végzett, de a vérszérummal kapcsolatban. Közös munkájuk eredményeként, valamint Tanzl Ferenc utólagos munkái révén az Állatorvosi Főiskola Élettani és Biokémiai Tanszéke, valamint Anatómiai és Szövetani Tanszéke egyaránt ezen tudományterület megalapítójának, atyjának tekintik.

Fontos kollégája volt még Liebermann Leó kémikus is, akivel a fehérje jellegű anyagok kémhatásait vizsgálták. Munkájuk során rádöbbentek, hogy a vizsgált anyagok igen nagy mennyiségű lúgot és savat képesek adszorbeálni, ezért ún. puffer természetűek (1898). Való igaz, hogy ezt a szót akkoriban nem használták a kutató és tudományos körökben. A kémiában használatos puffer szót valójában két francia kutató néhány évvel később, az ő munkájuk nyomán alkotta meg.

1893-ban kollégájával, Liebermann-nal sikerült kísérlettel bizonyítaniuk Arrhenius ionelméletét. Arrhenius az ionok keletkezését egy bomlási folyamat eredményének tekintette, amelyben a víz szerepe csupán a ionok hidratálására vonatkozik (a hidratá-

ció során a hidratálódó részecske köré vízmolekulákból álló burok épül).

Tény, hogy Liebermann Leó munkássá-



Szüllőháza Zentán

ga megindította a magyar biológia biokémiai ágának kialakulását, de nincs említve Bugarszky István szerepe ennek megalapozásában.

Ismertebb közös műveik Liebermann Leóval:

- Liebermann Leo – Bugarszky (István) Stefan: Beiträge zur Theorie der wässrigen Lösungen von Salzmischen (Leipzig, 1893)
- A fehérjenemű anyagoknak sósav-nátriumhidroxid és nátrium-klorid lektő képességéről; Chemia Tankönyv az Állatorvosi Főiskola hallgatói számára (Budapest, 1900)

Bugarszky István és Liebermann Leó közös munkája megalapozta a ma már általánosan bizonyított és elfogadott kémiai tény, ami nagy jelentőséggel ruházta fel az aciditást (savasságot) és az alkalitást (lúgos-ságot). Sørensen dán kémikus meg is említi őket, továbbá mindkettőjüket e szakterület kiemelkedő és vezető kutatói közé sorolja. Hogy a munkájuk története magasabban íveljen a szakmai körökbe, említést tesz arról is, hogy ezen kutatók teljes mértékben megértik, és alkalmazzák az új metodikát, és széleskörűen bővítik az új gondolkodásmódot. Őt megelőzve találta fel Szily Pál orvos a mesterséges kiegyenlítő oldatokat, vagyis a pufferoldatokat, amiről korábban már szó volt.

Visszatérve Bugarszkyra, meg kell említeni, hogy munkáinak, dolgozatainak zöme a Magyar Tudományos Akadémia által kiadott Matematikai és Természettudományi Értesítőben látott napvilágot. Természetesen külföldi folyóiratokban is publikált. Szakterülete fontos kérdéseire adott válaszai főleg a kémiában észlelt változásokat tárgyalja (az időbeli lefolyások sebességére tekintettel), valamint a kémiai egyensúlyállapotokkal állnak összefüggésben.

Bugarszky kutatómunkáját folytatva azt is megállapította, hogy az oxidálószer-

annak megfelelően oxidálódnak, ahogyan elektropotenciáljaik szerint vannak sorba állítva. A továbbiakban analitikai módszert dolgozott ki a halogének egymás melletti meghatározására.

Úttörő munkája során Bugarszky István olyan felfedezésre jutott, ami gyökereiben változtatta meg a kémia egyes szakterületeinek fogalmát. 1897-ben ő volt az, aki felfedezte az első olyan galvánelemet, ahol az áramtermelő folyamat endoterm (1897).

Igen fontos megemlíteni, hogy bebizonyította a kémiai affinitásra vonatkozó Thomsen–Berthelot-elv fogyatékosságát. Pontosítva, ezen elv alapján a következőket kell figyelembe tartani: spontán folyamatokban az entalpia csökken. Sok esetben igaz, de nagyon sok a kivétel.

1912-ben szabadalmaztatott egy módszer gyógyhatású kátrány-kolloid előállítására. A boróka (Juniperus) desztillációs tisztításával nyerte ki ezt a kolloidot. Ennek az eljárásnak köszönhetően egy több mint 50 évig gyártott, nemzetközi-

lik e név mögött, mi köszönhető neki, és miért annyira fontos fenntartani az emlékét. A zentai idegenforgalmi honlap igen röviden megemlékezik róla. (<http://sentainfo.org/hu/p/14/2014/10/23/Hires-zentaiak.html>)

Tény, hogy Bugarszky István, vagy Stefan, nem magyar származású, viszont elkötelezte a magyar tudományos köröket és a magyar tudományos életet hozzáállásával és munkásságával. Jelenléte a modern kémia születésében és erősödésében, valamint tudományos munkáinak széleskörű értékelése és megismerése a jövő kémiai nemzedékek fontos mérőföldővé kellene, hogy váljon.

Szívet, lelket pezsdítő dolog hogy önzetlen tudományos munkái világszerte emelték a magyar tudomány értékét, valamint hozzásegítettek olyan nevezetes kémikusok munkájához, akik nevével gyakran találkozunk a tankönyvekben.

Emlékezzünk meg arról is, hogy az 1906/1907-es tanévben rektorhelyettes volt. Az élettani-kémiai intézet közös épületének

1913-ban), a budapesti Tudományegyetem Bugarszkyt hívta meg utódként a II. sz. Kémiai Intézet tanszékvezetőjének, és ezt a posztot 1938-as nyugalmányba helyezéséig, 25 éven át tisztességben végezte.

1915-től számítva tíz évig volt a Királyi Magyar Természettudományi Társulat kémiai választmányának tagja, amelyek után a Magyar Kémiai Folyóirat egyik szerkesztője volt, nyolc évig.

A budapesti Tudományegyetemen 27 év múltán, egy bensőséges ünnepség keretében



Bugarszky István emléktáblája, a Kémia Tanszék falán (Tari László felvétele)

ПРОТОКОЛЪ НА РОДИЛИШНОТО ДНЕВНО УЧЕБНО КНИЖЕТО НА				ИМЕНАТА НА ДЕТЕТА			
КЪДЕ СЪМЪ		РОДИЛИШНОТО		ИМЕНАТА НА ДЕТЕТА		ОТРИЦА	
Име	Възраст на майката	Име на бащата	Име на детето	Име на детето	Име на детето	Име на детето	Име на детето
1868							
1869							

Születési anyakönyvi kivonata

leg elismert gyógyhatású kenőcsöt adományozott a világnak. A Cadogel kenőcsöt Európa-szerte használták, továbbá az Egyesült Államokban, sőt még Mexikóban is ismerték. A Cadogel gyógyhatását különféle ekcémák (bőrbetegségek) kezelésében hasznosították.

Szakmai tudását, tudós mivoltát szülővárosa kortársi közvéleménye is elismerte, amikor egy helyi lap még 1902. június 22-i számában ezt írta róla: „Dr. Bugarszky István földünk, ország-világhírű kémikus, a budapesti állatorvosi akadémia tanára, a Magyar Tudományos Akadémiának évre nézve legfiatalabb tagja, családi ügyeinek rendezése végett körünkbe érkezett.”

Sajnálatos, de igaz, a szülővárosa részéről eddig méltánytalanul elfeledett tudós megérdemelné, hogy szülőházára legalább egy kisméretű emléktábla kerüljön. Másrészt, talán nem lenne nagy kérdés, hogy Zenta önkormányzata részéről megtörténne egy látogatás a Kémia Tanszék falán levő emléktáblájánál, és sírjánál a Kerepesi temetőben, ahol szülővárosa küldöttsége talán először rohathatna le kegyeletét, és emlékezhethet világhírű tudós szülőházára.

Igaz, hogy 2004-ben utcát neveztek el róla a Zentán, viszont sokan nem tudják, ki rej-



Bugarszky István nyughelye – Tari László felvétele (tévesen 1869, az 1868 helyett)

kialakítása és bővítése, mely 1911-re fejlődött be, munkássága elejére esett. Miután a szén-szubszulfid (C₃S₂) feltalálója, valamint a tiszta kalcium nagy mennyiségben lehetséges előállításának eljárás megtervezője, a nevezetes Lengyel Béla (elhunyt

ben emlékeztek meg Bugarszky professzor születésének 100. évfordulójáról. Az ünnepi beszédet dr. Nádor Károly egyetemi tanár, a Kémia Tanszék vezetője tartotta, majd Gergely István földművelésügyi miniszterhelyettes felavatta a tanszék falán elhelyezett márvány emlékművet, melyen Bugarszky István oldalnézeti domborművű arcképe látható. Az emlékmű Madarassy Walter szobrászművész alkotása.

Ezeknek a történeteknek immár lassan 50 éve. Ebben az időközben csak azt emelhetjük pajzsként magunk elé, hogy egy utca viseli a nevét szülővárosában, tömör, rövid és ismétlődő ismertetésekkal találkozhatunk a világhálón. Alapjába véve kimondhatjuk: nem ismerjük, és mintha nem is nagyon érdekelne bennünket...

Végezetül szégyennek tartom, hogy a világhírű Wikipédián Bugarszky István emlékének csak egy ötsoros, eszperantó nyelven található ismertető adózik.

Bugarszky István ismertebb művei:

- Abázisok sebességi coefficientenseiről. Adatok a kémiai dinamikához. Egy doktori értekezés. (Budapest, 1891)
- Vezérfonal a vegytani gyakorlatokhoz kezdők számára (Budapest, 1892)

- Vizsgálatok a chemiai statika köréből 1–4. (Mathematikai és Természettudományi Értesítő, 1892–1894)
- Adatok a sókeverékek vizes oldatainak elméletéhez (Liebermann Leóval, Mathematikai és Természettudományi Értesítő, 1893 németül: Beiträge zur Theorie der Wässerigen Lösungen von Salzmischen; Leipzig, 1893)
- A chemia repertoriuma és borchemiai practicum a budapesti szőlő- és borgazdasági felsőbb tanfolyam hallgatói számára (Budapest, 1894)
- Új módszer a bróm és a chlór quantitív elválasztására (Mathematikai és Természettudományi Értesítő, 1895)
- Új módszer a véresejtek és plazma térfogat szerint mért mennyiségének meghatározására (Tangl Ferencsel, Budapest, 1897)
- A fehérjenemű anyagoknak sósav natriumhyperoxid és natriumchlorid lektő képességéről (Liebermann Leóval)
- A vérsavó molekuláris concentratiojáról (Tangl Ferencsel, Mathematikai és Természettudományi Értesítő, 1898)
- Chemia (Liebermann Leóval, Budapest, 19004. átd. és bőv. kiad. 1918)
- A bróm és aethylalkohol egymásra hatásának sebességéről, kísérletek állandó hőmérsékleten (akadémiai székfoglaló, elhangzott: 1901. jan. 21., megjelent: Mathematikai és Természettudományi Értesítő, 1901)
- A bróm hatásáról acetaldehyde vizes oldatban (Chemiai kinetikai tanulmány, Mathematikai és Természettudományi Értesítő, 1902)
- A közeg befolyása a reactiosebes-

sége és a chemiai egyensúly-állapotra (Mathematikai és Természettudományi Értesítő, 1905)

- Ismereteink az anyag szerkezetéről (Budapest, 1907)
- Ajodidok és a szín-jód mennyiségi meghatározásának új módja (Horváth Bélával, Mathematikai és Természettudományi Értesítő, 1909)
- Az eczema gyógyítása cadogellel (Török Lajossal, Budapest, 1913)
- Vezérfonal a qualitatív és a quantitatív chemiai-analytikai gyakorlathoz (Laboratóriumi segédkönyv. B. I. megbízásából összeáll. Pacsu Jenő, Budapest, 1920 3. kiad. 1923).

Az írás diákpályázatunk Orvostudományi Kategóriájába érkezett pályamű.

Irodalom

- OSZK, IV. 001 Magyar Tudó lexikon, 1997
 OSZK, IV. 003 Magyar életrajzi lexikon, Bp. 1967
 OSZK, 40615. Gáspár Margit: A magyar kémiai irodalom bibliográfiája (1926-1945)
 Bitskey József – Újhelyi Sándor: Bugarszky István - MTA Kémiai Tudományok osztályának Közleményei, 1968
 Nekrológ, Akadémiai Értesítő, Bp., 1941
 A Pallas Nagy Lexikona, Bp., (1893-1900)
 Dobos János: A Zentai Gimnázium Száz Éve (1876-1976)
 Egyéb források:



Dr. Keszei Ernő és Prof. Péter Nemes PhD megorozzzák Bugarszky István emléktábláját a Kémia Tanszék falán (Tari László felvétele)

- TLZ, F:007 Szerb Ortodox Plébánia, Szent Mihály Arkangyal Temploma, Zenta, (1825-1937)
 TLZ, F:003 Zenta Rendezett Tanácsú Város, Zenta, (1850-1918), Kereseti adókönyvek (1869)
 TLZ, F: 031 Moša Pijade Gimnázium, Zenta, (1876-1979)
 TLZ, F: 315 Térkép-, tervrajz- és vázlatgyűjtemény, Zenta
 TLZ, F: 381 Joca Vujić gyűjteménye – Dudás Andor krónikája II.
 Kataszteri Hivatal, Zenta, Zenta város (indikációs térképek, 46. szelvény)
 TLZ,F.031.333 Gimnazija, Senta, Godišnji izveštaj 1880-1881
 TLZ,F.031.104 Gimnazija „Moša Pijade“ , Senta, Matična Knjiga Učenika 1879-1880
 TLZ,F.031.333 Gimnazija, Senta, Godišnji izveštaj 1878-1879

Külön köszönet Tari László úrnak a különböző jellegű odaadó segítségéért és fáradozásáért.

Hol gyár állott, most kőhalom

NÉGYESI ZOLTÁN
 Horváth Mihály Gimnázium, Szentes

„Azt hiszem, teljes életet kell élni. Hiszen nem hosszú az élet, ha néha hosszúnak is látszik. A falból se lehet büntetlenül kifejeíteni téglákat. Ha itt-ott hiányzik néhány kő, már kisebb a fal teherbírása. Az emberé is, ha nem teljes az élete.”
 Szilvási Lajos

A pályázatomból, a szentesi Zsoldos-téglagyárról már kiskoromban tudomást szereztem. A téglagyártáshoz szükséges jó minőségű agyagot a város keleti határában bányászták, mi pedig a visszamaradt bányagödörben horgász-

tunk, amik ma már bányatavak. A környékbeli horgászok a jelenleg horgászható négy bányagödört Zsoldos-tavakként ismerik. Ekkor ugyan még nem értettem meg a téglagyár szerepét a városra és környékére, de már ezekben az időkben is sok

mindent meséltek nekem a gyárról és az itt folyt munkálatokról.

A helyi téglagyáron kívül még be szeretném mutatni a téglá elterjedését a világban és hazánkban, a hozzá nélkülözhetetlen agyagot, valamint tulajdonságait.

A téglával való építkezés 6000 évre nyúlik vissza. Ez az építőanyag azonban az évezredek alatt rengeteget változott. Ma már szabványméretekben kapható, nagy nyomásszilárdsággal, nűtfédes kialakítással, üreges belső szerkezettel. Ez a sok fejlesztés pedig mind az építkezés megkönnyítését szolgálta. A szerkezeti módosítások ellenére a téglát már a kezdetekben is nagyon hasonlóan készítették, mint napjainkban; csupán finomították és korszerűsítették az előállítását.

Téglát először Egyiptomban használtak; a Nílus iszapját megformázták és a napon szárították. Az égetett változatát pedig Mezopotámiában készítették, Kr. e. 4000 évvel.

Az iszlám kultúra emelte mesteri szintre a téglá ornamentális alkalmazását és olyan szinten tette ezt, amit később sem tudtak elérni. Kínában viszont egy másfajta irányzat alakult ki: ott először a tetőből és ezzel együtt a tetőcserépből vált uralkodó elem, amelynek nemcsak a lefedés és a védelem volt a feladata, hanem tulajdonképpen ez alkotja az épületet. De kiemelendő még Perzsia, India és Indokína is, ahol még tovább fejlesztették az építőanyagot.

Az ókorban a rómaiak egész Nyugat-Európával megismertették a téglát. De nemcsak nyugaton terjesztették el, hanem mindenhol, ahová hadjáratokat vezettek; mindenhová magukkal vitték a téglakészítés művészetét. Ők fejlesztették ki például a boltíves építést, amire még napjainkban is kiváló állapotban levő példákat lehet találni.



Zsoldos Ferenc arcképe

A téglagyártás ipari kezdetén, a XII. században a mai Németország és Franciaország területén voltak a központok, de kiemelendő még Lombardia is mint fontos helyszín. A román stílustól a gótikán át a reneszánszig mindig nagy szerepe volt ezen építőanyagoknak. Észak- és Közép-Európában hihetetlen épületek jöttek létre kézzel formázott téglából. Ilyenek találhatók Skandináviában, a Brit-szigeteken, a mai Hollandia és Belgium környékén, valamint Észak-Németországban.



A Zsoldos-féle fatelep

Az elkövetkező időben egyre nőtt a téglá iránti kereslet, és az igényt már nem tudták kielégíteni kézi gyártással. Az angolok fejlesztették ki az ipari gyártását, de az átöröslést nem ez hozta meg. A berlini iparos Schlickeysen és Friedrich Hoffmann építőmesterek 1858-ban porosz-osztrák szabadalomként bejegyeztették a körkemencét, ami valódi újítás volt és meghozta a várva várt fejlődést, amivel forradalmasították a téglagyártást.

Magyarországon is végig lehet kísérni ennek az építőanyagnak a fejlődését, elterjedését. A legkorábban feltárt tégláépítő kemence a XIII. századból került elő a Zala megyei Pókaszeptken, ahol a régészek egy tégláégetésre is alkalmas mészégető kemencét találtak. A Tiszalökön és Óriszentpéteren feltárt leletek a boksa kemence és a mezei kemencék között képeztek átmenetet. A XIV. században már megjelentek a céhek és ezek gyártották a téglákat. Ekkor a téglavetés még földesúri vagy városi privilégium volt. A XIX. században már a téglagyártásban is meghonosodtak a vállalkozások. Kőbányán már 1837–1838-tól kezdtek működni effajta létesítmények. A körkemencés módszer csak a kiegyezés után terjedt el hazánkban. A XIX. század utolsó éveiben 12 ilyen gyár működött csak Budapesten.

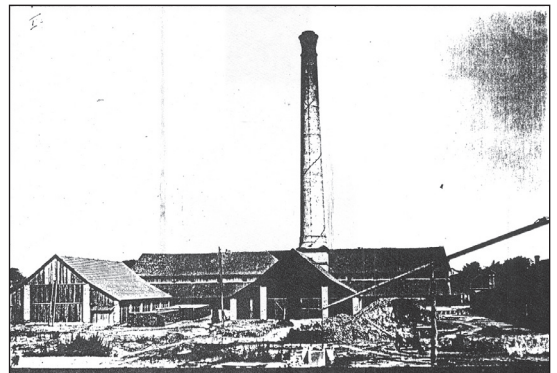
Ennek az emléke a budapesti Feneketlen-tó, ahonnan az agyagot szállították az üzemekbe.

A téglá elődje a vályog. A téglá előnyösebb tulajdonsága, hogy szilárdabb, mivel nem napon szárítják, hanem kemencében égetik. Ebből következik, hogy míg a vályog a nedvesség hatására elveszti szilárdságát, addig a téglá ellenáll neki, tehát a kiégetett agyag tartósabb lesz. Ma már nemcsak egyszerű, tömör téglát gyártanak, hanem üreges szerkezetűt is, amit vázkerámiaának hívnak. Ezek előnye a hagyományosan gyártottakkal szemben az, hogy mivel üregesek, jobb hőszigetelők. A másik pozitívum pedig, hogy ugyanakkora térfogatú egység előállításához kevesebb anyag kell, tehát könnyebb, ezzel is könnyítve az építkezéseken dolgozók munkáját.

Az agyag igen elterjedt kőzetfajta, amely finomszemcsés összetevőkből áll. Azokat az üledékes kőzeteket sorolják ide, amelyek szemcsemérete nem haladja meg a 0,02 mm-t. Magmás kőzetek földpátjainak bomlása során alakulnak ki az agyagkristályok, melyek bomlási helyükön vagy a víz által elszállítva, legtöbbször tengeri üledék formájában alakulnak ki. A kis szemcsék leülepedhetnek folyókban, mocsarakban, tavakban.

Az agyag felhasználási területe attól függ, hogy mennyi szennyeződést tartalmaz, mekkora szemcseméretű és szervesanyag-tartalmú, és milyen színű.

A cserép- és téglagyártáshoz felhasznált agyag több szerves anyagot tartalmaz. A szervesanyag-tartalma miatt sokszor szürkés színű lesz, kiégetve viszont már a vörös árnyalatait veszi fel. Utólag lehet festeni, mázosítani. Meszes kötőanyag-tartalma miatt a kiégetés után sárgás vagy fehéres elszíneződésű lehet. Szentesen ezt a típusú agyagot használták fel.



A szentesi téglagyár arculata, az 52 méteres kéménnyel

Az előzőekből következik, hogy a téglá anyagát azért jól meg kell gondolni kiválasztani. A gyártásának fő lépései:

- Először a malom egy durva őrlést végez (kollerjárat).
- A folyamat következő lépése a finom őrlés (hengermalom).
- Az őrlés után a nedves anyagot egy csigaprésen gyúrkák át, majd egy rétegsort kiadó szállítószalagra préselik. A csigaprést úgy kell elképzelni, mint egy nagy húsda-rálót.



A kemence kéményén látható a gyár alapítójának monogramja

- A negyedik műveletként a szalagsoron haladó réteget téglányi rézszekre vágják fel.
- Ezután a téglák szárítása következik.
- A téglák kiégetése ma már az alagút-kemencékben folyik, amiket gázlánggal fűtenek. A kemencében továbbhaladva a szállító kocsiakra felrakott anyag fokozatosan hevül fel az égetés hőmérsékletére, és fokozatosan hűl le a kibocsátó helyig.
- Végül a téglákat bálázzák, majd csomagolják.

A téglagyár a nevét Zsoldos Ferencről kapta, aki Szentes első gyáriparosa volt, vagyis ő tette le a város iparának alapjait. Mint nagyon sok alföldi város, úgy Szentes is a mezőgazdaságban és az állattenyésztésben jeleskedett. Ezt változtatta meg ifj. Zsoldos Ferenc, aki 1832-ben született Szentesen. A kisfiúnak nem tartott sokáig a gondtalan gyerekkor, mivel édesanyját 9 éves korában elveszítette. Bár a gyermek okos volt, a harmadik osztály elvégzése után otthagya az iskolát és apja mellett inas lett. Kitanulta tőle az ács-, molnár- és kőművesszakmát is. Az utóbbiban azonban jelentősen csökkent a foglalkoztatás, mivel az 1848-49-es forradalom és szabadságharc idején visszaesett a környéken az építkezések száma, így ez a munka sem nyújtott elég jövedelmet a családnak. Ezért ki kellett, hogy használják molnárképesítésüket. 18

évesen többek között Szolnokon, Pesten, Komáromban, Győrben, Pozsonyban és Bécsben is járt. Három év után visszakerült Magyarországra és egy vasútépítésen dolgozott. A megspórolt pénzéből Szentesen akart telket vásárolni és földművelő akart lenni, amit édesapja hiúsított meg. Az öreg ácsmesternek ugyanis szüksége volt fia segítségére. Sokféle üzletbe belefogtak, de semelyikben sem voltak sikeresek. 1860–61-es elhatározása alapján a fake-reskedést tette a család fő megélhetési forrásává. A városban a sok fakereskedő miatt nagy volt a verseny a piacon, ennek ellenére 1861-ben megnyitotta fatelepét.

A konkurencia mellett is jól ment a bolt, mivel Szentesen megnőtt az építkezési kedv. Annyira fellendültek az építkezések a városban, hogy ennek hatására tégl- és kemencegyárral bővítette vállalkozását. Kiváló üzleti érzékkel felismerte, hogy a hagyományosan felhasznált építőanyagok (vályog, nád) helyett a kevésbé tűzveszélyes, szilárd építőanyagoké a jövő. 1864 végén Szentes nagynyomási részén cserépegető kemencét is építtetett. Fia születése után szélmalmost, majd gőzfűrésztelepet létesített.

Ezekről a létesítményekről vált híressé a Zsoldos-féle ipartelep. Az 1877–78-as évben aktívan fejlesztette vállalkozá-



A szentesi téglagyár körkemencéje

sát, felállította a kályhagyárát, amelyben új rendszerű cserépkályhákat és tűzhelyeket gyártott, majd ezzel közel egy időben üzembe helyezte a kaszkógyárat is, ami kielégítette a helyi szükségletet. 1882-ben új tégláégető kemencét és téglasajtólót készíttetett, amivel naponta akár 12 ezer téglát is elő tudott állítani. Az 1880-as évek végén virágzott az ipartelep, mivel a legidősebb fiú tanulmányaiból hazatérve kiváló ötletekkel fejlesztette a vállalkozásukat. A gőzmalomban nagy jelentőségű fejlesztéseket hajtott végre. 1887-ben

Szentesen, úttörőként, fia bevezette az ipartelepre és házukba a villamos árammal való világítást. A korszerűsítések azonban nem maradtak abba, új téglasajtólót, cserépegető-kemencét, cementgyárat, mozaiklapot gyártó üzemet létesített. Az áru elszállítására még új iparvágány is épült. A városban ifj. Zsoldos Ferenc és a család nevét is nagy tisztelet övezi, ami nemcsak az üzleti életben végzett munkájának köszönhető, hanem három évtizedes közösségi munkájának. Halála után fia vitte tovább az üzletet. A telep később részvénytársaságként működött az 1940-es évek végi államosításig. A gőzmalom épületeit a hatvanas évek végén lebontották. A téglagyár a Csongrád Megyei Téglaiipari Vállalat, majd 1991-ben, a privatizáció után az Ipari, Mezőgazdasági és Termelő Kft. tulajdonaként működött. 1992 szeptemberében pedig az a megtszítettetés érte a családot, hogy a nagyiparos elődről iskolát neveztek el, aminek a neve így Zsoldos Ferenc Műszaki Szakiskola és Szakközépiskola lett. A Zsoldos-féle üzem a legjobb éveiben 8–9 millió téglát is készített évente, a fábiani út menti gyárban még 2005-ben is termeltek kisméretű téglákat, majd ez év őszén a veszteségesen üzemelő gyár leállt. A gépeket, berendezéseket elvitték a telepről, a sineket is felszedték. Attól lehetett tartani, hogy lebontják még a gyár legszebb részét is, az 52 m magas kéményt, amelyen még a Zsoldos család monogramja is látható. Hat esztendő alatt teljesen csődbe ment a szentesi téglagyártás, amely három évszázados múltra tekint vissza. E hosszú idő alatt hét téglagyárat tartottak számon Szentesen, az utolsó kettőről (az egyik a Zsoldos-téglagyár), az ezredforduló után kellett lemondani.

A szentesi polgármesteri hivatal műszaki osztálya nem adott engedélyt a téglagyár lebontására, sőt a képviselőtestület helyi védelem alá vonta a Zsoldos-féle üzemet, és műemlékké nyilvánították 2008 januárjában. A jelenlegi tulajdonos azért vásárolta meg a Zsoldos-féle gyárat, mert fel akarja újítani. A konkrét hasznosításáról még nem döntött, annyi biztos, hogy valamilyen szolgáltató egységet akar ott kialakítani.

Ezek után magam is kíváncsi lettem a gyár mai állapotára, így egy személyes ismerősünk, Ulbert Csaba segítségét kértem. Ő már több évtizede a gyár közelében lakik, és családja révén „bennfentesként” tudott körbevezetni, mesélni az itteni történetekről.

Csaba tolmácsolása szerint: bár a műemlék magánterületen van, a tulajdonos mégsem végez rajta felújításokat, de a megmaradt épületrészek körül például a fű rendben van tartva. A körkemence feletti farészt már

megette az idő vasfoga. Önkéntes idegenvezetőm azonban felhívta arra a figyelmet, hogy a körkemence és a kéménye jó állapotban van. A szédítően magas kéménybe piros téglákkal beépítették Zsoldos Ferenc monogramját, vagyis a „Zs F” betűpárt.

A füstkivezető nyílása pedig feltűnően díszes, amit Csaba remekbe szabott műalkotásnak nevezett. A „Zsoldos” felirat vagy a „Zs F” még a régen gyártott téglákon is fel volt tüntetve. Ez jó marketing-fogásnak minősült, ami akkor ingyen reklámként is működött. Ilyen téglákkal még nagymamám udvarában is találkoztam. Az ezekből a téglákból épített gyár rész még az elhanyagolás ellenére ma is jó állapotban van, de a körkemencét sajnos már csak hajléktalanok „hasznosítják”.

Véleményem szerint sokkal jobban

meg kellene becsülni Szentes e fontos részét, ami a város múltjában jó néhány embernek nyújtott megélhetést. A műemléket ipari múzeummá lehetne alakítani, a bányatavakat megfelelő infrastruktúrával, vendégcsalogató idegenforgalmi ponttá lehetne tenni. Nagyobb odafigyeléssel újra felvirágozhatna az egykori gyár, amely újra Szentes büszkesége lenne. △

Az cikk diákpályázatunk Természettudományos múltunk felkutatása kategóriájába érkezett írás.

Irodalom

[1] Zsoldos Ferenc, ifj.: Amire emlékszem, 1832–1867.

Egy szentesi iparoslegény vándorútja. Szentes.

Csongrád Megyei Levéltár Szentesi Levéltára, 2013. 99 p. (A történelem sodrában 3.)

[2] A téglá- kérdések és válaszok a tégláról, 3d-lakberendezes.hu/, 2007. április 21.

[3] hu.wikipedia.org/wiki/Agyag

[4] zsoldos.sulinet.hu/nevado.htm

[5] hu.m.wikipedia.org/wiki/Téglagyártás

[6] citatum.hu/cimke/tegla

[7] Dániel, Bíró. „Hol gyár állott, most kőhalom”, delmagyar.hu, 2012. november 20.

[8] Mihály, Arany. „Kincseink- A szentesi ipar kezdetei: a Zsoldos-téglagyár”, deliszo.hu, 2009. január 26.

[9] Irén, Balázsi. „Nem bonthatják le a szentesi téglagyárt”, delmagyar.hu, 2006. április 14.

[10] Irén, Balázsi. „Nem bontja le tulajdonosa a Zsoldos-téglagyárt Szentesen”, delmagyar.hu, 2008. február 11.

Kulin György és a Könyves Kálmán Gimnázium

DEÁK LEHEL

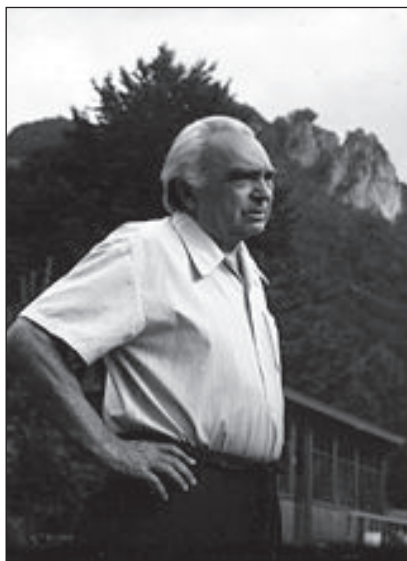
Könyves Kálmán Gimnázium, Budapest

Kulin György 1905. január 28-án született, a Bihar vármegyei Nagyszalontán Kulin Vilmos és Tóth Julianna negyedik gyermekeként. Édesapja művelt, olvasott ember volt, aki elszegényedett nemesi családból származott. Nagyszalontán nyitott cipőüzemet. Kulin nemcsak általános, hanem középiskolába is Nagyszalontán járt, 1922-ben érettségizett.

Ő alapította a Magyar Csillagászati Egyesületet (MCSE), a Csillagászat Baráti Körét (CSBK) és az Uránia Bemutató Csillagvizsgálót, ezen kívül a „Csillagok Világa” folyóirat létrehozója is.

1919 áprilisában a román hadsereg bevonult Nagyszalontára is, és 13 hónappal később egész Erdélyt a Román Királysághoz csatolták. Kulin 1922-ben Budapestre ment közgazdaságot tanulni. Az akkori rendezetlen állapotok miatt a tanulni vágyókat átengedték a határon. Elmondása szerint pénz nélkül kellett odamennie és magántanítványok vállalásával kellett eltartania magát. Négy félév elvégzése után mégis otthagya az egyetemet, mert otthon szükség volt rá. Két évig dolgozott édesapja gyárában könyvelőként, ezt követően behívót kapott a román hadseregbe.

Eredetileg nem csillagásznak készült, az akkori nevén Pázmány Péter Tudományegyetemen (ma Eötvös Loránd Tudományegyetem) végzett matematika-fizika tanári szakot. 30 éves is elmúlt már, mire életében először távcsövet használhatott. Ekkor nyugózták le az égbolt csodái és sajnálattal gondolt arra, hogy Galilei óta a legtöbb ember annyit sem láthatott még



Kulin György a Boga-patak völgyében

az égből, mint amennyit maga az olasz természettudós. Ezért azon fáradozott, hogy minél több ember átélje a Galilei-élményt, tehát „Az iskolából kikerülő minden fiatal legalább annyit lásson a távcsövön át az égből, amennyit Galilei látott.”

1935-ben az akkor uralkodó helyzet miatt mint munkanélküli diplomás került a svábhegyi csillagvizsgálóba. Itt határozta el, hogy mindenkinek megadja a „Galilei-élmény”-t és itt végezte kutatásait, melynek során 83 kisbolygót és 2 üstökösöt fedezett fel. A felfedezett kisbolygói közül 21-nek sikerült is meghatározni a pályáját, ebből 13 esetében maga

számolt, és ezeket ő nevezhette el. A két felfedezett üstökös közül az egyiket elsőként fedezte fel. Kulin György 1948-ig munkálkodott a svábhegyi csillagvizsgálóban.

1941 decemberében megjelent nagy műve, „A távcső világa” címmel, a Királyi Magyar Természettudományi Társulat kiadásában. Könyvét azzal a céllal írta, hogy mindenkinek megadja a „Galilei-élmény”-t, tehát mindent leírt benne, aminek egy amatőr csillagász csak hasznát vehette, tehát tükröcsiszolással és távcsőépítéssel kapcsolatos leírás is találtak benne az olvasók.

1943. november 10-én megalakította a Műkedvelő Csillagászati Alosztályt a Királyi Magyar Természettudományi Társulat Csillagászati Szakosztályának részeként. 1944. február 9-én tartották az első szervezett előadást. Még ebben a hónapban 26-án indították meg a „Csillagok Világa” folyóiratot, melynek Kulin György lett a felelős szerkesztője. Évente hatszor, abban az évben négyszer kívánták megjeleníteni a lapot, ám a háború miatt csak háromszor tehetők meg. A háború a Csillagászati Alosztályt magával sodorta, így kezdhetett előlrol a munkáját.

1946-ban létrehozta a Csillagászati Egyesületet, amely a budapesti Hitelbank dísztermében tartotta alakuló gyűlését november 11-én, 403 fővel. 1947-ben felkereste régi barátját, Ortutay Gyulát, az akkori kulturális minisztert, aki az egyesületnek adományozta az általa kiszemelt, Gellért-hegy oldalában álló Sánc utcai romos villát, melyet helyre is állíttatott, valamint kiépíttette a második szintet is. Kulin György létrehozta az Uránia Bemutató Csillagvizsgálót,



Kulin György munka közben a svábhegyi csillagvizsgáló fő műszerével

mely a MCSE központja lett. Felavatása 1947. november 22-én történt. Az Uránia igazgatója Kulin György lett a Vallás- és Közoktatásügyi Minisztérium döntése alapján, és állását is áthelyezték az Urániába. Távcsoveket és felszerelést szintén a minisztériumtól kaptak.

A MCSE új központjában naponta fizetés nélküli társadalmi munkatársak tartottak előadásokat. Egyetlen fizetéses alkalmazottja sem volt az Urániának. A programban előadássorozatok, művészestek és klubestek is szerepeltek.

1949-ben politikai okokból eltávolították az Urániából, az MCSE-t pedig beolvasztották a Társadalom- és Természettudományi Ismeretterjesztő Társulatba (TTIT). Nemcsak az Urániában, hanem Budapesten sem kaphatott állást. 1950 és 1953 között egyetlen cikke sem jelenhetett meg.

Igy került a Könyves Kálmán Gimnáziumba óraadóként, 1950 januárjában. Hamarosan itt is csillagász szakkört szervezett. Ekkor szegődött inasnak egy kisiparoshoz, akitől elsajátította az üveg optikai megmunkálásának mesterségét. Orgoványi János a szakkör tagjainak segítségével kupolát épített az iskola tetejére, amelybe a 25 cm-es távcsoötükröt Kulin saját kezével csiszolta.

1953 őszén a Műegyetem Elektronikus Tanszékén asszisztensi állást kapott, majd 1954. szeptember 1-jétől ismét az Uránia igazgatójaként végezhetette munkáját. Ekkor hozta létre az Uránia mechanikai és optikai műhelyét, ahol megkezdték a távcsovek gyártását.

1958-ban jelent meg „A távcso világa” című könyve második, átdolgozott kiadása, ez már a Gondolat Kiadónál. Zerinváry Szilárd társszerkesztőként segítette Kulin munkáját.

1959 elején az előző évben TTIT-ről átnézett TIT megindította „A csillagos

ég” című ismeretterjesztő lapot. A bevezetőt Kulin írta és a budapesti csillagászati szakosztályból alakított szerkesztőbizottság szerkesztette, köztük ő is.

1963. szeptember 22–23-án rendezték meg a *Magyarország AmatőrCsillagászainak I. Országos Találkozóját* Darázs Endre és Kulin György szervezésében, azzal a céllal, hogy kitöltse az MCSE helyén tátongó üres helyet egy új csillagászati szervezet megalakításának előkészítésével. 1964. augusztus 13–15-én Kulin György javasolta a Magyar AmatőrCsillagászok Baráti Körének megalakítását. Sok vita után a következő nap meg is alakították. A következő találkozón, 1965. augusztus 6–8-án kapta a szervezet véglegesen a Csillagászat Baráti Köre nevet.

1966 márciusában indult, hosszú idő után az első, részben csillagászati folyóirat, a Föld és Ég címmel, melynek csillagászati részét Kulin szerkesztette.

Kulin szeretett volna planetáriumot Budapestre. Ezzel kapcsolatos intézkedései sikerrel jártak 1966-ban, amikor megrendel-

Azt szerették volna, ha a CSKB csak az aktív tagjait tartja számon, ugyanis szerintük nem volt 14 000 tagjuk. Kulin ezt ellenezte, mivel a francia példát akarta követni, azaz minden tagot számon tartottak az alapítás óta. A TIT intézkedésének eredménye lett, hogy 2200-an fizették ki a tagsági igazolványt, a „Föld és Ég” előfizetőivel együtt ez a szám 4100-ra emelkedett.

1989. február 19-én alakították újjá az MCSE-t a budapesti I. kerületi Tanács Művelődési Házának nagytermében. Nagy ajándék volt Kulin György számára, hogy ezt megélhette, ez volt az utolsó nyilvános szereplése. Az egyesület tiszteletbeli tagjává választották, ő kapta az első számú tagsági könyvet. 1989. április 22-én halt meg Budapesten. Hamvait május 19-én temették el, a Farkasréti temetőben.

Szellemi munkáján kívül távcsoötükrök csiszolással is sokat foglalkozott. Becslések szerint egész életében körülbelül 3000 távcsoötükröt csiszolt. Írásaiban és



A Könyves Kálmán Gimnázium 2001-ben, tetején a csillagvizsgálóval

ték a Zeiss-UNIVERSAL-VI-os planetáriumi vetítóműszert, amit 1969-re le is szállítottak Budapestre. 1971-ig tartott, amíg a hosszú viták után eldöntötték, hogy a pesti oldalra, a Népligetbe építik a planetáriumot. Az 1973-ra elkészült tervek alapján 1974-ben megkezdődött a terep-előkészítés. 1977. augusztus 17-én adták át az épületet a 400 főt befogadó kupolateremmel együtt. Az első csillagászati műsorra augusztus 20-án került sor.

1975-ben megjelent „A távcso világa” harmadik változata, Kulin György és Róka Gedeon szerkesztésében. Ebben az évben, július 15-én nyugdíjazták, de ezután is bejárt az Urániába távcsoötükröket csiszolni, egészen 1982-ig.

A CSBK-nak nem volt tagdíja, de a „Föld és Ég” folyóiraatra való előfizetés a tagsági kártya érvényességét jelentette. 1976-ban a TIT ismétlenül beavatkozott a csillagászati ügyekbe.

különböző szakköri foglalkozásokon tanította is a távcsoötükrök-csiszolás mesterségét és próbált olcsó optikákat beszerezni, hogy otthon is bárki kedve szerint foglalkozhasson ezzel a remek mesterséggel. 🌐

Az írás a Természet-tudományos múltunk felkutatása kategóriába érkezett pályamű.

Irodalom

Kulin György: Fénycsóva lobbant. Válogatott írások. Budapest-Újpest: N. J. PRO HOMINE, 2001

http://hu.wikipedia.org/wiki/Kulin_Gy%C3%B6rgy
Magyar Nagylexikon, XI. kötet. Budapest: Magyar Nagylexikon Kiadó, 2001

Képek: http://hu.wikipedia.org/wiki/Kulin_Gy%C3%B6rgy

A szentesi Szent Erzsébet Általános Iskola és Óvoda

FERKE GRÉTA

Horváth Mihály Gimnázium, Szentes

Szentes város Csongrád megyében, az Alföld déli részén, a Tiszától keletre található. Szegedtől 52, a fővárosunktól, Budapesttől pedig 150 kilométerre helyezkedik el. Lakosainak száma szerint (közel 28 000 fő) nem tartozik a nagyvárosok közé, de számomra mégis fontos hely, mivel itt születtem, itt él a családom, és az emlékeim is ide kötnek.

Szentest a Kurca folyó szeli ketté, és híres többek között termálvizéről, az ártézi kútjairól, és 1996 óta Nemzeti Sportvárosi címet is viseli. Több ismert ember is született itt vagy járt ide a helyi iskolákba: pl. Horváth Mihály történész, püspök, akiről a városban gimnáziumot neveztek el; Óze Lajos színművész, róla kapta a nevét az egykori városi mozi; Szőke András és Badár Sándor színészek.

Szentes bővelkedik műemlék jellegű épületekben, templomokban és terekben. Városi címét 1885 előtt kapta, és ez után kezdett fellendülni az építészete. Ez az időszak egybeesik a szecessziós stílus elterjedésével (1890 és 1910 között)

A szecesszió elterjesztésében hazánkban az élen járt Lechner Ödön építész. E stílus könnyen felismerhető a növényi vagy geometrikus mintákra építő hullámzó díszítőelemek, élénk színek használatáról, organikus jellegű formálásáról. Nincsenek éles, derékszögű vonalak, helyette a lágy, gömbölyded formákat kedvelték. Hazánkban több épület is e stílusirányzatot képviseli: Budapesten az Ipartörténeti Múzeum; a Földrajztani Intézet; Kecskeméten a Városháza és a Cifrapalota; Szegeden a Reök-palota. Szentesen is több épület e stílusban született. Többek között a Járásbíróság, melyet a város a 2012/13-as évben felújított megartva eredeti jellegét. Ez az épület alapincézett, emeletes, zegzugos folyósokkal teli, kastélyszerű épület. Attika-falán mozaik címerdísz volt. A Felsőpárti Református templom is ebben a stílusban épült 1914-ben. Ez a templom a dévai református templom pályadíjas tervének utánépítése saroktelkes, ferde tengelyű elhelyezésben. Ennek az épületnek a felújítását szintén napjainkban fejezték be.

Ezek az épületek Dobovszky József István tervei alapján készültek. Dobovszky 1882. október 20-án született Dobovszky József építésmérnök és Bárány Julianna ötödik fiaként. Alsóbb iskoláit szülővárosában végezte, majd beiratkozott a fővárosi Felsőipari Főiskola

építészeti osztályába. Itt 1902-ben műépítészeti oklevelet szerzett. Szentesre visszatérve önálló tervező és építési vállalkozó lett. Több országos pályázaton is szép eredményt ért el. Az ő terve alapján épült a dévai refor-



Az iskola a Szentháromság-szoborral és a Szent Anna-templommal

mátus templom 1906-ban; a türkevei állami fiú- és leányiskola; a mindszei takarékpénztár 1911-ben és a kunszentmártoni zsinagóga 1911/12-ben. 1912-ben felségül vette Polnik Viola úrlányt, akitől két lánya született. Az I. világháborúban, 1915-ben behívták katonának és csak 1918-ban szerelt le. Ezután 1923-ban kinevezték a szentesi mérnöki hivatal műszaki nyilvántartójává. 48 évesen hirtelen elhunyt, és a szentesi Kálvária temetőben helyezték örök nyugalomra.

E kis kitérő után szeretnék részletesebben is bemutatni egy a Dobovszky által tervezett épületet, mely számomra igen kedves. Ugyanis én ebben az épületben végeztem az általános iskolai tanulmányaimat. Ez az intézmény a fentebb már említett Szent Erzsébet Katolikus Általános Iskola és Óvoda, mely magyaros szecessziós stílusban épült.

1909-ben többek között a helybeli katolikus egyház is felkérte a mérnököt egy központi népiskola és bérlakások tervének elkészítésére. Rajzait elfogadták, és 1912-ben el is készült a Római Katolikus Elemi

Népiskola. A kőművesmunkákat a Szabó testvérek cége, az ácsmunkákat Budai János, az asztalosmunkákat pedig ifj. Szathmáry Pál végezte. Bőven akadt kovácsmunka is, amit Gunst Lipót Utóda cég végzett.

Ebben az „L” alakú, padlással és pincével rendelkező, emeletes saroképületben tantermek, tanári lakások és üzletek is helyet kaptak. Volt itt többek között papír- és könyvkereskedés, cukorka- és fűszerüzlet, cukrászda (Szemán Pál cukrászmester), és ami számomra a legérdekesebb, még koporsókészítő műhely is működött itt. Ez azért maradt meg bennem nagyon, mert abban a teremben tanultam meg írni és olvasni, ahol ez a műhely régen helyet kapott.

Már első ránézésre is látható, hogy az épület hordozza a szecessziós stílus jegyeit. Falait kívülről sárgára festették, az ablakkereteket pedig kékre mázolták. A homlokzatot piros és kék színű kacskaringós cserepesvirág-motívumok díszítik.

Az épület két traktusú (fiú-lány) külön bejáratú. A főbejárat (mely az Erzsébet térre néz) fölött egy díszkerék és egy huszártorony helyezkedik el. Az oldalbejárata pedig a Szent Anna templommal szemben nyílik. Mindkét ajtó kék színűre festették és itt is belefaragták a színes virágmintákat a felületbe. Az ajtó alján és a találkozáspontoknál vasból készült tulipánmotívumos „koptató” látható, mely megóvjaa a kopástól és a sérülésektől a nyílászárót. Hatalmas rézkilincs segítségével lehet a kaput bezárni. Amikor még elsős voltam, segítség nélkül nem is tudtam kinyitni a hatalmas nyílászárót. Ezt az ajtót is az idén nyáron újrafestették, megtartva eredetiségét.

Az épület tetejét borító cserepek többsége piros, de kék színű mázas cserepekkel variálva háromszög alakú minták fedezhetők fel a tető szélén. Próbáltam utánanézni, hogy az eredeti cserepeket hol készítették. Két variáció merült fel: vagy Zsolnay-cserepek, mivel a Lechner Ödön által tervezett épületeket, melyek szecessziós stílusban készültek, ezekkel fedték, vagy szóba jöhet még a hódmezővásárhelyi tégl- és cserépgyár, mely ezekben az időkben rendkívül sok cserepet és téglát készített. Erre sajnos nem találtam konkrét információt még az eredeti építési naplón sem. Az építési naplóval kapcsolatban nagyon nagy szerencsém volt. A 2012/2013-as tanévben, az iskola fennállásának 100., és az újra egyházi kézbe kerülés 20. évfordulójára több rendezvényt



Kovácsoltvas korlát

is szerveztek. Ezek közül az egyik az iskola életét mutatta be a kezdetektől napjainkig. A kiállításon fényképeket és dokumentumokat is bemutattak és ott vettem először észre ezt a könyvet. Most nagy segítségemre volt a dokumentum, melybe az iskola engedélyezte a betekintést. A naplóban olvasható még az is, hogy pontosan hány kőműves, ács és segéd dolgozott azon, hogy az épület elkészüljön.

Tovább szemlélve az épületet megfigyelhetjük, hogy a lábazon, melyet fehérre festettek, szintén szépen kidolgozott háromszög alakú minták jelennek meg.

Az építményhez egy másik erkély is tar-



A főkapu az Erzsébet tér felől

tozik, amely a sarok felüli falon található, és ahova ma a tanári szobán keresztül vezet az út. A kémények sem szokványosak: a keskeny kivezető cső tetején egy úgynevezett „kalap” helyezkedik el, amelyen ugyancsak visszaköszön a háromszög- és a virágmotívum.

Az iskola belülről szintén gyönyörű. Emeletes épület lévén két óriási lépcsőháza van. A földszinti folyosókról virágmintás, kovácsoltvas korláttal ellátott széles kőlépcsők vezetnek fel az emeletre. A falakat cserpesvirág-motívumos domborművek díszítik sárga és zöld színekben. Ezek a növényi és poligonszerkezetű ornamensek eredetileg színes mozaikkal lettek kirakva csakúgy,

mint a külső homlokzat mintái is. Ezeket az idők során falfestéssel pótolták. A lépcsőfokok mára már igencsak megkoptak, de ez csak még értékesebbé teszi számomra az épületet. Sokszor elgondolkoztam, hogy hányan is koptathatták már ezeket a lépcsőket előttem. Többek között dédnagymamám, nagyapám és nagymamám, valamint az édesanyám is ebbe az iskolába járt.

Az iskola udvarát ma már csaknem teljes egészében beton fedi: a diákoknak focipályát, az óvodásoknak pedig játszóteret alakítottak ki.

Az épületnek eléggé „kalandos” élete volt az elmúlt évtizedek alatt. Felépülése után nem sokkal, 1914 őszén katonai kórháznak nevezték ki. Majd a II. világháború alatt is hadikórházként működött, 1944 májusától pedig a német hadvezetőség foglalta el szálláshelyül. Mindennek ellenére a háborús időszakokat nagyobb károsodás nélkül átvészelte. Találtam egy fényképet a Szentesi Levéltár segítségével, melyen látható, hogy ahol most a tornaterem áll, régen a tűzoltóság épülete helyezkedett el.

Az iskola megnyitásakor külön volt a fiú- és a leányiskola, amire már utaltam. A fiatal lányok az oldalbejáraton, míg a fiúk a főbejáraton át közlekedtek. Teljesen elkülönítve tanultak és töltötték a szüneteiket. Ezekben az években elég változatos volt a tanulók létszáma, 500 és 1000 között mozgott. Napjainkban 400 fő alá csökkent. Mivel az intézményben így több tanterem üresen állt, ezért az eddig külön működő óvodát is beköltöztették.

Az 1948. évi államosítás után az iskolával szemközt Erzsébet teret (mely Erzsébet királynőről kapta nevét) Köztársaság térre keresztelték át. Bár ez a tér eredetileg Szentháromság tér volt. Ugyanis 1886-ban, a tér nyugati oldalán a Szent Anna katolikus templom előtt felállítottak egy Szentháromság oszlopot. Az emlékművet Jablonszky Vince mészkből faragta. 3+4 alakos: fent az Atya, az Ige és a Szentlélek, középen az evangélisták láthatók. Stílusa neoreneszánsz. Talpazatát az 1980-as évek elején újjafaragták.

Ezzel egy időben az iskola is állami kézbe került, és a neve Köztársaság téri Általános Iskolára változott. Nagyapám ezekben az években volt diák ebben az intézményben. Megmutatta nekem a bizonyítványait és eszerint az 1948/49-es tanévet még a Katolikus Népiskolában fejezte be, de a későbbiekben már általános iskolai értesítőt kapott. Ettől az évtől kezdve megszűnt a hit- és erkölcsoktatás is.

1993-ban az iskola újra egyházi tulajdonba került, amit a váci püspök által aláírt okirat igazol. Az Erzsébet tér is visszakapta régi nevét. Itt említem meg, hogy a téren állították fel az 1926-ban Pásztor János által az I. világháborús hősök emlékére készített szobrot. Az emlékművet fehér mészkből fa-

ragták, mely négy alakot örökít meg: előtérben a sisakjára és fegyverére rogyó hős honvéd alakja, baljával özegeve felé nyúl, aki gyermekét tartja ölében. Mögöttük magaslik a magyar apa alakja. A talpazaton az 1914–1918-ban elesett (eltűnt) szentesi hősök nevei szerepelnek. Itt olvasható többek között Dobovszky két öccsének neve is.

Még az egyházi tulajdonba kerülés előtti évben az épület egy nagy, rézkupolás tornateremmel bővült. Ezt a termet meg lehet közelíteni egy az iskolával összekötő fedett „hidon” és az udvar felől is. Az iskola mostani fenntartója ebben az évben a tornaterem teljes felújításáról döntött, és a munkálatok még most is folynak.

Az iskolában több emléktábla is elhelyezésre került. Az oldalbejárat felől Dobovszky emlékéét őrzi egy tábla, melyet még életében helyeztek el oda. Ezzel szemben látható az iskola építését elhatalmító és lebonyolító katolikus egyháztanács emléktáblája, rajta Dr. Uhlár István plébános elnök és a 41 tanácsos nevével. A főbejárat jobb oldali falán fából faragott emléktábla őrzi Drahos István emlékéét, aki grafikusművész és az iskola tanára is volt. A táblát a Csallány Gábor Múzeum baráti köre készítette. Az emeleten a tanári szoba mellett 2013-ban Bíró Gáborné kapott emléktáblát, aki az iskola magyar-francia szakos tanára volt, és igazgatóhelyettesi posztot is betöltött. Az udvaron pedig az iskola 100 éves fennállása tiszteletére egy kopjafát helyeztek el.

Végezetül elmondhatom, hogy minden tiszteletem az épület tervezőjének és kivitelezőinek. Maradandó és értékálló munkát hagytak számunkra örököül. Belegondolni is nehéz, hogy kétkezi munkával, egyszerű szerszámokkal és ma használatos gépek nélkül, aprólékos, mesteri munkát végeztek, melynek eredményét még a mai napig is élvezhetjük. Természetesen a város és az intézmény fenntartója (Szeged-Csanádi Püspökség) nélkül ma már nem élvezhetnénk e nagyszerű, a városhoz tartozó alkotást sem. *

Az írás a Természet-tudományos műltünk felkutatása kategóriába érkezett pályamű.

Irodalom

A Szentesi Levéltár fotótár gyűjteménye
Szentesi Római Katolikus Elemi Népiscola és Bérházának építési naplója (1911) és fényképek készítése az iskoláról a Szent Erzsébet Katolikus Általános Iskola és Óvoda intézményvezetőjének engedélyével
Szentesi ki kicsoda és városismertető (1996) szerkesztette: Bodrits István
<http://www.szenteskincsei.gportal.hu>
<http://www.szenterzsebetiskola.hu>
www.szentesinfo.hu
<http://www.turizmus.szentes.hu>

A XXV. jubileumi Természet–Tudomány Diákpályázat kiírása

Útmutató a diákpályázat benyújtásához

Pályázatunkon indulhat bármely középfo-
kú iskolában 2015-ben tanuló vagy végző
diák, határainkon belülről és túlról. Kérjük
pályázóinkat, hogy dolgozataikat az aláb-
biak figyelembevételével készítsék el.

A pályázat terjedelme **8000–20 000 betű-
hely** (karakterszám, szóközökkel együtt) le-
gyen, tetszőleges számú illusztrációval. A
kéziratot három kinyomtatott példányban
kérjük benyújtani. A nyomtatott változattal
együtt a pályázatot **CD-n** (vagy **DVD-n**) is
kérjük, a szöveget Word formátumban, a
képeket, ábrákat külön fájlban (JPG vagy
TIFF). Eltérő betűtípussal, vagy idézőjelek
között kell szerepelnie a nem önálló szöve-
geknek, pontosan megjelölve a felhasznált
forrást, még az oldalszámot is.

A pályázat tartalmazza készítője ne-
vét, lakcímét, e-mail-címét, telefonszá-
mát, iskolája pontos címét irányítószám-
mal együtt és felkészítő tanára nevét
és elérhetőségét. A borítékra írják rá:
Diákpályázat, valamint azt is, hogy me-
lyik kategóriában kívánnak indulni. A
dolgozatok benyújtásának (postai fel-
adásának) határideje mindegyik kategó-
riában **2015. november 2.** A pályázat
beadható személyesen (Budapest, VIII.
Bródy Sándor utca 16.), vagy postán (1444
Budapest, 8. Pf. 256.).

PÁLYÁZATI KATEGÓRIÁK

Természettudományos múltunk felkutatása

1. Az iskolájához vagy lakóhelyéhez, kör-
nyezetéhez kapcsolódó jelentős múltbeli tu-
dós személyiségek – például tanárok, az iskola
volt növendékei, akikből neves ter-
mészettudósok lettek – életútjának, mun-
kásságának bemutatása (eredeti dokumen-
tumok felkutatásával és felhasználásával).
Évfordulós pályázatunkra szívesen várunk
dolgozatokat a 2015. év neves évfordulós sze-
mélyiségeiről is.

2. A dolgozat írójának tágabb környeze-
téhez kapcsolódó tudományos vagy mű-
szaki intézmények története, tudóstársasá-
gok története, eredeti dokumentumok
bemutatásával.

3. A természet- és műszaki tudományok
valamelyik ágában tárgyi emlékek be-
mutatása (laboratóriumi kísérleti esz-
közök, régi tudományos könyvek, régi

tankönyvek, kéziratban maradt leírás-
ok, muzeális ritkaságok, ipari műem-
lékek – hidak, malmok, bányák –, víz-
ügyi emlékek, botanikus kertek, csil-
lagvizsgálók stb.).

4. Pályadíjak:

1–1 db I. díj 30 000–30 000 Ft

2–2 db II. díj 20 000–20 000 Ft

3–3 db III. díj 10 000–10 000 Ft,

valamint számos különdíj.

5. Különdíj-felajánlás a Természet-
tudományos múltunk felkutatása kategóriá-
ban: a Budapesti hullámvasutak és angol-
parkok története témakörben.

Önálló kutatások, elméleti összegzések

Önálló kutatáson a természeti értékek,
jelenségek megismerése érdekében a diá-
k által végzett kutatások bemutatását
értjük. Előnyben részesülnek az egyéni,
fiatalos, önálló gondolatokat, innovatív
megközelítéseket tartalmazó, élvezetes
és szakszerű beszámolók.

Az elméleti összegzéseknek is önál-
ló kutatásokon kell alapulniuk. Azoknak
javasoljuk, akik örömmel mélyednek el a
rendelkezésükre álló megbízható és nap-
rakész adatok végeláthatatlan tárházá-
ban, és képesek onnan elővarázsolni, be-
mutatni a Természet Világa olvasóinak a
tudomány újdonságait.

A sikeres pályázat feltétele, hogy
a pályázók a könyvtárakban, a világ-
háló révén, a laboratóriumi-gyakorlati
látogatások alkalmával és más mó-
don szerzett értesüléseiket a származás
pontos megjelölésével forrásként hasz-
nálják fel, és ott kerüljék el a saját
alkotás látszatát. Kérjük, hogy a diá-
kok és a felkészítő tanárok a Természet
Világát tekintsek a dolgozat első nyil-
vános megmértetési lehetőségének.

A pályázat feltételei

1. Alapvető követelmény, hogy a cikkek
olvasmányos, stilisztikai és helyesírási
szempontból kifogástalanok legyenek.
Kérjük a felkészítő tanárokat, szívesked-
jenek e tekintetben is útmutatást adni tan-
ítványaiknak. Ne feledjék, hogy a diák-
pályázat cikkírói pályázat is, ezért a dol-

gozatokat úgy kell megírni, hogy annak
tartalmát a természettudományok iránt
érdeklődő, de a témában nem járatos ol-
vasók is megértsék. A pályamunkák vé-
gén kérjük a felhasznált irodalmat és for-
rásmunkákat megjelölni. A szó szerinti
idézetek forrásának fel nem tüntetése eti-
kai vétség, és a dolgozatnak az értékelés-
ből való kizárásával jár.

2. A pályázatokat a szerkesztőbizottság-
ból, a szerkesztőségéből és szakértőkből
felkért bizottság bírálja el.

3. Pályadíjak:

1–1 db I. díj 30 000–30 000 Ft

2–2 db II. díj 20 000–20 000 Ft

3–3 db III. díj 10 000–10 000 Ft,

valamint számos különdíj.

A pályázat díjait 2016 márciusában
adjuk át a nyerteseknek, akiknek nevét
folyóiratunkban és honlapunkon közzé-
tesszük. A bírálóbizottság által színvo-
nalasnak ítélt írásokat 2016-ban lapunk-
ban folyamatosan megjelentetjük. A ki-
emelkedő pályamunkák diák szerzőinek
a feldolgozott témában történő további
elmélyüléséhez szerkesztőbizottságunk
tagjai és más felkért szakemberek nyúj-
tanak segítséget. Kérjük tanár kollégáin-
kat, hogy tehetséges diákjaikat bátorít-
sák a pályázatunkon való részvétellel, s
tanácsaikkal nyújtsanak segítséget a té-
mák kidolgozásához és feldolgozásához.

A kultúra egysége különdíj

A *Simonyi Károly* akadémikus által ala-
pított különdíjra a 2015-ben középfo-
kú intézményekben tanuló magyarországi
és határainkon túli diákok pályázhatnak.
Ez a különdíj a kiíró szándékai szerint
a humán és a természettudományos kul-
túra összefonódását hivatott elősegíteni.
Olyan pályamunkákat várunk elsősorban,
amelyek egy természettudományos ered-
mény és valamilyen művészi alkotás vagy
humán tudományos eszme közti kapcsola-
tokat tárják fel. Megmutatkozhatnak
ezek akár egy alkotó életében, akár egy
gondolat kialakulásában.

Díjazás: I. díj: 25 000 Ft, II. díj: 15 000
Ft, III. díj: 10 000 Ft.

Szkeptikus különdíj

James Randi, a világhírű amerikai szkeptikus bűvész ebben az évben is különdíjat ajánlott fel annak a pályázónak, aki a parapszichológia vagy a természetfölötti témakörben a legkiemelkedőbb pályaművet nyújtja be a Diákpályázatra.

A résztvevőkre a hagyományos pályázati kategóriák szerinti elvárások érvényesek életkor, lakhely stb. tekintetében.

Alapszempontok a díjazott pályázat kiválasztásához: a) a tiszta érvelés, b) átgondolt, komoly előadásmód, c) bizonyítékok megfelelő megalapozottsága, d) a kísérleti adatok bemutatása (ha a pályázó használ ilyet).

A bírálóbizottság döntését a fenti szempontok, illetve bármilyen egyéb saját szempont figyelembevételével hozza meg, de a kiválasztás nem történhet aszerint, milyen következtetésre jutott a pályázó, bármennyire is úgy érzik a bírálók, hogy a következtetés nem helytálló. Mindaddig, amíg a pályázó a tudomány által elfogadott módszerek és eljárások alapján jut a végkövetkeztetésig, a bírálóbizottságnak el kell azt fogadnia.

Felajánlásom a hagyományos díjakkal együtt is odaítélhető, amennyiben a bizottság azt úgy látja helyesnek.

Küldődíjammal szeretnék hozzájárulni a magyar diákok kritikai gondolkodásának fejlődéséhez.

A szerzők szíves hozzájárulásával mindent el fogok követni, hogy a díjnyertes, valamint még néhány arra érdemes pályaművet lefordítsam és megjelentessem egy színvonalas amerikai folyóiratban.

Matematikai különdíj

Martin Gardner amerikai szakíró, a matematika kiváló népszerűsítőjének emlékét őrzi ez a különdíj. Küldődíjára az alábbi irányelvek vonatkoznak.

A középiskolások pályázhatnak bármilyen, a matematikával kapcsolatos önálló vizsgálódással. Itt nem valamilyen új tudományos eredményt várunk, hanem olyan egyéni módon kigondolt és felépített ismeretterjesztő dolgozatot, amelyben a pályázó elemző áttekintést ad az általa szabadon választott témakörből.

A pályázók teljesen szabadon választhatják meg a feldolgozás keretét és módszerét, a pályamű tartalmát és formáját egyaránt. A bírálóbizottság örömmel vesz minden egyéni ötletet és kezdeményezést.

Fontos, hogy a dolgozat stílusa szí-

nes, olvasmányos legyen, és megértése ne igényeljen mélyebb matematikai ismereteket.

Díjazás: I. díj 25 000 Ft, II. díj 15 000 Ft, III. díj 10 000 Ft.

Orvostudományi különdíj

Ernst Grote, a Tübingeni Egyetem agysebészeti tanszékének professzora az orvostudomány témakörében különdíjat tűz ki a Természet Világa Diákpályázatán a következő irányelvek alapján.

1. Pályázhatnak a középiskolák tanulói önálló, másutt még nem publikált tanulmányokkal, amelyeknek az orvostudomány múltját és jelenét, nagyjainak életét és életművét, az orvostudománynak az egyéb tudományokhoz való viszonyát, eszközeinek fejlődését vagy bármely más idevágó, az orvosi tevékenység művészeti megjelenítését (szépirodalom, festészet, film, tévéfilm és sorozatok) és annak elemzését, szabadon választott témakört dolgoznak fel, akár hazai, akár külföldi vonatkozásban.

2. A díj odaítélésénél előnyben részesülnek az egyéni megközelítésű, elmélyült búvárkodásra utaló, olvasmányosan megírt pályaművek.

3. A cikk feldolgozásának módját és formáját a pályázók szabadon választhatják meg.

4. A különdíj nyertese a diákpályázat általános kategóriájának nyertese is lehet.

Díjazás:

I. díj 90 euró, II. díj 60 euró, III. díj 30 euró.

A Magyar Vese-Alapítvány orvostudományi jubileumi különdíja

A különdíjra pályázni lehet a XXI. század kiemelkedő orvostudományi eredményeinek, kihívásainak, a jövőbeli orvoslás várható változásainak bemutatásával, elemzésével. Fontos, hogy a pályamunka önálló és innovatív elképzeléseket, gondolatokat tartalmazzon.

Biofizikai-biokibernetikai különdíj

Varjú Dezső, a magyar származású biofizikus, a Tübingeni Egyetem egykori biokibernetika tanszékének (emeritus) professzora biofizikai-biokibernetikai különdíjat tűz ki a Természet Világa Diákpályázatán a következő irányelvek alapján:

Javasolt témák: az érzékszervek és az idegrendszer működésének biofizi-

kája, az állati és növényi mozgástípusok elemzése, az állatok magatartásának kvantitatív (számszerű) vizsgálata, matematikai modellek a biológiában, az élő szervezetek és a környezet kölcsönhatása, a biofizikai vizsgálati módszerek fejlődésének története, híres biofizikus kutatók pályafutásának ismertetése.

Olyan dolgozatokat is várunk, amelyek a biológiában használatos valamilyen fizikai elven alapuló vizsgáló és mérő berendezések működését, felépítését ismertetik (például ultrahangos, lézeres, röntgenes vizsgálatok vagy szövettani metszetek készítése).

A különdíj nyertese a diákpályázat általános kategóriáinak valamelyik nyertese is lehet.

A dolgozat ismeretterjesztő stílusú, olvasmányos legyen; megértése ne igényeljen túl mély fizikai, matematikai, illetve biológiai ismereteket. A feldolgozás módját, a pályamű tartalmát és formáját a pályázók szabadon választhatják meg.

Díjazás: I. díj 90 euró, II. díj 60 euró, III. díj 30 euró.

Metropolis különdíj

Nicholas Metropolis, görög származású amerikai elméleti fizikus és matematikus alapítványt hozott létre a számítástechnika alkalmazásai iránt érdeklődő tehetséges fiatalok részére. A Los Alamosban működő Metropolis Alapítvány diákpályázatunkon a legjobb eredményt elérő középiskolásokat és felkészítő tanáraikat díjazza, valamint a legaktívabb iskoláknak előfizet a folyóiratunkra. A különdíj Nicholas Metropolis emléket őrzi.

A Metropolis-díjra pályázó középiskolás diákoktól a szakmai zsűri azt várja el, hogy választ fogalmazzanak meg arra, a természettudományok területén milyen segítséget nyújthat a számítógép, a számítógépes szimuláció. A díj odaítélésénél előnyben részesülnek az önálló gondolatokon alapuló, egyéni megközelítésű, konkrét kutatómunkával összeállított, ugyanakkor olvasmányosan megírt pályaművek.

A Metropolis-díjban a diákpályázat más kategóriáiban benyújtott dolgozatok is részesülhetnek, olyanok, amelyek számítógépes alkalmazásokat mutatnak be, számítógépes szimulációt használnak.

A Természet Világa szerkesztősége és szerkesztőbizottsága

Afrikai életképek



Evorziós üstök a Treur patak szurdokában



A Blyde-folyó kanyonja



Hárman a „nagy ötös”-ből



A szemlélődő

Mi van, nem láttatok még zebrát?



Németh Géza felvételei

Nílisi krokodil, nagyon messze a Nílustól



Jöjjön a
Planetáriumba,
olvassa lapjainkat!

Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY 146. évf. 7. sz. 2015. JULIUS ÁRA: 690 Ft
Előfizetőknek: 600 Ft



DENEVÉREK ÉS MIBIS JÁRJÁNYOK OSTÁCSÓKÁRÁS
DORPIÓ • ELVESZETT PARADICSOM • SEJTSZKELETON • FAMATUZZALEM

LXX. évfolyam ■ 38. szám ■ 2015. szeptember 18. Ára: 350 Ft

ÉLET és TUDOMÁNY

Digitális változatban: dimag

Feröeren



Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY 146. évf. 8. sz. 2015. AUGUSZTUS ÁRA: 690 Ft
Előfizetőknek: 600 Ft



RÉGI FENYE IDERC-ÉSZLELESEK ITOTT ÉDESVÍZI BÓLSÓ MUSZ TITKAI – BESZÉLGÉTES ACSÁDY LÁSZLO PROFESSZORRAL
TÜZHÁNYO-HIREK A BÜBOSBANKA NOÉ SZÖLŐJE

LXX. évfolyam ■ 36. szám ■ 2015. augusztus 28. Ára: 350 Ft

ÉLET és TUDOMÁNY

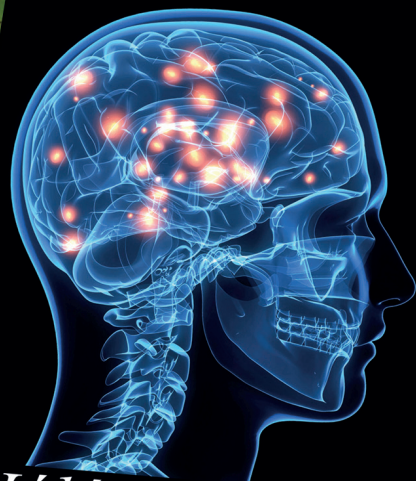
Digitális változatban: dimag



Gombalámpás

Természet Világ

ZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY 146. ÉVF. 2015. I. KÜLÖNSZÁM ÁRA: 9



Hálózat kutatás,
hálózatelmélet

valóság

A TARTALOMBÓL

Magyar Beek István: Európa második Mohácsa
Támba Rendó: A család ábrázolása az alföldi iskola festészetében
Németh István: Az I. világháború „elfeledett” keleti frontja (2. rész)
Mészáros Márta: A...

2015

9



9 770040 137131 6 15 010