

Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY -

145. évf. 8. sz.

- 2014. AUGUSZTUS

ÁRA: 650 Ft

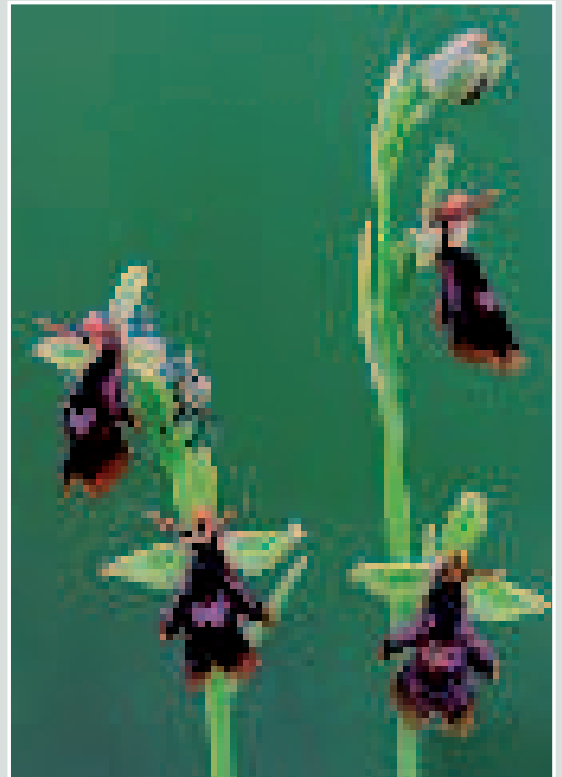
Előfizetőknek: 540 Ft

- NETWÖRKÖZŐ ÁLLATOK
- LÉLEKBEN AMATŐRCSILLAGÁSZ MARADTAM
- TOBOZMIRIGY AZ ATOMKORBAN
- ÉPÍTŐ MIKROORGANIZMUSOK
- „AZ EINSTEIN LÁNY”
- ASZIMMETRIA ÉS EGÉSZSÉGVÉDELEM
- ENTRÓPIA, BILIÁRDOK, WHISKY SZÓDÁVAL ÉS ABEL-DÍJ

Válogatás hazai orchideáinkból



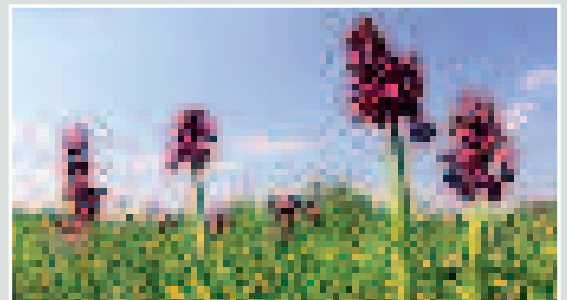
A pompás sisakoskosbor virágzatán várja rovaráldozatát a változékony színezetű, viráglakó karolópók



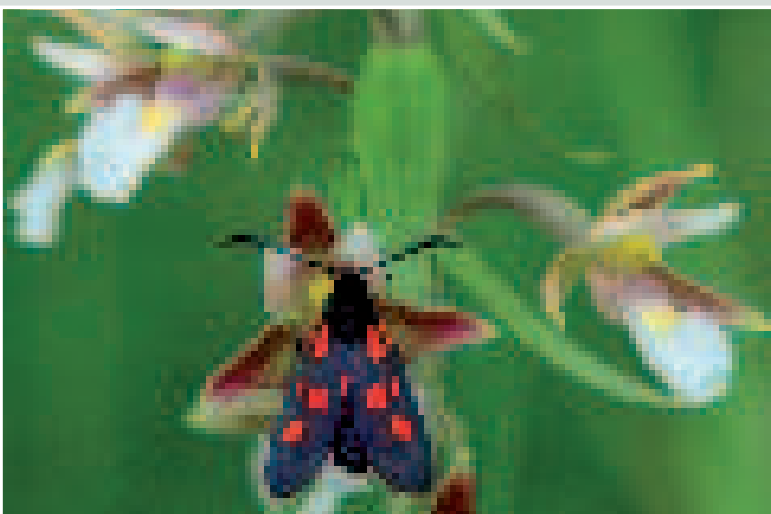
A virágaival és illatanyagaival rovarokat csábító légybangó virágzatán a könnyű zsákmány reményében gyakran telepsznek meg különböző pókfajok



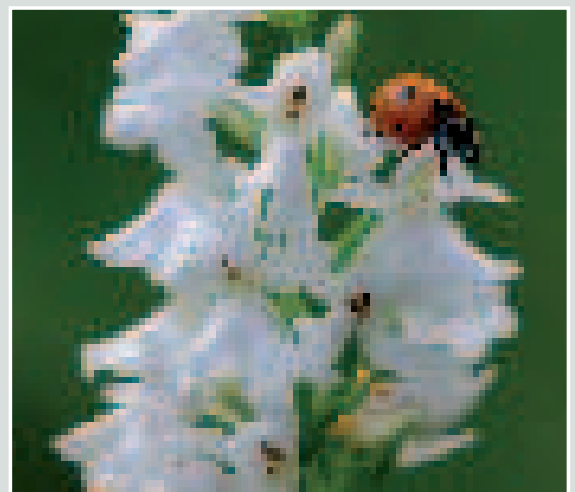
Virágzó szúnyoglábú bibircsvirág-tömeg a Turjánvidéken



Az agár sisakoskosbor hegyi réteken, szikesedő és homoki gyepekben egyaránt előfordul

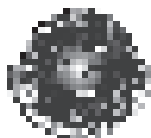


A mocsári nőszőfű virágzata nem csak hártyásszárnyúakat vonz, a csüngőlepkék is szívesen látogatják



A hétpettyes katicabogár csak pihenőhelyként használja az erdei ujjaskosbor virágzatát

Természet Világa



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben
SZILY KÁLMÁN
MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI
TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
145. ÉVFOLYAMA



2014. 8. sz. AUGUSZTUS
Magyar Örökség-díjas és
Millenniumi-díjas folyóirat



Megjelenik a Nemzeti Kulturális Alap,
a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala,
az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok
(OTKA, PUB-1 111142) támogatásával.
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociá-
lis 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@mail.datanet.hu
Internet: www.termeszettvilaga.hu
vagy <http://www.chemonet.hu/TermVil/>

Felelős kiadó:
PIRÓTH ESZTER
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

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

Nyomtatás:
Infopress Group Hungary Zrt.

Felelős vezető:
Lakatos Imre
vezérigazgató

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
hirlaplofizetes@posta.hu

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

Előfizetési díj:
fél évre 3240 Ft, egy évre 6480 Ft

TARTALOM

Szász Domokos: Entrópia, biliárdok, whisky szódával és Abel-díj.....	338
Lélekben amatőrészillagász maradtam.	
Kiss László akadémikussal beszélget Lukácsi Béla	341
K. Szűcs Ferenc: Vízzintes fűrés és hidraulikus kőzetrepesztés. Első rész	344
Jordán Ferenc: Netwörköző állatok	347
Abonyi Iván: Gondolatok „Az Einstein lány”-ról.....	350
Csaba György: Tobozmirigy az atomkorban	354
Az Antares és a Rho Ophiushi szín pompája a Skorpió és a Kígyó tartó csillagképben (<i>Címképünkhöz</i>)	357
Juhász Péter: Építő mikroorganizmusok	358
Mező Szilveszter: Homokba temetett múlt. Kovács János egyiptomi gyűjtőútja.....	361
Molnár V. Attila: Orchideák, melyek lenyűgözték Darwint.....	364
<i>HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKESSEGEK</i>	368
100 éves a Hertzprung–Russell-diagram. Both Előd összeállítása.....	371
Fülöp Ottilia–Barabás Béla: Aszimmetria az egészségvédelemben	374
Pátkai Zsolt: 2014 tavaszának időjárása	376
Rezsabek Nándor: 30 esztendeje hunyt el Hédervári Péter természet tudományos szakíró	378
Szili István: Utak fassorral	380
<i>ORVOSSZEMMEL (Matos Lajos rovata)</i>	381
<i>FOLYÓIRATSZEMLE</i>	382
<i>KÖNYVSZEMLE</i>	384

Címképünk: Az Antares és a Rho Ophiushi szín pompája a Skorpió és a Kígyó tartó csillagképben (*Éder Iván* felvétele)

Borítólaponk második oldalán: Válogatás hazai orchideáinkból
(*Kalotás Zsolt* felvételei)

Borítólaponk harmadik oldalán: Útörző fassorok (*Szili István* és *Staar Gyula* felvételei)

Mellékletünk: A XXIII. Természet–Tudomány Diák pályázat cikkei (Kovács Miklós, Darvay Botond, valamint Antal Andrea írása). A XXIV. Természet–Tudomány Diák pályázat pályázati felhívása

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@mail.datanet.hu, 327–8960)
NÉMETH GÉZA (n.geza@mail.datanet.hu, 327–8961)

Tördelés: LewArt Design

Titkárság vezető:
LUKÁCS ANNAMÁRIA

SZÁSZ DOMOKOS

Entrópia, biliárdok, whisky szódával és Abel-díj

Ismét komoly öröm érte a magyar matematikai közösséget: Jakov Szinaj (Yakov Sinai), sokunk tanítómestere és barátja Abel-díjat kapott! A díjat 2003 óta évente adományozza a Norvég Tudományos Akadémia a matematika területén elért kimagasló életmű jutalmaként. A díj névadója Niels Henrik Abel norvég matematikus (1802–1829).¹

Én is alkalmazom a Lovász László által Szemerédi Endre Abel-díja alkalmából írott cikkében megvalósított módszert: idézem a díjbizottság indokolását és alkalmakként ki egészítésekkel, magyarázatokkal látom el.

„A Norvég Tudományos Akadémia (Norwegian Academy of Science and Letters) úgy határozott, hogy 2014-ben Abel-díjjal tünteti ki Jakov G. Sinai-t (a Princeton University és az Orosz Tudományos Akadémia Landau Elméleti Fizika Intézetének professzorát) a dinamikai rendszerek elmélete, az ergodelmélet és a matematikai fizika területén elért alapvető eredményeiért.”

„Newton óta matematikusok, természettudósok és mérnökök egyaránt használják a differenciálegyenleteket természeti jelenségek magyarázatára és ezek fejlődésének jóslására. Számos egyenlet sztochasztikus tagokat is tartalmaz, hogy ismeretlen – alkalmakként véletlen – tényezőket is figyelembe vehessen, amelyek szintén befolyásolják a fejlődést. A determinisztikus és sztochasztikus fejlődési egyenletek olyan egészen különböző jelenségeket írnak le, mint a bolygómozgás, az óceánok áramlása, a pszichológiai ciklusok, a populációdinamika és az elektromos hálózatok, hogy csak néhányat említsünk. Ezen jelenségek közül egyesek nagy pontossággal előre jelezhetőek, mások kaotikus, előre nem jelezhető módon fejlődnek. Mára világossá vált, hogy a rend és a káosz szorosan összefüggnek: kaotikus mozgást figyelhetünk meg determinisztikus rendszerekben, és megfordítva a kaotikus rendszerek statisztikai analízise hátrahozott előrejelzésekhez vezet.”

Az ergodelmélet a XX. század 30-as éveinek elejére jött létre a determinisztikus rend-

szerekben fellépő véletlen viselkedés mélyebb megértése céljából. A fő motiváció a XIX. században kialakult statisztikus fizika érveléseinek matematikailag pontos megértése volt. Ennek fontosságára már Hilbert is felhívta a matematikusok figyelmét nevezetes problémái közül a 6.-ban (ennek ezt a címet adta: a Fizika Axiómáinak Matematikai Megalapozása). Valóban, a statisztikus fizikának az iskolában is tanult fogalmai makroszkopikus fogalmak: háttérükben az a gondolat van, hogy pl. a hőmérséklet, a nyomás egy gáz vagy folyadék nagyszámú részecskéi kollektív viselkedésének eredménye. Mai nyelven azt mondanánk, hogy ezek a fogalmak a newtoni fizika mikroszkopikus, determinisztikus, differenciálegyenletekkel leírható törvényei szerint mozgó rendszerekben érvényes nagy számok törvényének kifejezései.

Az 1960-as évek két tekintetben hoztak, mondhatni, forradalmi fejlődést. Egyrészt a dinamikai rendszerek elméletén belül kialakult és megerősödött – elsősorban Anoszov, Szinaj és Smale (Fields Érem, 1966) munkásságának eredményeként – az ún. sima, azaz differenciálhatóan fejlődő hiperbolikus rendszerek elmélete. Ezek messzemenő általánosításai a Bolyai–Lobacevsvskij-geometriában megfigyelt és leírt egyenletes mozgásnak. Ott a hiperbolikus viselkedés (bizonyos irányokban nyújtás, bizonyos irányokban összehúzás) eredményezi a véletlen viselkedést. Másrészt akkor a számítógépek már képesek voltak bonyolult jelenségeket, mint pl. az aero-, ill. a hidrodinamika egyenletei (Navier–Stokes- egyenlet) megoldásának számolására (pontosabban az egyenletek erősen leegyszerűsített változatainak numerikus megoldására). Kiderült, hogy már egyszerű nemlineáris differenciálegyenletek megoldásai is tudnak kaotikusan viselkedni, pl. érmével való dobások sorozatát is előállítani.

„Jakov Szinaj alapvető eredményeket ért el ezen a széles kutatási területen. Meglepő kapcsolatokat fedezett fel rend és káosz között és továbbfejlesztette a valószínűségi és mértékelméleti módszerek alkalmazását a dinamikai rendszerek elméletében. Megtermékenyítő eredményei vannak az



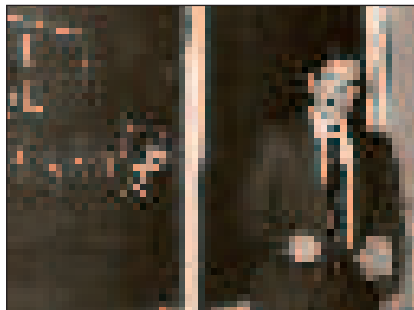
Jakov Grigorjevics Szinaj
(Kredit: Knut Falch)

ergodelméletben, amely a rendszerek azon viselkedését tanulmányozza, hogy azok az összes lehetséges állapotokat felkeressék bizonyos statisztika szerint. Ugyancsak kiemelkedő eredményei vannak a statisztikus fizikában, amely nagyon sok részecskéből álló rendszerek, mint pl. egy gáz molekulái, viselkedését írja le.”

Szinaj egy kimagasló jelentőségű kutatása lehetővé tette, hogy az említett hiperbolikus dinamikai rendszerekkel izomorf ún. szimbolikus dinamikákat találjanak. Ezek előnye, hogy bár a szimbolikus rendszer általában nem Markov-lánc, de hatékonyan közelíthető Markov-láncokkal. Ezáltal lehetővé válik, hogy az eredeti dinamikai rendszer statisztikai tulajdonságainak leírására felhasználjuk a valószínűség-számítás eredményeit, módszereit, illetve a statisztikus fizika gondolatait. A különösen nagy matematikusok egyik jellemzője éppen az, hogy utakat vesznek észre, hidakat találnak a legkülönbözőbb területek között. Itt éppen ez történt.

„Szinaj egyik kiemelkedő eredménye, ezt egyébként Kolmogorov inspirálta, dinamikai rendszerek fontos invariánsát vezette be. Ez az invariáns Kolmogorov–Szinaj-entrópia néven

1 Érdekességként jegyzem meg, hogy Bolyai János is 1802-ben született.



Előadása az MTA Matematikai Kutatóintézetében, 1985. január 30-án

vált ismertté. Rendszerek komplexitását méri trajektóriáinak mértékelméleti leírása alapján. Különösen fontos eredményekhez vezetett dinamikai rendszerek osztályozása kapcsán.”

Az entrópiára vonatkozó eredményét Szinaj 24 éves korában érte el. Itt is az információelméletben, termodinamikában illetve a dinamikai rendszerek elméletében találtak közös fogalmat, ezáltal Kolmogorovval közösen. Érdekességként jegyzem meg, hogy e munkát matematikusok, fizikusok különösen széles köre ismeri és használja. Ezek közül, akik először látták Szinajt, mindig meglepődtek: e klasszikus, „szakállas” eredmény alapján sokkal idősebb tudósra számítottak (Szinaj 1935-ben született).

„Az ergodelméletnek is vezéregyénisége volt. A legelső eredményeket igazolta szóró biliárdok ergodicitására vonatkozólag Boltzmann szellemében, majd e munkát Bunimoviccsal és Csernovval folytatta. Markov felbontásokat konstruált Anoszov diffeomorfizmusok iterációira; ez kiemelkedő eredményekhez vezetett keverő rendszerek különböző osztályainak szimbolikus sorozatokkal való leírásában.”

A XIX. század statisztikus fizikájának vezéregyéniségei: Boltzmann, Gibbs, Maxwell hittek az atomelméletben, amely még a XX. század legelején sem volt általánosan elfogadott. Elméleteiket éppen az atomelmélet alapján dolgozták ki. Nevezetesen Boltzmann megfogalmazott és használta egy ún. ergodikus hipotézist, amely lényegében épp arról szólt, hogy egyensúlyban levő nagy részecskerendszerben, pl. egy edényben levő gázban valamilyen értelemben érvényes a nagy számok törvénye. Nála ennek a sejtésnek a megfogalmazása sem volt még matematikailag pontos. Már említettem, hogy a 1930-as évek elején kialakult az ergodelmélet és – jelentős részben éppen Neumann János ergodtételének következményeként – világossá vált, hogy mi is az az ergodicitás. Szinaj 1962-ben megfogalmazta Boltzmann ergodikus hipotézisének egy konkrét, igen erős változatát: a D-dimenziós tóruszon adott N kemény golyó rugalmasan ütköző rendszere ergodikus, azaz érvényes rá a nagy számok törvénye

(itt $D = 2, 3, \dots$; $N = 2, 3, \dots$). Ezt nevezük ma Boltzmann–Szinaj-ergodikus hipotézisnek. A figyelmes olvasó már nyilván észrevette, hogy – Boltzmann hipotézisével ellentétben – itt fix rendszerekről van szó: nem szükséges a részecskék számával végtelenhez tartani.

Szinajnak 1970-re sikerült a hipotézist az $N=D=2$ esetre igazolnia, azaz megmutatta, hogy a kétdimenziós tóruszon mozgó, rugalmasan ütköző, két kemény korongból álló rendszer ergodikus. Bizonyításának kiindulópontja az volt, hogy ez a rendszer olyan biliárd, ún. Szinaj-biliárd, ahol a szórótestek szigorúan konvexek. A bizonyításhoz a sima, hiperbolikus dinamikai rendszerek elméletét (mint említettem, ezt a 60-as évek elején dolgozták ki) kellett kiterjeszteni szakadásokkal rendelkező hiperbolikus dinamikai rendszerekre. Ez a jelentéktelennek tűnő apró továbblépés igen komoly kreativitást és mély technikák megalkotását követelte. (A részletek iránt is érdeklődő olvasónak javasolom a Természet Világa Matematika különszámában 1998-ban megjelent, erről szóló cikket.) További 17 év múlva Csernovval közösen sikerült az előbbi eredményt tetszőleges dimenzióra is igazolniuk: a D-dimenziós tóruszon mozgó, rugalmasan ütköző két kemény golyó rendszere ergodikus.²

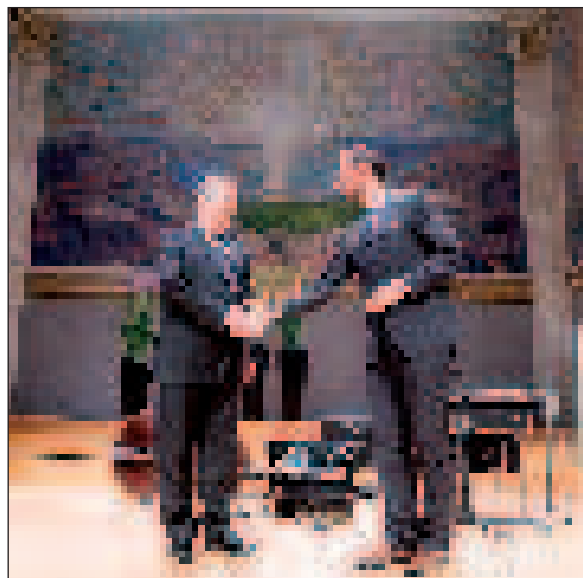
Érdeemes külön szólnom Szinaj Bunimoviccsal és Csernovval közös munkájáról. Einstein 1905-ben – az anyag atomos elméletét feltételezve – fizikai gondolatmenettel levezette a diffúziós egyenletet folyadékban oldott parányi részecske katódikus, ún. Brown-mozgására. (Ezt Robert Brown angol botanikus figyelte meg először 1827-ben az akkor már elég erős mikroszkóp segítségével.) Einstein ugyanitt pontosan is kiszámolta az Avogadro-számot. Elméleti eredményét Jean Baptiste

2 A több részecskére vonatkozó Boltzmann–Szinaj-hipotézis igazolását egyébként Krámlai András és Simányi Nándorral 1991-ben sikerült megkezdenünk az $N = 3, D = 2, 3, \dots$ esetekkel. Tetszőleges N és D esetre tipikus golyórendszerekre 1999-ben Simányival közösen hiperbolicitást igazoltunk, ez az ergodicitás előszobája. Ezután Simányi Nándor számos finom cikkében egyre javított az eredményeket, míg egy 2013-as dolgozatában teljessé vált a Boltzmann–Szinaj hipotézisre adott bizonyítás.

Perrin francia kísérleti fizikus 1908-ban experimentálisan is igazolta. Igazából ezzel vált az atomelmélet bizonyított tudományos elméletté, és ezért méltán kapott Perrin Nobel díjat 1926-ban. Einstein levezetése erősen heurisztikus volt, és később számos modell született a Brown-mozgás mikroszkopikus feltételekből való matematikailag is teljes levezetésére.

Szinaj 1981-ben Bunimoviccsal, majd 1991-ben kiegészülve Csernovval is, Hendrik Aanton Lorentz Nobel-díjas holland fizikus 1905-ben talált modelljéhez tért vissza.³

Lorentz igazából kristályban mozgó klasszikus elektron mozgását kívánta így modellezni. Tekintsünk a síkban szigorúan konvex szórótestek között mozgó pontszerű biliárdrészecskét, azaz a moz-



Szinaj átveszi az Abel-díjat Haakon norvég trónörökösötől (Kredit: NTB/Scanpix)

gás egyenletes és a szórótestekkel való ütközés rugalmas: beesési szög = visszaverődési szög. Itt tehát a dinamika determinisztikus, csak a kiinduló pont véletlen. Szinajék azt igazolták, hogy elég sűrű periodikus szórótest konfiguráció esetén ez a determinisztikus mozgás megfelelő skálázással (azaz eléggé messziről nézve) Brown-mozgás, pontosabban a valószínűség számítás nyelvén Wiener-folyamat. Tehát a Lorentz-folyamat ugyanúgy viselke-

3 Nekem ténylegesen ez a kutatása keltette fel érdeklődésemet Szinaj módszerei iránt. A Brown-mozgás dinamikai elméletén dolgoztam és 1979-ben Szinaj a Lukács uszoda napozóján mesélt nekem és Krámlai Andrásnak a Lorentz-folyamatra elért akkor éppen friss eredményéről. Ennek hatására kezdtem biliárdokkal foglalkozni.

dik, mint egy véletlen bolyongás; ez utóbbit éppen a Brown-mozgás sztochasztikus modelljének tekinthetjük.⁴

E téma befejezésül megjegyzem, hogy a bizonyítások technikája Szinaj fentebb már említett gondolatán alapul: a Lorentz-folyamat helyett vele izomorf – bizonyos értelemben közel-Markov – szimbolikus sorozatokat vezetnek be.

„Ruelle-lel és Bowennel párhuzamosan felfedezte az ún. SRB-mértékeket: ezek meglehetősen általános és különleges szerepet játszó, időben invariáns mértékek kaotikus disszipatív rendszerek esetén. Ez a rugalmas fogalom igen hasznos lett alapvető dinamikai rendszerek kvalitatív tanulmányozásában, valamint olyan reális jelenségek, mint a turbulencia megértésében.”

A newtoni rendszerekben az energia megmarad, és a klasszikus ergodelmélet eredményei éppen ilyen rendszerekre voltak érvényesek. Számos rendkívül érdekes fizikai jelenség van, ahol az energia csökken, disszipálódik. (Az ilyen rendszerek aszimptotikusan fraktálokon élnek, amelyek rendkívül izgalmas matematikai és természeti jelenségek, objektumok.) Az SRB-mértéknek az ilyen jelenségeknél van alapvető szerepe, például ennek segítségével ilyen rendszereknél is megfogalmazhatók ergodikus tételek, és így értelmezhető a statisztikus viselkedés is.

„Más úttörő jelentőségű munkái a matematikai fizika területén: véletlen közege bolyongások (Szinaj-bolyongás), fázisátmenetek (Pirogov–Szinaj-elmélet), egy-dimenziós turbulencia (a sztochasztikus Burgeregyenlet statisztikus sokk-struktúrájának leírása, E-Khanin-Mazel-Szinaj), a renorm csoport módszer (Bleher–Szinaj), diszkrét Schrödinger-operátorok spektruma.”

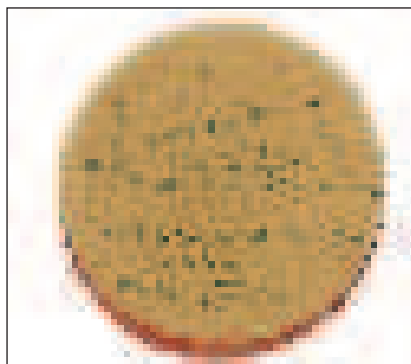
Ezekről az eredményekről egyenként is sokat kellene írni, így csak apróbb megjegyzéseket teszek. A Szinaj-bolyongásról szóló dolgozata 1982-ben jelent meg. Szinaj az Abel-díjat megköszönő beszédében külön kitért a Landau Elméleti Fizikai Intézetben eltöltött éveire, az ott kialakított kutatói stílusra. Matematikusok és fizikusok meszeszemenően tisztelték egymást, igen kiváló társaság volt ott egyébként is. Megtanultak egymás nyelvén beszélni, egymást meg-

érteni. Rendszeresen voltak közös szemináriumok. Magam is azt láttam moszkvai látogatásaimon, hogy Szinaj rendszeresen találkozott fizikusokkal, meghallgatta őket, jegyzetelt, gondolkodott a problémáikon, kérdéseiken. Valóban, sokszor a fizikusok a matematikusoknál hamarabb felfedeznek, szimulálnak érdekes jelenségeket, ezekre érdemes odafigyelni. Az egydimenziós véletlen közege bolyongásnak a szokásos vé-



Az „Abel-előadók” 2014-ben. Balról: Grigoriy Margulisz, Szász Domokos, Konsztantyin Khanin és Jakov Szinaj (Az előadásokról készült videók elérhetők az Abel-díj honlapján: <http://www.abelprize.no/artikkel/vis.html?tid=61307>) (Kredit: Eirik Furu)

letlen bolyongástól erősen eltérő viselkedését is fizikusok vették észre. Szinajnak az adott esetben megvolt a matematikai ereje, eszköztára, hogy ténylegesen igazolja is ennek a bolyongásnak a radikális lelassulását. Érdekességként mondom el, hogy 1982-ben Krámlí Andrással meglátogattuk Szinajt, aki akkor egy hónapot töltött Lipcsében. Ott a Goethe által a Faustban is felidézett Auerbachs Kellerben egy sörlátétn mondta el nekünk a bizonyítás alapgondolatát,



Szinaj bizonyításának alapgondolata egy sörlátétn (Krámlí András archívumából)

Krámlinak az alátét még ma is megvan.

A fázisátmenetek, pl. a mágnesség kialakulása az egyensúlyi statisztikus fizika alapvető kérdése. Az ezt megvilágító Pirogov–Szinaj-elmélet ma is a fizikai kép alapja. Amikor Szinaj ezzel foglalkozott intenzíven, a whiskys pohárban is a fázisát-

menetet látta: a szilárd állapotú jég, a cseppfolyós whisky, a légnemű buborékok egyszerre mutatják mindhárom halmazállapotot, nem beszélve a poháron kicsapódó páráról. A renorm-csoport módszerrel kapcsolatban megjegyzem, hogy ennek fizikai kidolgozásáért 1982-ben K. G. Wilson Nobel-díjat kapott. Szinaj a módszer matematikailag szigorú – a nemlineáris funkcionálanalízisen alapuló – megalapozását adta Bleherrel Freeman Dyson hierarchikus modelljére. Kutatásukat később egyrészt Major Péter – számos, Bleherrel közös, finom analízist igénylő munkában – folytatta, másrészt a módszer a dinamikai rendszerek elméletében is alapvető és igen sikeres lett (Feigenbaum-univerzalitás igazolása).

„Szinaj vezető matematikusok generációt nevelte ki, illetve befolyásolta kutatási területein. Számos módszere, eredménye matematikai fizikusok mindennapos eszköztárába került. Kutatásainak széles és mély hatásuk van a matematikára és a fizikára, valamint e területek folyamatos együttműködésére is.”

Szinajnak mintegy 60–70 közvetlen tanítványa van, jöllehet 1971 és 1993 között csak félállásban volt egyetemen. Tanítványa volt többek között G. Margulisz Fields-érmes és Wolf-díjas matematikus, Marina Ratner, aki, akárcsak Margulisz, tagja az USA National Academy of Sciences-nek, Anatole Katok, az American Academy of Arts and Sciences tagja. Jelentős azoknak a száma is, akik nem voltak közvetlen tanítványai, Magyarországon kívül különösen sokan vannak ilyenek Olaszországban és voltak Lengyelországban. Szinaj 1993-ban lett az MTA tiszteleti tagja, 2002-ben a BME tiszteleti doktora, 1985-ben nagyszerű Turán Pál Emlékelőadásokat tartott az MTA Matematikai Kutatóintézetében. Tavaly Budapesten a European Meeting of Statisticians záró előadását tartotta számelméletéről, majd Szegeden vett részt a Krámlí András 70. születésnapjára Szegeden tartott workshopon, ahol hidrodinamikáról beszélt.

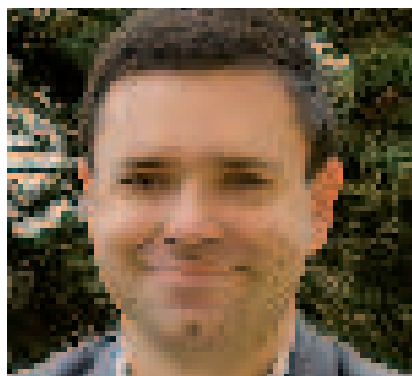
Ajánlott irodalom

(a *Természet Világában* megjelent írásokból)

- Tél Tamás: Törtdimenziós rendszerek: a fraktálok. *Természet Világa*, 1984. 3. szám;
- Szász Domokos: Matematikai biliárdok. Ergodicitás és káosz. *Természet Világa*, 1998. III., Matematika különszáma;
- Tél Tamás: A káosz természetrajza. *Természet Világa*, 1998. 9. szám;
- Tél Tamás–Grúiz Márton: Mi a káosz? *Természet Világa*, 2002. 7. szám;
- Krámlí András: Káosz matematikusszemmel. *Természet Világa*, 2004. 7. szám;
- A Nagy Fehér Főnök. Beszélgetés Jakov Grigorjevics Szinaj professzorral. (Staar Gyula interjúja.) *Természet Világa*, 1985. 8. szám.

Lélekben amatőr csillagász maradtam

Beszélgetés Kiss László akadémikussal



Kiss László akadémikus, az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet kutatóprofesszora, aki itt hozta létre kutatócsoportját az MTA Lendület Programjának keretében. Tagja a Magyar Csillagászati Egyesület elnökségének, és főszerkesztője az Egyesület hírportáljának. Fontosabb nemzetközi együttműködései közül kiemelkedő a svájci vezetéssel készülő CHEOPS exobolygó-kutató űrtávcső projekt, amiben a miskolci Admatis Kft. ipari partnerként kb. 1,2 kg-nyi „magyar vasat” készít. A 2017 végén, 2018 elején pályára állítandó űrtávcső tudományos előkészítő programjában az exoholdak kimutatásához optimális megfigyelési stratégia kidolgozását végezi munkatársaival. Emellett kutatócsoportjával folytatja az adatgyűjtést az átalakított üzemmódú Kepler-űrtávcsővel. Tervei között szerepel a 2020-as évek 1 milliárd dolláros Large Synoptic Survey Telescope (LSST) megfigyelő csillagászati vállalkozásában való részvétel, és a Tejútrendszer szerkezetének feltérképezése a „big data” technikáinak alkalmazásával.

– Pár évvel ezelőtt az egyik rádióműsorban egy vallásfilozófus volt a vendég, s a riporter első kérdése szó szerint így hangzott: *Most akkor van Isten, vagy nincs Isten? Én nem leszek ennyire kemény, csak azt kérdezem, most akkor hány Univerzum van – úgy körülbelül?*

– Egy biztosan. Hogy ezen kívül van-e még, azt nem tudjuk, én legalábbis nem tudom, de szerintem itt a Földön más se. A Teremtő, ha van ilyen, valószínűleg tudja, ő viszont most nem ül közöttünk.

– *Ezek szerint csökken a valószínűsége annak, hogy valamelyik Univerzumban, valamelyik galaxisban, valamelyik bolygó egyik városában, az ottani kávéházban két pasas éppen az Univerzumból beszélget...*

– Ha van, akkor remélem, hogy egy szép hölgygel beszélget az ottani Lukácsi Béla. De komolyra fordítva a szót, ebben az a kérdés rejlik, hogy ez-e az egyetlen Univerzum, amelyről jelenleg tudunk. A helyzet az, hogy a Világegyetem, ahogy mi, megfigyelő csillagászok ismerjük, sokkal unalmasabb annál, mint amit esetleg az egzotikus elméletekbe belelátunk. Ezeket a multiverzum-elméleteket, amelyek szerint sok Világegyetem van, s adott esetben valamelyikben minden ugyanúgy van, mint itt, el tudom képzelni, de csak sci-fi-témának.

– *Akkor maradunk a mi kis világunknál, az is elég nagy. Hány útlevele van most?*

– Kettő, de lehetne három is, mert három állampolgár vagyok. Van, aki a kulcs-tartókat, van, aki a hölgyeket, mások a bélyegeket gyűjtik, én egy időben az állampolgárságokat gyűjtöttem. Szabadkán születtem, s a Vajdaságban éltünk, vagyis a Jugoszláv Szocialista Szövetségi Köztársaságban, aztán ez Kis-Jugoszlávia lett, abból is volt háromféle változat, most pedig Szerbia van. 1999 és 2001 között bevándoroltam Magyarországra, majd később Ausztráliába is. Negyedik állampolgárságot már nem szeretnék.

– *Amikor átjött Magyarországra, háborús idők voltak, vagyis katonaszökevénynek minősült?*

– Annak. 1991 augusztusában behívót kaptam, voltam is sorozáson Magyarországon. A horvát frontra vittek volna harcolni, de előtte két hónappal felvettek a szegedi József Attila Tudományegyetemre. Egy pénteki napon volt a sorozás, szombaton már Szegeden voltam, s felkerestem a későbbi témavezetőmet, Szatmári Károlyt. Elmondtam neki, hogy szükségem lenne egy olyan papírra, amelyik igazolja, hogy az egyetemhez tartozom, s kapok onnan valami ösztöndíjat. Kaptam is egy szép pecsétetes papírt, amivel sikerült elhalasztanom a szolgálatomat a jugoszláv, majd a szerb hadseregben. Ez 1999-ben lejárt, de akkor meg a Koszovó miatti háború dúlt, s most már tényleg katonaszökevény lettem. Hivatalosan nem tudtam tovább halaszta-

ni, de azt mondtam, hogy nem megyek haza, majd csak lesz valahogy. A Milosevics-rendszer bukása után aztán jött egy általános amnesztria. Tehát nem voltam se hős, se üldözött, de azért megérintettek az események. Jugoszlávia szétesése, a polgárháború nagyon súlyos élmény volt.

– *Az egyetemet tehát itt végezte Szegeden, de szinte mindjárt utána egy pályázattal elment Ausztráliába, ahol végül is hét évig maradt. Hol vált igazi csillagásszá, itt Magyarországon vagy Ausztráliában?*

– Természetesen Magyarországon. A doktorimat 2000 februárjában védtem meg Szegeden. Fizikusként végeztem, de csillagászati témákkal kezdtem el foglalkozni, részt vettem a csillagászati képzés létrehozásában, nagyon sokat oktattam is az első időkben. Tehát a csillagásszá választásom mindenképpen a szegedi egyetemhez kötődik.

– *Miért éppen Ausztráliába pályáztok? Valamiért az a közkeletű hiedelem, hogy a csillagászat vezető központjai az Egyesült Államokban vannak, esetleg néhány helyen Európában. Rosszul tudjuk?*

– Igen. Az ausztrál csillagászat világszínvonalú, nem véletlen, hogy van csillagász Nobel-díjasuk is, Brian Schmidt, aki tizenkilenc évvel ezelőtt épp az Egyesült Államokból vándorolt be. Rádiócsillagászatban a világ egyik központja, és nagyon erősek a műszerek fejlesztésében és építésben is. Tízmillió lakosra vetítve, Ausztráliában háromszor annyit

csillagász van, mint nálunk. Arra pedig, hogy hogyan kerültem oda, nagyon egyszerű a válasz: világot szerettem volna látni. 2002-ben a Sydney Egyetem meghirdetett egy állást, ami annyira az én szakértelmemről szólt, hogy éppen csak az nem volt odairva, hogy pályázó keresztneve pedig legyen László. Megpályáztam és megnyertem. Eredetileg két éves szerződés volt, s úgy voltam velem, hogy jó, majd csak lesz valahogy, két évre elmegyek, megnézem a déli féltekét.

– Nyilván azért hosszabbította meg a szerződést, mert jól érezte ott magát. Miért jött haza mégis?

– Három okból. Először is, mert Ausztrália eszméletlenül messze van. Amíg fiatal az ember, azt mondja: a világ túlfele, 17 ezer kilométer, na és? Ausztrália minden szempontból nagyon jó hely, de Európába az út 30 óra, Los Angelesbe 14 óra. Nincs az az ülőgumó, amelyik ne alakulna kockává az ilyen hosszú repülőutakon. Gyűlölöm már a repülést. A másik ok, amit emigráns magyar barátainknál láttam, hogy a gyerekek egymás közt angolul beszélnek, ami nagyon nem tetszett nekem. Két fiam született Ausztráliában. Nagyon radikális nézeteket vallok a nacionalizmusról, a legjobb nacionalista a halott nacionalista. Jugoszlávia példája megtanította nekem, hogy a szovinizmusba átmenő nacionalizmus katasztrófákat okoz. Ettől függetlenül, magyarnak lenni nekem jelent valamit. Nem tudtam elviselni a gondolatot, hogy a gyermekeim ezt ne éljék meg, minden jóval és rosszal együtt. Gyakran udvariatlanok, tahók vagyunk, többen nem szeretjük egymást, néha úgy érzem, élhetetlen az ország, van mélyszegénység és sok szociális probléma, de van magyar irodalom, magyar kultúra, van nagyon szép Budapest... Magyarország alapvetően szép ország, s ez az egyelegez így együtt nagyon fontos számomra. Nem akartam, hogy a gyerekeim kimaradjanak ebből. Kapják meg a lehetőségét annak, hogy legalább 18 éves korukig ők is magyarok, aztán felnőttként adott esetben dönthetnek úgy, hogy „hazamennek” Ausztráliába. A harmadik ok pedig az volt, hogy a MTA 2009-ben, a most leköszönt Pálkás József vezetésével, megalkotta a Lendület Fiatal Kutatók Programot a külföldön élő fiatal magyar kutatók hazacsábítására. Engem is hazacsábítottak. Nem bántam meg.

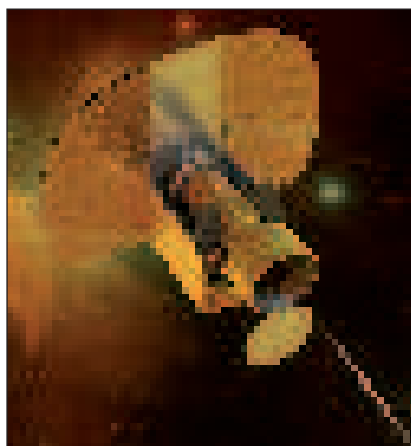
– És csinálhatta azt, amit csinálni szeretett volna...

– Csinálhattam azt, amit távol a világ közepétől – ami egyrészt Európa, másrészt az Egyesült Államok – kevésbé tudtam csinálni. Itt olyan tudományos együttműködésekben tudok részt venni napi gyakorisággal, amilyenekben Ausztráliából nem lenne lehetséges. Ausztrália hiába a világ egyik vezető tudományos nagyhatalma, mégiscsak egy félreeső sarokban van. Európában a lehetőségek sok-

kal színesebbek, gazdagabbak, sokkal merészebben tervezhetek, s ennek az egyik fő oka, hogy Magyarország az EU tagja. És ez maradjon is így.

– A cikkeknek az idézettsége is mintha nagyobb lenne, mióta itthon van.

– Tény, hogy a Lendület Program segítségével megalapított kutatócsoportom nagyon produktív. Okosak, ügyesek vagyunk, van, aki szép is a csoportban, de alapvetően arról a szerencsés helyzetről van szó, hogy a csoport működésének a beindulása egybeesett a Kepler-űrtávcső megfigyeléseivel. Tehát való igaz, hogy a mutatók megugrottak. Ez fontos, mert a pályázatok értékelésénél ez akár 50%-ot is jelenthet. Lehetek én akármilyen okos, ha nem tudom demonstrálni. Nagyon kicsi a határ a nyeres és a



A magyar részvétellel épülő CHEOPS exobolygó-kutató űrtávcső 2017 végén kerül Föld körüli pályára (kép: University of Bern)

nem nyeres között. Azt kell mondanom, hogy amióta itthon vagyok, nem panaszkodhatom.

– Azt is szerencsének vehetjük, hogy abban a korban lehet csillagász, amikor hihetetlen technikai felfutás van. Van egy híres fénykép a Hubble-ról, amint a hidegben ott kuporog a nagy távcső észlelőjében. Most már egészen mások a technikai lehetőségek. Ebből a szempontból Magyarországon mi a helyzet?

– Igen, egészen mások a lehetőségek. Most elsősorban nem magamról, hanem az intézetünkről beszéllek. Több űrtávcső-programban is benne vagyunk, például Herschel, Kepler K-2, Gaia, CHEOPS, Plato, tehát benne vagyunk a fősodorban.

– De van a piszketetői csillagvizsgáló is, amelyik azért nincs a top-on.

– Csoportunknak az egyik vállalása az is, hogy a műszereinket felújítjuk, modernizáljuk, lecseréljük a detektorokat, alkalmassá tesszük a távérzékelésre. Éppen azért, hogy a szegény hallgatók ne fagyjanak szét a kupolában dideregve. Az Akadémia tett pénzt

az infrastruktúrába, nagyon komoly műszerfejlesztések voltak, illetve vannak jelenleg is. Amit a magyar asztróklíma alól egyáltalán meg lehet csinálni, azt meg tudjuk csinálni.

– Kutatócsoportja az exobolygókkal foglalkozik...

– És a csillagok szerkezetével. A Kepler-űrtávcső nagyon sok mindent „letett az asztalra”. Ha a következő 50 évben valahol találunk életet, az valószínűleg exohold lesz, s nem exobolygó. Az exobolygók és a körülöttük keringő holdak kimutatásának a lehetősége, az elméletek kidolgozása, numerikus tesztelése, új műszerek megépítése a szívem csücske. Egyik posztdoktori kutatóm, Simon Attila, akinek a doktori értekezése az exoholdak detektálásáról szól, most egy évig a Berni Egyetemen van, s részt vesz a 2018-ban pályára állítandó CHEOPS-űrtávcső előkészítő munkálataiban, a detektálás optimalizálásában, a megfigyelési stratégiák kidolgozásában.

– Elképesztően nagy kihívás lehet a holdakat észlelni, mert azok a bolygóknál sokkal kisebbek.

– Ha egy bolygókorong vonul a csillagkorong elé, akkor nagyon jellegzetes, téglalap alakú fénycsökkenés áll elő. Ha a bolygónak van holdja is, akkor a bolygónak is van egy kis „gödre” a fényességváltozásban, és lesz egy további is, ami sokkal kisebb, és időben elcsúszik. Ez a holdé. Ennek a felfedezése még nagyobb pontosságot igényel. Van egy nagyon jó ötlet, most ezen dolgozunk, ebből írunk cikket. A szegény ember exoföldje, a mi Földünk a Naprendszerből észlelve. Megnéztük, hogy 2015–2020 között hány olyan jelenség lesz, amikor a Föld és a Hold egy naprendszeri égitestről nézve elvonul a Nap előtt. És akkor annak az égitestnek a fényében kereshetjük a Föld és a Hold jelét. 2015 áprilisában a Massalia kisbolygó felszínéről nézve a Föld és a Hold elvonul a Nap előtt. A Massalia, amelyik egy kis kődarab, visszaveri a Nap fényét, s mi mérjük majd, hogy ebben látjuk-e a Földnek és a Holdnak a jelét. Tulajdonképpen a bolha „alkatrészén” a pattanásnak a kis pörsenő száraz darabkáját nézzük.

– Önök találták ki a módszert?

– Nem. Az ötletet egy spanyol csoport cikkéből vettük. Ők éppen Chilében voltak, amikor a Vénusz átvonult a Nap előtt. Ez onnan nem látszott, de a Hold igen. És azt nézték, hogy a Napnak a Holdról visszavert fényében tudják-e észlelni a Vénusz hatását. Tudták. Ez adta az ötletet, hogy nézzük meg, hány ilyen jelenség lesz a közeljövőben. Ezzel a módszerrel tudjuk tesztelni, hogy képesek vagyunk-e megtalálni a jelet ott, ahol biztosan tudjuk, hogy van.

– A munkájuk tehát nagyrészt abból áll, hogy ülnek a számítógép előtt és elemzik az adatokat?

– Igen, a modern csillagász ezt csinálja, akár „elméletész”, akár „megfigyelész”, akár csak „adatbuherátorász”. Olyanok már csak kevesen vannak, akik elvannak a papírral és a tollal. Annyira bonyolultak az egyenletek, hogy azokat már csak numerikusan lehet megoldani. Akármilyen rendszert vizsgálunk, számítógép kell hozzá. Most jön az a korszak, amikor a felfedezésekhez nagy adathalmazok elemzésével jutunk. Aki a saját távcsövével „mammog” a kupolában, az is digitális detektorokkal dolgozik, és ha nem is terabájtokban, de gigabájtokban méri az adatait.

– *Ez elképesztő lehetőség. A Plútót ötven évig keresték, mire 1930-ban megtalálták. Az utolsó egy év arról szólt, hogy a felfedező, Clyde W. Tombaugh átnézte a fotólemezeket, amelyek egy négyzethelyhíkjén is százezer-nyi objektum látszott. Mennyi idő alatt találták volna meg a Plútót, ha létezett volna már a mai technika?*

– Nehéz megmondani. Tíz év múlva megépül a Large Synoptic Survey Telescope 8 méteres távcsöve, az egy hét alatt felfedezné. De ez még nincs meg, azokkal az égbolt-felmérő programokkal, amelyek most futnak, egy évbe is beletelne, mire kidobná, hogy hoppá, van itt egy Plútó-szerű égitest. Ez a technika olyan, mint egy fekete lyuk, egyre több csillagászt szippant magába. Most már nem az az érdekes, hogy mit csinál egy csillag, hanem az, hogy mit csinál százmillió csillag, mit csinál százmillió galaxis. Adott esetben ez a százmillió galaxis föltérképezi számunkra az egész Univerzum tágulását. Amikor egyetemistaként elkezdtem a csillagászatot művelni, éjszakákat töltöttem azzal, hogy a távcsövel és valamilyen egyszerűbb műszerrel meredtem az ég egy pontjára. Azt az egy csillagot néztem és mértem, hogyan változik a fényessége, a színe, később azt, hogy mekkora a sebessége, milyen a spektruma. Húsz évvel ezelőtt még egyedi csillagokat vizsgáltam. Ez már senkit nem érdekel. Most már a struktúrák felé kell orientálódnunk. Nem egy pulzáló csillag vizsgálata az érdekes, hanem az, hogy 50 ezer pulzáló csillag hogyan adja ki a Tejútrendszer szerkezetét.

– *Ha a klasszikus távcsöves észleléseknek már nincs is akkora szerepük, azért a csillagászhallgatókat fölviszi a kupolába kicsit fűzni?*

– Mindig „kizavaram” őket. Vallom, hogy ki kell menni a kupolába, nem azért, hogy ott csinálják a tudományt, hanem hogy picit beleérezzenek a dolog szépségébe. Nem biztos, hogy az lenne a jó, ha mindenki úgy szeretné a csillagászatot, mint én. Sok ilyen bolond nincs, akinek a hobbjá is az, ami a munkája. Amikor hazamegyek, felütöm a laptopot és csillagászati híreket írok a www.csillagaszat.hu oldalra.

Mindenesetre szeretném, ha a diákok nemcsak értelmi, hanem érzelmi kapcsolatba is kerülnek a csillagászzal. Persze, lehet, hogy valaki az egyenletek imádatán keresztül jut el az asztrofizikához, és lesz szupertudós, anélkül, hogy

valaha is távcsöbe nézett volna. Enélkül is el lehet végezni az egyetemet, s a kollégák nagyon nagy hányada úgy is végzi el, hogy nem nézett távcsöbe. Nekem a legnagyobb gyönyör kiállni az ég alá és szép, derült, holdmentes, fényszennyezés-mentes, ordibálószomszédmentes, ugatókutyá-mentes éjszakán fölneézni, tátott szájjal rácsodálkozni, hogy milyen szép. Rémes ember vagyok, mert lélekben amatőr-csillagász maradtam. Ha véletlenül derült ég alá kerülök, akkor viszem a kis távcsöveimet és nézelődöm. Egy időben szerettem kvazárokat keresni. Egy 14–15 magnitúdóútsat viszonylag könnyű megtalálni. A legtávolabbi, amit láttam, olyan 5 milliárd fényévre volt. Ez a 90-es évek közepén történt a Bakonyban. Egy 44 cm-es távcsövel néztem a fénypontot, majd kifolyt a szemem. Azok a fotonok éppen akkor indultak el, amikor a Föld kialakult. Ez olyan kozmikus perspektívát ad nekem, amit nem nagyon tudok mással helyettesíteni. Máig emlékszem arra az éjszakára, arra a borzongásra.

– *Azokat a nagy távcsöveket, például a Chilében levőket, látta?*

– Szeretném látni. A legnagyobb távcső, amit használtam, 4 méteres volt. Közvetve használtam 8, sőt 10 méterest is, Chilében azonban még nem jártam. De szeretnék, s ennek – reményeim szerint – pár éven belül valódi oka is lesz. Az ESO, az uniós országok nagy csillagvizsgálója Chilében van. És az ESO-ba mi is szeretnénk belépni.

– *Enélkül esélyünk sincs észlelési időt kapni?*

– De igen, a 1997-es év nagy tavaszi üstökösét, a Hale-Bopp-ot, 14 évvel a nagy napközelsége után, éppen a chilei 8 m-es nagy VLT távcsövel mérték meg nekünk. Beadtunk egy pályázatot, és el is nyertünk rá 6 óra távcsőidőt. Egy asszisztens felvette az adatokat, amiket aztán az interneten elküldött nekünk. Tehát magyar csillagászok is kaphatnak időt, ha elég ügyesek. Ha tagok lennénk, nagyobb eséllyel kapnánk, de elsősorban jó tudományt kell csinálni.

– *Taggá válasunk ügyében Ön is tud valamit tenni?*

– Nem, de a főigazgatónk, Ábrahám Péter januárban járt nem hivatalos megbeszélésen az ESO vezérigazgatójánál. Ekkor tudtuk meg, hogy a belépés 2 milliárd forint lenne. Ez annyi, mint 1 kilométer autópálya megépítésének a költsége. Az éves díj pedig 300 millió forint. Ez alapvetően politikai, csak azután pénzügyi kérdés.

– *Gondolom, a politikusok ilyenkor megkérdezik, hogy mi értelme van a csillagászatnak...*

– A döntéshozók mindig megkérdezik, hogy miért adjunk erre vagy arra pénzt. Nekünk pedig válaszolnunk kell, mert ha nem tudunk válaszolni, akkor lesöpörnek bennünket. Azt szoktam mondani, hogy a csillagász akkor tesz fel jó kérdéseket, ha azok megválaszolásához technológiát kell fejleszteni. Er-

ről szól a csillagászat utolsó 300 éve. Ezzel nem akarom azt mondani, hogy a csillagászat az egyetlen ilyen tudomány. De a csillagászat mindig technológia-generáló erő volt. Amikor a távcsövek nem voltak elég jók, de szeretttük volna élesen látni a csillagokat, francia optikusok kifejlesztették az akromatikus lencsét. A csillagászok ott bábáskodtak a radar születésénél, mert korábban felfedezték, hogy léteznek égitestek, amelyek rádióforrások. A digitális képalkotás technikáját, a hamis színes képalkotást a 80-as években dolgozták ki. Ezzel működik az összes okostelefonba épített kamera. Az algoritmusokat hozzá csillagászok vagy részben csillagászok csinálták. De ilyen a drótnélküli technika, a wifi is. Hosszas pereskedés után a szabadalmi jog tulajdonosának egy ausztrál rádiócsillagászt ismertek el, aki dúsgazdag lett belőle. Kidolgozott egy matematikai módszert, amit ma a routerek egymás közötti kommunikációjában használnak fel. Az eredeti kérdés az volt, hogyan lehet rekonstruálni egy 3 milliárd fényévre levő kvazárt, amelyiknek a rádiósugárzása különböző csillagközi felhőket bejárva más-más úton jut el hozzánk. Aztán az egymástól távol eső rádiótávcsöveket is össze kellett kapcsolni. Ezt a módszert fejlesztették tovább, hogy ne kelljen kilométernyi drótokat kihúzni, anélkül is lehessen kommunikálni. Tehát a tudomány, a csillagászat által felvetett kérdések a nagyközönség számára többnyire teljesen érdektelenek. Kit érdekel egy tőlünk 3 milliárd fényévre levő kvazár? De a válaszhoz kifejlesztett technológia igenis bevonulhat a hétköznapi napokba. Említhetném az adattömörítést is, aminek a módszerét a Galileo űrszonda gyorsabb adatátviteléhez fejlesztették ki.

– *Érez valamiféle elégedettséget, illetve örül, amikor egy csillagászati hírt talál az átlagembereknek szóló médiumokban?*

– Sokszor lehet bosszankodni, mert borzasztóan sok nagyon rossz hír van. Néha az ember már nem is tudja, hogy nem a Hírcsárdában olvassa-e őket. De azt mondom, hogy kötelességünk ezeket figyelni és pozitív, proaktív viszonyt kialakítani a médiával. Ezért aztán, amikor valami esemény, jelenség kapcsán valamelyik kereskedelmi tévétől hívnak, hogy jönnének a híradójukhoz forgatni, nem szoktam elzavarni őket. És nem azért, mert szeretem önmagamot látni a tévében, hanem mert minket azért tart el az állam, hogy tájékoztassuk az embereket arról, hogy mivel is foglalkozik a csillagászat. És ennek a fő eszköze a média, akár tetszik, akár nem. A tudósoknak részt kell venniük a tudományos ismeretterjesztésben. A magam részéről a proaktivitást annyira komolyan gondolom, hogy szabadidőmben egy egész csillagászati hírportálnak vagyok a főszerkesztője. Aki ezt olvassa, rossz ember nem lehet.

Az interjút készítette: LUKÁCSI BÉLA

K. SZÜCS FERENC

Vízszintes fúrás és hidraulikus kőzetrepezés

Első rész

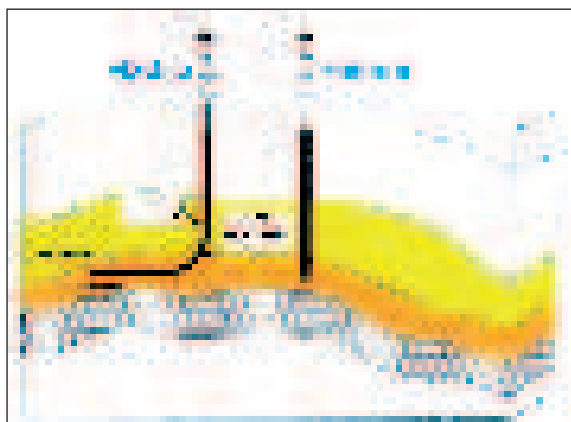
A szerző 35 éves pennsylvániai egyetemi munkássága alatt többször vizsgálta a Marcellus gázos képződményt. Ehhez járult két és fél éves szaúd-arábiai és kuvaiti kutatómunka. Visszont az új, nemkonvencionális olajkút-fúrási munkálatok csak újabban fejlődtek ki. Ez az értekezés többnyire ezeken a terepmegfigyeléseken alapszik.

Hubbert M. King a Shell Olajvállalat geofizikusa volt az első, aki 1956-ban megjósolta, hogy az Amerikai Egyesült Államok kőolajtermelése az 1970-es években fogja elérni a csúcspontját (peak oil). Szerinte a hozam és az idő grafikája egy a statisztikából jól ismert harang alakú görbét eredményez. Ez a prognózis abban az időben látszólag meg is valósult.

$$x = \frac{e^{-t}}{(1 + e^{-t})^2} = \frac{1}{2 + 2 \cosh t}$$

Ezt a logikát többen alkalmazták az egész világ fosszilisenergia-csúcspontjának az elérésére is, súlyos következményű előjelzéssel (Duncan, R.C. (2000). E sorok írójától hasonló cikk jelent meg extrapolációs görbékkel a 2005-től 2045-ig terjedő időszakra a Természet Világában (K. Szűcs F. 2007.)

A sötét jósálatok ellenére, az utóbbi húsz év alatt viszont a világ kőolaj- és földgáztermelése növekedett. Az Egyesült Államok évi olajtermelése máris túlhaladta az oroszokét és közeledik a szaúd-arábiai Ghawaréhoz. A pesszimista jósálatok ugyanis nem vették figyelembe az új technológia fejlődését, ami megelőzte a világ népességének növekedésével megemelkedett energiafogyasztást. A jelenleg rendelkezésre álló nagyobb mennyiségű fosszilis energia két technológiai fejlődésnek az eredménye: irányított gáz/olajkút-fúrás és hidraulikus kőzetrepezés. Az „irányított” szó helyett leggyakrabban a vízszintes kifejezést használják, habár a fúrás alakja a rezervoár formájától függ. A kőzetrepezés az angol



1. ábra. A vízszintes és a merőleges gáz-olajkút közötti általános különbség

„fracking” szleng szóval került a köznyelvbe (fracturing = repezés, törés). A két új eljárást főképpen agyagpala gáz- vagy olajtermelésnél használják, amikor az üledékes kőzet permeabilitása nagyon alacsony, ami megakadályozza a gáz/olaj szivárgását a fúrókút felé. Meg kell jegyezni, hogy az agyagpala szó (angolul shale) helyesebb, mint a rövidített pala. Ugyanis az agyagpala üledékes kőzetre vonatkozik, míg a pala szó alatt általában metamorf kőzetet értünk, habár a definíciók nem egyértelműek.

Az agyagpala gáz és olaj energiaforrás felbecsülésének a módszerei

Az energiaforrás felbecsülésében több kritérium játszik fontos szerepet. A leülepedési környezet – tengeri vagy nem tengeri – döntő fontosságú, mivel az óceáni agyagpala kisebb az agyagtartalma és több törekeny ásványból áll, mint például a kvarc, karbonátok és földpátok. A víznyomásos (hidraulikus) stimulálásra ugyanis a kisebb agyagtartalmú kőzet könnyebben hasad. Míg a tavi és folyami agyagpala

magasabb agyagtartalmú, képlékenyebb és nehezebben eredményez hidraulikus repezést.

A mélység egy másik döntő jellegzetesség a tömör agyagpalából való gáz/olaj kinyerésénél. Akkor a legeredményesebb, ha a képződmény 1000 és 5000 méteres mélység között fekszik. Ezer méternél sekélyebb kutatási terepeknél alacsonyabb a felszíni kőzetek nyomása és kicsi a hajtóereje a gáz/olaj kinyeréséhez. Az ilyen agyagformációknak a víztartalma is nagyobb a természetes ha-

sadékokban. Viszont az 5000 méternél mélyebb képződmények permeabilitása (vízáteresztő-képessége) nagyon alacsony és így a fúrás és kifejlesztés költségei magasabbak.

Szerves szén a geológiai időszakokban élt mikroorganizmusokból (diatóma, plankton, spórák, pollenek stb.) fejlődött ki az üledékekben. Szénhidrogének (nyersolaj, földgáz) képződnek, ha a szerves anyag biológiai és vegyi degradációs folyamatokon megy keresztül és tovább módosul magas hőmérséklet és nyomás alatt hosszú idő folyamán. A folyamat hasonló a fotoszintézishez, csak éppen fordított irányban. Fontos tehát megállapítani, hogy milyen mennyiségű szerves anyag van a kutatóndó kőzetben. Ezt az összes szervesanyag-tartalom (total organic carbon = TOC) alapján lehet megállapítani. Általánosságban, az agyagpala TOC-jének 2% fölött kell lennie, hogy megérje a kitermelés költségeit. A TOC-t meg lehet állapítani vegyi analízis alapján (oxidálás által felszabadított CO₂ mérése infvörös spektroszkóppal). A terepen gammasugárszelvényezést használnak, mivel a korreláció a kettő között magas.

A magas hőmérséklet szintén fontos szerepet játszik az üledékben levő szerves anyagok szénhidrogénné való átalakulásában. A hő általi érlődés méri, hogy a formáció milyen mértékben lett kitéve magas hőmérsékletnek. Ezt a vitritit fényvisszaverődési erősségével (Ro%) szokás meghatározni.

Mivel az agyagpala gáz/olaj permeabilitása rendkívül alacsony – néhány száz nanodarcy-tól (0,0001 nD) egy néhány milidarcyig (0,001 mD) –, az agyagpala mátrixban levő szénhidrogén hathatós ki-termelése két, újabban kifejlesztett kútfúr-ási és gáz/olaj felszínre hozatali eljárást kíván meg: vízszintes fúrás és hidraulikus kőzetrepesztés.

Az új technológia kifejlesztésénél leginkább a kőzetrepesztésről esik szó, pedig azt a vízszintes fúrás időben jóval megelőzte. Érdekességképpen, az első irányított fúrás szabadalmát egy amerikai fogorvos kapta meg 1891-ben, fogászati alkalmazásra. Az első vízszintes olajkutat pedig Texasban fejezték be 1929-ben. Kísérleteket, melyek jelezték, hogy eredményes és gazdaságos vízszintes olajfúrások megva-

A horizontális kutak felső része merőleges, ugyanúgy, mint a függőlegeseké. A fúrólyuk és a béléscső közötti üregbe cementet pumpálnak a felszíntől a talajvíz aljágig a friss víz szennyeződésének megakadályozása céljából. A függőleges fúrás irányától való eltérés a cső hajlás-pontjánál kezdődik. A cső hajlás-pontja általában több száz méterrel van a friss víz alatt. Amikor a célzott ponthoz érkezünk (ami a vízszintes rész hosszúságától függ), a fúrószárat kihúzzák a kútból és egy hidraulikus motort helyeznek a fúrócső alá. A fúróhegyet a hidraulikus motor forgatja, melyet a csőbe öntött folyékony fúróagyag nyomása mozgat. A fúrócső a motortól a felszínig már nem fog.

A fúrás függőlegestől eltérő irányítását a hidraulikus motor végzi el a kútban. A hajlás irányának a változtatásával a fúrófej kormányozható a vertikalistól a vízszintesig és balról jobbra vagy fordítva. A görbület sugara általában 90-től 150 méterig változik.

A fúróhegy fölött egy energia műszer-csomag (geoirányító; **2. ábra**; módosítva Helms, 2010 után) különböző jelzéseket

rást nemkonvencionálisnak tekintik, mert a földgáz nem tud az anyakőzetből a rezervoárba átvándorolni. Az ilyen szénhidrogén kiaknázásához két dolog szükséges: vízszintes fúrás, ami megnöveli az érintkezést az anyakőzet és a fúrott kút között; és hidraulikus repesztés, ami útvonalatokat teremt, melyeken keresztül a gáz az anyakőzetből a kútba folyhat.

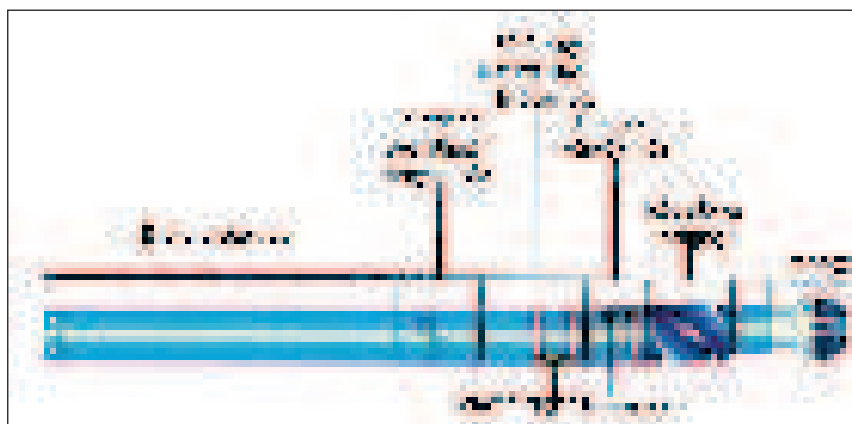
A kút a fúrás kezdete előtt nagy területet igényel a fúrószerkezet, a szivattyúmű, csövek, a mesterséges tárolómedencék, víz-tároló tank, rakodóhely és a vízszállító teherkocsi elhelyezésére. Ez a terület a horizontális fúrásnál több hektár kiterjedésű és a függőleges fúrás igényét ötven-százszorosán felülmúlja. Több vízszintes kutat lehet fúrni egy ilyen területről az agyagpala képződmény különböző részeinek az elérésére.

A legtöbb agyagpala kb. 1800 méteres mélységben fordul elő és gyakran vékony (pl. a Marcellus formáció vastagsága 15 és 60 méter között változik). A földgáz kitermelése ilyen vékony kőzetből megköveteli az irányított (hajlított) fúrást. Ezt úgy valósítják meg, hogy merőlegesen fúrnak, amíg el nem érnek egy több száz méteres távolságot az agyagpala képződmény fölött. Ekkor kezdik meg a fokozatos hajlított fúrást, hogy az kb. vízszintes legyen, amikor eléri a formáció középvastagságát. Amikor a fúrás elérte a tervezett teljes vízszintes hosszúságát, a folyamat az utolsó és teljes csővezéssel és cementeléssel fejeződik be.

Víznyomásos kőzetrepesztés

A fúrás és csővezés utáni műveletekhez több technológia is létezik: cementelt cső, nyitott furat, nem-cementelt előzetesen lyukasztott, mechanikailag szigetelt stb. A kutakat általában csővezik és cementelik a felszíntől a csőhajlás aljágig. A cementelt béléscső befejezésénél a vízszintes kútfúr-ást is cementezik a stabilitás, a kőzetrepesztés szabályozása és a kút könnyebb karbantartása céljából. Gyakrabban a „dugás és lyukasztás” (plug and perf) technológiát alkalmazzák. Ebben az első lépés a dugó és a lyukasztó pisztoly lepumpálása egy vékony kábelon a csővezet horizontális részébe, közel a kút talpához. A dugókat speciális anyagból készítik, amik képesek magas hőmérséklet és nyomás elviselésére és könnyen kifurhatók. A lövés több kis lyukat eredményez a csővezeten és a cementen keresztül adott pontoknál. A dugókat és a perforáló pisztolyokat egymás után pumpálják a felszínről a vízszintes csőbe. Miután rögzítik az első dugót, a pisztollyal perforálják az első zónát.

A lyukasztás egymagában viszont nem elégséges hogy a gáz/olaj elkezdjen folyni a kőzetből a termelőcsőbe. Ezt víznyomá-



2. ábra. Geoirányító

lósíthatók, a francia Elf Aquitaine vállalat végzett el 1980 és 1983 között Délnyugat-Franciaországban és Olaszország nyugati partjai mentén. A gáz- és olajiparban a vízszintes kútfúrás folyamatosan fejlődő technológiája és alkalmazása gyors ütemben alakult ki az 1900-as évek eleje óta.

Irányított gáz/olajkútfúrás

A horizontális fúrás előnyösebb a függőlegeshez viszonyítva mert a gáz/olaj „termelő képződmény” sokkal nagyobb terjedelemben van kapcsolatban a kúttal (a képződmények területe nagyobb, mint a vastagsága), ami nagymértékben növeli a termelést. Az **1. ábra** mutatja a két fúrás-fajta közötti különbséget.

közvetít a felszínen dolgozó geológusokhoz, mérnökökhöz, mint például a fúróeszköz azimutja (északi irány) és a lejtés (függőleges szög). Az ellenállás a kőzetek elektromos tulajdonsága, ami jelzi a szénhidrogének jelenlétét. A legtöbb kőzet ugyanis alacsony ellenállású vizet tartalmaz, míg a gáz és olaj ellenállása igen magas. Ezek a műszerek információt adnak a kút környezetéről: hőmérséklet, kőzetnyomás, nyomás a fúrófejen, forgósebesség, torziós nyomaték. Ezen kívül a kőzet fúrásideji fizikai jellegzetességét (radioaktivitás, elektromos ellenállás) is mérik. A hagyományos kútmérésen kívül a szelvényezés fúrás közben történik.

A kútmélyi motor és a geoirányító kifejlesztése tette ezt a technológiát kereskedelmileg megvalósíthatóvá. Ezt a fú-



3. ábra. Fúrás és hidraulikus kőzetrepesztés (módosítva Conoco-Philips után)

sos kőzetrepesztéssel lehet elérni (3. ábra). Repesztés történik, amikor a repesztési folyadékot olyan nyomással pumpálják a csőbe, ami meghaladja a kőzet repedési (nyomás) grádiensét. A nyomás gradiens a nyomás emelkedése a mélységgel arányosan, amit bar/méterben mérnek. Ez a kőzet fajsúlyától függ. A perforálás után a szerkezeti számokat kihúzzák a kútból és megkezdik a lövéslyukak stimulálását a repesztési folyadék pumpálásával. A rögzített dugó a folyadékot a lövéslyukakon keresztül a kőzetbe tereli és a magas nyomás a kőzetben repedéseket képez. Az első szakasz után megkezdik a következő dugás és perforálás munkáját, ami ismétlődik a csővezet sarkán az irányába. A szakaszok száma a vízszintes csővezet hosszúságától függ. Háromezer méter hosszúságú horizontális csővezet sem ritkaság. A perforálások közötti távolság néhány métertől 150 méterig változik. A lyukasztó művelet hulladékot hagy a kútban és magában a perforációkban is. Ennek eltakarítására gyenge savat pumpálnak a csőbe, ami feloldja a törmelék.

Az újabb technológia mellőzi a cementelést és az egyenkénti perforációs műveletet. A rendszer ajtós hüvelyből és termelési csomagolóból áll. A csomagoló tömítést képez a termelőcső külseje és a beléscső,

vagy a kútfal belseje között. Többszörös (gyakori) zóna esetében a tömítést a perforációk elkülönítésére használják. Ebben az esetben a csomagolók közé helyezett hüvely ajtajának a kinyitásával határozzák meg, hogy melyik zóna termeljen. Az ajtó kinyitását a folyadék nyomásával, vagy a hüvelyre pumpált labdával aktiválják. Ez a folyamat a folyadékot a kőzetbe irányítja, ami hidraulikus repesztést eredményez az izolált zónában. A földgáz vagy olaj az agyagpala repedéseiből a termelési csőbe folyik, majd onnan a felszínre.

Visszont a repedések csak addig maradnak nyitva, amíg a repesztési folyadék nyomása tart. Amikor a nyomást lekapcsolják, a repedések összehúzódnak és megszűnik a gáz/olaj termelése. Ennek megakadályozására a repesztési vízbe szemcséket kevernek, amik a nyomás megszűnte után is nyitva tartják a repedéseket. Ezeket a műveleteket hívják víznyomásos repesztés-

nek. Általában a repesztési folyadék vízből (90%), homokból vagy kerámiareszcskékből (9,5%) és több mint 750 vegyi adalékokból (0,5%) áll. A vegyi adalékok fő feladata a nagy mennyiségű szemcse szállítása a repedésekbe, a viszkozitás növelése, a síkosság emelése, a folyadék visszafolyásának a megengedése, de a szemcserészcskéket megtartása a repedésekben. Néhány ilyen vegyi anyag a poliakrilamid, etilglikol, bórsav, guar gumi, nátrium és kálium-karbonát, glutaraldehid, vízben oldódó gél, citromsav, izopropanol stb. Amikor a hidraulikus repesztés folyamata befejeződik, a kutat kiöblítik a felesleges repesztési folyadék eltávolítása céljából. A használt folyadéknak csak a kis mennyisége jön vissza felszínre. A folyadék többsége feltehetőleg a sok parányi repedésben marad a hajszálcsővésség és az agyag duzzadása következtében.

(A cikk második részét szeptemberi számunkban közöljük)

Irodalom

- Blakey, R. (2008). Paleogeography and geologic evolution of North America. *Global Plate Tectonics and Paleogeography*.
- Hubbert, M. K. (1956). Nuclear Energy and The Fossil Fuels, Spring Meeting of the Southern District, American Petroleum Institute, San Antonio, TX.
- Duncan, R. C. (2000). The peak of world oil production and the road to the Olduvai Gorge. *Geological Society of America, Pardee Keynote Symposia*, pgs. 13, Reno, NV.
- Engelder, T. (2004). tectonic implications drawn from differences in the surface morphology on two joint sets in the Appalachian Valley and Ridge, Virginia. *Geology*, v. 32, p. 413-416.
- Engelder, T. and Lash G. G. (2008). Systematic joints in devonian black shale: A target for horizontal drilling in the Appalachian Basin. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin*.
- Forster, D. and Perks, J. (2012). Climate impact of potential shale gas production in the EU. *American Economic Association*.
- Helms, L., (2010). Horizontal Drilling, *DMR Newsletter*, vol. 35, No. 1.
- Hirsch, R. L. (2007). Peaking of world oil production: Recent forecasts. *U.S. Department of Energy*.
- Howart, R. W., Santoro, R., Ingraffea, A. Methane and the greenhouse footprint of natural gas from shale formations. *Clim. Change*, 106, 679 – 690.
- K. Szűcs, F. (2007). A kőolaj hajnala, aranykora és alkonya. *Természet Világa*, 138 évf. 1. sz. p.13-16.
- Lash, G. G. (2007). Jointing within outer arc of a forebulge at the onset of the Alleghanian Orogeny. *Journal of Structural*



4. ábra. A devon korszak paleogeográfiája

- Geology*, v. 29, p. 774-786.
- Maurenzi, I. J. and Jersey, G. R. (2013). Life cycle greenhouse emissions and freshwater consumption of Marcellus shale gas. *Environmental Science and Technology*. American Chemical Society.
- Marcellus Shale, (2012). Issue Number 6, January, pgs. 6, Ithaca, N.Y.

Netwörköző állatok

JORDÁN FERENC

Az állatok társas élete sem egyszerű. Nem mindegy, melyiküknek milyen kapcsolatai vannak, melyiknek vannak jó összeköttetései, ki áll a rangsor élén és ki leghátul. A csoportszerkezet befolyásolja az egyén sikerét, az egyedek között kialakuló kölcsönhatások összességükben pedig jobban vagy rosszabbul teljesítő csoportokat építenek fel. Csapatépítő tréningre ugyan nem járnak az elefántfőkak vagy a koatimundik, mégis egyre többet tudunk társas kapcsolataikról.



1. ábra. A kellemes hálózati pozíció megszerzése nem mindig egyszerű. Persze, ha a kizárólagos párosodás a tét, megéri néhány sebesülést megkockáztatni. Balra hím elefántfőkak rangsorért folytatott harca, jobbra a végeredmény. Casey-nek sok gyermeke lesz, ő volt a legerősebb (Riedmann, 1990 nyomán)

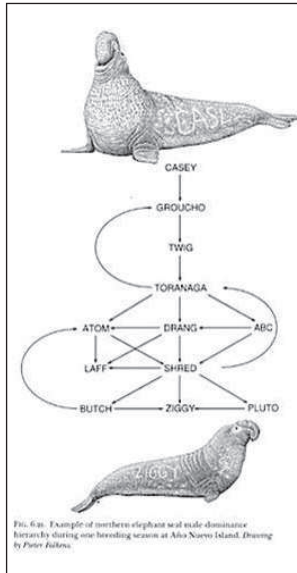


FIG. 6.9. Example of northern elephant seal male dominance hierarchy during one breeding season at Año Nuevo Island. Drawing by Peter Potts.

Csoportméret és csoportszerkezet

Ha végignézzük egy zebraországban, esetleg elámulunk egy seregélyraj láttán, vagy lépten-nyomon galambokba botlunk, először talán azt kérdezzük magunktól: Hányan vannak ezek? Aztán még egy kicsit tovább nézzük őket, és jön a többi kérdés: Melyik a főnök? Van egyáltalán főnök köztük? Ki követ kít? Ki ki mellé áll? Ki ki mellett repül (leleg, alszik, eszik)? Vannak, akik egyeseket szeretnek, másokat nem? Egyáltalán, megismerik egymást az egyedek? A csoport mérete mellett tehát annak szerkezetét is szeretnénk megérteni, egy-egy egyed saját kapcsolatrendszerét, a kapcsolatok kialakulásának történetét, vagy éppen azok sokszínűségét.

Mindehhez pedig hasznos, ha számokkal is ki tudjuk fejezni ezeket a szerkezeti tulajdonságokat. A kapcsolathálózat sokféle módszerrel jellemezhető, például megadhatjuk, kinek hány szomszédja (közvetlen kölcsönható partnere) van, vagy kiszámolhatjuk, melyik egyed van legközelebb vagy éppen legtávolabb a hálózat közepétől. A csoport szerkezete persze nem csak a kapcsolathálózatról

szól, más dolgokat is takar, például az életkoreloszlást megmutató korfát. Írásomban a kapcsolatok hálózatának szerkezetével foglalkozunk, a manapság már egyre izgalmasabbnak tűnő kutatási iránnyal.

A rangsor tetején

Elefántfőkáknál nem nagy kunszt rájönni, hogy ki áll a rangsor élén (1. ábra). Lehet, hogy véres a torka, de büszke: az alfahím mindenkinél erősebb és emiatt vele szívesen pázlik minden nőstény (de ne irigyeljük: gondoljuk végig, mekkora feladat akár száz elefántfőka-tehenet megtermékenyíteni egyetlen évadban). Ez a pázsi rendszer egyszerű és átlátható (Riedmann, 1990). A rangsor más-más fajnál lehet lineárisabb vagy hálózatosabb (2. ábra), de a domi-

náns-alarendelt kapcsolatok mégis általában az egyszerűbben megérthető kölcsönhatások közé tartoznak. Viszonylag könnyű felrajzolni a baromfiudvar csípésrendjét vagy megtalálni a farkasfalka alfahímjét.

Tehenek viszonyai

Más kölcsönhatások nehezebben határozhatóak meg az egyedek között, ilyenek sokszor éppen a pozitív kapcsolatok. Nehéz néha megérteni, milyen mértékű az a simogatás vagy összedörgölözés, amely már pozitív érzetet kelt a partnerben, esetleg tartós barátság alapja lehet. Az egyik legkorábbi hálózat, mely pozitív kölcsönhatásokat mutatott be, zebutehenek (*Bos indicus*) nyalogatási hálózata volt (Reinhardt és Reinhardt, 1981). A hálózatban van egy sztár tehen, őt sokan nyalogatják, és sok az alig nyalogatott egyed (3. ábra). Mielőtt azonban elkönyvelnénk, melyik egyednek milyen a társadalmi rangja, érdemes egy pillantást vetni ugyanezen teheneknek egy másik hálózatára, mely az „együtt legelészés” nevű kapcsolatot mutatja

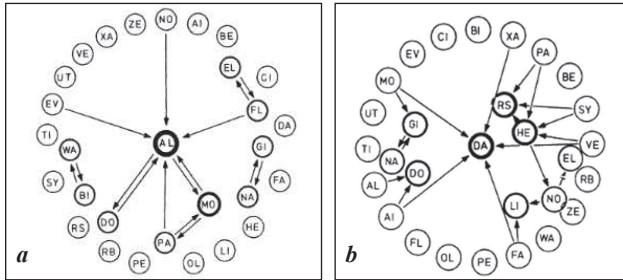


2. ábra. Hierarchiatípusok. A despotikus szerkezetben a despota (A) közvetlenül irányít mindenkit (B, C, D). A lineáris elrendezésben a legmagasabb rangútól (A) a legalacsonyabb rangúig (D) sorba rendezhetőek az egyedek. A háromszöges szerkezetben vannak irányított körök, tehát körbeverés. Ez általában ritka és csak átmeneti jelleggel alakul ki. Legizgalmasabb talán a szövetséges rendszer, itt két alárendelt egyed együttesen a despota fölé kerekedhet. Nyilván ezek kombinációi is előfordulhatnak. Hogy egy faj melyik modellt „választja” és miért, azt az evolúciós viselkedéskökológia kutatja

be. Az együtt legelészés feltehetően pozitív, de nem túlságosan fontos kapcsolat. A két hálózat ugyan hasonlít egymásra a centrális és perifériás egyedekkel, csak éppen nem

ugyanazok vannak középen, mint a nyalogatási hálózatban. Akit sokan nyalogatnak, azzal alig legelésznek együtt, aki vel pedig sokan legelésznek együtt, azt alig nyalogatják.

Sokféle faj csoportjaiban sokféle kölcsönhatást lehet megvizsgálni, folyamatosan gyűlnek az adatok gerincekéről és gerinctelenekről, pozitív és negatív kapcsolatokról, kisebb és nagyobb csoportok hálózatairól. Egyelőre azonban még nagyon nehéz megmondani, mennyire általános ez a jelenség, hogy más típusú kölcsönhatási hálózatban más egyedek lesznek központi helyzetben.



3. ábra. Zebutehenek kapcsolathálózata különféle kölcsönhatások alapján. Az a ábra azt mutatja, melyik egyed melyekkel szeret együtt legelészni, a b ábra pedig azt, melyik melyiket nyalogatja. A közös legelészés és a társas nyalogatás is fontos kapcsolat, de teljesen más hálózatot adnak. Amelyik egyed az egyikben központi helyzetű, az a másikban perifériás is lehet (Reinhardt and Reinhardt 1981 nyomán)

érdekes átmeneti állapot, és ha megértjük ennek a fajnak a társas életét, sokat tudhatunk meg a szocialitás eredetéről.

Az állat helye a közösségben

A kapcsolathálózat felrajzolása is szép és izgalmas feladat, de annak matematikai elemzése az igazán érdekes. Egy hálózatban lehet valaki középen vagy a szélén, két egyed lehet egymástól messze vagy közel, emellett partneri hálózatuk átfedhet kisebb vagy nagyobb mértékben (Croft et al., 2004). Az egyedek ilyen lokális (vagy mezoskálás) jellemzése mellett magát az egész hálózatot is jellemezni lehet néhány egyszerű matematikai tulajdonsággal. Ilyen például annak kohezivitása. Egy kohezív szerkezetű hálózat működése is feltehetően „összetartóbb”, az egyedek között intenzívebb és gyorsabb a kommunikáció. Az ilyen globális hálózati tulajdonságok magának a csoportnak a szerkezetét jellemzik, és annak működésével, teljesítményével hozhatóak összefüggésbe. Például páviánok csoportjainak nagyobb a kohéziója, ha több predátor van jelen a közelben (Barton et al., 1996). Ha a ragadozók gyakorisága csökken, lazul a csoportszerkezet és fragmentálódhat a hálózat. Éppen a ragadozóellenes viselkedés az egyik legfontosabb csoportszintű funkció. Ha az egyedek közötti kommunikáció nem elég hatékony vagy intenzív, a csoport nehezebben tud reagálni a veszélyre. Az amerikai hadseregben is elemzik a kisebb alakulatok szerkezetét, és ha a hálózat nagyon torz képet mutat, változtatnak rajtuk. Kicsit leegyszerűsítve, egy izolált (senkivel sem barátkozó) katonától kevésbé várható el, hogy feláldozza magát a többiekért. Eljön még az idő, amikor az a hadsereg lesz

a győztes, amelyik gyorsabban tanul a darazsaktól vagy a koatimundiktól (Sagarin and Taylor, 2008).

A változatosság gyönyörködtet

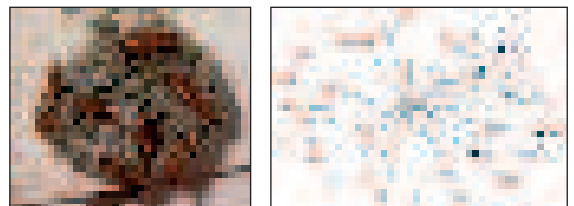
Egyre több faj csoportjainak szerkezetét sikerült már leírni és elemezni. Ormányos medvéknél láthatóan sokat számít a kapcsolatok erőssége, mert gyenge kapcsolat szinte bármely két egyed között kialakulhat (a gráf elég sűrű, mondhatjuk, 5. ábra). Morotáknál is vannak rendkívül erős és sokkal gyengébb kapcsolatok, de a hálózat szerkezete elég erősen strukturált, sok a hiányzó kölcsönhatás is (6. ábra). Guppiknál maga a kapcsolat is egészen más értelmet kap: térbeli közelséget jelez (7. ábra).

Adódik tehát a kérdés, mennyire hasonlítanak ezek egymásra, milyen egy verébhálózat, milyen egy elefánthálózat vagy éppen az ormányos medvék hálózata. Hamar rá kell azonban arra jönnünk, hogy néhány faj esetében nagyon jelentősen különbözhetnek az egyes vizsgált csoportok hálózatai. A fajon belüli különbségek sokszor jóval nagyobbak, mint a fajok közötti eltérések. A hálózat szerkezetét nem a faji hovatartozás határozza meg, hanem sokkal inkább a konkrét funkció, a rövid távú feladat. A papírdarazsak dominancia-hálózatai például igen finoman követik a királynő korát vagy a ragadozók gyakoriságát is. E változatosság miatt az igazán érdekes kérdés inkább az, mennyire variabilis egy-egy faj hálózata, bizonyos tulajdonságai milyen szélsőértékeket vehetnek fel és milyen eloszlást mutatnak. Ennek biológiai tartalma is jelentős: a variabilitás az alkalmazkodás és az evolúció alapja. Ha egy faj sokféle hálózatot képes produkálni, akkor felmerül annak lehetősége, hogy a hálózatokat tudja is használni valamire, és vajon van-e adaptív értéke ennek a változatosságnak.

A darázs-fészek szerkezete

Egy trópusi papírdarászfaj (*Ropalidia marginata*) egyedei között legalább tizenötféle jól elhatárolható kölcsönhatástípust lehet leírni. Ezek vizsgálata azt mutatja, hogy a különböző mechanizmusok inkább kiegészítik, mint megerősítik egymást. A királynő például a domináns-alarendelt kapcsolat hálózatából kiléphet és átválthat a kémiai (feromonokkal történő) kommunikációra. Ez azt jelenti, hogy a királynő kezdő korában a hálózat közepén ül és mindenkivel vagy szinte mindenkivel közvetlen kapcsolatot tart fent (4. ábra). Később helyzete egyre kevésbé központi már, a perifériára kerül, és valóban ki is léphet a hálózat legnagyobb komponenséből, akár izolálódhat is. De mindez csak a dominancia-kapcsolatok rendszerére igaz, közben más úton-módon kapcsolatban marad a többiekkel.

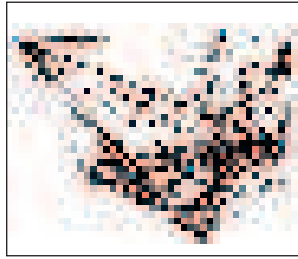
A darázskolóniák szerkezetéről két-három faj esetében már nagyon sokat tudunk (Gadagkar, 2001). A *Ropalidia marginata* faj egyedei például könnyen megjelölhetőek, így felismerhetőek és egyszerű követni a közöttük kialakuló kapcsolatokat. Ezekből felépíthető az interakciós hálózat, és például nyomon lehet követni, hogyan változik a kolónia szerkezete ragadozó jelenlétében vagy a királynő elvesztésekor. Az ilyen kutatások segíthetnek megérteni magának a társas viselkedésnek a kialakulását is, hiszen ez a faj primitív euszocialitást mutat, tehát egyértelműen kasztokba sorolhatóak az egyedek, de a kasztok között nincs morfológiai, csak viselkedésbeli különbség. Evolúciós szempontból ez egy



4. ábra. Egy papírdarászfészék és a királynő pusztulása után kialakult új rend. Középen az új királynő pompázik (Gadagkar 2001 nyomán)

Főnöknek születni kell?

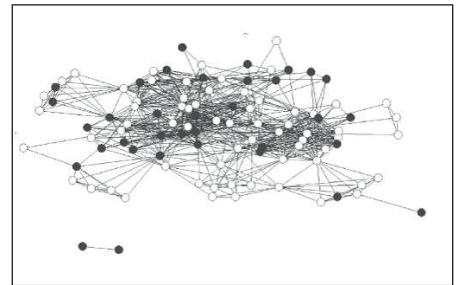
Izgalmas kérdés, hogyan kerülhet be egy egyed a hálózat közepére. Tágabban értelmezve ez az „emergence of leadership” (a vezetők megjelenése) kérdéskör lényege. És itt már végképp nem érdemes megkerülni



5. ábra. A koatimundik (ormányos medvék) kapcsolathálózatában nagy jelentősége van a kapcsolatok erősségének. Látunk egyedeket, melyeknek sok erős kapcsolatuk van (jobb oldali ábrán balra fent), másoknak ugyanolyan sok, de szinte csak gyenge (jobb oldali ábrán középen fent). Idős hímekek ne keressünk a hálózatban: a nőstények agresszív viselkedése miatt ők már két éves korukban elhagyták a csoportot, csak párzani járnak vissza

ni az emberi vonatkozásokat. A probléma tehát: Kiből lesz a hálózat közepén csücsülő főnök? Az egyik szélsőséges nézet szerint főnöknek születni kell, és a született főnök előbb-utóbb megtalálja magának a megfelelő hálózati pozíciót, elfoglalja az őt megillető helyet. Innen már csak használnia kell a rendelkezésére álló hálózatot. A másik szélsőséges szcenárió szerint mindenki egyenlőnek születik, de aki véletlenül bekerül egy hálózat közepébe, abból a közösség (illetve a közösségben betöltött pozíció) főnököt csinál. Nyilván mindkét forgatókönyvnek van relevanciája, az igazság tehát nem középen van, hanem mindenhol. Ha kis szerencsével megnyerünk egy dominanciaharcot, feljebb ugorhatunk a rangsorban és onnantól minden más. Dúskálunk a nőstényekben, viselkedésünk megváltozik, és vezető pozíciónk megerősödhet, legalábbis átmenetileg. Ha viszont egy igen jó minőségű egyed véletlenül nem kerül rögtön a rangsor tetejére, később még megszerezheti a neki járó helyet. Ezeket a megfontolásokat érdemes szisztematikusan áttekinteni különféle állatfajok esetében. Ha kapunk

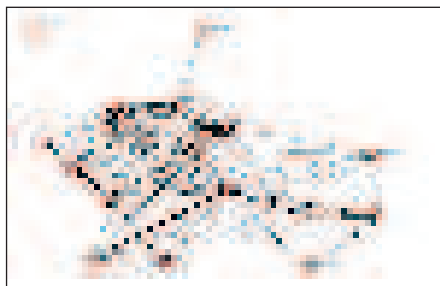
munka helyett egyszerűbb mások teljesítményét parazitálni. Az állatoknál ez picit más. Mondhatni, kevésbé tudatos. A köl-



7. ábra. Néhány faj esetében sajátos módon határozzák meg a kölcsönhatási hálózat szerkezetét. Guppiknál két egyed között akkor beszélünk társas kapcsolatról, ha a közöttük lévő távolság egy kritikus küszöbértéknél kisebb lesz a megfigyelések folyamán. Bal oldalon egy guppi, jobbra a csoport hálózata. Néhányan kétlik ennek a fajta kapcsolattípusnak a létjogosultságát, de az tény, hogy megfelelő videokamerákkal és számítógépekkel felszerelve nagyon könnyű detektálni és megmérni ezt a fajta „kölcsönhatást” (Croft et al., 2004 nyomán)

csönhatások kialakítása, a kapcsolati hálózat felépülése automatikus vevjárója a szocialitásnak, annak hatásai pedig már

biológiai tudása lassan összesző, és nem maradnak többé rejtve előttünk az állatok társas titkai sem (Wey et al., 2008).



6. ábra. Az amerikai Sziklás-hegységben (Kolorádó) lakó sárgahasú mormoták kölcsönhatási hálózata. Néha nagyon erős kapcsolatok is kialakulnak, például idősebb nőstények között

majd egyszer valamilyen átfogó képet, azt valószínűleg igen hasznosan lehet majd alkalmazni például szervezetfejlesztésben vagy akár a bűnüldözésben.

elkerülhetetlenül befolyásolják mind az egyén, mind a közösség sikerét. A nagy átörös az lesz, amikor a hálózati kapcsolatok kialakításának viselkedésbeli háttérét

Netværkőző állatok

Persze, nyilván túlzott a cím. Az ember sokszor azért netværkőzik (jó értelemben véve), mert szereti, ha sok ismerősén keresztül sok információ jut el hozzá, és ezt okosan tudja használni. Sokan persze azért netværkőznek (rossz értelemben véve), mert lusták, és rájönnek, hogy

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. A koatimundis hálózat elkészítésében pedig Paul Ágnes segített.

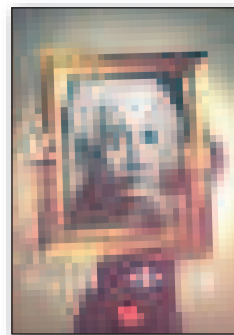
is megértjük, elsősorban az egyedi szintű variabilitást. Ha például találunk hálózati kapcsolatokat manipuláló, esetleg „rossz” értelemben netværkőző egyedeket. A tanulási képességek egyedi különbségeiről már van sok információnk, talán ez lesz az egyik fonál, amely elvezet ide. A hálózat-elemzés technikája és a viselkedéskutatók

Irodalom

- Barton, R. A., Byrne, R. W. and Whiten, A. 1996. Behav. Ecol. Sociobiol. 38, 321–329.
- Croft, D. P., Krause, J., James, R. 2004. Proc. Roy. Soc. Lond. Ser. B 271, S516–S519.
- Gadagkar, R. 2001. The Social Biology of *Ropalidia marginata*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Reinhardt, V. and Reinhardt, A. 1981. Behaviour 77, 121–151.
- Riedman, M. 1990. The Pinnipeds: Seals, Sea Lions, and Walruses.
- Sagarin, R. and Taylor, T. (Eds.) 2008. Darwinian Security, University of California Press, Los Angeles.
- Wey, T., Blumstein, D. T., Shen, W. and Jordán, F. 2008. Anim. Behaviour 75, 333–344.

ABONYI IVÁN

Gondolatok „Az Einstein lány”-ról



Philip Sington „Az Einstein lány” című könyve érdekes mű, 2013-ban jelent meg magyarul Komáromy Rudolf fordításában a Kulinária Kiadó Bp. kiadásában [1]. A kötet pompás olvasmány, igazán regényszerű írás, de van benne szó modern fizikáról is, Einstein életrajzi vonatkozásairól, magánéletéről, Amerikába utazásáról. A regény elején tudós mottók, a végén Einstein 1930 utáni tudományos tevékenységéről – számomra legalábbis – téves összefoglaló olvasható. Ezért gondolom, hogy érdemes lenne kissé mélyebbre pillantani a regény tudományos hátterébe is.

Nem árt, ha a mű eredeti angol címét is megemlítjük: „The Einstein Girl”. Vegyük észre, hogy itt valóban a „girl” (a lány), nem pedig a „daughter” (valakinek az „édes” lánya) szerepel. Lehetséges, hogy a mai angol szóhasználatban az édesapák leányukat „my little girl”-ként emlegetik, mégis úgy érzem, ez a különbségtétel lényeges a címben, még ha magyarul ezt nem is lehet röviden visszaadni. Az a benyomásom, hogy a mű, „könyv”, tehát nem egyszerűen „regény”.

Egy regény szerzője ugyanis ritkán mond köszönetet „komoly, szakmai fórumoknak”, mint most a szerző, pl. a jeruzsálemi Nemzeti Könyvtárban lévő „Albert Einstein Archivum” és a Kaliforniai Műszaki Egyetem (Caltech) Einstein-hagyatékot kezelő részlege képviselőinek. Igaz, egy átlagos regényírónak Albert Einstein-nal és fiaival, kiváltképp állítólagos „lá-

A mű elején (az 5. oldalon) mottóként szerepel néhány mondat. Így: „Mindannyian egyetértünk abban, hogy az elmélet örültség. Abban tér el véleményünk, hogy vajon eléggé örültség-e ahhoz, hogy esetleg helytálló lehessen?”

A fizikatörténet úgy tudja, hogy valójában ez egy Wolfgang Pauli (1901–1958) szájából származó kijelentés, amit barátja és egykori egyetemi évfolyamtársa, Werner Heisenberg (1901–1976) előadása után mondott. Heisenberg előadásában, 1957-ben, bemutatta új elméletét – a nemlineáris spinor-egyenletéről –, amelyben kísérletet tett az akkor ismert elemi részek és kölcsönhatásaik egységes leírására. Akkoriban ez a mondat széles körben elterjedt szállóigévé vált, lehet, hogy Niels Bohr (1885–1962) is hivatkozott erre, mint ahogyan a könyvben szerepel, de biztos, hogy a megjegyzés Paulitól ered. Az már persze csak érdekes mellékkörülmény, hogy Paulinak lett igazsága.

A könyvnek elkerülhetetlenül érintenie kell az Einstein-életút egyes szakaszait, még ha nem is igazán Einstein bemutatása a fő cél. Ezért tartanám most célszerűnek, ha kicsit többet lebbentenénk fel az „Einstein-lány” előéletéből, hogy a könyv olvasói közvetlenebbül tanúi lehessenek a folyamatoknak.

Kezdjük azzal, hogy Albert Einstein (1879–1955) és Mileva Marić (1875–1948) egy időben kerültek a svájci Eidgenössische Technische Hochschule (ETH, a Szövetségi Műszaki Főiskola), az egyik legrangosabb európai műegyetem hallgatói közé. Mileva Marić nőként a



Mileva Marić, Einstein felesége a két fiúval: balra Alber Eduard és jobbra Hans Albert

XIX–XX. század fordulóján ezzel meglehetősen exponált szerepre vállalkozott, hiszen ekkor a nők számára bármiféle egyetemi vagy főiskolai pályafutás még korántsem volt olyan egyszerű – és társadalmilag elfogadott –, mint manapság. Ezen még az sem sokat változtatott, hogy Marić hazulról a legkiválóbb képességeket tanúsító bizonyítványokkal érkezett. A természetudományos vagy a mérnöki pálya, önmagában is riasztó jellegű lehetett – a nőknek! Elég talán Maria Skłodowska (Madame Curie) rögös életútjára emlékezni – ez legalább közismert.

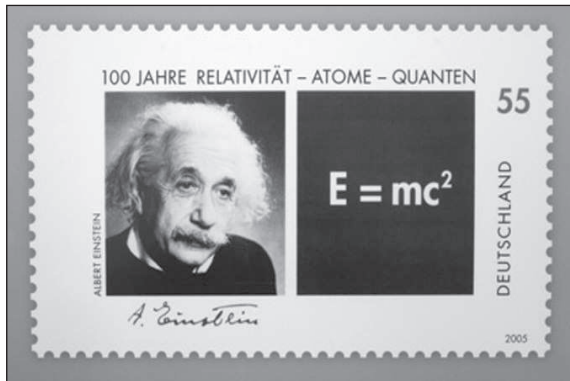
Einstein és Mileva Marić között az összemérhető képességek, közös érdeklődés és feladat alapján – egyelőre a tanulásban – vonzalom alakult ki. Ez egyre inkább elmélyült és oda vezetett, hogy az ifjú pár gyereket várt – a házasságkötés előtt. A végzés előtt azonban az ifjú pár nem köthetett házasságot, egyszerűen azért, mert Svájcban mindketten külföldiek voltak és tudományos karrierjüket féltették. Ezért közös megegyezéssel úgy döntöttek, hogy Mileva hazamegy Titelbe (ahol a Tisza a Dunába torkollik, az Osztrák-Magyar Monarchia déli tartományában), hogy ott szülje meg a váratlan jövevényt titokban, Zürich elől elrejtve. A jövevény kislány lett (1902) és kiderült, hogy bizonyos tekin-



Mileva Marić és Albert Einstein

nyával” kapcsolatos „regényben” is érinteni kell Einstein életét, alkotásait, hozzátartozóit, miközben a szereplők még fizikáról is beszélgethetnek.

De van még egy kisebb probléma is.



Az NSZK emlékbélyege a speciális relativitás 100 éves évfordulójára

tetben fogyatékos. Mileva nevelőszülőkre bízta, majd visszatért Zürichbe tanulmányaihoz, és persze Einsteinhez.

A regény „itt kezdődik”, a lányka születésével. Az ifjú Einsteinékhez visszatérve, a kényszerszünet után az ifjú pár hamarosan házasságot kötött. Igaz, a házasságkötést mind Einstein édesanyja, mind Mileva szülei ellenezték. Ennek az Einstein család részéről az volt az alapja, hogy tudták, Mileva gyermekkorában csonttuberkulózisban szenvedett, amiből lényegében kigyógyult ugyan, de járásában megmutatókozó sántaságát nem tudták annakidején kiközösíteni. Einstein édesapja a halálos ágyán elfogadta fia házasságát. Ebben az időszakban, tehát eleinte még, az ifjú pár élete úgyszólván paradicsomi is lehetett, mintha tényleg megtalálta volna a két fiatal egymásban az igazán mély, kivételes harmóniát. De ez csak igen rövid ideig tartott.

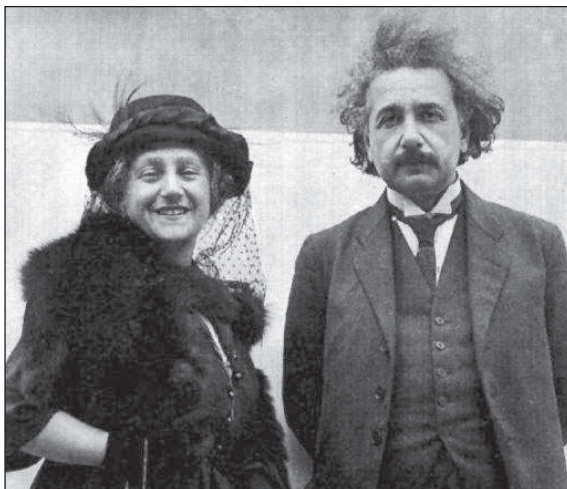
Bár a kortársak és főleg a túl okos utókor ezt a kapcsolatot oly szorosnak vélte, hogy eleinte Einstein egyes eredményeibe beleértették vagy belemagyarázták Mileva szellemi erőfeszítéseit – főleg a házasságkötés előtti, nyugodt idők alapján. Ezt ma már talán akár közömbösen is fogadhatjuk. Persze, más lenne a helyzet, ha vagy Mileva Marić nevén, vagy társszerzőkkel publikációk maradtak volna fenn. Ilyet azonban nem találtak. Az sem titkok viszont, hogy a „relativitás” témájának közvetlen közelében, még akár lényegében Einstein-nel egy időben is, mások is, mégpedig számosan, megsejtettek valamit, sőt, akár igencsak maradandót is alkottak a témával kapcsolatban. Gondoljunk csak Hendrik Anton van Lorentzre (1853–1928), aki-

ról a Lorentz-transzformációt elnevezték, vagy Henri Poincaréra (1854–1912), aki többek között a transzformációk csoporttulajdonságát fedezte fel, vagy éppen Max Planckra (1858–1947). Fontos tudni, hogy Planck már Einstein előtt rámutatott arra, hogy a Maxwell-egyenletek szerint az elektrodinamikai anyag nem newtoni tulajdonságú, hiszen ez az anyag engedelmessé válik az „ $e = mc^2$ ” törvénynek! Ebből a tényből is eredhet az, hogy Planck volt az első

igazi Einstein-hívó!

Az Einstein-házaspár élete hamarosan gyökeresen megváltozott. Az eleinte még odaadóan figyelmes férj egyre jobban elmerült saját szakmai kutatásaiban. Sőt, egyre határozottabban ki-kizárta a közös szellemi életből Milevát. A fiatalasszony csakhamar megint, s most már teljesen legálisan, újra anya lett. Megszületett az első fiú, Hans Albert (1904–1973), a házasság első, rövid, élhető szakaszának gyümölcse. Mileva szakmai tevékenysége újból szünetelni kényszerült a gyermek miatt.

(A házastársak kapcsolatát illetően, erről a korszakról hosszú fejezetben számol be Jürgen Neffe: „Albert Einstein igaz története” c. műve [2], mely többek között azért olyan értékes, mert sok száz (!) megadott, felkereshető dokumentumra épít. Ezek a dokumentumok (tétélesen felszo-



Einstein Elsa Löwenthallal, második feleségével

rolt) levelek, iratok, cikkek, a lelőhelyükkel együtt. Ugy tűnik, Neffe ebben a tekintetben „megbízható forrás”.)

Mileva az ifjú Hans Albert gondozásával van elfoglalva. Einstein végre állásba

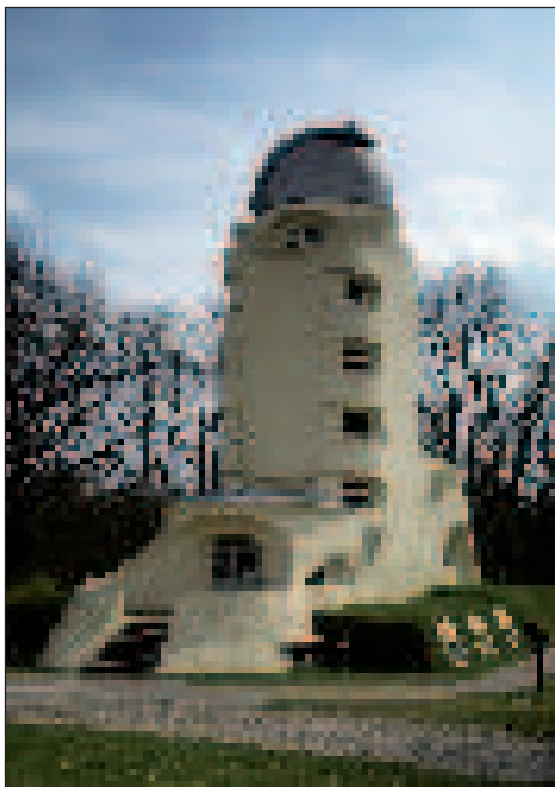
került a Berni Szabadalmi Hivatalban. Ne lehet eléggé kiemelni az itt végzett munka tudományos jelentőségét az ifjú Einstein szakmai fejlődése szempontjából. Elkövetkezik az 1905-ös év, Einstein korszakalkotó dolgozatainak esztendeje. Ekkor születik meg a foton-hipotézis (a fényelektromos hatás magyarázata), a Brown-mozgás tárgyalása, (aminek óriási jelentősége lesz a molekulaméret meghatározásában), és a mozgó testek elektrodinamikája cím alatt a speciális relativitáselmélet. Az ifjú házaspár élete, mint említettük, furcsán alakult, talán egy cipzárhoz lehet hasonlítani, a mottó: „veled is, meg nélküled is”, de még inkább: „se veled, se nélküled”. Közben lassan felébredt a tudományos életben az Einstein-dolgozatok visszhangja. Einstein bekerült a Szabadalmi Hivatalból a „tudományos életbe”, az egyetemekre. Hogy rövidke legyünk, először a Prágai Egyetem meghívását említjük. Nem annyira Einstein szerepével foglalkozunk most pillanatnyilag, mint Milevéval. Ő is Prágába költözött, de hetekre nem látta férjét, sem a gyereket az apját. Elszigetelődés, egymásra mutogatás, fellángolás. Közben megszületik a második fiú: Albert Eduard (1910–1965). Einstein visszakerült Zürichbe, most már egyetemi funkcióba, majd 1913-ban, az első világháború küszöbén Berlinbe hívták. Szerencséjére, katonai szolgálatra alkalmatlannak találták. Ez különösen az előnyére szolgált, mert Berlinben gyors karrier várt rá, nagyrészt Max Planck jóvoltából. Einstein a Vilmos Császár Kutatóintézet igazgatója lett. Lám, erre is jók voltak az 1905-ös korszakalkotó cikkek, főleg a Brown-mozgásról szóló tanulmány, meg a fényelektromos hatást magyarázó hipotézis! Külön „mini-intézményt” is kapott (egy lakásban) a relativitáselméleti kutatásokra. Berlinben felénkült a kapcsolata egyik Einstein-unokatestvérével, asszonynevén Löwenthal Elsával, aki éppen elvált. A közös szimpátia gyorsan kialakult, annyira, hogy Einstein most már válni akart. El is kezdődött a válóper, a procedura nem volt gyors, eltartott a háború végéig.

Tudományos szempontból ez az időszak, a XX. század második évtizede, rendkívül fontos. Ebben az időben zajlik le az általános relativitáselmélet megalapozása. Először egy részeredmény jelenik meg, ami arról szól, hogy a fény sugar terjedésében jellegzetes irányváltozást lehet tapasztalni erős gravitáció hatására. Ez azért érdekes, mert a fény sugar itt jelzett elgörbülése – a Nap szomszédságában – fogja szolgáltatni az első új tapasztalati bizonyítékot az általános relativitáselméletre. Ez a közlemény az Annalen der Physikben jelent meg [3]. Az általános relativitáselmélet matematikai megalapozása a négy-

dimenziós görbült terek elmélete alapján történt, amiben Einsteinnek egy magyar származású (budapesti születésű) barátja, korábbi ETH-beli évfolyamtársa, Marcel Grossmann (1878–1936) matematikus volt a segítségével. Nem is véletlen ezért, hogy közös kutatásról szóló beszámoló két cikkből áll, a fizikai részt Einstein [4a], a matematikai részt Grossmann jegyzi [4b]. Később 1916-ban formailag tökéletesített, átdolgozásban jelent meg „Az általános relativitáselmélet alapjai” [5]. 1918-ban publikálta megfigyeléseit a gravitációs hullámokról [6]. Az 1919. május 19-ére várt napfogyatkozás különleges alkalmat kínált a csillagászok számára, hogy a fényugár elgörbülését megfigyelhessék. Ezúttal ez sikerült is, Sir Arthur Eddington angol csillagász be is jelentette, hogy a német (!) kutató által megjósolt eredményt most megfigyelték. Meg lett az első új tapasztalati bizonyíték az általános relativitáselméletre – már amit addig még nem ismertek, mert a Merkúr perihéliumpontjának vándorlásáról már régebben lehetett tudni. Ennek az időszaknak a végét az 1921. évi Nobel-díjak kiosztása jelentette, Einstein a fényelektromos hatás magyarázatáért fizikai Nobel-díjat kapott. Einstein németországi népszerűsége növekedőben volt. Ennek egyik jele, hogy Potsdam melletti ligetben egy speciális csillagvizsgáló-torony építését kezdték meg.

Einstein magánéletében a húszas évek a válóper utáni időszakot jelentették. A Nobel-díj elnyerése, a díj jelentős hányadának átadása Milevának, küzdelem a fiúkkal való kapcsolat fenntartásáért – és persze, a függetlenség biztosítása a kutató fizikus és a közéleti ember számára. A kitüntetés, ami hivatalosan a fényelektromos hatás magyarázatáért és a fotonhipotézisért történt, hosszú ideig vita tárgya volt a tudománytörténészek számára. Ők azonban csak elfeledték, hogy a Nobel-díjat az alapító szándékai szerint kísérleti szempontból jelentős tevékenységért adják, és ez a fotonhipotézis esetében, valljuk be a Nobel-díj Bizottság részéről telitalálat volt. Ezzel az általános relativitás elméletének kidolgozását semmiképpen nem becsüljük le! Ebben az időszakban Einstein, a Nobel-díjas,

népszerűségének csúcsára jutott. Tagadhatatlanul igen sok politikai vonatkozása is támadt ennek a népszerűségnek. Einstein egyre exponáltabb személyiség lett, sok előadást tartott, s nem is mindig csak szakmaiakat. Sok pacifista rendezvényen vett részt. Jelentős szerepet vállalt az időközben felmerülő antiszemita nézetekkel való harcban. Ennek a problémakörnek jellegzetes vonása volt az is, ami főleg Lénárd Fülöp (Phillipp Lenard) (1862–



Einstein-torony a potsdami ligetben

1947) pozsonyi születésű, 1905-ben Nobel-díjjal kitüntetett fizikus nevéhez fűződik. Lénárd még a századforduló előtt jelentős vizsgálatokat végzett a katódsugárral kapcsolatban (ezeket honorálta a Nobel-díj). Nem tudta elviselni, hogy az izraelita Einstein 1905 után népszerű lett a relativitással és más eredményeivel. Amikor 1907 és 1931 között Lénárd Heidelbergben egyetemi tanár lett, nem szűnt meg támadni az Einstein-féle „zsidófizikát”.

Ám eközben Einstein tudományos munkája sem szünetelt. Készséggel elismerhető, hogy a nagy tudományos visszhang, amit a Nobel-díjas kutató új fényben tündöklése most már hivatalosan is kiváltott, sorra elvezetett a relativitáselmélet különböző szintű kifejtésének széles körű publikációjához is. Nem mulaszthatjuk el annak a megemléztését, hogy

ennek van magyar vonatkozása is. Megjelent „A különleges és az általános relativitás elmélete” c. könyvecske [7], ami egy „gemeinverständlich” (közérthető) megfogalmazású 1919. évi német eredeti fordítása, a spanyol, olasz, amerikai, orosz, francia, jiddis, lengyel kiadásokkal közel egy időben. Egyébként Einstein ebben az időben foglalkozott még a szupra-vezetés, a statisztikus mechanika, a kvantumelmélet kérdéseivel is. De utazásai során írt vagy nyilatkozott a nevelésügy, a cionizmus, a páneurópai mozgalmak, a leszerelés, a pacifizmus kérdéseivel és Palesztina jövőjével is. Ezeket a kérdéseket itt és most csak azért hangsúlyozzuk, mert a faszálódó Németországban megjelent és egyre inkább felerősödött az Einstein-ellenes hangulat a belpolitikai viszonyok közepette. Ez aztán oda vezetett, hogy Einstein 1933-ban emigrált Németországból, a német akadémiának megírta, hogy lemond minden kinevezéséről, kitüntetéséről, sőt állampolgárságáról is. A továbbiak szempontjából fontos, hogy távozása Belgiumon keresztül történt (ez dokumentálható), nincs adatunk arról, hogy távozása közben villámlátogatást tett volna Szerbiában (az elsőszülött leánykával kapcsolatban, például ott, ahol Mileva örökre adta).

Azt, hogy Einstein Németország elhagyása után még rövid látogatást tett volna Szerbiában, a regényíró szabadságának tekintem (bár nem tartom a regény sztorijában lényeges mozzanatként).

Sajnos, a közismert források ugyanis nem tudnak a leánygyermek további sorsáról, legalább is nem található rá utalás a fizikus életrajzokban [2, 8]. De talán folytassuk az életrajz szakmai vonatkozásaival! A regény utószava – kissé szűkszavúan és így eléggé félrevezetően – intézi el Einstein tudományos életét az amerikai áttelepülés után. Pedig itt is volna lényeges említeni való. Az egyik az 1935-ös Einstein–Podolsky–Rosen-cikk [8] arról, hogy teljesnek tekinthető-e a fizikai valóság kvantummechanikai leírása. Mindazok ellenére, amit Einstein tett a kvantummechanika elindításáért (ha nem is ezzel a céllal!), gondolunk itt a fotonhipotézisre, a hőmérsékleti sugárzás tárgyalására vagy a Bose–Einstein-statisztika megalapozására, a kvantummechanika alapjainak kialakulására, a valószínűségi értelmezés nem volt Einstein ínyére. Ez a cikk ezt az értelmezési problémát boncolgatja. Meg kell azonban jegyezni, hogy bár az értelmezés megváltoztatásában lényegében nem történt semmi, ennek a cikknek messzire ható következményei lettek kb. fél évszázad múlva.

Hasonló történt egy másik, igazából alig 70 nyomtatott sorból álló cikkek-

kével is. Ennek a címe: „Egy csillag lencseszerű hatása a fénysugár gravitációs tér okozta irányváltoztatásával” [10]. Az utóbbi évtizedek során ugyanis számos égi objektumot fedeztek fel ennek a gravitációs lencse-hatásnak a felismerése nyomán.

Mindkét irány új lehetőségekkel gazdagította a kutatást mind a mikrofizikában, mind az asztrofizikában.

De talán a következő, a harmadik irány elvi szempontból a legérdekesebb. Ez az az kapcsolat, hogy az általános relativitáselmélet „téregyenletei”, amelyek a téridő nem-euklideszi tulajdonságait meghatározzák mint az anyag (tömeg) eloszlása szerint változó szerkezetet, tulajdonképpen nemlineáris parciális differenciál-egyenletrendszer. Ez a nemlineáris jelleg az általános relativitáselmélet hozta újdonság! A klasszikus newtoni gravitációelméletben, ami lineáris elmélet, két különböző helyen lévő tömeg gravitációs terét úgy írtuk le, hogy az eredő gravitációs tér a két forrás egyszerű összeadásából jön létre. Mindegyik test a külön értelmezett mozgástörvény szerint a két tömeg egymásra gyakorolt hatását érzi. Az tehát az egyik ugrópont, hogy a klasszikus elmélet szerint az erőtvény független a mozgástörvénytől, a másik: a gravitációs erők eredőjét leíró törvény lineáris jellege. Az általános relativitáselméletben a nemlinearitás különleges hozományára Einstein és munkatársa, Jakob Grommer már 1927-ben felfigyelt [11]. A gravitációs teret a tömegek és mozgásuk határozza meg. Míg a régi (newtoni) eljárás a mozgató erőteret a téregyenletekből határozta meg és a mozgást leíró mozgásegyenlet külön, független elvként szerepelt, addig most már csak *egyetlen* elvből származik mindkét eredmény, a maga egysége miatt. Ez a *nemlineáris parciális differenciál-egyenletekbe* öltözött gravitáció új hozománya! Magától értetődő, hogy az új hozomány részletgazdagabb képet fog nyújtani a mozgásegyenlet konkrét alakját illetően – de addig még sok a tennivaló. Elvi matematikai szempontból egyszerűnek látszik a probléma: vannak nemlineáris parciális differenciál-egyenletek, s ha szerencsések vagyunk, meg lehet határozni belőlük a hozzájuk tartozó, a mozgást leíró mozgásegyenleteket, a pályagörbékét az idő függvényében. A gravitációs egyenletek nem nagyon „bonyolultak”, csak „éppen eléggé” ahhoz, hogy az elvi meglátásból konkrét, használható végeredmény szülessék. Ehhez még egy jó hosszú évtized és sok türelem, meg egy kivételesen jó munkacapat kellett. Ez utóbbi Einstein amerikai munkatársai: Leopold Infeld és Banesh Hoffmann. A munka eredményéről beszámoló cikk érdekes módon a legrangosabb matematikai folyóiratban, az Annals of Mathematics oldalain jelent meg 1938-ban [12]. A hatalmas terjedelmű kutatási jelentés még úgy is elképesztő hosszúságúra sikerült, hogy a cikk végén a szerzők az olvasókat a Princetoni Egyetem Könyvtárában letétbe helyezett – kéziratban közölt – számításokhoz kalauzolják. E cikkben az igazi problémának egy közelítő megoldása szerepel: egy nagyobb tömeg gravitációs terében mozgó kisebb tömeg kölcsönhatásából eredő mozgás. A számítási eljárás a fénysebesség reciprok értékének hatványai szerint haladó sor tagjainak kiértékeléséből áll. Az eredmény pedig a közelítés rendje szerint először a newtoni, majd a relativisztikus korrekciókat tartalmazó mozgásegyenlet, s az eljárás tetszőleges rendig folytatható. El kellett telnie még pár esztendőnek ahhoz, hogy ez a hosszadalmas közelítő eljárás „egy rövidebb cikk” keretein belül is közölhető legyen. Ez 1953-ra meg is történt; A. E. Scheidegger ekkor publikálta az általa kidogozott eljárást [13]. Érdekes még, hogy az Einstein–Infeld–Hoffmann-cikkkel közel egy időben lényegében ugyanezt a problémát más elvi és technikai összefüggések keretében a szentpétervári (leningrádi) Vlagyimir Fok (Fock) is vizsgálta [14]. A végeredmény ugyanaz: az általános relativitáselmélet nemlineáris téregyenletei tartalmazzák a mozgásegyenleteket is. Ez tehát nagyon szép eredmény, mert a klasszikus (relativisztikus) fizika alapelvei kettőről egyre csökkentek! Azóta az is nyilvánvalóvá vált, hogy az eredmény „klasszikus”, abban az értelemben, hogy lényegében az anyagi kölcsönhatások közül csak a gravitációról szól, a többi kölcsönhatás már a kvantummechanika új világában van. Ott pedig – a hatalmas és szivós kutatások ellenére – nem született meg egy modern szempontból megnyugtató áttörés.

Meg kell jegyeznünk, hogy még Jürgen Neffé sem foglalkozott ezzel az életszakasszal, sokkal többet írt az atom-bomba ügyében írt Einstein-levélről. De ami igazán érdekes, hogy még Abraham Pais 1982-ben megjelent könyve [8] sem tér ki ezekre a részletekre! Pedig a mozgásproblémáról is megjelent egy könyv, mely összefoglalja a kutatások eredményeit, ezt Infeld és tanítványa, Jerzy Plebanski írta 1960-ban [15].

* * *

Szívvel kívánom, hogy sok magyar olvasója legyen e kötetnek, mert a korrajz nagyon fontos időszakot ír le, kiváló elbeszélői készséggel. Számomra nagy élmény volt az olvasása.

Irodalom

- [1] Philip Sighton: Az Einstein lány. Fordította: Komáromy Rudolf. Kulinária Kiadó, Bp. 2013. (Az eredeti: The Einstein Girl. Rogers, Coleridge & Withe Ltd. Az eredeti kiadás helyét és évszámát a magyar változat nem tünteti fel.)
- [2] Jürgen Neffé: Albert Einstein igaz története. Fordította: Bozsóki Anna-Mária és a 13. fejezetet Gerner József. Typotext, Bp. 2011. (Megjegyezzük, hogy ez a mű eredetileg a Rowohlt Verlag GmbH. Reinbeck bei Hamburg kiadásában jelent meg, 2005-ben „Einstein. Eine Biographie” címen. A magyar kiadás külső borítóján olvasható, hogy ezt a művet a Washington Post „Az év legjobb könyve” címmel tüntette ki, de az nem derül ki, hogy az eredeti német kiadást-e, vagy a nem említett angol fordítást, sem hogy melyik évben adták a kitüntetést.)
- [3] Albert Einstein: Einfluss der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes, Annalen der Physik (IV) 35. 898 – 908. (1911).
- [4a] Albert Einstein: Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und eine Theorie der Gravitation (Physikalischer Teil). Zeitschrift für Mathematik und Physik, 62. 225 – 244. (1913).
- [4b] Marcel Grossmann: Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und eine Theorie der Gravitation (Mathematischer Teil) Zeitschrift für Mathematik und Physik 62. 245 – 261. (1913)
- [5] Albert Einstein: Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie. Annalen der Physik (IV) 49. 769 – 822. (1916)
- [6] Albert Einstein: Gravitationswellen. Preussische Akademie der Wissenschaften, Sitzungsberichte, 1. 154 – 167. (1918)
- [7] A. Einstein: A különleges és az általános relativitás elmélete. Pantheon, Bp. (1922).
- [8] Abraham Pais: „Subtle is the Lord...” The Science and the Life of Albert Einstein. Clarendon Press, Oxford University Press. (1982)
- [9] A. Einstein-B. Podolsky-N. Rosen: Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete? Physical Review, 47. 777 – 780 (1935)
- [10] A. Einstein: Lense-like Action of a Star by the Deviation of Light in the Gravitational Field. Science, 84. 505 – 506. (1936)
- [11] A. Einstein-Jakob Grommer: Allgemeine Relativitätstheorie und das Bewegungsgesetz. Sitzungsberichte Preuss. Akad. Wiss. 1. 2. (1927)
- [12] A. Einstein-L. Infeld-B. Hoffmann: The Gravitational Equations and the Problem of Motion. Annals of Math. 39. 55 - (1938)
- [13] A. E. Scheidegger: Gravitational Motion. Reviews of Modern Physics, 99. 1883 - (1955)
- [14] V.A. Fock: Sur le mouvement des masses finies d'après la théorie de la gravitation einsteinienne, Journal de Physique, Moscow, 1. 81 - (1939)
- [15] Leopold Infeld-Jerzy Plebanski: Motion and Relativity. Pergamon Press, London – Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa (1960)

CSABA GYÖRGY

Tobozmirigy az atomkorban

A belső elválasztású (endokrin) mirigyek morfológiájának és funkciójának feltérképezése a XIX. században és a XX. század elején megtörtént, kivéve két „sötét lovat”, a *csecsemő* (timusz) és *tobozmirigy* (corpus pineale, epifízis). A múlt század ötvenes éveire azonban ezek funkciója is többé-kevésbé világossá vált, miután *Miller* kísérletesen bizonyította a timusz elsődleges szerepét az immunrendszerben és *Lerner* felismerte és kivonta a tobozmirigy hormonját, a melatonin [1].

Már a régi görögök is ismerték a tobozmirigyét. *Herophilos*, aki anatómiailag is tanulmányozta a mirigyét az időszámításunk előtti IV. században, a gondolatok tovaterjedése szabályozójának tartotta, egy szervnek, amely a spirituális világba vezet. Ennél prózaiabbak voltak a régi rómaiak, akik mestermirigynek gondolták, mely az összes egyéb mirigy szabályozója, tehát hipofízisszerű funk-



1. ábra. Descartes posztumusz, 1662-ben megjelent könyvének rajza a tobozmirigy funkciójáról

ciót tulajdonítottak neki. A XVII. században a híres francia filozófus, *René Descartes* Tractatus de Homine c. művében a lélek székhelyének vélte, ahol a testi (materiális) és a lelki (intellektuális) tényezők egymással kapcsolódnak (1. ábra). Ennek hite mind a mai napig számtalan írásban megtalálható. A bőrgyógyász *Lerner* 1958-ban ismerte fel a tobozmirigy hormonját, a melatonin,

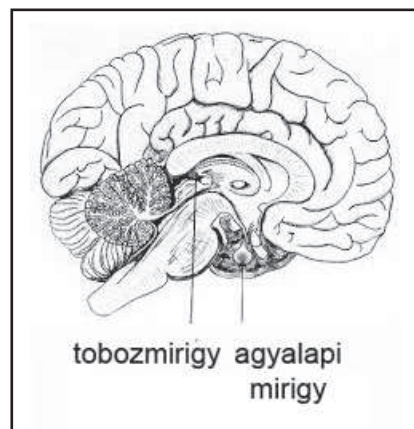
azonban szakmája miatt kezdetben egyes kételtűek melanofóra-szabályozójának hitte, mint amely felelős ezen állatok fény hatására történő színváltozásáért (innen kapta a nevét is) és csak később derült ki a hormon – és a mirigy – ennél fontosabb, sokoldalúbb hatása.

Az ember tobozmirigye apró (mintegy 5–8 milliméteres, borsó méretű), szürkésvörös gömböcske az agy központi vonalában, a két félteke között (2. ábra), súlya átlagosan 172 mg (férfiben és nőben egyaránt). Szöveti szerkezetében dominálnak az ún. pinealociták, a nagy nyúlványos sejtek, valamint az asztrociták (gliasejtek), de további három sejttípus is megfigyelhető bennük. A melatonin termelését a pinealociták végzik. A melatonin módosult aminosav, bázismolekulája a triptofán. A triptofánból a triptofán hidroxiláz enzim 5-hidroxi-triptofánt (5HTP) készít, amit az 5HTP dekarboxiláz szerotoninná (5HT) alakít át. A szerotonin már hormon, amely azonban a szervezet számos egyéb sejtjében is szintetizálódik. Ez a hormon alakul tovább az 5HT acetyltransferáz közreműködésével N-acetilszerotoninná, majd a hidroxindol-orto-metiltransferáz enzim segítségével melatoninná (N-acetil-5-metoxi-triptaminná). Ez a hormon is termelődik számos sejtben (szervben), még egysejtűekben is [2], de gerincekben döntően a tobozmirigyben. A mirigy emberben 1–2 éves korig növekszik, majd a mérete megmarad a pubertásig, innen kezdve csökken, miközben felnőttkorban, és még inkább öregkorban, meszesedik.

A sötétség mirigye

De Graaf és *Spencer* egymástól függetlenül, már 1886-ban felismerte, hogy az emlősök tobozmirigyének struktúrája olyan, mint a szemé (harmadik szemnek is hívják), a pinealociták a retina fotoreceptoraira hasonlítanak. Madarakban és kételtűekben a tobozmirigy az agy felszínén, a bőr alatt helyezkedik el, ezáltal képes közvetlenül érzékelni a fényviszonyok változását. Emlősökben, így emberben is, az agyféltekék közötti elhelyezkedése ezt nem teszi lehetővé, ehhez járul,

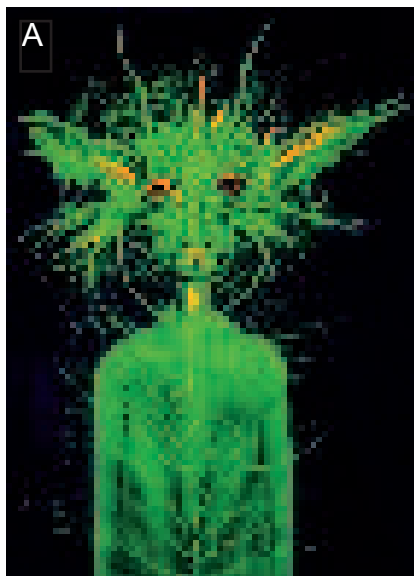
hogy a pinealociták amúgy is elvesztették fotoreceptor tulajdonságukat. Ehelyett a retina fotoreceptorai érzékelik és továbbítják a fény által keltett impulzusokat a hipotalamusz szuprachiazmatikus magjába (SCN), ahonnan a paraventrikuláris magba (PVN) kerül. Innen útja a gerincvelőbe vezet, ahonnan a szimpatikus ideg-



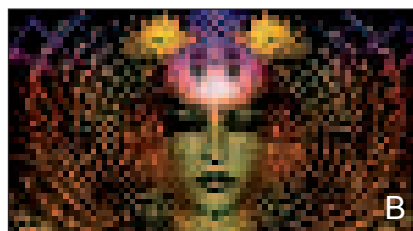
2. ábra. A tobozmirigy és az agyalapi mirigy (hipofízis) elhelyezkedése

rendszer viszi a felső nyaki ganglionba és onnan jut a tobozmirigybe [3]. Az út tehát hosszú és bonyolult, a végeredmény viszont egyértelmű: a retina információja a tobozmirigy működését befolyásolja.

A melatonin folyamatosan termelődik, azonban sötétségben (éjjel, alvás közben) sokkal inkább. Termelődését nem a sötétség stimulálja, hanem a fény gátolja. Ebből következik szerepe a cirkadiális ritmus szabályozásában (circa diem – körülbelül napi, mert nem teljesen pontos és a nappalok megnyúlásával, vagy csökkenésével változik) és nappal lehetőséget teremt az ébrenléti aktivitásra, míg éjjel alvásra ad utasítást. A ritmusadó (pacemaker) az SCN, melynek kísérletes elektromos ingerlése ötvenszeresre növeli az N-acetyltransferáz enzim aktivitását, ennek következtében a szerotonin melatoninná alakulását. Ez a ritmusadó a fény befolyása nélkül is működik, tehát tevékenysége génszinten meghatározott, de órája a fényviszonyoktól függetlenül folyamatosan reszinkronizálódik. Genetikai meghatározottságát bizonyít-



alátámasztott feltételezések. A tobozmirigy ugyanis nemcsak melatonint termel, hanem egyéb hormonszerű anyagokat, így dimetiltriptamint (DMT) is. Ez a molekula egyes növényekben is termelődő hallucinogén, melyet az amazóniai indiánok sámánjai révületbe esésükhöz használtak. „Varázsitaluk” az ayahuasca volt, ami nagy dózisban tartalmazott DMT-t. Ugyanakkor a DMT minimális dózisa is képesek voltak – önkéntes jelentkezőkön – álomszerű képeket létrehozni [5,6]. Mi-



3. ábra. A rémálmodok és a szép álmok valószínűleg a dimetiltriptaminnak köszönhetőek (fantáziaképek)

ja, hogy teljesen vak embereknek is van napi ritmusa, ezt azonban a fény nem befolyásolja. Ez azt is mutatja, hogy a szabályozás útvonala a látókéreg nem esik bele: az SCN a látóidegek kereszteződése fölött helyezkedik el és információit onnan szerzi be.

Az agyban az anyagok szabad áramlásának útjában áll a vér-agy gát, mely azonban nincs jelen a tobozmirigy esetében, melyben a vér áramlása bőséges, a vese után a legintenzívebb. Ez elősegíti alapanyag-ellátását éppúgy, mint hormonjának gyors elszállítását.

Az évszakok váltásával a fényviszonyok is megváltoznak: hosszabbodnak, illetve rövidülnek a nappalok (cirkannuális ritmus). A szervezet ehhez való alkalmazkodásában is döntő szerepet játszik a tobozmirigy, illetve hormonja, a melatonin. A mirigy egyéni reakciókészségétől függően lép fel egyeseknél a szezonális hangulatváltozás, például a téli depresszió, amikor a fény kevés és sok a melatonin [4], de a téli álmot alvó állatokban (hibernáció) is fontos szerepe van a hormonnak.

Az endokrin rendszer egyéb mirigyének működése is ritmitást mutat. A testhőmérséklet is ritmusan, a napszakok váltásával változik. Ezek a jelenségek is a tobozmirigy közvetítésével az SCN-nek tulajdoníthatók.

Alvás és álm

Ha az alvás szabályozója a melatonin, mi szabályozza azt, hogy alvás közben álmodunk-e, vagy nem? Ez egzakt módon nem ismert, vannak azonban többé-kevésbé

vel a DMT előállításához szükséges enzim a tobozmirigyben jelen van, egyesek feltételezik, hogy az alvás REM fázisában ez a pszichodelikum kerül a keringésbe és hozza létre az álmokat, beleértve a rémálmodokat is (3A–B. ábra). A rémálmodok és a szép álmok tehát valószínűleg a DMT-nek köszönhetőek. Ugyancsak feltételezik azt is, hogy az úgynevezett halál közeli élményeknek az volna az oka, hogy a tobozmirigy hirtelen DMT-lökést bocsát a keringésbe.

Az immunrendszer szabályozója

A múlt század hatvanas, hetvenes éveiben sokat foglalkoztunk a tobozmirigy egyéb szerveket szabályozó szerepével és többek között vizsgáltuk a mirigy immunrendszerre kifejtett hatását is. Hamar nyilvánvalóvá vált, hogy ha felnőtt patkányban eltávolítjuk a tobozmirigyét, a csecsemőmirigy sorvad, miközben főleg a limfoid (immun) elemek tűnnek el belőle [7]. Ekkor már ismert volt, hogy a timusz újszülöttkori eltávolítása katasztrofális hatással van az immunrendszerre, az állatok sorvadnak (wasting) és elpusztulnak. Éppen ezért távolítottuk el újszülött patkányok tobozmirigyét a születés utáni 6 órán belül és figyeltük a következményeket [8]. Az állatoknál a csecsemőmirigy totális sorvadása és wasting lépett fel, utóbbi ugyanúgy, mint a timusz újszülöttkori eltávolítása után. Ebből világossá vált, hogy a tobozmirigy alapvetően befolyásolja az immunrendszer fejlődését és működését. Innen datálódik e kapcsolat nemzetközi szinten

történő vizsgálata, melynek ma már széleskörű irodalma van [9].

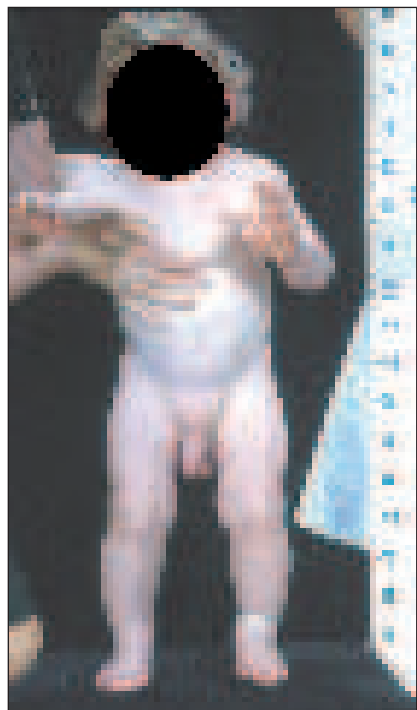
A tobozmirigy hormonja, a melatonin fokozza az immunrendszer működését, miközben elsődleges célpontja a timusz. A melatonin sok esetben képes kivédeni az immunrendszert károsító hatásokat is. Az erős stressz például jelentősen gátolja az immunrendszert és ezt részlegesen vagy teljesen ellensúlyozza a melatoninkezelés, miközben a timusz sorvadását is megakadályozza. A hormon az immunrendszer minden sejtípusát előnyösen befolyásolja és elősegíti szaporodásukat, növeli az immunitásban szerepet játszó anyagaik (citokinek) termelődését. A melatonin ezen hatásai rendkívül alacsony, nanomoláris koncentrációban is megmutatkoznak. Számos kísérletből kiderült, hogy a hormon növeli a korral gyengülő immunrendszer teljesítményét.

Ahhoz, hogy a melatonin funkcióit végrehajthassa, nem elég a hormon jelenléte, receptorok is szükségesek, melyek a jelet veszik. A melatonin specifikus receptorait megtalálták számos, a melatonin által befolyásolt sejtben, így az immunsejtek plazmamembránjában is (MT1 és MT2). Találtak egy további membránreceptort is (MT3), ennek jelenlétét azonban immunsejtekben nem sikerült kimutatni. Ráadásul van egy, a citoplazmában, illetve a sejtmagban elhelyezkedő receptor is, mely hasonló a szteroid hormonok receptorához és ez az immunsejtekben is megtalálható. Az immunsejtek azonban nemcsak reagálnak a melatoninra, hanem saját maguk is termelik a hormont, ennek jelentősége azonban még nem tisztázott.

A tobozmirigy és a betegségek

Daganatok

A szervezet immunrendszerének állapota döntő jelentőségű a daganatok kialakulása és lefolyása szempontjából. A tobozmirigy és hormonja, a melatonin éppen ezért ebből a szempontból is rendkívül fontos lehet. Irodalmi adatok bizonyítják, hogy ez így is van, és nem csak állatkísérletekben [10]. Ez utóbbiak esetében azonban világosan látszik, hogy a melatonin növeli a daganatos állatok élettartamát, néha 30–40 százalékkal is. Embereken tett megfigyelések bizonyítják, hogy emlőtumorosokban csökkent a melatonin vérszintje, és megfordítva. Vak nők, akikben a melatoninszint magas, kevésbé hajlamosak emlőtumorra. A vakok magasabb melatoninszintje elméletileg erősebb védelmet jelenthet számukra egyéb betegségek esetében is, azonban a melatoninszint



4. ábra. Nem fotótrükk, hanem pubertas precox. Kisfiú felnőtt nemi szervvel

állandó és nem szabályozható. Ennek jelentőségét azonban még nem vizsgálták.

A melatonin antioxidáns anyag, tehát a szabad gyökök ellen hat, a szabad gyökök (szuperoxid, peroxid) viszont előmozdítják a daganatok képződését. Valószínűnek látszik, hogy a melatonin daganatellenes hatása nemcsak az immunrendszer stimulálásán keresztül valósul meg, hanem az antioxidáns-hatáson keresztül is. A hormon ezen tulajdonsága az öregedési folyamatokat is lassítja.

A tobozmirigynek azonban saját daganatai is vannak. Ezek elsősorban germinómák, tehát csírasejt-daganatok, amelyek bár fontos agyi területeket is nyomhatnak, jelentősen befolyásolják (gátolják) a tobozmirigy által kifejtett funkciót is. Mivel a tobozmirigy visszatartja a nemi érést, károsítja előrehozta azt. Így alakul ki a korai nemi érés (pubertas praecox) nevű betegség, mely akár korai gyermekkorban előidézi a nemi apparátus teljes kifejlődését (4. ábra).

Hiány és túlsúly

A tobozmiriggyel kapcsolatos kóros állapotok léphetnek fel, ha a hormon mennyisége csökken, vagy túltermelődik. A hormon hiánya a fentebb elmondottak értelmében az immunrendszer elégtelen működésében vagy pubertas precocoxban mutatkozik meg, de ehhez társulhat szorongás is. A hormon túlsúlyát jellemzi a már említett szezonális depresszió, a pajzsmirigy és mellékvesekéreg hormonjainak alacsony szintje (és en-

nek következményei), illetve az alacsony vérnyomás.

A tobozmirigy működése a kor előre haladtával csökken, valószínűleg a benne felszaporodó agyhomok (acervulus cerebri, 5. ábra) miatt, ami elérhet egy olyan szintet, amikor kóros állapot jelentkezik. Az utóbbi időben feltételezik, hogy ennek valamilyen módon köze lehet az Alzheimer-kórhoz, mivel az ilyen betegekben sokkal több az agyhomok, mint az átlag koros populációban, és a melatonin-szintézis csökkenése szinte előre jelzi az Alzheimer-kór fellépését [11.].

Nem pontosan tisztázott, de feltételezik, hogy a tobozmirigy hibás funkciója szexuális diszfunkcióban is megmutatkozik. A feltételezést a klinikai megfigyeléseken kívül az is alátámasztja, hogy mint láttuk, a mirigy a szexuális érést gátolja.

Navigáció és mágneses tér

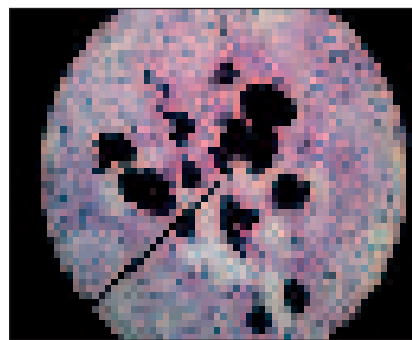
Madarak tobozmirigyében mágneses anyag van, aminek alapján feltételezik, hogy ez egy magnetoreceptor, amely a légi tájékozódást segíti. A geomagnetikus viharok emberben is deszinkronizációt váltanak ki, ami a melatonin termelődését megzavarja. Postagalambokban kimutatták, hogy a mirigy meszesedése rontja a hazatalálási képességet. A kalcifikáció azonban az emberi irányérzékét is befolyásolja. Egy humán vizsgálatban nagyszámú alanyon tanulmányozták a mirigy meszesedését, és megállapították, hogy a vizsgált idős populáció mintegy felének kalcifikált a tobozmirigye. A populációt alapos irányérzék vizsgálatnak vetették alá, így kiderült, hogy a meszes tobozmirigyűek csak feleannyira érzékelték az irányt, mint a meszesedés nélküliek.

Sok vita folyik manapság az elektromágneses terek rákkeltő hatásáról, de ezeket bizonyítékok se pro, se kontra nincsenek. Tény azonban, hogy az elektromágneses tér a tobozmirigy hormontermelését befolyásolja, és ennek szerepe lehet a daganatok elleni védekezés gyengülésében.

Tobozmirigy az atomkorban

Az élőlények fennmaradásának egyik alapvető feltétele az alkalmazkodóképesség. Ebben a folyamatban az endokrin szervek kiemelkedő szerepet játszanak, alkalmazkodásukkal segítik a szervezetek túlélését. Az évezredek múlásával a hasnyálmirigy Langerhans-szigeteinek is alkalmazkodnia kellett a fokozott cukorfogyasztáshoz, éppúgy, mint a mellékvesének a stresszel teli életmódhoz. Ebből a szempontból is kivételes helyzetben van azonban a tobozmirigy, mely nem a szervezeten belüli változásokat regisztrálja, hanem külső tényezőt, a fény és sötétség váltakozását. A diurnális

ritmus évezredekken keresztül lényegében stabil volt, de a technika fejlődésével alapjaiban változott meg. A világitással a fényperiódus megnőtt, sőt akarunktól függően változtathatóvá vált, és a fényerősség is korábban nem ismert módon alakítható lett. Emellett mindennapivá vált a fény és sötétség pillanatonkénti váltása (fényreklámok, televízió, villódzás), amihez az SCN-nek és a tobozmirigynek adaptálódnia kellene, ha tudna. Bár a tűzgyújtás óta a fényidőszak hossza befolyásolhatóvá vált, mégsem mindegy, hogy a fényt gyertyaláng, vagy több száz wattnyi izzó szolgáltatja. Ráadá-



5. ábra. Agyhomok a tobozmirigyben

sul az egyre korszerűbb és kevesebb energiát fogyasztó fényforrások, mint a legújabb fehér (kék) fényt kibocsátó közúti LED-es lámpák éppen a 450–500 nm hullámhosszú fényt szórják, ami sokkal jobban nyomja el a melatonintermelést, mint a sárga fényű Na-lámpák. LED-es lámpák jelennek meg a televízió képernyőjében éppúgy, mint a személyi számítógépekben. A fejlődés a kisebb energiafogyasztás felé tendál, ami viszont kevésbé egészséges. A tipikus cirkadialis ritmus helyett tehát a melatonin termelődése napjainkra bizonytalanabbá vált, miközben a gátolt, fényes periódus hossza összességében nőtt, és a sötét, melatonin pluszt termelő periódusé csökkent. Ezzel együtt csökkentek annak előnyös és szükséges hatásai (például a daganatgátlás) is.

További problémát jelent a jetlag, vagyis az időzónaváltás-szindróma, ami az időzónák gyors egymásutánban való átlépésekor jelentkezik, melynek következményeit mindenki érezte már, aki repülővel nagy távolságokat tett meg. Bár ez nem annyira általános, mint a világitási effektus, jobban érzékelhető. A jetlag akutan, a világitási effektus krónikusan vezet alvászavarokhoz és csökkenti a melatonin pozitív hatásait.

Manapság már nemcsak a fényhatások károsíthatják a tobozmirigy normális működését, hanem a tömegmértékben alkalmazott új kémiai anyagok is, vagy éppen a korábbiak, melyek eltérő mennyiségben kerülnek be a szervezetbe. Ez utóbbiak kirívó példája a csapvíz (és a fogkrémek) fluorozása a

fogak védelmében. Miközben ez tényleg segít megakadályozni a fogak szuvasodását, a tobozmirigyben előmozdítja a kalcifikációt, ami viszont a melatonin-produkciót csökkenti. A tobozmirigyben ugyanis a csontknál és a fogaknál nagyobb koncentrációban halmozódik fel a fluor. Mivel ivóvizet már a csecsemőkortól fogyasztunk, a nemi érés pineális gátlásának redukciója előrehozhatja azt. Egyes vizsgálatok szerint a fluorozás hatására mintegy öt hónappal korábban következik be a nemi érés. Ez nem egyszerűen időbeli eltolódást jelent, mert, ha a pszichés érés nincs szinkronban a nemi érésrel, az súlyos kamaszkori problémákhoz vezethet. Ugyanakkor azt sem tudjuk – éppen mert a tobozmirigy volt az utolsó az endokrin mirigyek feltérképezésekor –, hogy milyen problémák jelentkezhetnek egyéb, tömegmérésekben történő beavatkozások során, például azzal, hogy szteroid hormonok kerülnek a vizekbe, hogy különböző sugárzásoknak vagyunk kitéve, hogy táplálék kiegészítőket stb. alkalmazunk. De még olyan egyszerű, de tömegmérésekben alkalmazott eszköz, mint a napszemüveg is befolyásolhatja a tobozmirigy működését, csökkentve a fény befolyását. Miközben azonban csak a fény az, ami akut hatást gyakorol a tobozmirigyre, a meszesedés hatása fokozatosan és később mutatkozik meg.

Modern korunk lehetővé teszi nemcsak a

melatonin ipari előállítását, hanem a hozzá hasonló agonista vagy antagonistá gyógyszer-két is (Agomelatin, Ramelteon, Tasimelton). Ezek bevezetése az orvosi gyakorlatba folyamatban van, de alkalmazási területük még nem kristályosodott ki. Felhasználásukra azonban valószínűleg egyre nagyobb szükség lesz, mert a technikai fejlődés hihetetlen mértékű előre haladtával az SCN – tobozmirigy mechanizmust még több károsodás érheti. Emellett az atomkor lehetővé tette az élettartam jelentős megnyúlását, ami együtt jár a tobozmirigy fokozott funkcióvesztésével (meszesedés) és ennek már ismertett következményeivel.

A borsónyi mirigy iránti érdeklődés korunkban sem csökken, sőt növekedni látszik. Csak fél év alatt, 2014 januárja és júliusa között mintegy 250 tudományos cikk jelent meg a tobozmirigyről és 580 hormonjáról, a melatoninról mérvadó folyóiratokban. De nem csökken az ezotéria iránt érdeklődők figyelmé sem. A tudományos eredményeket (félre)értelmezve magyarázzák a lélek székhelyét és tartják fenn iránta az emberek érdeklődését. ✨

Irodalom

1. Lerner AB et al. Isolation of melatonin, the pineal factor that lightens melanocytes. *J Am Chem Soc* 1958, 80, 2587.
2. Köhidal L. et al. Melatonin in the unicellular *Tetrahymena pyriformis*: effects of different

lighting conditions. *Cell Biochem Funct* 20,269, 2002.

3. Liebmann PM et al. Melatonin and the immune system. *Int Arch Allergy Immunol* 112, 203, 1997.
4. Pail G et al. Bright-light therapy in the treatment of mood disorders. *Neuropsychobiology* 64, 152, 2011.
5. Strassman R. *The spirit molecule*. Park Street Press, Rochester 2001
6. Strassman RJ et al. Dose response study of N,N-dimethyltryptamin in humans II. Subjective effects and preliminary results of a new rating scale. *Arch Gen Psychiatry* 51,98,1994.
7. Baráth P. Csaba G. Histological changes in the lung, thymus and adrenal one and a half year after pinealectomy. *Acta Biol Acad Sci Hung* 25,123, 1974.
8. Csaba G, Baráth P. Morphological changes of thymus and the thyroid gland after postnatal extirpation of pineal body. *Endocrinol Exper* 9, 59, 1975
9. Csaba G. The pineal regulation of the immune system. 40 years since the discovery. *Acta Microbiol Immunol Hung.* 154,128,2013.
10. Miller SC. et al. The role of melatonin in immune-enhancement: potential application in cancer. *Int J Exp Pathol* 87,81,2006,
11. Rosales-Corral SA et al. Alzheimer's disease: pathological mechanisms and the beneficial role of melatonin. *J Pineal Res* 52,167,2012.

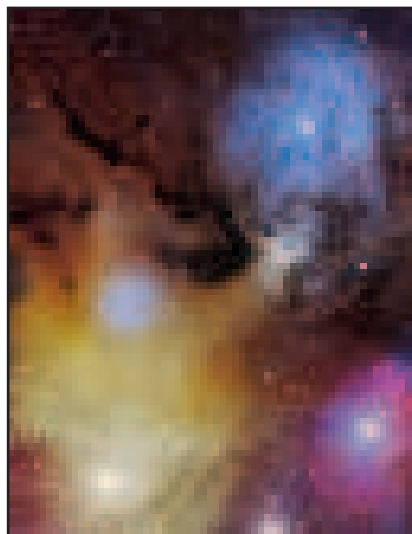
CÍMKÉPÜNK

Az Antares és a Rho Ophiuchi színképűje a Skoprió és a Kígyótartó csillagképben

Gyönyörű színes felhők formálják a Rho Ophiuchi és Antares csillagok környezetét. Valószínűleg nincs még egy hasonló régió, mely színesen pompázó gázok és sötét, sűrű köd-folyamok tekergő egyvelegének ily lenyűgöző látványát nyújtja.

A Rho hármass csillag körülötte két reflexiós köd egy nála jóval nagyobb, halvány és sötét anyagból álló molekuláris felhő részét képezi, mely Ophiuchi felhőként ismert és beborítja az egész területet. E hatalmas molekuláris felhő központi, legsűrűbb része látható a képen átlátszatlan sötétköd formájában, melynek belsejében intenzív csillagkeletkezés zajlik. A közeli Antares szuperóriás vörös óriáscsillag fénye a ködöt számos helyen sárgás színre festi meg.

A sűrű porból és gázból álló sötétköd szívébe ezen a képen nem látunk be, viszont az infravörös tartományban készült professzionális (obszervatóriumi) felvételeken közvetlenül tetten érhető a csillagkeletkezés és a sok fiatal csillag jelenléte.

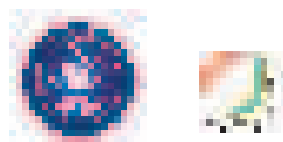


Ez az egyik a legközelebbi és leginkább tanulmányozott csillagszületési régió a Tejútban, tőlünk körülbelül 520 fényév távolságra.

Bár a nyári hónapokban Magyarországról is látható a Skorpió csillagkép halvány ködössége, alacsony horizont feletti magassága miatt tőlünk sajnos nehezen figyelhető meg. Viszont a terület látványosabb csillagai, gömbhalmazai kitűnően látszódnak már kisebb amatőrtávcsövekkel is.

A kép készítője Éder Iván amatőrcsillagász, főállású zenész, aki szabadidejének nagy részében az égi szépségek megörökítésével foglalkozik. Több mint másfél évtizedes fejlődés után az utóbbi évek egyik legsikeresebb magyar asztrofotósa, akinek a képeit a NASA „Astronomy Picture of the Day” (APOD) honlapja rendszeresen kiválasztja a nap csillagászati képének. Éder Iván a fantasztikus felvételek érdekében több alkalommal kirándult a déli féltekére, ahol a namíbiai éjszakában olyan csodálatos szépségeket sikerült megörökítenie expedíciós felszereléseivel, mint ez a kép.

Éder Iván honlapcíme: www.astroeder.com.



JUHÁSZ PÉTER

Építő mikroorganizmusok

Számos állatfaj egyedei hoznak létre kisebb-nagyobb építményeket – ilyenek például a természetes várai, a madárfészkek, a vakondok alagútrendszerei –, mégis kevesen gondolnák, hogy a legpárányibb élőlények, a mikroorganizmusok is képesek maradandó, időálló struktúrák létrehozására. Pedig ezek a néhány mikrométer nagyságú egyedek a rendelkezésükre álló idő és tápanyag függvényében képesek finom kristályszemcséket, vékony bevonatokat, de akár több száz méter vastag mészkőrétegeket is létrehozni. Mindezt azért, hogy a baktériumok a környezetükben feldúsuló szerves tápanyag felhasználásával karbonátionokat (CO_3^{2-}) gyártanak, melyek reakcióba lépnek a jelenlévő alkáli fémek ionjaival (például: K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}). A reakció eredményeként különböző kristályok, így például arago-

A biomineralizáció és a kristályképződés

A baktériumok kristályépítő képességéről előszörként egy amerikai kutató, *G. Harold Drew* számolt be (Drew, 1911). Az Atlanti-óceán vizéből vett mintákból denitrifikáló baktériumokat izolált, melyek képesek voltak folyékony tápoldatban apró kalcium-karbonát-kristályok előállítására. Ezt követően több kutató is foglalkozni kezdett a mikrobiális eredetű kalcium-karbonát kicsapódásának vizsgálatával, köztük a spanyol *Boquet*, aki kimutatta, hogy a talajbaktériumok is képesek kalcium-karbonát-kristályokat termelni (Boquet és társai, 1973). A biomineralizáció mikrobiológiai hátterét végül a francia *Sabine Castanier* és munkatársai tisztázták, leírva annak aktív és passzív módjait, a szükséges környezeti körülményeket, valamint a

(pH, hőmérséklet, egyéb mikrobák jelenléte stb.), valamint a táplálék hozzáférhetősége és mennyisége határozzák meg.

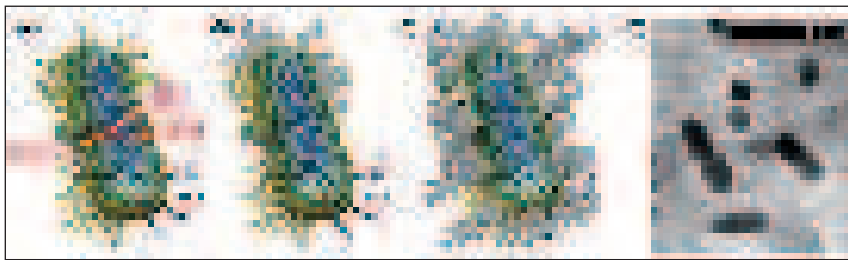
Kőépités

Már *G. Harold Drew* is beszámolt arról a jelenségről, hogy tápoldatban keletkezett lebegő, le nem ülepedő kalcium-karbonát-kristályok lerakódnak az oldatba belekevert homokszemcsék felületére (Drew, 1911). Ebből arra a következtetésre jutott, hogy a bakteriális eredetű kristályok fontos szerepet játszhatnak a kalcium-karbonát-kötésű, vagy teljes egészében kalcium-karbonátból álló kőzetek (például mészkövek) kialakulásában. A kísérletben leírt módon, tehát szemcsé felületén történő folyamatos megkötődéssel keletkeznek az ooidos szövetű durvamész-kő szemcséi, melyek apró, gyöngyszerű gömböcskékre hasonlítanak (**2b–c. ábra**). Ilyen folyamat zajlik jelenleg például a Bahama-szigetek sekélyvízi tengerpartján (**2a. ábra**), melynek langyos vize és magas szervesanyag-tartalma kedvez a bakteriális tevékenységnek.

Annak eldöntésére, hogy eme kőzetek képződése mennyiben függ a baktériumok tevékenységétől, mérési adatokból francia kutatók kiszámolták, hogy különböző környezeti körülmények között (óceáni, tengerparti és zátonyok menti, illetve sekélyvízi) mennyi szerves anyag képződik az évek során, s ebből milyen vastagságú kalcium-karbonát réteg kristályosodhat ki (Castanier és társai, 1999). Számításaik szerint egymillió év alatt a bakteriális úton keletkező kőzetréteg vastagsága a sekélyebb vizekben 200 m és 2000 m között változhat, míg a nyílt tengeren ez a vastagság csak 4 méter körüli értéket vehet fel. A legnagyobb fokú mészkőképződés a homokpadokon és zátonyokon tapasztalható. Mivel ezen a helyeken a szerves anyag kicsapódása elméletileg csak 30–200 m vastagságú réteget tudna képezni egymillió év alatt, így valószínűsíthető, hogy a baktériumok aktív részvevői a mészkőrétegek képződésének.

Kötőanyag

Mivel a baktériumok szilárd kristályokat hoznak létre, melyek jól kötődnek egymáshoz és más szemcsékhez, kézenfekvő

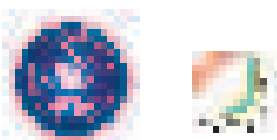


1. ábra. A mikrobiális eredetű kalcium-karbonát képződésének folyamata
(Forrás: *De Muynck W., De Belie N., Verstraete W. (2010), „Microbial carbonate precipitation in construction materials: A review”, Ecological Engineering, Vol. 36, pp. 118–136.*)

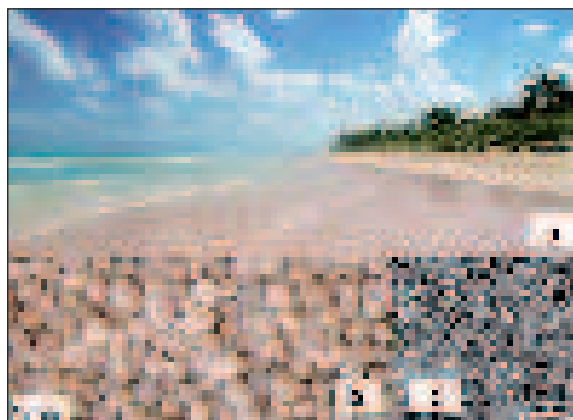
nit, kalcit, vaterit, dolomit jönnek létre. A biológiai úton történő kristályképződést a szakirodalom biomineralizációnak hívja. Ezen belül megkülönböztetik a mikrobiális úton történő kristályképződést, a MICP-t (*microbially induced carbonate precipitation*). A kristályképződéshez szükséges reakciók a természetben lejátszódó folyamatok, de őket lemásolva, kiegészítve, a szükséges körülményeket mesterségesen megteremtve, lehetőség nyílik a célzott, gyakorlati alkalmazásra is. Míg a baktériumok a természetben kőzeteket építenek, addig mesterséges körülmények között talajt szilárdítanak, repedéseket hidalnak át, és védőréteget hoznak létre porózus kőanyagokon.

baktériumokban lezajló metabolikus folyamatokat (Castanier és társai, 1999).

A mikrobiális eredetű kalcium-karbonát képződésének folyamatát az **1. ábra** szemlélteti. A folyamat a következő lépésekből áll (**1. ábra**): (A) A szerves anyag bekebelezése (itt karbamid) és az oldott karbonátionok és egyéb metabolikus termékek (itt ammónia) kibocsátása a sejten kívüli térbe; (B) a baktérium környezetében lévő Ca^{2+} -ionok reakciója az oldott karbonátionokkal – kristályképződés; (C) a baktérium elkristályosítja környezetét; (D) az újonnan keletkezett kristályok elektronmikroszkópos felvételen, bennük a baktériumok lenyomatai (De Muynck és társai, 2010). A képződő kristályok mennyiségét és minőségét a környezeti körülmények



ötletnek látszott, hogy ezt a kötőképeséget szemcsés anyagok összeragasztására is felhasználják. Egyes építőmérnöki és bányászati feladatok során felmerül az igény, hogy a laza szemcsés talajt valamilyen módon szilárdabbá tegyék. Építőmérnöki területen rézsúk állékonyosságának biztosítására (például vágatban haladó autópálya két oldalán), illetve a talaj teherhordó képességének javítására (a szemcsék összeragasztásával); míg bányászat esetében folyékony és gázne-mű ásványkincsek felszínre hozatalakor a talaj porozitásának csökkentésére és tömörségének növelésére lehetne alternatív megoldásként alkalmazni a biológiai alapú cementálást. Mivel a természetes körülmények mesterségesen is biztosíthatóak, ezért több kutató is kísérleteket folytatott szemcsés anyagok, így homok, vagy a beton adalékanyagaként szolgáló homokos kavics mikrobiológiai módszerrel való összeragasztására. Példaként kínai kutatók laboratóriumi körülmények között mészkötésű homokkővet állítottak elő. *Qian Chun Xiang* és csapata 18,50 mm átmérőjű csövekbe homokot töltöttek, és rajta keresztül baktériumok és a kristályképződéshez szükséges szerves és szervetlen anyagok keverékéből álló oldatot áramoltattak keresztül. A kezelés ered-



2. ábra. A Bahama-szigetek Pink Sand tengerpartja (a), gyöngyszerű ooidok (b), ooidos mészkő csiszolatának fénymikroszkópos képe (c). (Forrás: a) *the-bahamas.net* (2014.03.30), b) *wikis.fu-Berlin.de* (2014.03.30), c) *Török, Á., (2007), „Morphology and detachment mechanism of weathering crusts of porous limestone in the urban environment of Budapest”, Central European Geology, Vol. 50 (3) pp. 225–240*)

ményeként sikerült szilárd homokhengereket előállítani, melyeket terhelési vizsgálatnak is alávetettek (**3. ábra**). A megszilárdított hengereken 1,21–1,91 N/mm²-es nyomószilárdságot sikerült elérniük, mely meghaladja az átlagos talajok teherbírását (összehasonlításképpen példa egy talaj nyomószilárdságára:



3. ábra. Hengerré összecementált homokszemcsék (balra); nyomás hatására szétförtött henger (jobbra). (Forrás: *Qian, C., Pan, Q., & Wang, R. (2010).*

Cementation of sand grains based on carbonate precipitation induced by microorganism. Science China Technological Sciences, Vol. 53 (8), pp. 2198–2206.)

250 kN/m² (=0.25 N/mm²), egy normálbeton nyomószilárdsága 25–30 N/mm², a szerkezeti acél pedig körülbelül 250 N/mm²).

Repedések összeforrasztása

Egyes szerkezeti anyagok, mint például a kő és a beton, könnyedén elviselik a nyomó terhelést, azonban jóval kisebb mértékben (nagyjából tizedannyira) képesek elviselni a húzásból származó igénybevételt. Hajlításhoz kitett szerkezeti elemekben (például vasbeton födékek, gerendák, ablak fölötti kő áthidalók) mind húzó, mind nyomó igénybevétel ébred, s a húzó igénybevétel miatt ezek a szerkezeti elemek az alsó oldalukon sok esetben beropadnak. Ez egyrészt csökkenti a szerkezeti elem teherbírását, másrészt nedveségnek kitett környezetben a szerkezet belsejébe bejutó víz további roncsoló hatást válthat ki, mely végeredményben az elem tönkremenetelét is okozhatja. A repedések továbbterjedésének megakadályozására és azok eltömítésére számos kezelő-szer kapható, de ezek mind utólag, a repedés létrejöttét követően kerülnek „bevetésre”, s felvitelük igen munkaigényes. A folyamatos karbantartási igény megszüntetésének érdekében megkezdődött az önjavító, „öngyógyító” anyagok (elsősorban betonok és kerámiák) létrehozását célzó kutatási folyamat. Az „öngyó-

gyító” anyag lényege, hogy alapanyagában olyan „kapszulákat” tartalmaz, melyek az anyag repedésekor szintén átrepednek, s a belőlük kijutó oldat vagy anyag kémiai vagy fizikai reakciót követően (vízzel vagy levegővel való érintkezés útján) eltömiti a repedést – mindez külső beavatkozás nélkül, az anyag belsejében zajlik le.

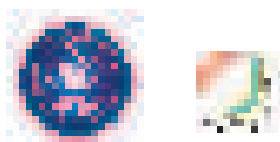
Az önjavító beton esetében a legelőrehaladottabb és legtöbbet ígérő kutatási eredmények a holland *Henk Jonkers* nevéhez fűződnek. Kutatócsoportja olyan betont állított elő, mely önmagától képes viszonylag nagy, 0,15 mm szélességű repedéseket áthidalni és lezárni oly módon, hogy az új kapcsolat még 0,51 bar-os víznyomásnak is szivárgásmentesen ellenállt.

Szemben a normál betonnal, mely adalékanyagból (homokos kavics), vízből és cementből (esetleg adalékszerekből) áll, az öngyógyító beton speciális összetevőket igényel. A baktériumok az önjavítás képességének elérésében kapnak szerepet, ugyanis a mikrobiológiai úton képződő kristályok „fércelik össze” a keletkezett repedéseket. Az ehhez szükséges anyagokat (pl. kalcium-formát), valamint a mikroorganizmusok spóráit a holland kutatók duzzasztott agyagkavics golyócskába itatták bele, melyet a vízzel, cementtel és zúzott kővel együtt összekevertek (**4. ábra**). A megszilárdult betonban repedések keletkezésekor (megnyílásakor) az agyaggolyók átrepednek, s a levegővel érintkezve megindul a kristályosítási folyamat, mely kitölti a keletkezett repedést.

Az öngyógyító betonnal kapcsolatos további érdekesség, hogy a friss beton magas pH-ja (pH = 13) miatt olyan speciális baktériumokra van szükség, melyek spórái lúgállóak. Mivel a legtöbb élőlény 10-es pH feletti környezetben elpusztul, a szükséges alkalofíl mikroorganizmusokat magas pH-jú természetes környezetben keresték. Ennek megfelelően, a felhasznált baktériumokat oroszországi és egyiptomi szóda-tavakból izolálták.

Védőréteg létrehozása

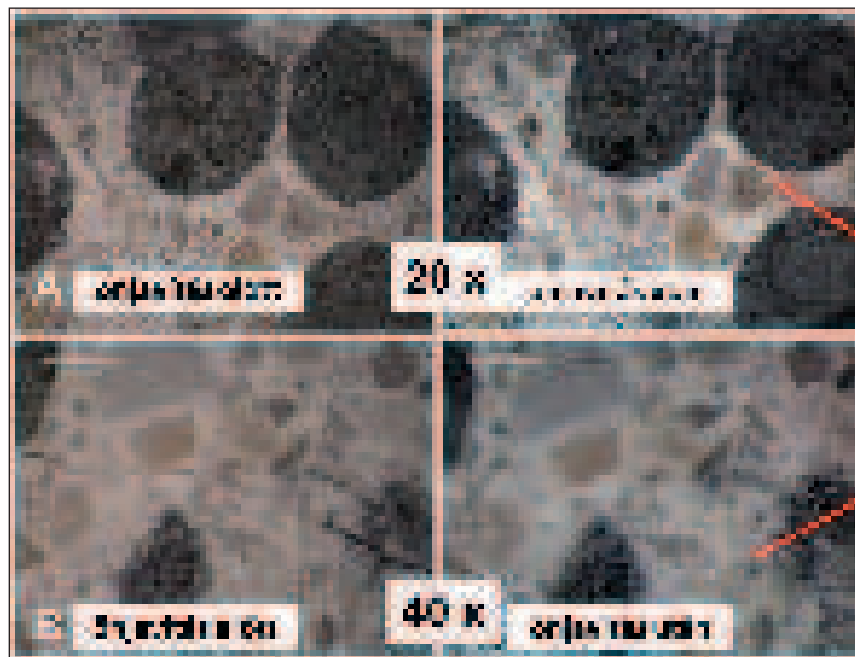
Épületeink külső térrel érintkező szerkezeti- és díszítőelemeit számos környezeti hatás éri. Azok az épületek, melyek homlokzata porózus kőanyagból készült, vagy tagozatait, díszítőelemeit vakolatból, gipszből formálták meg, városi környezetben igen hajlamosak a pusztulásra. A fizikai, kémiai



és biológiai hatások, köztük a felszivott víz megfagyásakor, valamint a bejutó sók kristályosodásakor keletkező feszítőhatás, a savas esők maró hatása, és a hőingadozás az érintett anyag gyors ütemű mállásához, tönkremeneteléhez vezet. Jellemző mállási formák például a mikrorepedések megjelenése, a szemcsékipergés, a kéregképződés, valamint annak lehámlása. Ezen károsodások megelő-

modelleken, majd „élesben” a franciaországi Thouars-ban lévő, XII. századi Saint Médard-templom délkeleti tornyának nagy porozitású mészkőven vizsgálták. A kezelés kedvező hatása a vízfelvétel csökkenésében és a felületi keménység növekedésében mutatkozott meg, valamint abban, hogy a kezelt felület minősége egy év elteltével nem mutatott romlást, elentétben a kezeletlen felületekkel.

ket építő baktériumok ezáltal – többek között – talajt szilárdíthatnak, repedéseket javíthatnak, és védőréteget hozhatnak létre porózus felületeken. A biomineralizációval kapcsolatos mikrobiológiai és biokémiai kutatások korábbi és legújabb vívmányai azonban további orvosi, anyagtechnológiai, bányászati és geológiai felhasználási lehetőségekkel kecsegtetnek. A biológiai alapon történő kezelések emellett alternatíváit jelentenek a mesterséges, sok esetben szintetikus szerek felhasználásával történő kezelésekkal szemben, természetes alapanyagokkal helyettesítve azok környezetre káros összetevőit. Ezek tükrében feltételezhető, hogy a jövőben az építő jellegű baktériumok egyre nagyobb szerephez jutnak majd az alkalmazott tudományok kutatási területein.

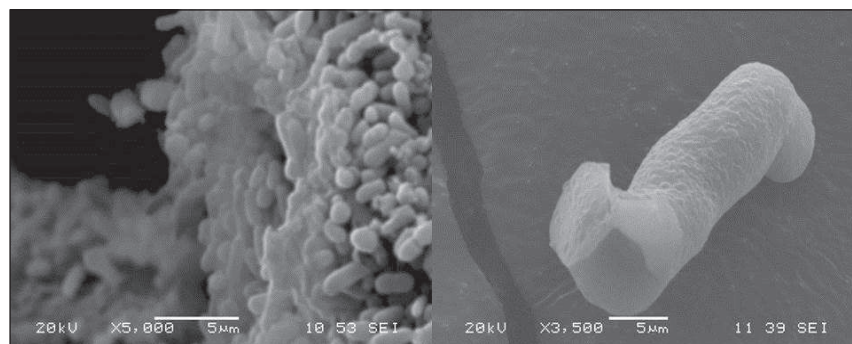


4. ábra. Az önjavító beton a repedés keletkezésekor (balra), és a repedés lezárását követően, önjavítás után (jobbra). A piros nyilak a fehér, kalcitkristályok által kitöltött repedéseket mutatják. (Forrás: Jonkers, H., (2010), „Bioconcrete: A novel bio-based material”, Materials & Environment Research Group Delft University of Technology 2010 EU-US Frontiers of Engineering Symposium, 1–3. Szeptember – előadás)

zésére, illetve stabilizálására fejlesztették ki a kőszilárdító, hidrofobizáló és impregnáló szereket, melyek elsősorban a károsodásnak leginkább kitett külső felület időállóságát javítják. Abban az esetben azonban, ha az alkalmazás eredményeként túl homogén, a pára áramlását akadályozó kéreg keletkezik a külső felületen, a kívánt hatással ellentétes módon, ezek a szerek felgyorsítják az anyag tönkremenetelét.

Francia kutatók fejében fogant meg először az ötlet, hogy a baktériumok termelte kalcium-karbonát-kristályokat a kőanyag felületi pórusainak részleges eltömítésére használják fel (Le-Métayer Levler és társai, 1999). Így mészkövek, vagy meszes kötésű a kőanyagok felületén egy anyagában is azonos (kalcium-karbonát), vékony, de porózus védőréteget lehet létrehozni, mely a vízfelvétel csökkentése mellett elősegíti a lepergő szemcsék visszaragasztását, stabilizálását is (5. ábra).

A francia kutatócsoport eme lehetőség gyakorlati létjogosultságát először miniatűr fal-



5. ábra. Apró, kapszulálódott baktériumokból álló porózus réteg mészkőszemcsén (balra), és a réteg egyik eleme, egy baktérium köré kivált kalcium-karbonát váz (pásztazó elektronmikroszkópos felvételek) (A szerző felvételei)

Összefoglalás

A természetben lejátszódó mikrobiális kristályképződési folyamatok mesterséges előidézésével lehetőség van a biomineralizáció célzott, gyakorlati alkalmazásra. A természetben köze-

Irodalom

Boquet, E., Boronat, A., Ramos-Cormenzana, A., (1973), „Production of calcite (calcium carbonate) crystals by soil bacteria is a common phenomenon”, Nature, 246, pp. 527–529.
 Castanier, S., Le Métayer-Levrel, G., Perhuisot, J-P., (1999), „Ca-carbonates precipitation and limestone genesis – the microbiogeologist point of view” Sedimentary Geology, 1999, Vol.126 pp. 9-23.
 Drew, G. H., (1913), „On the Precipitation of Calcium Carbonate in the Sea by Marine Bacteria, and on the Action of Denitrifying Bacteria in Tropical and Temperate Seas”, Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, Vol. 9 (4), pp. 479-524.

Le Métayer-Levrel, G., Castanier, S., Orial, G., Loubiere, J. F., & Perhuisot, J. P. (1999). „Applications of bacterial carbonatogenesis to the protection and regeneration of limestones in buildings and historic patrimony”. Sedimentary Geology, Vol. 126 (1), pp. 25-34.

MEZŐ SZILVESZTER

Homokba temetett múlt

Kovács János egyiptomi gyűjtőútja

„Engemet Egyiptomban összeszerzett gyűjteményem beszerzése közben már azon édes remény táplált, hogy én azt Nemzeti Múzeumunknak – melynek gyarapítása mindenkor szívemen feküdt – egészen felajánlhassam.”
(Kovács János, 1856. június 11.)

Egyiptom ősi, titkokkal, legendákkal és mesékkel gazdagon átszótt rejtélyes ország. Mítikus földdarab, ahol az ókorból itt felejtett kolosszális épületek idő és sivatagi szelek tépte romjai pazar harmóniát alkotnak a Nílus szent folyam-völgyét titáni satuként közrefogó végtelen sivataggal. A kopár sziklafalak tövében kriptaszagú sírok nyílnak, melyeknek me-reven ásitó sötét kötorkai a múmiák porlepte birodalmába, a föld alatti Egyiptomba vezetnek. E komor és nyomasztó nekropolisz-világ ellentétéként a Nílus keskeny „nadrágszj-óázisában”, s helyenként az aranyló homoktenger púpos hullámai között zizegő datolyapálmák képeznek olajzöld ligeteket. Az élet egyiptomi jelképei ezek a sivatag halotti világában viruló üde kertek, ahol az emberi települések közvetlen szomszédságában a növények és állatok meglepő gazdagságban és szokatlan változatosságban vannak jelen. Ebbe a varázsos észak-afrikai országba első magyar természetkutatóként Kovács Jánosnak sikerült eljutnia a XIX. század közepén, hirt adva és hiteles ismereteket közvetítve a fáraók országának természeti viszonyairól.

Az utazás előzményei

Kovács János Szeghalmon született 1816. november 13-án Kovács János hadnagy és Varga Lília második gyermekeként. Családja kismemesi származású volt. Iskolai tanulmányait szülőhelyén kezdte el, majd Hajdúszoboszlón folytatta. A korán árvaságra jutott fiú ezután Debrecenbe került, ahol a Református Kollégium növendéke lett. Elsősorban bölcséleti, jogi és teológiai tanulmányokat folytatott, de élénk érdeklődést mutatott a természettudományok iránt is. A példás tanulmányi eredményeket felmutató Kovács előbb praeparator, majd a szolgáladiakok inspektora, végül senior lett. Debrecenből 1844-ben Gesztre, gróf Tisza Lajos birtokára került, ahol

háziitanítói állást vállalt a négy Tisza-fő (Kálmán, László, Lajos és Domokos) mellett. A természettudományos ismereteken túl a lovaglás és a vívás rejtelmibe is igyekezett bevezetni növendékeit, hiszen maga is kitűnő lovas és jó kardforgató volt.



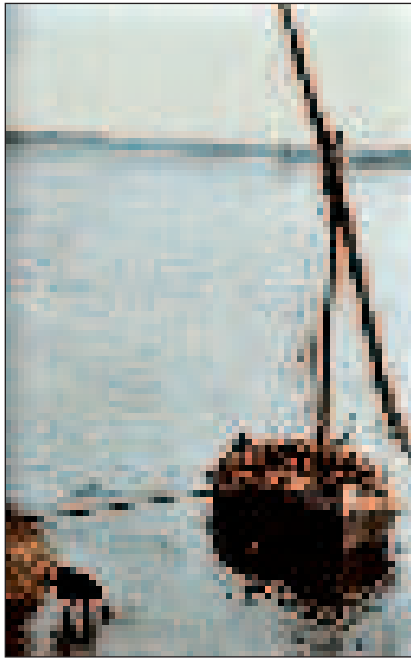
Kovács János kollégiumi tanár (Forrás: Déri Múzeum, Történeti Gyűjtemény, Gondy–Egey utánrendelő könyv)

Főleg a legkisebb fiúval, Domokossal foglalkozott előszeretettel, aki szolgálatba lépésekor még csak nyolcesztendő volt. A főúri alkalmazásban eltöltött tíz év meghatározó volt Kovács János életében. Geszti nevelői szolgálata során kötött szorosabb barátságot a fél évig szintén ott nevelősködő Arany Jánossal, és a Tisza család támogatásával valósultak meg azok a külföldi tanulmányutak is, melyek a természettudományok számos területén gyarapították szakmai ismereteit.

A bécsi, a berlini és a tübingeni egyetemek neves oktatóinak előadásait hallgatva a legkorszerűbb természetrajzi ismeretek birtokába jutott, aminek a későbbiekben nagy hasznát vette kutatásai és tanári-muzeológiai munkája során. A geszti évek alatt jelentős természetrajzi gyűjtőtevékenységet folytatott. A jó preparátori képességei révén Kovács szép ásvány- és növénygyűjteménye mellé létrehozott egy 200 darabból álló állatgyűjteményt is, ami a Berettyó vidékének faunáját reprezentálta. Ugyancsak nagyon érdekelte a bihari hegyek barlangvilága. 1847-től módszeres „földösméri” vizsgálatokat folytatott a nevezett vidéken, s kutatásairól szakmai publikációkban számolt be. Eleinte egyedül járta Bihar vármegye barlangjait, később a jeles zoológussal, Petényi Salamon Jánossal (1799–1855) közösen folytatták tereptanulmányaikát. Az alapos kutatómunkának számos eredménye lett. A lelkiismeretes átvizsgált húsz üregrendszer közül az Igriczi-, a Fericsei- és az Oncsásza-barlangban tett őslénytani és barlangbiológiai felfedezések a legjelentősebbek. A barlangi ősfarkas, a barlangi hiéna és a barlangi medve fellelt csontmaradványai mellett komoly érdeklődést váltottak ki szakmai körökben a denevérek és a barlangi ízeltlábúak körében tett megfigyeléseik. Utóbbiak között Kovács János egy korábban ismeretlen fajt is felfedezett: a *Catops fericsensis* nevű vakbogarat.

Egyiptom vízi országútján

A nevezetes egyiptomi utazásra ugyancsak a Tisza család megbízásából került sor 1855–56 telén. Kovács János a súlyos tüdőbetegségben szenvedő Domokos kíséretében jutott el a fáraók országába, ahol számottevő, tudományos szempontból is értékelhető gyűjtőmunkát végzett. Megfigyeléseiről és gyűjteményéről a „*Jelentés afrikai utamról*” c. 16 oldalas tanulmá-



Korsókkal megpakolt nilusi felukka
(Forrás: Déri Múzeum, Természettudományi Gyűjtemény, Soó-diahagyaték)

nyában számolt be, ami nem sokkal hazaérkezését követően jelent meg a Kollégium egyik kiadványában. Az írás négy önálló fejezetből áll. Ezekben a szerző ismertette Egyiptom földjét, népét, állatait és növényeit, valamint beszámolt az utazás körülményeiről. E munka alapján tudjuk, hogy Kovács János és Tisza Domokos a Calcutta gőzhajó fedélzetéről lépett Egyiptom földjére. Egy jellegzetes folyami vitorlásbárka (felukka) fedélzetén utazva közel ezer kilométert hajóztak felfelé a Níluson, eljutva a tengerparti Alexandriából a núbiai határvidéken található festői kataraktáig. A nagyméretű hajón rajtuk és a tizenegy fős személyzeten kívül még négy európai is utazott. Kairóban felfogadtak egy útikalauzt, aki a tolmács- és szakácsfeladatokat is ellátta. Közel három hónapig vitorlázta a Níluson, kikötve a folyamvölgy legérdekesebb pontjain. Utjuk során megtekintették a híres óegyiptomi romokat: a piramisvidék monumentális kőgúláit, Karnak, Dendera és Abu Szimbel grandiózus templomait. Megérintette őket a múltnak e feneketlen kútjába merült ókori világ, aminek romjaiban is impozáns maradványai mély hatással voltak a két magyar utazóra. A költészetre fogékony Tisza Domokos így írt egyik versében a gízai piramisoknál tett látogatásról, minek során Kheopsz fáraó gúlájának 146 méter magas csúcsára is felkapaszkodtak: „A sok forrású folyónak / Habjai fodorba folynak, / Mig dagadó vitorlával / Uszik rajta ringo csólnak; – / Uszik a túl partra által,

/ Hol egy elveszett világnak / Óriás fejfái állnak: / Az időtől nem csorbított / Mese üllött piramidok.”

A kötelező történelmi séták mellett Kovács János a Nílust szegélyező sivatag közeli peremterületeire is ellátogatott, ahol föld- és őslénytani gyűjtést folytatott. Utjának egyik különleges része volt a „kövé vált erdőben” tett kirándulás. A nevezett helyet – amit írásában Kairó közelében említett – számárháton közelítette meg, miközben felszínalaktani megfigyeléseket végzett. Egy lapos fennsíkon bukkant rá a megdermedt erdőre, ahol „óriási fatörzsek voltak mind kovarecz kővé válva.” A szanaszét heverő és darabokra töredezett növényi kővületek bizzar látványából Kovács a terület egykori gazdagabb vegetációjára következtetett. Mint képzett „földtanász”, megvizsgálta a környező hegyoldalak üledékes kőzettrégeit is, ahonnan „puhánycok, héjanczok és sugáronczok” 19 fajta kővületét gyűjtötte össze. Beszámolt egy különleges földtani képződményről, a Máriaüvegként ismert áttetsző gipszlapról, ami a homokfelszínből előbukkanva egy rég elpusztult üvegfal maradványára emlékeztette a magyar tudóst.

Megfigyelte a Nílus-völgy természetes növény- és állatvilágát, s a legjellegzetesebb fajokról olvasmányos leírásokat közölt. Részletesen szólt az országszerete igen elterjedt datolyapálmáról (Phoenix sp.), ami sokréti hasznosítása miatt a bölcsőtől a koporsóig végigkíséri az egyszerűbb körülmények között élő falusi emberek életét. Említett tett az elágazó törzsű dum-pálmáról (Hyphaene thebaica), a hús árnyat adó szikomorfáról (Ficus sycamorur), a mérgező tejnedvet könnyező szodomain almáról (Calotropis procera)

és a rendkívül szűrös nilusi akáciáról (Acacia nilotica). Nem felejtkezett el a termesztett növénykultúrákról sem, amikről szintén információban gazdag leírásokat adott közre. Munkájából tájékozódhatunk a földművelés és az öntözéses gazdálkodás helyi sajátosságairól, a termőparcellák vetésforgóban történő többszöri hasznosításáról. A gyümölcsök és a háztáji zöldségfélék hosszabb bemutatása tanulságos része a pomológiai és a kertészetben jártos Kovács János útleírásának. Megjegyezte, hogy a lencse annyira meghatá-

rozó eleme volt a szegényebb nép élelmezésének, hogy arab matrózai három hónapra át szinte csak abból készített levest fogyasztottak, némi lepénykenyérrel és rántott vereshagymával kiegészítve, de ha a szükség úgy hozta, pár szem datolyával, néhány levél salátával vagy nyers fűvel is megelégedtek.

Kovács János elsősorban zoológus volt, így a gyűjtött anyag túlnyomó részét az egyiptomi fauna képviselői tették ki. A megfigyelt és begyűjtött állatokat rendszertani csoportok szerint ismertette jelentésének harmadik fejezetében. A szerző mondandója kifejtésekor nem nélkülözte a színes és ma már szinte hihetetlennek tűnő történeteket, amelyek rávilágítanak a közel 160 évvel ezelőtt megtett gyűjtőút rendkívüli körülményeire. Abban az időben – csaknem húsz évvel a világ első nemzeti parkjának megalapítása előtt – még nem léteztek olyan természetvédelmi törvények és rendeletek, amelyek nemzetközi szinten szabályozták volna az állatok (és növények) ilyenfajta gyűjtését. A legfőbb korlátozó tényező minden bizonnyal a rendelkezésre álló pénzügyi keret szűkössége volt. Utjának három hónapja során Kovács János egy igen tekintélyes, több száz tételből álló állatgyűjteményt hozott létre, amiben

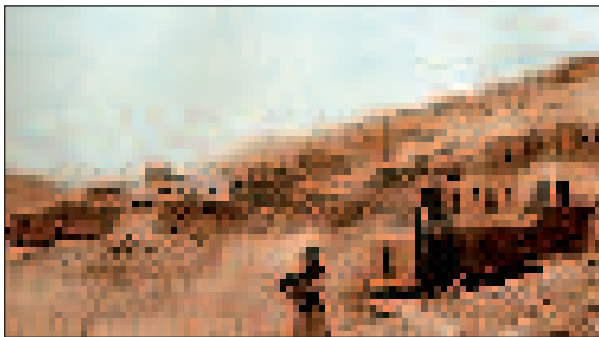


Állati igaerővel hajtott vízkiemelő szerkezet Egyiptomban
(Forrás: Déri Múzeum, Természettudományi Gyűjtemény, Soó-diahagyaték)

puhatestűek, izeltlábuak, kétéltűek, hullók, halak, madarak és emlősök egyaránt megtalálhatóak voltak. Számos példányt saját maga gyűjtött, lőtt és preparált, de voltak olyan darabok is, amiket helybéli emberektől „készen” vásárolt. Utóbbira példa egy sinai vadkecske preparátuma, amit sátorlakó beduinoktól vett meg, de pénzért került gyűjteményébe egy nilusi víziló koponyája, egy majom csontváza és egy kifejlett krokodil is. A vastagbőrű hullőért 25 piasztért, néhány töltés lőport és egy fajansz tányért adott cserébe.

Kovács gyűjtéseinek nem hétköznapi helyszínei voltak a már akkoriban is sokak által látogatott óegyiptomi romok. A gízai piramisok belsejében denevéreket, az Abu Simbel-i templomok félhomályában gekkkokat fogott, továbbá lejegyezte, hogy a gyűjteményébe került feketehasú rókát (*Vulpes melanogaster*) a denderai Hathor-szentély közelében ejtette el. Írása szerint a karnaki templomkerület romjainál olyan nagy számban tanyáztak e nagyfülű emlős-állatok, hogy alkonyatidőben egy óra leforgása alatt akár 20–30 példányt is összeszámolhatott az utazó. A mérges csúszómászók (pl. áspiskígyó, szarvasvipera) begyűjtéséhez Kovács segítségül hívta a helyiek csodálatától övezett kígyóbüvölőket (pszíleket) is. Fanyar humorral jegyezte meg, hogy az egyik ilyen büvölő az állatok befogásakor annyira reszketett a félelemtől, hogy idegességén enyhítendő „*nagyon jól esett neki egy pohár cognac*”.

Kovács János a természetben való bűvárkodás mellett megfigyelte az emberek mindennapjait, tanulmányozta szokásaikat és érdeklődött vallásuk, hagyományaik iránt is. Egyebek mellett említést tett a hadzsíkról, azokról a nagy tiszteletnek örvendő muzulmán férfiakról, akik már végigcsinálták egyszer a mekkai zarándoklatot. Szólt a sivatagba kivonult remetékről is, akik testük végletes sanyargatásával és titkos lelki gyakorlatokkal kívántak közelebb kerülni az áhitott égi hatalmakhoz. Maga Kovács is lá-



Falusi életkép a Királyok Völgye közelében (Forrás: *Déri Múzeum, Természettudományi Gyűjtemény, Soó-diahagyaték*)

tott egy ilyen szent öreg, aki harminc éven keresztül egy kis gödörben élt meztelenül a Nílus partján, mindössze annyi ételmezt véve magához, amit hívei nagyrítván vittek neki. A magyar tudós beszámolt ősi rítusokról és máig élő babonákról, melyek a régi Egyiptom szellemvilágát idézték elő. Lejegyezte például, hogy sokan kék festékekkel sajátos jegyeket rajzoltattak arcukra és kezükre, hogy a segítségükkel megvédjék magukat a szemmel veréstől. Mások amuletteket használtak e célra, s ehhez különböző állatokat és növényeket vettek igénybe: „*Kairóban alig lehet egy házat látni, melly elibe kitömött kroko-*

dil, vagy legalább áloe ne volna kiakasztva az igézés eltávoztatása végett, s éppen a legszebb lovaknak gyakran az egész teste össze van sütögetve nem igen díszes akonbák czirádákkal.”.

Kovács János hosszan írt az egyiptomi élet és társadalom általa érdekesnek ítélt jelenségeiről. A széles tartalmi skálán mozgó szubjektív beszámoló számos napjainkban is aktuális kérdésre irányítja rá a figyelmet, ezért a „*Jelentés*” ma is elgondolkodtató olvasmány lehet mindazok számára, akik érdeklődnek Egyiptom világa és Kovács János nílusi utazása iránt. A mostanra jórészt feledésbe merült út rekonstruálásához azonban nem ez az egyedüli forrás, hiszen a tanítványa egészségi állapotára odafigyelő tanárember rendszeren tájékoztatta a gyermekükért aggódó arisztokrata szülőket és Arany Jánost. Az ízes sárréti stílusban megfogalmazott levelek, valamint Tisza Domokos hazaküldött sorai számos érdekes alálékkal szolgálnak az utazás történetének jobb megismeréséhez.

Nílusi emlékek

Visszatérve Egyiptomból Kovács Jánosra az ünnepelt utazók nimbusza és fénylő tudományos karrier várt, míg neveltjére, az út végére teljesen kimerült Domokosra gyötrelmes halál-tusa és szörnyű vég. A 19. évében járó Tiszafiú röviddel a hazaérkezést követően drámai hírtelenséggel eltávozott az élők sorából. Sírkövére a gyászoló édesanya (Teleki Julianna) egy évvel később az emlékezés verscsokrát helyezte el, saját kiadásban és Arany János gondozásában jelentetve meg elhunyt gyermeke hátrahagyott költeményeit, köztük az Egyiptomban született írásokat.

Kovács János először a fővárosban számolt be az utazás eredményeiről. 1856. június 6-án a Királyi Magyar Természettudományi Társulat pesti ülésén tárlatvezetéssel egybekötött előadáson ismertette gyűjteményét, amit mindenféle anyagi ellenszolgáltatás nélkül rögtön felajánlott a Nemzeti Múzeum számára. Tanítványa


tragikus halála után elhagyta Gesztet és elfogadta egykori iskolája, a Debreceni Református Kollégium állásajánlatát: a Főgimnázium tanára (később igazgatója) lett. Negyvenéves volt, amikor megnősült és családot alapított. A csendesen dolgozó



Kovács János által gyűjtött nílusi repülőkutya (*Rousettus aegyptiacus*) a Déri Múzeum kiállításán. A preparátum a Magyar Természettudományi Múzeum tulajdona (Fotó: Lukács Tihamér)

széreny tudós behúzódtott az alma mater ősi falai közé, ahol élete hátralévő részében a geográfia és természetrajz megbecsült tanáraként tevékenykedett. Elismertségét jelzi, hogy szoros szakmai kapcsolatban állt kora jelentős magyar természettudósaival és levelező tagja volt a Bécsi Geológiai Társulatnak. Négy évtizeden keresztül szolgálta a kollégiumi oktatás nemes ügyét, mellette jelentős muzeológiai és múzeumszervező tevékenységet folytatott. A „*debreceni Pulszky*” – ahogy egy korabeli publicista találóan nevezte őt – szolgálati ideje alatt lelkiismeretesen gondozta és gyarapította a Kollégium rá bízott gyűjteményeit. Ő volt az, aki elsőként jelezte a kabai meteorit szervesanyag-tartalmát és a nevéhez fűződik a híres Szőnyiféle ásványgyűjtemény Dana rendszere szerint történt katalógizálása. Lokálpatriótaként már 1872-ben szorgalmazta egy városi múzeumi egylet létrehozását és sokat tett a természettudományos ismeretterjesztés vidéki meghonosítása érdekében. Oroszlánrészt vállalt az 1884-ben életre hívott Debreceni Felolvasó Kör létrehozásában, majd későbbi működtetésében. Számos nagyszerű előadást tartott természettudományos témában, többek között a földrajzról, a közszen származásáról vagy épp a darwinizmusról.

A tanári, múzeumóri és közművelődési munkája mellett Kovács János szorgosan tevékenykedett a Debreceni Kertészeti Egyletben is, aminek az egyik alapítója és jegyzője volt. Aktívan részt vett gyűmölcskiállítások megszervezésében és lebonyolításában, melyek legfőbb célja az

egészséges kertkultúra szélesebb körben történő terjesztése volt. Szorgalmazták a faültetést, aminek az érdekében faiskolát létesítettek és gyakran foglalkoztak növénynemesítési, gyümölcssteresztési kérdésekkel. A városban „áfrikai” Kovács Jánosként ismert tanár időnként a Nílus mentén szerzett élményeit is fellelevenítette, nem kis sikert aratva előadásaiával a főleg hölgyekből álló közönség körében. Nyolcvan esztendő volt, amikor 1896-ban nyugállományba vonult. Az idős természettudós nem maradt Debrecenben, hanem az érmelléki Szalacsra költözött, ahol egyik leánya családja körében élt haláláig. Kovács János 1906. december 7-én, kilencvenéves korában hunyt el. A debreceni Déri Múzeum 2011 ősztől időszakos emlékkiállítás keretében elevenítette fel a kutató egyiptomi gyűjtőútját. A tárlattal (és e cikk soraival) hazánk egyik első természettudományos utazójára és a nagy hagyományú debreceni muzeológia korai jeles képviselőjére emlékeztünk. 

Irodalom

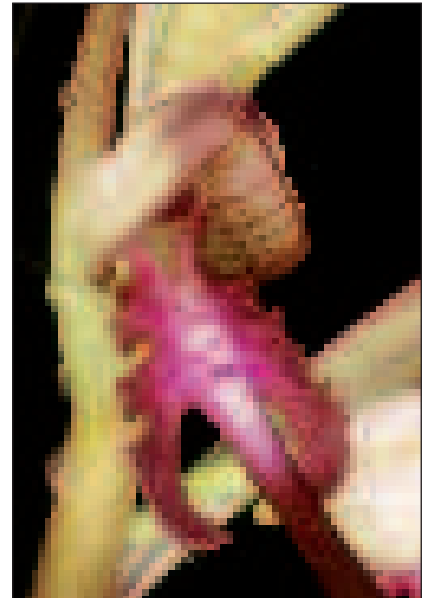
- ARANY János összes művei. Arany János levelezése. 16. kötet, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1982.
- BALÁZS Dénes (szerk.): *Magyar utazók lexikona*. Panoráma, Budapest, 1993. 218–219. oldal
- C SINÁDY Gerő: *Régi magyar geográfusok lexikona*. Hajdú-Bihar Megyei Múzeumok Igazgatósága, Déri Múzeum, Debrecen, 2011. 85–86. oldal
- DÁVID Lóránt—KANGÚR Tibor—VÁRADY György: *Biharországból a Nílus vidékére: Kovács János (1816–1906)*. Földrajzi Múzeumi Tanulmányok 14. szám, Magyar Földrajzi Múzeum, Érd, 2005. 11–20. oldal
- KÁLMÁNCHÉY Endre: *Az első magyar Afrika-kutató természetbívár*. Természettudományi Közlöny, 1954. március
- KOVÁCS János: *Jelentés áfrikai utamról*. A Debreceni Helvét Hitvallású Ev. Főgymnásium Negyedik Évi Értesítője, Debrecen, 1857. 1–16 oldal
- MAKRA Zsigmond: *Az eszéki, majd hetényi Kovács család, valamint legnevesebb tagja, Kovács János tanár története*. Budapest, 2003. (Kézirat)
- NAGY Jenő: *Kovács János, a református Kollegium egykori tanára, az első magyar természetkutató utazó Afrikában*. Debreceni Képes Kalendárium, 1941.
- TISZA Domokos hátrahagyott versei. Kiadta Édesanyja, Landerer és Heckenast, Pest, 1857.
- TÓTH Lajos: *Az első magyar természetrajzi Afrika-kutató Kovács János (1816–1906) vázlatos életrajza és munkássága*. A Sárretyi Múzeum Baráti Kör kiadványa, Szeghalom, 1989.

MOLNÁR V. ATTILA

Orchideák, melyek lenyűgözték Darwint

Az orchideák (vagy magyar nevükön kosborfélék) a virágos növények fajokban leggazdagabb családját alkotják; népszerűségüket, közismertségüket több mint 15 millió találat jelzi a világhálón. Az orchidea szó hallatán a legtöbb ember egzotikus, különleges virágokra gondol, pedig fajaik szinte az egész földkerekségen megtalálhatók – így hazánkban is. Számtalan fajukat természetük dísznövénynek, vágott virágnak, de közülük tartozik a közismert vanília is, amelynek apró magjaiból készítik az aromás fűszert. A legintenzívebben kutatott virágos növénycsaládok közé tartoznak, különleges, kutatókat inspiráló természetüket talán mindenki másénál hívebben fejezik ki *Charles Darwin* posztumusz önéletrajzában megjelent szavai: „Egész életemben semmi más nem érdekelt jobban, mint az orchideák”.

Az orchidea szó a legelőkelőbb virágokat juttatja eszünkbe, pedig a szó maga korántsem ennyire fennkölt eredetű. Számos mérsékeltövi kosborfajnak kettős, úgynevezett iker gumója van, amely alapján megnevezésükre *Theophrasztosz* (i. e. 370–285) görög természettudós használta először a herét jelentő „Orchis” kifejezést – ebből származik a ma is használatos orchidea szó. A jellegzetes alakú gumók később is megragadták az emberek fantáziáját, például *Pedániosz Dioszkuridész* (40–90) görög orvos „*De Materia Medica*” (A gyógyító anyagokról) című művében ismertette az iker gumós orchideákat, amelyek képesek a születendő gyermekek nemét befolyásolni: ha az asszonyok petyhüdt kosbor gumót fogyasztanak, akkor leányuk, ha friss gumót, akkor fiuk fog születni. *Paracelsus* (Theophrastus Bombastus von Hohenheim, 1493–1541), német okkult alkimista, csillagász és orvos a következőket írta az orchideákról: „*Látva a Satyrium gyökeret, nem hasonló az a férfi nemi szerveihez? Ennek megfelelően... helyreállíthatja egy ember férfiaságát és szenvedélyét*”. Az orchideák apró, szinte lisztfinomságú magjait *Hieronymus Bock* (Tragus, 1498–1554) német orvosbotanikus észlelte elsőként, de valódi természetüket, jelentésüket nem ismerte fel.



Még napjainkban is kerülnek elő a tudomány számára új orchideafajok, például a Janka-sallangvirágot 2012-ben írták le Magyarországon területéről
(A szerző felvételei)

Úgy vélte, hogy az orchideák csodálatos módon az állatok párosodásakor a földre hulló „magjuk” nyomán kelnek életre.

Az orchideák fajainak számát 25 000 körülire teszik. (A pontos szám körüli bizonytalanságot az okozza, hogy egyrészt még napjainkban is kerülnek elő a tudomány előtt ismeretlen fajaik, másrészt pedig egyes, korábban leírt alakok utólagos vizsgálata nem erősíti meg önálló faji státuszukat.) Mindez azonban nem változtat azon a tényen, hogy a magvas növények 6–11%-át adják az orchideafajok. Az egyszikűeknek mintegy 70 000 faja van, azaz minden harmadik faj a kosborfélék közül kerül ki. Tágabb összefüggésbe helyezve a fajaik számát: körülbelül négyszer annyi orchideafaj ismert, mint emlős, és kétszer több mint madár.

Az orchideák sokféleségével a magvas növények közül csupán egyetlen család, a fészekvirágotatúaké (Asteraceae) kelhet versenyre. Úgy tűnik, hogy a fészkesek-



Az orchideák gyakran jelennek meg bélyegeken

nek majdnem ugyanannyi faja van, de változatosságuk a nemzetségek terén némileg meg is haladja az orchideáét. A fészkeseknek mintegy 1300 nemzetségét írták le, a kosborféléknek pedig 880 nemzetségét. Az összes többi család mind a fajok, mind pedig a nemzetségek számát tekintve elmarad az orchideák és a fészkesek mögött.

Változatok a megporzásra

Az orchideák virágai megdöbbentően sokfélék. Egyesek fürtben fejlődnek, mások magányosak. Vannak milliméteres parányok és több deciméteres óriások. Megjelenésük a jelentéktelen külsőtől a feltűnő szépségig változik. Viráguk felépítése és külleme egyaránt a megporzás biztonságát növelő, igen sokoldalú fejlődés eredménye.

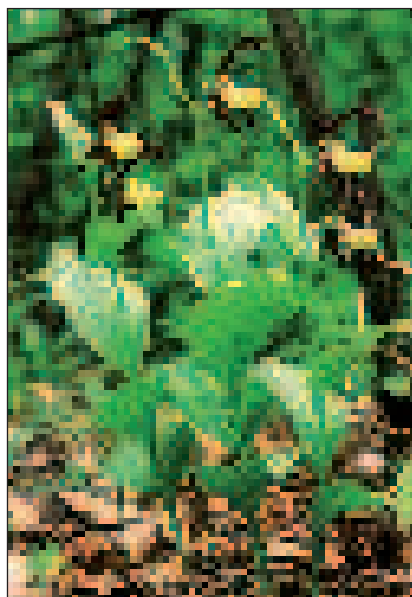
A kosborfélék között 5–20%-ra teszik az önmegporzó fajok arányát, a fajok fennmaradó mintegy 80–95%-ának virágait különböző állatok porozzák meg. A legjelentősebb pollinátorok a hártvárszárnyúak, amelyek a fajok csaknem kétharmadának virágait látogatják. Utánuk kisebb részességgel következnek sorrendben a kétszárnyúak, az éjszakai és a nappali életmódú lepkék, illetve a madarak. Nektármadarak és kolibrik által elvégzett megporzást afrikai és dél-amerikai orchideák esetében tapasztaltak, Dél-Ázsiában pedig ismeretes rágesáló kismélsők által megporzott kosborféle is. Kisebb számban más élőlénycsoportoknak (például bogarak) is szerepe van az orchideák virágainak megporzásában.

Az európai kosborfélék körében a rovarmegporzás játssza a főszerepet. A virágok szerkezete a legnagyobb mértékben alkalmazkodott a rovarok testfelépítéséhez. Bár eredendően az ősi orchideák között általános lehetett a rovarmegporzás, a ma élő orchideák körében korántsem jelent mindig mindkét fél számára kölcsönösen előnyös (mutualisztikus) kapcsolatot. Az európai és a hazánkban előforduló fajok legfeljebb negyedének virágai termelnek nektárt. Úgy tűnik, legalább három újabb evolúciós irány van kibontakozóban, amelyek a nektártermelés elmaradásával járnak, és egymástól függetlenül, különböző mechanizmusok révén, több rokonsági körben kialakultak.

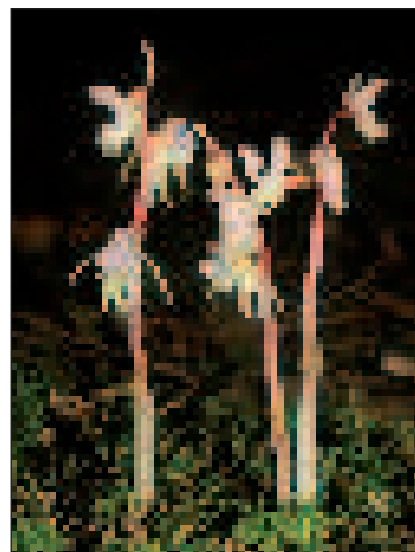
A különböző orchideafajok virágainak a megporzókra gyakorolt hatása nagyon eltérő lehet. Például az erdei ujjaskosbor megporzóiként számos bogár- és méhfajt azonosítottak, a poloskaszagú kosbor esetében pedig darazsak, méhek, lepkék, legyek és poloskák megporzó tevékenységét is dokumentálták. Ugyanakkor léteznek fajok (például a bibircsvirágok, sarkvirágok), amelyek virágait kizárólag egyetlen rovarcsoport, a lepkék fajai porozzák meg, sőt a megporzókat szexuális úton megtevésztő bangók esetében a pollinátorok fajspecifikusak.

Az Európában előforduló orchideák körében a következő fontosabb és bizonyított mechanizmusok ismertek a megporzó rovarok vonzására: a megporzók nektárral történő csalogatása; a megporzók

A leglátványosabb és egyben egyik legveszélyeztetettebb hazai orchideánk az erdei papucsoskosbor. Nevét feltűnő sárga, papucsszerű mézajkáról kapta



megtevésztéssel, ellenszolgáltatás nélkül történő csalogatása: táplálékot kínáló virágok utánzása, zsákmány utánzása, párzásra kész nőtény utánzása vagy tartálycsapda alkalmazása révén; illetve a virágok átalakulása bűvő- és alvóhelyekké rovarok számára.



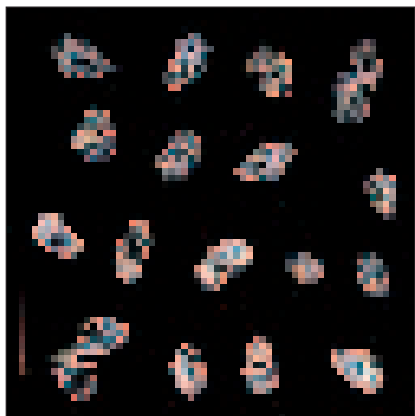
A bajuszvirág fák mikorrhiza-gombáinak ritkán és rövid ideig látható élősködője

Kábítószerező darazsak

A széleslevelű nőszőfű (*Epipactis helleborine*) esetében már Darwin megfigyelte, hogy a virágaikat szinte kizárólag társas darazsak látogatják, más rovarok (például méhek) szinte ügyet sem vetnek rájuk, pedig bőven termelnek nektárt. Analitikai-kémiai és etológiai kísérletekkel csak nemrégiben sikerült a másfél évszázada ismert jelenségre megtalálni a magyarázatot. Eszerint a széleslevelű és az ibolyás nőszőfűből virágzaskor illékony anyagok szabadulnak fel, amelyek a hernyórágott, sérült növények illatához hasonlítanak. Ezek a szaganyagok vonzzák a ragadozó – és hernyókat rendszeresen zsákmányoló – darazsakat, de nem hatnak például a méhekre, poszméhekre és kétszárnyúakra. Noha a nőszőfüveken az odacsábított darazsak hiába kutatnak hernyók után, de rábukkannak a virágok nektárjára, amelyet szintén nem vetnek meg. Miután a darazsak fogyasztottak a nektárból, lelassulnak, „megnyugszanak”, repülésük pedig céltalanná válik. E jelenség magyarázatát keresve, a nőszőfű nektárját részletes kutatásoknak vetették alá. A nektár mikrobiológiai vizsgálata gombákat és baktériumokat mutatott ki, amelyek a megporzók révén terjedhetnek, és mérgező anyagcsereterméke-

iknek – elsősorban az etil-alkoholnak – szerepe lehet a darazsak lelassult, zavart mozgásában.

A nektár részletes analitikai vizsgálata során mintegy félszáz kémiai alkotórészt azonosítottak. Az anyagok jó részének hatását még nem ismerjük. Egy részük a jellegzetes illatot adja, mások antimikrobiális hatásúak, azaz gátolják a baktériumok és gombák szaporodását, megint mások a rovarokat vonzzák, ugyanakkor hormonhatású molekulákat és négy narkotikus hatású vegyületet is kimutattak a nektárban. A nőszőfű nektárjában tehát kábítószer található, amely hatására a darazsak bódult állapotba kerülnek, így valószínűleg több időt töltenek a virágokon, ezzel növekszik a megporzás esélye.



A bajuszvirág magjai a legkisebbek közé tartoznak a növényvilágban

A család művészete

Az orchideák körében a megporzókat az elsődlegesnek tekinthető nektártermelés helyett más módszerekkel, elsősorban megtévesztéssel csalogató csoportok igen nagy változatosságot mutatnak. A „csalás” evolúciós szempontból azért lehet előnyös e növények számára, mert csökkenti a beltenyészés mértékét. A megporzók ugyanis a megtévesztő orchideák virágzataiban kevesebb virágot látogatnak meg, mint azokéban, amelyeknél nektárt találnak – ez pedig a szomszédmegporzás (geitonogamia) csökkenéséhez vezet, ami az utódok genetikai variabilitásának növekedésével jár. Ugyanakkor az ellen-szolgáltatást nem nyújtó virágokat a megporzók idővel megtanulják felismerni és igyekeznek őket elkerülni, hiszen energiájukat és idejüket hiába feccsérlik ezek látogatására.

Am a már megismert és elkerülni kívánt virágtól csak kismértékben különböző színű, illatú, mintázatú virágot a megporzó még vonzóan tartja. Emiatt a megporzók által érzékelt jellegzetességek tekintetében

a megtévesztő orchideavirágok roppant variabilitást mutatnak fajon, állományon, sőt egyeden belüli is. Ez az a sokféleség, amely annyira elbűvöli ezeknek a növényeknek a rajongóit, mint amennyire zavarba hozza a rendszerezésükkel foglalkozó kutatókat.

Az orchideák elképesztő fajgazdagságához hasonlóan igen sokrétű bonyolult kapcsolatrendszerük is, amely környezetük különböző szervezeteihez fűzi őket. Am ez a gyakran szoros életközösség egyszersmind nagyon sérülékeny is, ha az egyik fél létfeltételei csorbulnak, a többi élete is megkérdőjeleződik.

Az orchideák gyökerében 1824-ben észlelték először a bennük élő gombákat, és az is már több mint egy évszázada ismert, hogy magjaik csírázásához gombákra van szükség. A huszadik század második felében a kutatók az orchidea-mikorhiza működését egyre jobban megismerték. Am magukról a gombákról sokáig alig tudtak valamit, ugyanis azok a növények gyökerében nem képeznek ivaros alakot, ami az azonosításukhoz szükséges.



A mediterrán elterjedésű nyelvorchideák (*Serapias*) legtöbb fajának virágai alvó- és bűvőhelyet kínálnak a magányos életmódú méheknek

Régebben úgy vélték, hogy az orchideák mikorrhizáit a gombák egyik nagy csoportjának, a bazídiomos gombáknak azok a tagjai alkotják, amelyeket alakta-ni hasonlóságaik alapján a *Rhizoctonia*



Orchideákban gazdag láprét a Duna-Tisza közén

formanemzettségbe soroltak. A molekuláris genetika módszertanának fejlődésével viszont a legutóbbi két évtizedben lehetővé vált az orchideagombák azonosítása. Örökítőanyaguk alapján kiderült, hogy az orchidea-mikorhizák jóval sokfélelbbek, mint azt addig hitték.

Ma már a bazídiomos gombák mellett a gombák másik nagy csoportjából, a tömlősgombák köréből is ismertek kosborfélék, azaz orchideák mikorrhizáiként azonosított fajok. Jelenleg már legalább 5 rend 8 családjából azonosítottak orchidea-mikorhizát alkotó gombákat. Bár vannak kosborfajok, amelyek esetében az eddigi vizsgálatok szerint csupán egyetlen gombafaj alkot vele gyökérkapcsolatot, többnyire nincs szó fajspecifikus kapcsolatról. Rendszerint egy-egy orchideafaj különböző élőhelyeken más-más gombákkal él együtt. Az is előfordul, hogy valamelyik orchideaegyed fejlődése folyamán váltás következik be, azaz a csírázás során más gombapartnerrel „használ”, mint a fejlettebb életszakaszában. S fordítva is akad példa: egyazon egyed gyökerében egyidejűleg több gombafaj is alkothat mikorrhizát. Úgy tűnik, a rizómás erdei orchideafajok mikorrhizája merőben eltér a gumós, gyepekben élőktől: előbbieket mikorrhizája egész évben állandó és a fák külső, ektomikorhizáinak partnerségét kihasználva, a fáktól szerzik be tápanyagaik jelentős részét.

Bizonyos orchideafajok teljes mértékben ráutaltak gombáikra, a fotoszintézis képességét is elvesztették, azaz mikoheterotróf életmódúvá váltak. Ilyen például a bajuszvirág (*Epipogium aphyllum*), amely mikorrhiza-partnereként eddig öt susulykafajt, egy fakógombafajt, egy tinórút, egy tejelögombát és egy szemölcsösgombafajt mutattak ki.

Az orchideák nemcsak nagy fajszámmal veszik ki részüket az életformák sokféleségének létrehozásából, hanem azáltal is, ahogy élőhelyeiken számos különböző élőlényel tartanak fenn különleges

és fennmaradásukhoz nélkülözhetetlen viszonyt. A biodiverzitás megőrzésével foglalkozó újkeletű tudományterület, a természetvédelmi biológia (konzervációbiológia) az élőhelyek és fajok megőrzésére vonatkozó adminisztratív döntések meghozatalát igyekszik segíteni egyebek között az ernyőfajok és az indikátorfajok körének meghatározásával.

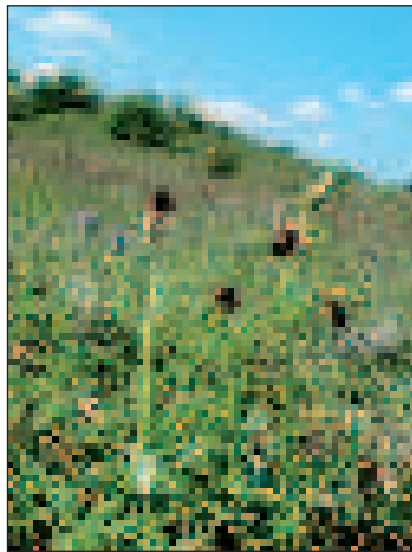
Az ernyőfajok olyan széles elterjedésű fajok, amelyek védelme közvetetten sok más faj megőrzését is elősegítheti, mivel élőhelyük változatos életközösségnek ad otthont, amelynek tagjai menedéket találhatnak az ilyen élőlények védelmének ernyője alatt. Az ernyőfajok a védendő területek helyének kiválasztásában, a rezervátumok legkisebb minimális méretének meghatározásában, illetve az ökoszisztémák összetételének, szerkezetének és folyamatainak tanulmányozása során használhatók. Az orchideák jelentős elterjedtségük és változatos élőhelyigényük miatt széles körben használhatók az életközösségek működőképességének, „egészségének” indikátoraként, azaz olyan szerepet töltenek be, mint egykor a kanárik a szénbányákban.

Szövevényes viszonyok

Hogy miként kapcsolódik egyetlen orchidea faj a neki otthont adó életközösség legkülönbözőbb elemeihez, azt a piros madársisak (*Cephalanthera rubra*) példáján mutatjuk be. Ez a faj erőteljesen mikotróf növény, azaz teljes élettartama alatt a mikorrhiza-gombák mindvégig jelen vannak gyökerében, és szerepük van abban, hogy a madársisak több éven át képes lap-pangva, észrevétlenül életben maradni árnyas erdők talajában. Gyökeréből genetikai módszerekkel – egyebek között – kizárólagosan csak külső mikorrhizát képező gombákat (*Tomentella*-fajokat) is azonosítottak. Ez azt jelenti, hogy az erdőalkotó fákkal kapcsolatban lévő gomba segít felvenni a fasszárú növénynek a vizet és a benne oldott ásványi anyagokat. „Cserébe” a fotoszintézis során létrehozott szerves anyagokat – szénhidrátokat – kap. A madársisak azonban ugyanezekkel a gombákkal más és jóval egyoldalúbb kapcsolatot alakít ki, életben maradásra nagymértékben függ szimbionta partnereitől. Izotópos vizsgálatok szerint szénforgalmának 26%-a, nitrogénforgalmának 61%-a gombáitól – végső soron pedig az erdőalkotó fáktól – származik, ellenben az orchideától a gomba felé irányuló anyagforgalom nem kimutatható.

A madársisak virágai a harangvirág-fajokat (*Campanula*) mimelve tévesztik meg beporzóikat, a *Chelostoma* nem-

zetségbe tartozó hártvány szárnyú rovarokat. Ezek a művészméhek a harangvirágokon gyűjtögetnek nektárt, és eközben tévedésből látogatják a madársisak virágait, amelyek „kihasználják” beporzóikat. Azok hiába vesztegetik idejüket és energiájukat a virágok látogatására, nem találnak táplálékot, ám közben az orchidea virágait megporozzák. A madársisak függése a megporzóktól viszont további következményekkel jár. A faj egyrészt érzékenyen reagál a megporzó méhek megirtulására vagy eltűnésére, amelynek hátterében több más tényező (például vegyszerhasználat) mellett az erdőművelési gyakorlat is állhat. A



Juhokkal legeltetett sekély termőrétegű gyepek a Bakonyban, virágzó pókbangóval és sömörös pettyeskosborral

Chelostoma-fajok ugyanis elhalt, korhadó fák üregeiben fészkelnek, és ha a holt fát eltávolítják az erdőből, akkor a méheket megfosztják lakóhelyüktől, a madársisakot pedig megporzóitól. Ráadásul a holt faanyag számos további élőlénycsoport – például gombák, mohák, xilofág rovarok, odúlakó madarak stb. – számára igen fontos.

Ám a madársisak nemcsak e méhektől függ, hanem az azoknak táplálékot nyújtó, az orchideának pedig modellként szolgáló harangvirágoktól is. A megtévesztő orchideák szaporodási sikere ugyanis a megporzókat vonzó, „mágneszajhoz” közeledve növekszik: azaz minél több harangvirág nyílik a madársisak közelében, annál több termést hoz. A leggyakoribb modell, a baracklevelű harangvirág élőhelyigénye azonban nem egyezik meg tökéletesen a madársisakéval: legjobban fényben gazdag gyepszintű erdőkben, szegélyeken, tisztásokon érzi jól magát.

A piros madársisak szaporodásához és fennmaradásához tehát egyidejűleg több élőlény együttes előfordulására van szükség. Az orchidea közvetlenül függ mikorrhiza-gombáitól és a megporzó méhektől. A gombák közvetítésével az erdőalkotó fáktól kapja tápanyagainak jókora részét. Termést pedig akkor van esélye hozni, ha az erdőállomány vegyes korösszetételű és természetes szerkezetű, így az otthont ad a fényigényesebb harangvirág-fajoknak is, továbbá az élőhelyén a megporzó méhek megtelepedéséhez szükséges holt, korhadó fa is megtalálható.

Mindezek fényében érthető, hogy a piros madársisakot az Egyesült Királyságban a kipusztulás fenyegeti, visszaszorulásának mértéke 70%-os. Angliában rendkívül alacsony a természetes szaporodási rátája, egy populációban tíz év alatt egyetlen termést találtak és megmentése érdekében a virágok mesterséges (kézzel történő) megporzásával próbálkoznak. Emellett a példányokat egyenként igyekeznek védelmezni a növényevőktől, például a csigáktól.

Hazánkban ugyanakkor még számtalan olyan állománya ismert a piros madársisaknak, amely bőven hoz termést. Ez azt jelzi, hogy az életközösség most vázolt hálózata jól működik és így tartós fennmaradására is jó esély van. Míg Nyugat-Európában pollinációs krízisről beszélnek, addig nálunk kimutatták, hogy a faj megporzójának számító *Chelostoma* nemzetségbe tartozó méhek közül három faj relatív gyakorisága határozott növekedést mutat, öt faj gyakorisága nem mutat szignifikáns változást és csupán egy faj állománya csökken.

Napjainkban – számos tekintetben – hazánk még kedvezőbb helyzetben van, mint a nyugat-európai államok. Ez azonban elsősorban annak a tájhasználatban, a természeti erőforrások kiaknázásában, a művelés intenzitásában tapasztalható több évtizedes (vagy évszázados) „lemaradásnak” köszönhető, amelyet az egységes Európában éppen napjainkban igyekezünk felszámolni és ezáltal természetes–féltermészetes élőhelyeink nyugat-európai szemmel irigylésre méltó sokféleségét tönkretenni. 🏠

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú „Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése” konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. A szerző munkáját az OTKA K108992 pályázat támogatta.

GYŰRŰS KISBOLYGÓ

A Szaturnusz gyűrűje évszázadok óta ismert, a másik három óriásbolygóé a múlt század vége óta, bár eredetükre mind a mai napig nincs egyértelmű magyarázat. Legújabban meglepő módon egy kisbolygó körül fedeztek fel gyűrűt. A 248 km átmérőjű 10199 Charilko kisbolygó a főként a Szaturnusz és a Neptunusz között keringő kentaurok családjába tartozik. A kentaurok tulajdonságai átmenetet alkotnak az üstökösök és a kisbolygók között, bár maga a Charilko inkább a kisbolygókra hasonlít. A gyűrűket 2013. június 3-án fedezték fel, amikor az előrejelzéseknek megfelelően a kisbolygó Dél-Amerikából nézve eltakarta egy csillagot. Az észlelők nagy meglepetésére a fedés előtt és után néhány másodperccel nagyon rövid ideig tartó elhalványodást figyeltek meg. Az extra fedéseket hét megfigyelőhelyről látták, legnagyobb felbontással az Európai Déli Observatóriumok (ESO) a chilei La Silla csúcson lévő 1,54 méteres ún. dán távcsövével. A megfigyelési adatok részletes elemzését végző csillagászok arra következtetésre jutottak, hogy az extra fedést csak a kisbolygót körülvevő gyűrű okozhatták. Eszerint az égitestet két gyűrű veszi körül, a belső a kisbolygó felszíné fölött 265 km magasban helyezkedik el és 7 km vastag. Kilenc kilométerrel távolabb található a halványabb, 3 km vastag külső gyűrű.

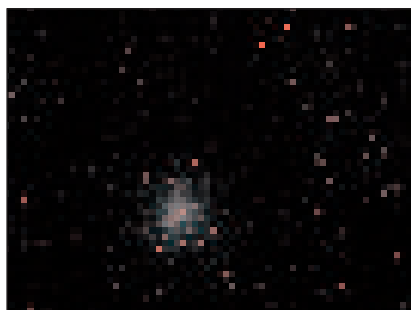
A felfedezés egy évevel korábbi, rejtélyes megfigyelésre is magyarázatot ad. 2008-ban azt tapasztalták, hogy a Charilko fényessége a felére csökken, miközben színképéből eltűntek a vízre utaló jelek. A mostani felfedezés alapján nyilvánvaló, hogy a jégben gazdag gyűrű 2008-ban éppen az élével fordult felénk, így az akkor végzett megfigyelések csak magát a kisbolygót látták, a gyűrűt gyakorlatilag egyáltalán nem. Ebből az is valószínűsíthető, hogy egyébként a Charilko fényességének jelentős részét a gyűrű adja. A gyűrűk feltételezhetően egy régebbi, kis sebességgel bekövetkezett ütközés nyomait őrzik. (www.skyandtelescope.com, 2014. március 27.)

A ROSETTA MÁR LÁTJA A CÉLT

Az Európai Űrügynökség (ESA) Rosetta űrszondája (*Természet Világa*, 2003. január) már tíz éve úton van a 67P/Csurjumov-Geraszimenko-üstökös felé. A 2004 márciusában indított űrszonda háromszor is elrepült a Föld és egyszer a Mars közelében, hogy bolygónk gravitációs lendítő hatását kihasználva felgyorsuljon. Útközben két kisbolygót (Steins, Lutetia) is megközelít

tett, ott próbálták ki először a tudományos műszereket egy addig ismeretlen célpont közelében. 2011 júniusától kezdve energiatakarékossági okokból hibernált állapotban haladt. Erre a nagy naptávolsága miatt volt szükség: Rosetta 2012. október 3-án elérte legnagyobb távolságát a Naptól (792 millió km), december 1-jén legmesszebbre került a Földtől (937 millió km).

A hibernált állapotból 2014. január 20-án sikeresen felébresztették, ekkor 807 millió km-re volt a Földtől és 9 millió km-re a célpontjától. Az üstökös felé közeledő űrszondának március 20-án sikerült az OSIRIS kamerájával lefényképezni a célpontját. (Az 5 millió km távolságból készített képen (*forrás: ESA*) az üstökös apró pontként látszik a Kígyóirtó csillagképben lévő M107 gömbhalmaz mellett, a



fehér kör közepén.) Az űrszonda augusztusban érkezik meg a 4 km átmérőjű üstököshöz, az akkor készítendő képeken a kutatók reményei a felszín néhány méteres alakzatai is kivehetők lesznek. Ezután a szonda az üstökössel együtt repülve részletesen feltérképezi annak felszínét, alkalmas helyet keresve a Philae leszállóegység novemberre tervezett leszállásához. Az üstökös elnyúlt ellipszis alakú pályán kering a Nap körül, naptávolságban a Jupiter pályáján túl jár (5,7 csillagászati egység), napközben (1,25 cse) a Föld és a Mars pályája között jár. Keringési ideje 6,45 év. 2015. augusztus 13-án ér napközbe, vagyis a Rosetta tehát az egyre növekvő aktivitású időszakában fogja az üstököst vizsgálni. (www.esa.int és www.skyandtelescope.com, 2014. március 28.)

ÓCEÁN AZ ENCELADUS JEGE ALATT

A NASA Szaturnusz körül keringő Cassini űrszondájának felvételei alapján már évekel ezelőtt felfedezték, hogy – a csillagászok legnagyobb meglepetésére – a bolygó egyik holdja, a mintegy 500 km átmérőjű Enceladus déli pólusa környékén időnként vízpára és jégkristályok lövellnek a magasba. Feltételezték, hogy a holdat borító, összefüggő jégtakaró alatt

folyékony vízből álló óceán húzódhat, de ezt csak most sikerült bebizonyítani. A bizonyításhoz érzékeny gravimetriai méréseket végeztek. Nagyon pontosan mérték a Cassini sebességének változását, amikor az három alkalommal is 100 km-nél közelebb repült el az Enceladus felszínéhez. (A szonda rendszeresen megközelíti a nagyobb holdakat, az Enceladus mellett már több tucatszor elrepült, azonban a sebességváltozás parányi anomáliáinak kiméréséhez csak a különlegesen közeli találkozások voltak alkalmasak.) A sebességváltozásokból következtetni tudtak a hold belsejében előforduló tömeganomáliákra, nevezetesen az óceán jelenlétére. Eredményeik szerint a hold jégtakarója 30–40 km vastag, ez alatt helyezkedik el a 8–10 km vastag folyékony vízréteg. Az óceán a déli pólustól legalább a déli szélesség 50. fokáig kiterjed. Az sem zárható ki azonban, hogy az óceán globális, de mivel a Cassini mindhárom közelrepülése a déli pólus fölött történt, ezért a mérések csak azon a részen kellően pontosak.

Az Enceladus átmérője 25-ször kisebb a Földénél, ezért a méretéhez képest a víz mennyisége akkor is számottevő, ha a jég alatti óceán csak a déli félgömb egy részére terjed ki. Az óceán és a jég együttes vastagsága közel 50 km, ami azt jelenti, hogy a hold térfogatának alig több mint a fele áll kőzetekből, csaknem a fele a folyékony, illetve fagyott víz. A gejzírek működése a holdra ható erős árapályerőkkel értelmezhető, a Szaturnusz roppant erejű gravitációja presence ki a jégkéreg repedésein keresztül a vizet. (www.skyandtelescope.com, 2014. április 2.)

OKOS SZARKA HOLTIG TANUL

A szarkáknak rossz a híruk. Ha hihetünk a folklórnak, ezek a ravasz csibészek balszerencsét hoznak arra, aki megpillantja őket. Mindez azonban badarság. Valójában a szarkák gyakran esnek áldozatul más, könnyörtelenebb fajoknak. A kakukkok például előszeretettel raknak tojást a szarkák fészkebe, hogy azok neveljék fel utódjukat, a sajátjaik kárára. A szarkák azonban nem buták! Úgy tűnik, fokozatosan kiismerik a kakukkok trükkjeit és az idősebb szarkák nem mindegyike tűri meg a kakukktójást a fészkeben.

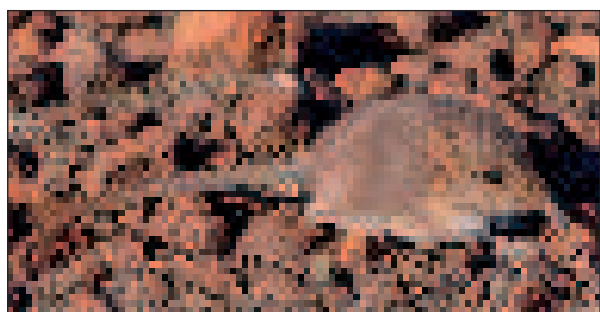
Az eurázsiai szarkáktól különböznek ausztráliai társaik. Utóbbiak erősen védomezik a fészkeiket, és ha az ember túl közel férközik hozzájuk, akár meg is támadják. Az új-kaledóniai szarkák olyan okosak, hogy még a fizika egyes törvényeit is ismerik. Az állatoknak abba az elit csoportjába tartoznak, amelyek felismerik magukat a tükörben. Erről a képességükről eddig (az ember mellett) csak a négy emberszabású majomfaj, az ele-

fántok és a delfinek voltak ismertek. Olyan pszichológiai teszten is átmennek, amin egy 10 hónapos gyermek elbukik. Képesek megtalálni egy tárgyat ott, ahová utójára rejtették, függetlenül attól, hogy korábban más-hová is elrejtették, és kiváló a térbeli memóriájuk. Mindezek a képességek megmagyarázzák, miért tudják kiismerni a kakukk trükkjeit. Azt már eddig is tudták a kutatók, hogy egyes szarkák másoknál ügyesebben szúrják ki, ha idegen tojás van a fészükben. Azt azonban nem tudták, hogy a nőtények ugyanúgy reagálnak-e az idegen tojásokra, vagy pedig életük során változik-e az ezzel kapcsolatos viselkedésük. Ennek oka lehet tanulás, lehet genetika, vagy a kettő kombinációja.

A spanyolországi Granadai Egyetem kutatói hét éven át figyelték 45 szarkát; minden költési időszakban hamis kakukktojást tettek a fészükbe. Azok a szarkák, amelyek korábban még nem költöttek, minden gond nélkül elfogadták a hamis tojást, még akkor is, ha korábban az anyjuk elutasította őket. Ez kizárta a genetikai magyarázatot. Az évek során a kutatók azt figyelték meg, hogy 12 szarkamama változtatott a viselkedésén, és kilökte az idegen tojást. Ez arra utal, hogy tanulási folyamatról van szó és ez a képességük az életkorukkal, illetve a tojásrakások számával fokozódott. (*New Scientist*, 2014. június 20.)

AZ ELEFÁNT PARÁNYI ROKONA

Egy hosszú orrú egérre emlékeztető új emlősfajt fedeztek fel Délnyugat-Afrika egyik lakatlan zugában, melyről azt feltételezik, hogy közeli genetikai rokonságban áll az elefántal. A *Macroscelides micus* a legkisebb



elefántcickány-féle, kizárólag Namíbia ősi, vulkáni eredetű vidékén él, és vöröses szőrzete nagyszerű rejtőszínnel látja el a környezetében. A parányi állat csupán 28 grammos, testhossza (a farkával együtt) legföljebb 19 cm. John Dumbacher kaliforniai kutató, a biológuscsoport egyik tagja szerint az állat, bár nagyon hasonlóan néz ki és viselkedik, mint az Afrikában kifejlődött egyéb cickányfélék, az elvégzett genetikai vizsgálatok alapján közelebbi rokonságban állhat az

elefántokkal. Külsőleg semmi egyéb hasonlóság nincs közöttük, mint az ormányszerűen megnyúlt orr. Hosszú orrát arra használja, hogy a talajon mászkáló rovarokat kiszimatolja és levadássza, amiben a hangyászokra emlékeztet. Nem üregekben él, mint a cickányfélék általában, hanem a bozótban rejtőzködik. Az újszülött (általában ikrek) szinte azonnal képes szaladni. Lábai a testméretéhez viszonyítva elég hosszúak, ezért a kutatók az antilopfélékhez is hasonlítják.

A felfedezés még 2006-ban történt, amikor a Kaliforniai Tudományos Akadémia gyűjteményében észrevették, hogy egy példány a vöröses szőrzetével erősen különbözik a többi elefántcickánytól, ám arra, hogy külön fajról van szó, nem volt bizonyíték. Dumbacher és kutatótársai számos alkalommal elutaztak a Namib-sivatagba, hogy eleven példányokat gyűjtsenek be, és ez csapdázással sikerült is. Összesen 21 elefántcickányt kaptak el, melyekből 15 bizonyult az ismeretlen fajhoz tartozónak. Részletes vizsgálata alapján immár új fajként jegyezték be. (*New Scientist*, 2014. június 26.)

A GYENYISZOVAI EMBER GÉNJEI A TIBETIEKBE

Több ezer évvel ezelőtt a han kínaiak és a tibetiek közös ősei a Tibeti-fennsíkra is áttelepültek. Olyan környezetbe, ahol az alacsony oxigénszint sokuk számra valószínűleg halálos következményekkel járt (korai szívbetegségek, magas gyermekhalandóság). Egy a hemoglobin szabályozásáért felelős speciális génvariáns azonban gyorsan elterjedt a tibetiek körében, lehetővé téve, hogy tovább és egészségesebben éljenek. Ezt a génvariáns az új feltevések szerint távoli rokonnaktól az azóta kihalt rejtélyes gyenyszovai embertől kapták, „akik-ke” keveredtek. Ez a génváltozat évezredekkel ezelőtt elterjedt a Tibetbe betelepülők körében. A kutatók immár bizonyosra veszik, hogy ez a génváltozat csakugyan a gyenyszovai embertől származik; e távoli rokonnaink 40-50 ezer évvel ezelőtt haltak ki, vagyis nagyjából akkor, amikor a modern ember nyomásának hatására a sokkal ismertebb neandervölgyiek is Európában. Rasmus Nielsen (University of California, Berkeley) szerint nyilvánvaló, hogy a modern ember úgy fejlődött és alkalmazkodott az új, megváltozott környezeti viszonyokhoz, hogy más (ember)fajoktól kapott géneket.

Ez az első eset, hogy egyértelműen kimutatták egy emberfajban egy másik emberfaj génjét. Az EPAS1-nek nevezett gén

akkor aktiválódik, amikor a vérben csökken az oxigén szintje, és beindítja azt a folyamatot, aminek során több hemoglobin termelődik. E gént szupersportoló génnek is nevezik, mert alacsonyabb tengerszint feletti magasságban gyors lökést ad a sportolóknak a hemoglobinszint növekedéséhez, ezzel növelve a vér oxigénszállító kapacitását és a sportoló kitarását. Az EPAS1 gént 2010-ben mutatták ki először a tibetiek szervezetében; náluk 87 százaléknál fordul elő, míg a han kínaiaknál csak 9 százaléknál, holott ugyanattól a közös őstől származnak.

Nielsen szerint az Afrika felől érkező populáció Euráziában keveredett a gyenyszovaiakkal, miközben a mai Kína felé vándorolt és leszármazottaikban nagyon kis arányban, talán 0,1 százaléknál még megvan a gyenyszovaiak DNS-e. A migráns népcsoport kettévált, egy részük Tibet felé, a többiek pedig a mai síkvidéki Kína felé haladt tovább. (*Nature*, 2014. július 2.)

A GLOBÁLIS FELMELEGEDÉS HAT A MALÁRIA TERJEDÉSÉRE

A kutatók már több mint két évtizede vitatkoznak azon, hogy a globális felmelegedés hogyan hat, ha egyáltalán hat, a malária előfordulásának gyakoriságára. A malária egy szűnyog által terjesztett betegség, melynek évente több mint 300 millió ember esik áldozatul. A University of Michigan ökológusai most cáfolhatatlan bizonyítékokat találtak arra, hogy a malária, ahogyan azt már korábban gyanították, a melegebb évek alatt a magasabb tengerszint feletti magasságok felé terjed, hidegebb időben pedig visszahúzódik az alacsonyabban fekvő területek felé.

Az Etiópia és Kolumbia magasföldjeiről származó adatok elemzésén alapuló tanulmány szerint a további felmelegedés következtében jelentősen megnövekszik majd a malária előfordulásának gyakorisága Afrika és Dél-Amerika sűrűn lakott vidékein is, ha nem fokozzák a betegség ellenőrzését.

A maláriás esetek terjedése a magasabban fekvő régiók felé a melegebb években egyértelmű jele annak, hogy malária reagál az időjárás változásaira. A tanulmány legfontosabb következtetése, hogy a melegebb időszakokban a trópusi magasföldeken több embert érint a fertőzés fokozott kockázata.

Már több mint 20 éve gyanakodnak arra, hogy a malária igen érzékeny az éghajlati változásokra, mivel mind a betegséget okozó Plasmodium paraziták, mind a terjesztő Anopheles szűnyogok a melegebben könnyebben szaporodnak.

Néhány korábbi tanulmányban már megállapították, hogy a klímaváltozás a maláriás esetek számának erőteljes növekedéséhez vezethet, de ezt sokan kritizálták, egyesek pedig

úgy érveltek, hogy a javuló társadalmi-gazdasági körülmények, valamint a szunyogok terjedésének megfékezése sokkal nagyobb mértékben befolyásolja majd a malária világméretű terjedését, mint az időjárási tényezők.

Pascual és munkatársai a malária eltérő térbeli eloszlását az időjárás változás függvényében vizsgálták Etiópia és Kolumbia magasföldjein 1990–2005 között. A viszonylag egyszerű elemzéssel tisztán és világosan bebizonyosodott, hogy csak a hőmérsékletváltozással magyarázható az eredmény.

A globális felmelegedéssel a malária feltehetőleg egyre feljebb fog terjedni a magasabban fekvő területek felé. Mivel az itteni populációt az immunitás még nem védi, különösen érzékenyek lesznek a betegségre.

Egy korábbi tanulmányban a becslések szerint 1 Celsius fokos hőmérséklet-emelkedés Etiópiában a 15 év alatti populációban évente 3 millió új megbetegedést eredményezhet. Különösen Afrikában fontos a megfelelő intézkedések bevezetése. (*sciencedaily.com*, 2014. március 6.)

SZÓKE SIKERTÖRTÉNET

Világos bőrszín, szőke haj, kék szem: ez az embertípus Európában csak az elmúlt 5000 év folyamán jelent meg számottevő mértékben. Addig az átlagos európai bőrszíne még lényegesen sötétebb volt, mint manapság, mielőtt az evolúció a világosabb bőrtípust végül rohamtempóban hozzásegítette az áttöréshez. Erre jöttek rá kutatók a Mainzi Egyetem munkatársainak vezetésével, mikor a 4–6 ezer éves csontvázak genotípusát vizsgálták.

Az emberiség eredete Afrikában van és a korai ember bőre alkalmazkodott a kontinens klímájához: az erősen pigmentált, sötét bőr védett a trópusi nap ultraviola sugárzásától. Amikor azonban a modern ember kb. 50 000 évvel ezelőtt elkezdte benépesíteni az északi féltekét, megváltoztak a körülmények. Az UV-sugárzástól való védelem itt már nem játszott olyan fontos szerepet. Mégis a modern emberek, akik vadásztak, gyűjtögettek, majd később letelepedve az európai sztyeppéken földművelést folytattak, sokkal sötétebb bőrűek voltak a mai embereknél.

A mainzi Johannes Gutenberg Egyetem kutatóinak sikerült csontleletek segítségével 63, 4000–6500 évvel ezelőtt a Fekete-tengertől északra lévő sztyeppén, többek között a mai Ukrajna területén élt ember genotípusát elemezni. Figyelmüket elsősorban 3 génre irányították, melyek kulcsszerepet játszanak a pigmentációban.

Az eredményeket összehasonlították az eről a vidékről származó mai ember génelemzésével, majd számítógépes szimulációban megpróbálták a háttérben lévő genetikai fejlődést rekonstruálni. Ezek szerint csak az elmúlt 5000 évben alakulhatott ki az emberi bőr pig-

mentációjában robbanásszerűen a sokféleség. Így jöttek létre a biológusok szerint rendkívül rövid idő alatt a ma Európában előforduló különböző bőr-, szem- és hajszínek.

Nagy valószínűséggel a D-vitamin előremozdította ezt a fejlődést: a D-vitamin az emberi bőrből képződik, mikor a bőr UV-sugárzásnak van kitéve. A sötét bőr ennek során kevésbé hatékony, mint a világos, aminek köszönhetően a világos bőrű embereknek evolúciós előnyük van. Jelentősége ennek a különbségnek csak akkor van, ha más forrásból nem kerül D-vitamin a szervezetbe. Fontos vitaminforrás a hal, ami miatt a vadász- és gyűjtögető kultúrákban a D-vitaminhiány nem lehetett probléma.

A kutatók által is vizsgált őstörténeti ukránok még sok halat ettek, bár már rég meglepedtek itt és földművelést folytattak. Azonban mielőtt csökkent a halfogyasztásuk – pl. nem tudták beszerezni –, valóban a világosabb bőr volt előnyösebb, amely így a D-vitamin-szükségletet biztosította. Ilyen táplálkozásbeli szokás megváltozása lehet az oka a világosabb bőrszín kialakulásának. (*www.farbimpulse.de*, 2014. március 26.)

KOZMOPOLITÁK VOLTAK A LEGKORÁBBI ÁLLKAPCSNÉLKÜLIEK

A közelmúltban mintegy száz jó megtartású *Metaspriggina walcotti* példány került elő a Burgess-pala különböző feltárásaiból. A maradványok szenes lenyomatok és alumínium-szilikát ásványok formájában fosszilizálódtak. Néhány példánynál jól látható és könnyen azonosítható a gerinchúr is. A részletes vizsgálatok alapján kiderült, hogy ez az egyik legkorábbi ismert gerinchúros ősmaradvány. A szintén korai halak közé tartozó Pikaival elentétben az oldalirányban lapított *Spriggina* nagyon jó úszó lehetett. A halak kisméretű fején magasan kiemelkedő szemeket figyeltek meg. A gyomortartalmukat ugyan nem tudták vizsgálni, de valószínűleg mikrofág táplálkozást folytattak. Az elvégzett filogenetikai elemzés szerint a *Metaspriggina* nemcsak a legkorábbi gerinchúrosok közé tartozott, hanem ráadásul sok közös tulajdonsága volt a kínai Csengcsiang faunából leírt hasonló halakkal (*Myllokunmingia*, *Haikouichthys*). Ez arra utal, hogy a primitív halak nagyon korán, már az alsó- és középső-kambriumban kozmopolita elterjedésűek voltak. (*Nature*, 2014. június 12.)

BIZARR PARAZITA SZÍVTA A SZALAMANDRÁK VÉRÉT

Kína belső-mongóliai területén, Ningcseng közelében már mintegy 300 ezer változatos és kivételes megtartású rovarfossziliát ta-

láltak a jura időszakos kőzetekben. Az egyik legújabb lelet alapján kiderült, hogy körülbelül 165 millió évvel ezelőtt egy látványos parazita élt ezekben az egykori édesvízi tavakban. A 2 cm hosszú, megnyúlt léglárvára a területen nagy számban élő szalamandrák testére tapadva élt, és azok vérért szívta a fullánkyszerű speciális szájszervével. A *Qiyia jurassica* névre keresztelt faj cső formájú feje kicsi volt a test egészéhez képest és lyukasztószerű szájszerve fejlődött ki. A tor egy hatalmas tapadókoronggá alakult át, míg a potrohon hernyószerű lábak voltak. A mai rovarvilágban nem ismernek olyan fajt, aminek ehhez hasonló testfelépítése lenne. A paleontológusok szalamandra maradványok ezreit találták a finomszemcsés üledékben, ugyanakkor viszont halfossziliák eddig nem kerültek innen elő. Ez lehetett a léglárvára szerencséje, hiszen a ragadozó halak általában felfalják a léglárvákat. A paraziták valószínűleg csak kellemetlenséget okoztak a szalamandráknak, de azok nem a léglárvák miatt pusztultak el ilyen nagy számban. A kutatók egyelőre még nem tudják, hogy a lárvá átalakulása után hogy nézhetett ki a felnőtt rovar. (*eLIFE*, 2014. június)

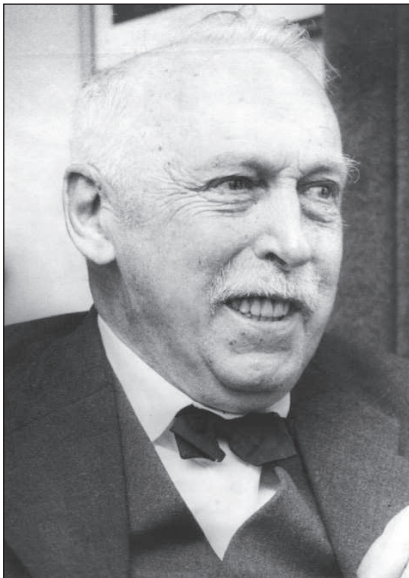
MESEL TERÜLETÉN ÉLT A LEGKORÁBBI NÖVÉNYPORZÓ MADÁR

A madarak (például a kolibrik) fontos szerepet játszanak a növények megporzásában, de ennek a kapcsolatnak az evolúciós története alig ismert. A közelmúltban egy 47 millió éve fosszilizálódott, kolibrihez hasonló méretű (8 cm-es) madarat találtak a világ-hírű messeli lelőhelyen Németországban. A középső-eocén korú üledékek már korábban is rengeteg kiváló megtartású növény és állat kövületével örvendeztették meg a szakembereket. Az ősmadar gyomrában szivárványszínben pompázó rovarok darabkái, valamint több száz növényi pollen szemcsét találtak. Ez az utolsó vacsora hasonlít a mai kolibrik étrendjéhez, amelyek elsősorban nagy mennyiségű virágnektárt szívnak fel, de emellett pollent és rovarokat is fogyasztanak. A frankfurti Senckenberg Kutatóintézet paleontológusa szerint a madár a kihalt *Pumiliornis tessellatus* fajhoz tartozott. Ágakba kapaszkodó lábai, valamint hosszú és karcsú csőre volt, de a kutatók szerint nincs közeli rokona a ma élő fajok között. Az eddigi legkorábbi beporzó madarakat 30–34 millió éves kőzetekből ismerték, amelyeknél ráadásul csak indirekt bizonyítéka volt a beporzásnak. A pollenhez tartozó növényfajt még nem tudták azonosítani, de a pollen tulajdonságai alapján a növény már alkalmazkodott a madarakkal való „együttműködéshez”. (*Biology Letters*, 2014. május)

100 éves a Hertzsprung–Russell-diagram

A megfigyelő csillagászat legfontosabb munkaeszköze a távcső és a rászerezelt kisegítő berendezések. Az elméleti csillagászatban ugyanilyen fontos szerepet játszik a Hertzsprung–Russell-diagram, vagy közkeletű rövidítéssel HRD. Idén emlékezünk meg felfedezésének századik évfordulójáról.

A HRD szemléletesen megmutatja a csillagok fizikai tulajdonságai közötti összefüggést. Több változatban létezik, attól függően, hogy mely paramétereket ábrázoljuk a vízszintes, illetve a függőleges tengelyen. A lényeg azonban minden esetben az, hogy a diagramon a csillagok jól körülhatárolható csoportokba rendeződnek, következésképpen a jellemzőik nem függetlenek egymástól. Ezek az összefüggések alapvető bepillantást engednek a csillagászok számára a csillagok működésébe és fejlődésébe. A XX. századi asztrofizika legfontosabb felismerési nem születettek volna meg a HRD nélkül.



Ejnar Hertzsprung

A diagram egyik felfedezője Henry Norris Russell (1877–1957) amerikai csillagász volt, aki már egyetemi hallgatóként kitűnt tehetségével, ezért 1905-től a Princeton Egyetemen dolgozhatott. 1914-ben az Amerikai Csillagászati és Asztrofizikai Társaság, illetve az Amerikai Tudományfejlesztési Társaság éves gyűléseire összefoglaló tanulmányt készített a csillagok fizikájára vonatkozó ismeretek akkori helyzetéről. Dolgozatát 1914. április–májusban a *Nature* há-

rom részletben közölte, majd a *Popular Astronomy* című népszerűsítő folyóiratban is megjelent.

Munkáját az tette lehetővé, hogy a XX. század elejére a színképelemzésnek köszönhetően már meg lehetett állapítani a csillagok színképtípusát, ebből pedig a Wien-törvény, illetve a Planck-féle sugárzási törvények felhasználásával a felszíni hőmérsékletüket. Addigra már százezer számra sikerült a csillagokat az O, B, A, F, G, K vagy M színképosztályok valamelyikébe besorolni. Az egyre pontosabb parallaxismérések eredményeként a csillagok távolságát is meg lehetett határozni, így látszó fényességükből következtetni tudtak a valódi, vagy más néven abszolút fényességükre.

Russel a HRD általa felrajzolt első változatában a vízszintes tengelyen a fenti színképosztályokat ábrázolta, a függőleges tengelyen pedig a csillagok abszolút fényességét, emiatt az ábrát szín-fényesség diagramnak is szokás nevezni. A színképosztály egyértelműen megfeleltethető a csillag felszíni hőmérsékletének, a vízszintes tengelyen a két mennyiség bármelyike ábrázolható. Russell felismerte, hogy a diagramon a csillagok többsége egy átlós sávba rendeződik, amely az ábra bal felső részén elhelyezkedő a forró (kékesfehér) és fényes csillagoktól a jobb alsó részen lévő hűvösebb (vörös) és halványabb csillagokig húzódik. Ez az úgynevezett fősorozat vagy főág. (Az asztrofizika későbbi eredményei értelmében ezek azok a csillagok, amelyek belsejében a hidrogént héliummá alakító magreakciók termelik az energiát.) Ugyanakkor néhány csillag a főág fölött helyezkedett el, vagyis ezek jóval fényesebbek az ugyanolyan színű csillagok többségénél. (Ezek a csillagfejlődés későbbi szakaszát képviselő óriáscsillagok, amelyek sokkal nagyobb méretük miatt jóval fényesebbek az azonos hőmérsékletű fősorozati csillagoknál.) Russell diagramján egyetlen egy csillag a fősorozat alá, a bal alsó részre került. Később sok hasonló, forró, de halvány csillagot fedeztek fel, ezek az úgynevezett fehér törpék.

A ma ismert csillagok 90%-a a fősorozaton helyezkedik el. A nagy tömegű, fényes csillagok a főág felső végén, majd a főágon lefelé haladva egyre kisebb tömegű csillago-



Henry Norris Russell

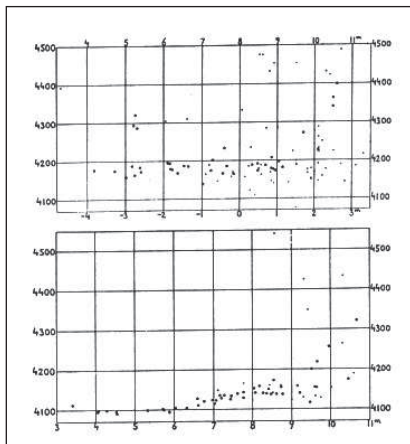
kat találunk. A Nap nagyjából a fősorozat közepe táján helyezkedik el. Az óriáságban jóval kevesebb csillag helyezkedik el. Bár fejlődése végén minden csillag óriássá fúvódik fel, ebben az állapotban azonban sokkal rövidebb időt töltenek, mint a hidrogénegető fősorozati állapotban, ezért az összes megfigyelhető csillagról „pillanatfelvételt” készítve azon sok fősorozati és kevés óriáscsillagot találunk. A vörös óriások energiatermelése nagyon intenzív, ezért nukleáris üzemanyaguk hamar elfogy. Egy részük – a kisebb tömegűen – fehér törpévé roskadnak össze, vagyis a HRD bal alsó részébe kerülnek.

Russell-lel párhuzamosan, de tőle függetlenül a XX. század elején egy dán vegyész-mérnök, Ejnar Hertzsprung (1893–1967) is a csillagok fizikáját tanulmányozta. Diplomáját a Koppenhágai Műszaki Egyetemen szerezte, így valójában amatőr csillagásznak számított. Valószínűleg ő volt az utolsó a csillagászat történetében, aki a csillagászat professzora és obszervatóriumigazgató lett, anélkül, hogy az egyetemi tanulmányai során valaha is csillagászatot hallgatott volna. A századfordulón néhány évig Szentpéterváron eredeti szakmájában dolgozott, majd Lipcsében folytatta kémiai tanulmányait. 1902-ben tért haza Koppenhágába, ekkor fordult érdeklődése a csillagászat felé.

Később holland és német csillagvizsgálókban dolgozott. Különböző módszereket dolgozott ki a csillagok távolságának megál-

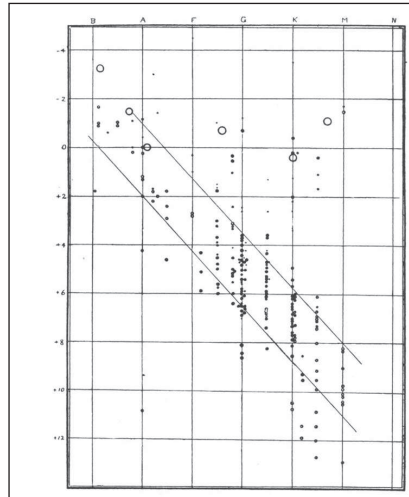
lapítására. A távolságból az abszolút fényességet levezetve észrevette, hogy egyes K és M színképtípusú csillagok sokkal fényesebbek ugyanazon osztályba tartozó társaiknál, vagyis sokkal nagyobbak azoknál, amint azt már egy 1905-ben megjelent dolgozatában leírta. 1911–12-ben kapcsolatot talált két nyílthalmaz, a Fiastyúk (Plejádok) és a Hyadok csillagainak hőmérséklete és abszolút fényessége között. Szerencsétlenségére az általa vizsgált mindkét csillaghalmaz viszonylag fiatal, azért csak nagyon kevés csillaguk érte el az óriáságot, a csillagok döntő többsége a fősorozatba tartozik. Eredeti diagramján egyébként – Russelltől eltérően – ő a vízszintes tengelyen ábrázolta a fényességet, a függőlegesen pedig a szint, illetve a hőmérsékletet. Egyszerűsítette viszont a helyzetét, hogy az egyazon halmazhoz tartozó csillagok távolságát azonosnak tekinthette. Sajnos eredményeit nem csillagászati, hanem a *Zeitschrift für Wissenschaftliche Photographie* című fotografiai szaklapban tette közzé, így arra a csillagászok nem figyeltek fel.

1907-ben fényképészeti tapasztalatait felhasználva cikket írt a csillagok fotografikus fényességének megállapításáról. Cikkei különnyomatát elküldte a Göttingeni Observatórium igazgatójának, Karl Schwarzschildnek, aki felismerte a munka jelentőségét, a dán csillagászt rendkívüli professzori címre javasolta, majd a Potsdami Csillagvizsgálóban munkatársává fogadta. Schwarzschild 1910-ben az Egyesült Államokban járt, ahol találkozott Russellel. Így szerzett tudomást arról, hogy az amerikai csillagász hasonló eredményekre jutott, mint Hertzsprung.



A HRD őse, Hertzsprung első ábrái a Hyadok (fent) és a Fiastyúk (lent) csillagairól. A vízszintes tengelyen a csillagok fényességét, a függőlegesen felszíni hőmérsékletüket ábrázolta

Russell helyesen jött rá arra, hogy a rendkívül forró, B színképtípusú csillagok lényegesen nagyobb tömegűek a többi csillagnál.



Az 6s-HRD Russel féle változata az 1914-es cikkéből. A ma megszokott módon a függőleges tengelyen van a csillagok fényessége, a vízszintesen a színképosztály. A hőmérséklet balról jobbra csökken, a diagramon már világosan kirajzolódik a fősorozat és ettől határozottan elkülönül néhány óriáscsillag

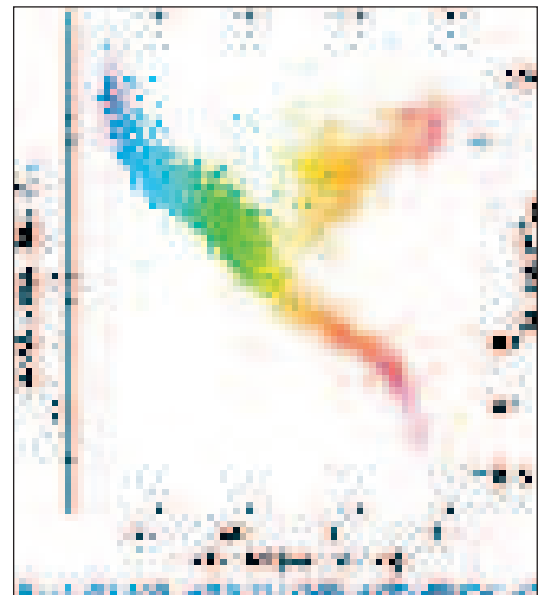
Emellett azonban ezt is feltételezte, hogy a csillagok fejlődésük során a főág mentén vándorolnak – ebben azonban tévedett. Ma már tudjuk, hogy a csillagok keletkezésükkor a fősorozat egy meghatározott pontjára fejlődnek rá. Hogy melyik pontjára, azt a tömegük határozza meg. Mindaddig ebben a pontban maradnak, amíg a belsejükben a hidrogén fúziója termeli az energiát. Miután a hidrogén elfogy a belsejükben, és megindul a hélium magasabb rendszámú elemekké történő egyesülése, akkor a csillag új egyensúlyi állapotba kerül, óriásá fúvódik fel. Csak ekkor mozdul el a HRD főágáról és vándorol át a főág fölötti óriáságra.

Különösen jól megfigyelhető ez a folyamat, ha különböző korú csillaghalmazok HRD-jeit hasonlítjuk össze. A fiatal halmazokban (mint például a Hertzsprung által vizsgált két halmaznál) a csillagok szinte kivétel nélkül a főágba tartoznak, a halmaz HRD-jéről hiányzik az óriáság. Az idősebb halmazoknál a csillagok egy része már elhagyta a főágot. A csillagok fősorozati élettartamának hossza a tömegüktől függ, vagyis a legnagyobb tömegű csillagok válnak legelőször óriássá. Am a nagyobb tömegű csillagok belsejében intenzívebb az energiatermelés, ezért ezek magasabb hőmérsékletűek, vagyis a főág felső ré-

szén helyezkedtek el. Az idősebb halmazokban a halmaz (és csillagai) keletkezése óta eltelt idő alatt ezek a nagy tömegű csillagok már mind óriásokká váltak, következésképp kezd kialakulni a HRD óriásága, a fősorozat felső vége viszont hiányzik. A nagyon idős halmazoknál már csak a kis tömegű vörös törpék maradtak a főágon, vagyis minél öregebb a csillaghalmaz, annál rövidebb rész marad meg a fősorozatból. Az úgynevezett töréspont, ahonnan kezdve a főág csillagai már hiányoznak (mert már mind átfelődtek az óriáságra), a halmaz korára jellemző. A HRD alakjából, vagyis a töréspont helyéből a halmaz korára következtethetünk.

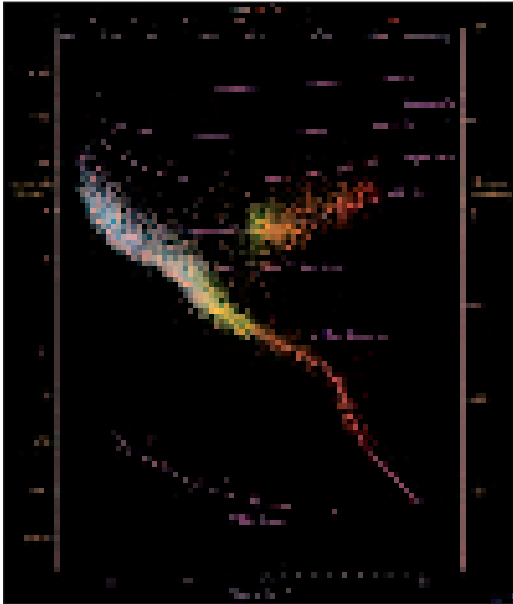
Érdekes felismerés, hogy a nyílthalmazoknál a töréspont különböző helyen fordulhat elő, a halmaz korától függően. A gömbhalmazok HRD-i viszont egyformák, a töréspont mindenütt a főág alsó vége közelében található, vagyis csak a kisebb tömegű csillagok maradtak meg a fősorozatban. Ez azt bizonyítja, hogy a gömbhalmazok mind öregek, legalább 10 milliárd évesek, vagyis az összes gömbhalmaz a Tejútrendszerrel egy időben jött létre.

Russell tehát 1914-ben több konferencián és több cikkben ismertette eredményeit. Hertzsprung ugyan néhány évvel korábban



A Hipparcos űrtávcső mérései alapján 17 500 csillagot tartalmazó, modern HRD. A csillagok színét a vízszintes tengelyen a kék és sárga színszűrővel mért fényességeik különbsége jelzi (F. van Leeuwen összeállítása)

publikálta dolgozatát, ám az említett fotografiai szaklapban. Következésképpen a diagramot évtizedeken keresztül – főként az angol nyelvű szakirodalomban – egyszerűen csak Russell-diagramként emlegették. Ám elsősorban a nemzeti büszkeségtől hajtva a dán születésű Bengt Strömgren és a holland származású

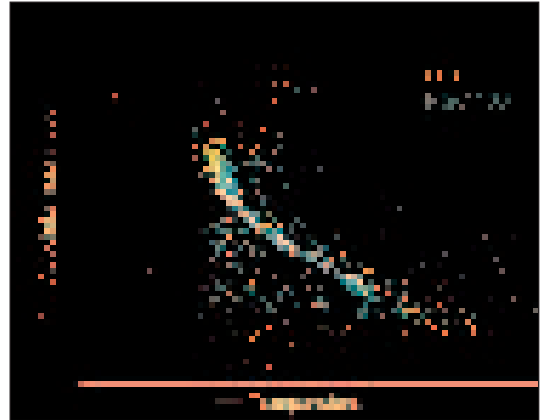


Korszerű HRD az átlósan futó fősorozattal, fölötté az óriásággal, alatta pedig a fehér törpékkel. A vízszintes tengelyen a B–V színindex (a kék és a sárga fényesség különbsége), fent a színképosztály és az annak megfelelő felszíni hőmérséklet látható. A függőleges tengelyről az abszolút fényesség magnitúdóban, illetve a csillag luminozitása (Nap = 1) olvasható le

zású Gerard Kuiper – Hertzsprung volt tanítványa a Leideni Observatóriumban – harcba szállt Hertzsprung elismeréséért. Akkoriban

A HRD felfedezését követően Hertzsprung cefeida típusú változócsillagok távolságának pontos meghatározásával foglalkozott. Ennek köszönhetően pontosítani tudta a cefeidák fényváltozási periódusa és abszolút fényessége között korábban Henrietta Leavitt által felismert összefüggést. 1919-től a Leideni Observatóriumban dolgozott, amelynek 1937-től az igazgatója volt. Két kisbolygó felfedezése is a nevéhez fűződik. Russell pályája további részében is a Princeton Egyetemen dolgozott, 1911-től professzorként, majd kutató professzorként. 1912-től 1947-es visszavonulásáig ő vezette a Princeton Egyetemi Csillagvizsgálót.

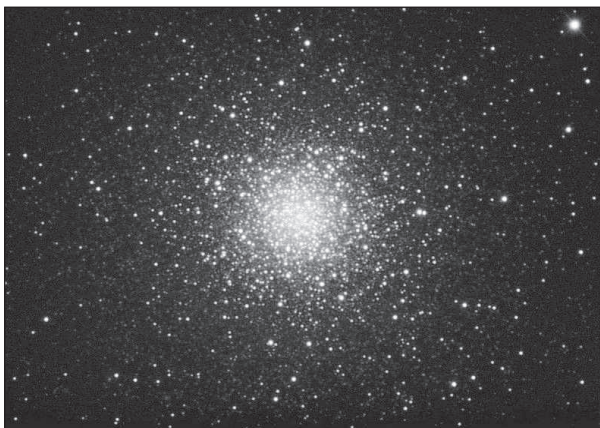
A HRD pontosságának kulcsa a csillagok abszolút fényességének ismerete, amihez viszont a távolságuk pontos mérésére lenne szükség. (A csillaghalmazok esetében ezért kedvezőbb a helyzet, mert a halmazok mérete a tőlünk mért távolságukhoz képest általában elhanyagolhatóan kicsi, ezért csillagok azonos távolságra lévőnek tekinthetők.



A különböző korú nyílt csillaghalmazok HRD-jén a főág másutt ér véget, minél öregebb a csillaghalmaz, annál lejjebb tolódik az ún. töréspont

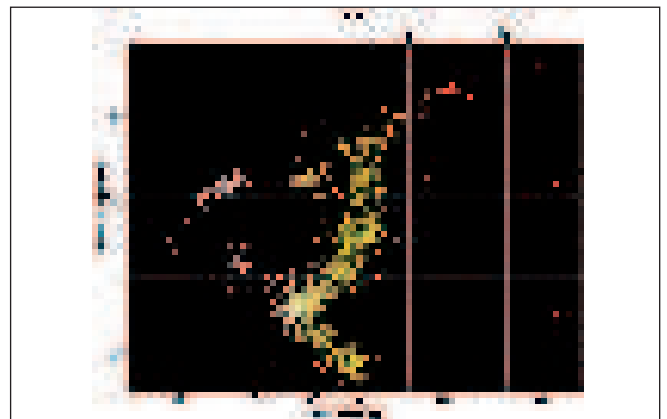
ben már 17 502 csillag adatait feltüntető HRD-t tehettek közzé, amely csillagok mindegyikének a Hipparcos mérései alapján 7%-nál kisebb hibával sikerült a távolságát meghatározni.

További előrelépés várható az ugyancsak az Európai Űrügynökség által 2013. decemberben felbocsátott Gaia pozíciós csillagászati űrtávcsőtől. A Gaia öt év alatt egymilliárd csillag pozícióját fogja megmérni. Kiterjeszti a távolságmérés pontosságát is, aminek köszönhetően pontosabb HRD készítése válik lehetővé. Nagy érzékenysége miatt köszönhetően kiterjeszti a HRD-t a halványabb csillagok, azaz a HRD fősorozatának jobb alsó vége irányában.



Az M3 jelű gömbhalmaz...

mindketten a Chicagói Egyetemen dolgoztak, ahol kollégájuk, Subrahmanyan Chandrasekhar akkoriban az *Astronomical Journal* főszerkesztője volt. Addig jártak Chandrasekhar nyakára, amíg végül az 1940-es évek végén beadta a derekát és nyilvánította, hogy attól kezdve a rangos folyóiratban a diagram megnevezése H–R-diagram lesz.



... és a HRD-nek megfelelő szín-fényesség diagramja, amely minden gömbhalmaz esetében ehhez hasonló

Ezért a pontatlanul ismert távolságból származtatott abszolút fényesség helyett a sokkal pontosabban mérhető látszó fényesség használható.) Nagy előrelépést jelentett az 1989-ben az Európai Űrügynökség által pályára állított Hipparcos asztrometriai műhold működése. Az űreszközzel több mint száz ezer csillag távolságát sikerült meghatározni. Az eredményeket a műhold mozgását pontosan elemezve sikerült tovább pontosítani, így 2007-

A HRD születésének 100. évfordulójára tehát a diagram már csillagok millióit tartalmazza, de néhány éven belül ez a szám megtöbszöröződik, miközben a csillagok HRD-n elfoglalt helye is pontosabbá válik.

BOTH ELŐD összeállítása
(*A Sky and Telescope* 2014. júniusi számának cikke alapján)

Aszimmetria az egészségvédelemben

FÜLÖP OTTILIA – BARABÁS BÉLA

A XX. század közepéig sokan azt gondolták, hogy a gazdasági fejlődést és az emberiség jólétét a természet legigazásával lehet elérni. Hegyeket hordtak el, folyókat fordítottak vissza, erdőket irtottak ki, nem törődve a következményekkel. Növény- és állatfajok ezrei tűntek el végleg vagy kerültek végveszélybe, a kihalás szélére [6]. A föld, a vizek, a levegő szennyezettsége kezdett ijesztő méreteket ölteni. A század vége felé egyre több embernek világos lett, hogy ez az út a továbbiakban járhatatlan, így különböző mozgalmak indultak a természet megvédésére. A célok eléréséhez azonban a lelkesedésen túl szakértők is kellenek. A természet rendkívül bonyolult, összetett rendszer, emiatt törekeny egyensúlyának megértéséhez, megvédéséhez számos tudomány együttes alkalmazására van szükség. A problémakör komolyabb áttekintése egy ilyen írásban lehetetlen, a szerzők itt mindössze egy részletkérdésre szeretnének rávilágítani, amelyről ritkán esik szó, pedig egyáltalán nem mellékes.

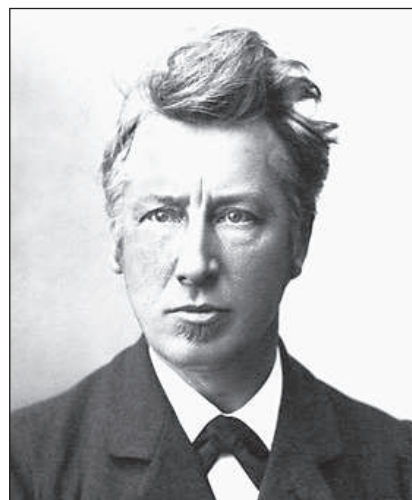
Az élő szervezeteket felépítő, általában nagyméretű szerves molekulák viszonylag egyszerűbb, kisebb egységekből épülnek fel. Például a fehérjékben, minden élőlényben a mikroorganizmusoktól a növény- és állatvilágon át az emberig, ugyanazon 20féle proteinogén aminosav az alkotóelem. Az aminosavak olyan szerves vegyületek, amelyek molekulájában aminocsoport (-NH₂) és karboxilcsoport (-COOH) is előfordul.

Az aminosav-molekulák szintetikus úton, kémiai laboratóriumokban is előállíthatók. Két különböző alakzat jöhet létre (kivéve a glicin): egy aminosav-molekulának a tükröképe is aminosav. A két formát (vagyis az előbb említett aszimmetrikus molekulákat) *L- és D-enantiomereknek* nevezzük (L = „laevus”, azaz „bal”, D = „dexter”, azaz „jobb” latinul), 50–50%-os elegyüket pedig *racém elegynek*. A jelenség nem más, mint a *kiralitás*. Tehát *kiralis* egy molekula vagy objektum, ha nem hozható fedésbe (azaz nem azonos) tükröképével. Legegyeszerűbb példa 3 dimenziós kiralis tárgyra az emberi kéz, de persze mutathatunk ennél bonyolultabb 3 dimenziós kiralis objektumokat is.

Az említett kiralis aminosav-molekula is csak annyiban különbözik tükröképétől, mint a jobb kéz a baltól. A kiralitás szó *Lord Kelvin* (1873) származik (a „cheir” görögül kez-et jelent). Az enantiomer-molekulák legtöbb fizikai tulajdonságukban megegyeznek, úgyhogy ezek alapján nem különíthetők el egymástól. Egy lényeges különbség azért akad a két enantiomer között: a síkban polarizált fény polarizációs síkját ellentétes irányba forgatják el. Ez a tulajdonságuk ad egyszerű lehetőséget arra, hogy megkülönböztessük őket. Ezt a jelenséget *Louis Pasteur* kristályokon vizsgálta a XIX. század közepén, majd érdeklődése az ilyen tulajdonságú szerves anyagok felé fordult. Az első kémiai Nobel-díjas (1901) *Jacobus Henricus van 't Hoff* (1852–1911) Pasteur vizsgálatait követve mutatta meg, hogy a szénatom négy vegyértéke nem egy síkban helyezkedik el, ahogyan azt addig képzelték. Ebből az elvből kiindulva vezette le az optikai aktivitás alapjául szolgáló aszimmetrikus szénatom és molekula fogalmát, ezzel mintegy megteremtve a sztereokémia alapjait.

A biomolekulák, köztük a fehérjék, szénhidrátok és nukleinsavak *homokiralis* egységekből épülnek fel. A fehérjéket felépítő aminosavak balkezesek (L-módosulatok), a szénhidrátok és a nukleinsavak cukor-építőkövei pedig jobbkezesek (D-módosulatok). Az élő szervezetek másképpen reagálnak a környezet jobb- és balkezes molekuláira. Ezt hívjuk *diasztereomer diszkriminációnak* [3]. Ennek jelentőségét egy tragikus eset felidézésével világítjuk meg.

Düsseldorfban a Grünenthal gyógyszer-gyártó cég 1954-ben szabadalmaztatta, majd 1957-ben forgalomba hozta *Contergan* néven (thalidomide hatóanyagú) gyógyszerét, amit pánikbetegség és migrén ellen, valamint nyugató-, altató-, hányáscsillapítóként ajánlottak. A terhesség első harmadában *Contergant* szedő nők majdnem fele végtaghiányos, torz, beteg gyermeket szült. Statisztikai adatok szerint 46 országban több mint 10 000 beteg gyerek született. Csak Németországban több mint 5000, akik közül ma kb. 3000 él. Egy ausztrál szülész, *William McBride* és egy német gyermekorvos, *Widukind Lenz* voltak az elsők, akik észre-



Jacobus Henricus van 't Hoff
(Forrás: *Wikipédia*)

vették az összefüggést a születési rendellenességek és a thalidomide között. Feltételezésük beigazolódott, és a szert 1961-ben betiltották. Csak később sikerült igazolni, hogy a hatóanyagban az L-enantiomer valóban nyugtató, míg a D-enantiomer magzatkárosító hatású.¹

A tragédia nemzetközi botrányhoz vezetett, felhívta a figyelmet a gyógyszer-engedélyeztetési eljárás hiányosságaira: a gyógyszert terhes nőknek szánták, de a biztonsági vizsgálatot nem ilyen embercsoporton végezték. Az Amerikai Egyesült Államok illetékes hivatala, a Food and Drug Administration (FDA) pont ezért nem is engedélyezte a *Contergan* tablettát Egyesült Államokban történő forgalmazását. Ez gyakran emlegetett, tanulságos történet, melynek főhősnője az idén 100 éves *Frances Kathleen Oldham Kelsey*, aki az 1960-as években az FDA-nál dolgozott. Személy szerint ő

¹ Ez a hatásbeli különbség a vérben uralkodó körülményekre igaz. A *Contergan* tablettát volt, így a tiszta, egyféle enantiomert tartalmazó változat esetében is a kiralis hatóanyag gyomorban történő racemizálódása továbbra is veszélyeztette volna a magzatot.

volt az, aki a Grünenthal cég Contergan-engedélyezési kérelmét többször is visszautasította az elégtelen biztonsági adatokra hivatkozva. Ezért már 1962-ben *John F. Kennedy* elnöktől állami kitüntetést kapott.

Az FDA 1988-tól megköveteli, hogy a gyógyszergyárak adatokat szolgáltatassanak a készítmények enantiomer-összetételéről is. Ma már nyilvánvaló, hogy a diasztereomer diszkrimináció döntő fontosságú az orvosi kémiában. Azért itt megjegyezzük, hogy a thalidomidot nem vonták ki a forgalomból, mert fokozott elővigyázatossággal a lepra kezelésére eredményesen használják, és más hatóanyagokkal kombinálva a HIV és bizonyos daganatos megbetegedések kezelésében is eredményesnek mutatkozik.

2012. augusztus 31-én a Grünenthal vezérigazgatója bocsánatot kért az áldozatoktól. Egészen addig a cég csendben maradt a tragédiával kapcsolatban, pedig az addig lefolytatott perek és kártérítési eljárások alatt lett volna alkalom korábbi bocsánatkérésre is.

A Contergan-botrány mellett a napjainkban világszerte problémát okozó illegális gyógyszerkereskedelmet is meg kell említenünk: a forgalmazott hamis gyógyszerek jobb esetben hatástalanok, de fennáll a veszélye a káros hatásoknak is. Ennek egyik oka pontosan az, hogy a forgalomban levő gyógyszereinknek mindössze fele tartalmazza tiszta formában az aktív enantiomert (ld. a cetirizin és a levocetirizin példát az [1] cikkben).

Az Európai Unió hatóságai rendszeresen adnak ki irányelveket a tagországok jogalko-

be szervezetünkbe, hanem a szaglásunkat, ízlelésünket is. Például, az *L*-aszparagin izetelen, a *D*-aszparagin édes. Az *L*-karvon fodormenta illatú, a *D*-karvon köményillatú. A *D*-limonén narancs illatú, *L*-limonén terpentín szagú. Rendkívül érdekes a nem természetes jobbkezes *D*-aminosavak biológiája. A lépfenebacilus (*anthrax*) tokanyaga a γ -poli-*D*-glutaminsav. A fagociták nem emésztik azokat a baktériumokat, amelyeknek a sejtfa D-aminosavat is tartalmaz, ezért olyan rendkívüli fertőző az anthrax. Magyar kutatók vizsgálták a *gyilkos galóca* (*Amanita phalloides*) toxinjait, amelyek szintén jobbos aminosavat tartalmaznak.

A leírtak alapján számos kérdés vetődik fel, amelyekre nem, vagy csak részben tudjuk a választ:

– Miért alakult ki a természetben az az aszimmetria, hogy az aminosavak balkezesek, a cukrok jobbkezesek, amikor a szintetikus előállításuk során egyenlő arányban keletkeznek jobbos és balos molekulák?

– Az ember nemcsak gyógyszer formájában találkozik szintetikus úton előállított vegyi anyagokkal, hanem az élelmiszerek sokasága esetén is. Különösen az üdítőitalok, energiaitalok azok, amelyek sok szintetikus anyagot tartalmaznak. Vajon ezekre is vannak olyan szigorú előírások, mint a gyógyszerekre? Megfelelő gondossággal vizsgálják az összetevőket, esetleges mellékhatásokat? Mennyire szigorú ellenőrzésen mennek keresztül, mielőtt hozzánk, fogyasztókhöz érkeznek?

– Tudjuk, hogy egy vegyszer szaga, illata is más, ha egyes enantiomerjeivel kerülünk kapcsolatba. A kozmetikai szerek lényeges összetevője az illatanyag. Vajon ezek esetében vizsgálják-e az enantiomer-tisztaság szükségességét? Arc- és testápoló krémjeink, samponjaink közvetlenül találkoznak szervezetünkkel. Biztosak lehetünk-e abban, hogy ártalmatlanok? Egyáltalán a termékek összetételének ellenőrzését mennyire veszik szigorúan a kozmetikumok esetében?

– Azt is tudjuk, hogy a szintetikus anyagok enantiomerjeinek különböző hatása lehet az élő szervezetekre. Vajon a használatban levő permetezőszerek esetén miért nem figyelünk az enantiomer-tisztaságra?

– Egy alakzat (molekula) akirális, ha tökéletesen fedésbe hozható a tükörcépével, és királis, ha nem. Régen azt hitték, a két esetben kívül nincs más lehetőség. A kiralitás fokának mérésére ma már számos módszer áll rendelkezésünkre [4], [5]. Ezek után fel-

merül a kérdés, mi van akkor, ha az alakzat „majdnem” fedésbe hozható a tükörcépével, vagy csak „kicsi” a kettő közötti különbség? Vajon függ-e egy molekula biokémiai tulajdonsága attól, hogy „kicsit” vagy „nagyon” királis?

A „Hogyan alakult ki a természetben az aszimmetria?” – nagyon nehéz tudományos probléma. Születtek elméletek, de valójában nincs még megnyugtató válasz a kérdésre.

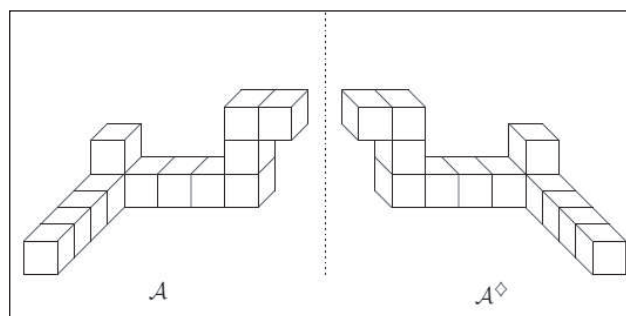
Az enantiomer-tiszta vegyületek előállítására bonyolultabb és költségesebb, mint a racém elegyeké. Ahogy azt már említettük, ez meg is történik számos gyógyszer esetében. Nagyon kevés információnk van arról, hogy például az élelmiszeriparban használt szintetikus anyagok esetén, kozmetikumoknál, növényvédő szereknél van-e hasonlóan szigorú előírás és ellenőrzés. Az interneten való hosszas keresgélés után is alig találtunk erre vonatkozó információt.

E cikk megírását éppen az motiválta, hogy felhívjuk a figyelmet a kérdésekben megfogalmazott veszélyekre. Jó lenne elérni azt is, hogy az említett problémákon dolgozó szakemberek több információt tegyenek közzé a laikusok számára is. Szeretnénk, ha a környezetért és a természeti értékek megőrzéséért dolgozó mozgalmak több figyelmet szentelnének ennek a területnek. Úgy gondoljuk, hogy közös felelősségünk a Contergan-tragédiához hasonló szörnyűségek elkerülése, megelőzése.

A szerzők köszönetet mondanak Szabados Tamás kollégájuknak a cikk gondos átolvasásáért és az ide tartozó hasznos észrevételekért.

Irodalom

- [1] G. Lente: A biológiai kiralitás eredete. Isten valóban nem kockázik? *Természet Világa*, **2013**, 144, 434-437.
- [2] L. Markó: Miért „balkezesek” a fehérjéket felépítő aminosavak? *Természet Világa*, **1999**, 130, 54-59.
- [3] M. Hollósi: Barangolások a kiralitás birodalmában, MTA Székfoglaló előadások, <http://chemonet.hu/mkf/akademia/index.html>
- [4] B. Barabás, O. Fülöp: Star Graph Representations of Chiral Objects in Graph Theory, *Journal of Mathematical Chemistry*, **2012**, 50: (6), 1514-1520.
- [5] O. Fülöp, B. Barabás: Three-dimensional chiral objects and their star graph representations, *Journal of Mathematical Chemistry*, **2013**, 51: (9), 2354-2360.
- [6] Veszélyeztetett állatfajok listája: http://hu.wikipedia.org/wiki/Vesz%C3%A9lyeztetett_%C3%A1llatfajok_list%C3%A1ja



Háromdimenziós királis objektum és tükörképe

toinak a gyógyszer-engedélyezés, -gyártás és -forgalmazás szabályainak szigorítása érdekében, ezzel fokozva a hamisított gyógyszerekkel szembeni védelmünket. Az Amerikai Egyesült Államokban szenátusi elfogadásra vár egy, az EU-nál is szigorúbb törvénytervezet. A gyógyszeripart és gyógyszerpiacot jelentős mértékben befolyásoló amerikai FDA néhány éve csak tiszta, egyféle hatóanyagot tartalmazó (enantiomer-tiszta) készítmények forgalmazását engedélyezi.

Nemcsak a gyógyszerek hatását befolyásolja, hogy melyik enantiomert visszük

2014 tavaszának időjárása

PÁTKAI ZSOLT

Az idei tavasz első két hónapjának hőmérséklete jóval a sokévi átlag felett alakult, csupán májusban fordultak elő az átlagosnál hűvösebb időszakok. A csapadékot tekintve fordított eloszlás látható. A legszárazabb tavaszi hónap március volt, míg áprilisban átlag körüli, májusban pedig jóval átlag feletti csapadék hullott hazánk területén. A következőkben a tavasz fontosabb időjárási eseményeit emeljük ki.

Március

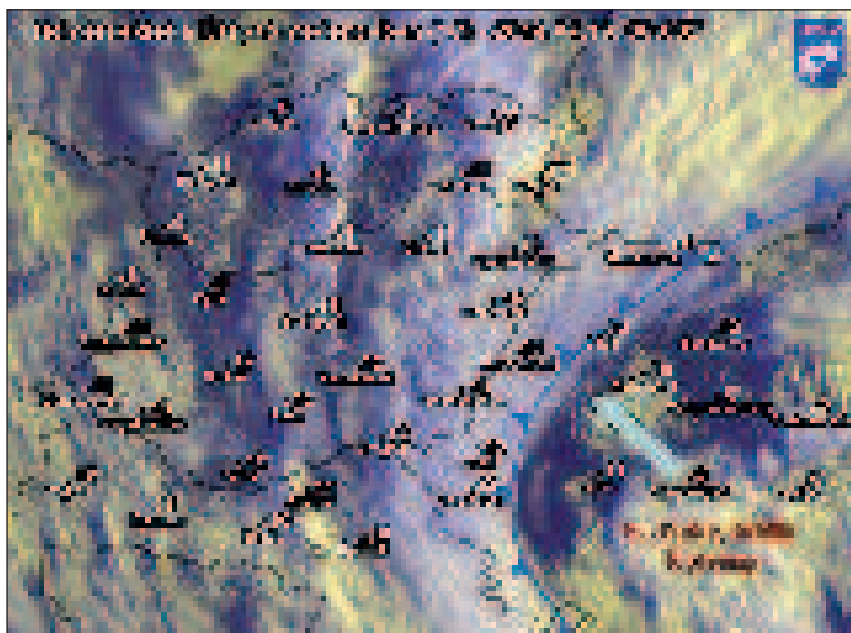
A hónap első napjaiban változékony, de enyhe időben volt részünk, a hazánkat olykor érintő ciklonok felhőzetéből több helyen fordult elő kisebb eső. Ugyanakkor lényeges változást okozott az, hogy március 6. és 15. között egy hatalmas kiterjedésű anticiklon helyezkedett el Európa térségében. Ez egyrészt csapadékmentes, többnyire enyhe időt biztosított, másrészt azonban ahogy a magasnyomás középpontja Nyugat-Európa fölé helyeződött át, alacsonyabb harmatpontú kontinentális levegő áramlott térségünkbe. Ennek eredményeként erősödött az éjszakai lehülés mértéke, 11-én hajnalban országsszerte fagypont alá süllyedt a hőmérséklet. A leghidegebbet – jellemző módon – a Nógrád megyei Zabaron mérték ($-8,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), ez egyben a hónap legalacsonyabb hőmérséklete is volt.

Nemzeti ünnepünkön egy markáns hidegfront vonult át hazánk felett, amely jobbra csak viharossá fokozódó széllel járt. A lehülés azonban olyannyira átmeneti volt, hogy már 17-én magasabb csúshőmérsékletet és napi középhőmérsékletet regisztráltak, mint a hidegfront előtt. Az átlaghoz képest mintegy 6-8 fokkal melegebb idő március 23-ig tartott ki. Ekkor egy nyugat felől érkező, hullámzó frontálzóna érte el a Kárpát-medencét, a front mögött hideg, óceáni eredetű levegővel. A frontálzóna déli szakaszán az Alpok áramlásmódosító hatására egy ciklonális hullám képződött, ami jelentősen lelassította a front áthelyeződését. Ez az időjárási helyzet fokozott felhőképződéssel, csapadék hullással szokott járni, így 23–24-én összességében országsszerte esett legalább 5–10 mm eső. Mindeközben a csúshőmérséklet alig haladta meg a 10 fokot, Sopronban jégdara hullott, sőt a

Közéghi-hegység magasabb részein havazás váltotta az esőt, az Írótt-kőnél 5 cm hótakaró alakult ki.

Március jelentősen, mintegy 3,5–5,5 fokkal melegebb volt, mint a sokévi átlag. A legalacsonyabb hőmérsékleti értékről korábban szó volt, míg a legmagasabb értéket ($23,4\text{ }^{\circ}\text{C}$) március 17-én Letenyén regisztrálták. Országosan 10–20 mm volt a havi csapadékösszeg, ami az átlagnak alig a fele, jelentős volt a csapadékhiány a Duna-Tisza közén, valamint a Kisalföldön.

Mindazonáltal továbbra is az átlagnál jóval melegebb volt az idő, sőt a 8-án érkezett hidegfront előtt a nyugati határ mentén 25 fokig emelkedett a levegő hőmérséklete. Ez megváltozott a hidegfront átvonulását követően: mintegy 8–10 fokkal hidegebb levegő árasztotta el a Kárpát-medencét. A front mögött nem alakult ki jelentős légnyomás-különbség, s így viharos szél is alig néhány helyen volt csupán. Ugyanakkor a tartóssá váló északias áramlásban a hideg levegő utánpótlása folyamatos volt, a hőmérséklet csúcsér-



Hidegfront érkezik délkelet felől, 2014. 04. 19.

Április

A hónap első napjai során gyakran volt több-kevesebb fátyolfelhő az égen. Azonban 4-én egy kiterjedt, masszív felhőtakaró húzódott fölénk, amely zömében fátyolfelhőkből állt, így bár csapadék nem volt, de a hőmérséklet emelkedését jelentősen visszafogta az északi megyékben. Ezek a felhők nagy mennyiségben tartalmaztak saharai eredetű port is – a tapasztalat azt mutatja, hogy az ilyen fátyolfelhők sokkal vastagabban és hosszabb élettartamúak, mint más fátyolfelhők. A levegőben lebegő saharai por okozta látásromlás több napon keresztül észlelhető volt kisebb-nagyobb mértékben.

téke 14-én egy nap erejéig, majd 18-tól haladta csak meg ismét a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -t. Az április 14-i újabb hidegfrontot a Dunántúlon már néhol 80 km/h fölötti széllel kísérték (Mosonmagyaróvár 85 , Kapuvár 83 km/h), a front vonala mentén több helyen zivatarok alakultak ki. E front átvonulása után északkeleten egy összeáramlási zónában zápor, hózápor, jégdarazápor egyaránt előfordult, Jósavfőn a csapadék hűtő hatása miatt átmenetileg 4 , Baskón pedig $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig csökkent a hőmérséklet. A halmazállapot-váltás oka, hogy a front mögött 1200 – 1400 m -es magasságban közel $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os levegő zúdult be az ország területe fölé. Így az alacsonyabban fekvő területeken sem érte el a csúshőmérséklet a 15 fokot.

Ezt követően lassanként melegedett a levegő, de maradt a változékonyság. Egy mediterrán ciklon alakult ki 16-án a Balkán-félsziget fölött, és napokig abban a térségben örvénylett, azonban 19-én a ciklon középpontja megközelítette az Alföldet. Az a hideg levegő, amely még 4–5 nappal ezelőtt jutott el a Földközi-tenger fölé, ez idő alatt megkerülte a ciklon középpontját, és így hazánk fölé már délkeleti irányból áramlott, több mint 180 fokos fordulatot téve (**1. ábra**). Természetesen ennyi idő alatt a hideg légtömeg átalakuláson ment keresztül, kevésbé volt már hideg, mint néhány nappal ezelőtt. Térségünkben az ilyen nagy fordulatot tevő hidegfrontok meglehetősen ritkák. Sokkal gyakoribb jelenség, hogy az északnyugat felől érkező hideg levegő dél felől megkerüli az Alpokat, és a Kárpát-medencébe délnyugati irányból (vagy egyszerre dél- és északnyugat felől) érkezik meg. Egy másik érdekes és fontos aspektusa a nem északnyugat felől érkező hidegfrontoknak, hogy ezek a frontok nem „orosan” érkeznek, azaz a talaj közelében nem siet előre a hideg levegő. Ez a konvektív, nyári félévben azért lényeges, mert így a front előresiető hideg levegője nem tud alávágni a meleg levegő utánpót-

ben területi átlagban is jelentős mennyiségű csapadék (20–40 mm) hullott. A dekád közepén egy dél felől érkező, gyengülő mediterrán ciklon egyrészt fokozta a csapadék-tevékenységet, másrészt a korábban Líbia térségében felkapott sivatagi por homályos eget és tartósan fennmaradó fátyolfelhőzetet eredményezett.

Április 1–3 fokkal volt melegebb az átlaghoz képest. A hónap legalacsonyabb hőmérsékletét az április 14-i hidegfront mögött, 15-én hajnalban Zabaron mérték ($-3,8\text{ }^{\circ}\text{C}$), a legmelegebb nappalt pedig a Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei Tiszaszalkán regisztrálták ($25,8\text{ }^{\circ}\text{C}$). A legnagyobb havi csapadék-összeget a Bács-Kiskun megyében fekvő Karapancsán (99 mm), míg a legkevesebbet a Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében található Pátyodon mérték (13 mm).

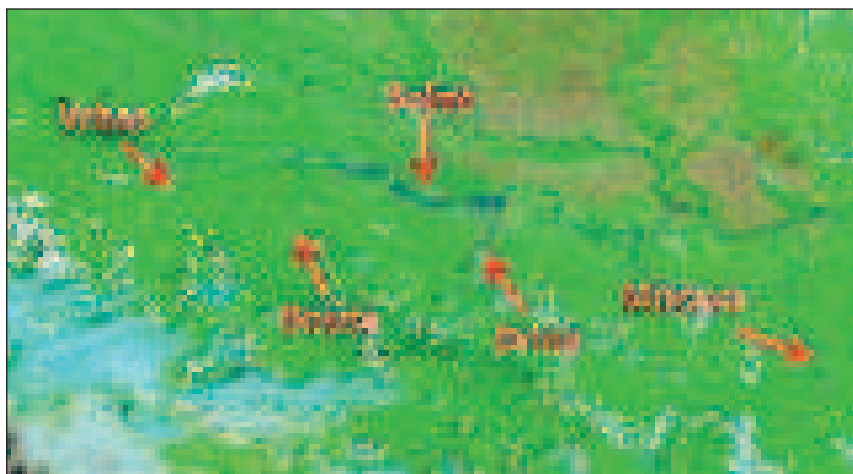
Május

A hónap első néhány napjában a zivatar-tevékenység egyre nagyobb területet érintett, rendszeresek voltak az intenzív zivatarok, felhőszakadások. A legtöbb csapadék 3-án a déli megyékben esett, ekkor

lassította a front mozgását, emellett erősítette a feláramlást és a csapadékképződést. Ezúttal az északi megyékben hullott területi átlagban is jelentős mennyiségű (20–50 mm) eső, de a Soproni-hegységben 50 mm-t meghaladó összegeket mértek. Ritka alkalom, hogy 17–18 fokos csúcshőmérséklet mellett hosszú órákon keresztül legyen zivatar – Sopronban viszont épp ez történt. Az osztrák oldalon, a Rába vízgyűjtőjén is rengeteg eső esett, ezért a folyó gyors áradásnak indult. Ugyanakkor az ország déli, délkeleti felében a hidegfront előtt 25, 27 fokig melegedett fel a levegő.

Pár nappal később – a hónap közepén – az Appennini-félsziget fölött egy mediterrán ciklon képződött. A légörvény a Balkán-félsziget fölött tovább erősödött, majd észak felé fordulva elérte a Kárpát-medencét. A ciklont Bosznia-Hercegovina és Szerbia területén hatalmas esőzések kísérték, nagy területen esett 100 mm-t meghaladó mennyiség, sőt egyes mérési pontokban 200–250 mm közötti összegeket is regisztráltak. Nem csoda tehát, hogy a Szávan és mellékfolyóin emberemlékezet óta nem látott mértékű árvizek alakultak ki, rendkívüli mértékű pusztítást hagyva maguk után. Az elöntött területek nagysága olyan mértékű volt, hogy még a meteorológiai műholdak felvételein is jól kivehetőek voltak a víz alatt álló részek (**2. ábra**). Ugyancsak sok eső esett hazánkban: három nap alatt országos átlagban 25 mm hullott, a legtöbb csapadékot Pécs-Árpádtetőn mérték (92 mm), de Pogányból 78, Kübekházaról 76, Szegedről 71, Bataapátiból pedig 68 mm-t jelentettek. Nemcsak a csapadék mennyisége volt kiugró, hanem a szél ereje is. Az országban kialakult közel 20 hPa légnyomás-különbség nagy része a Dunántúlon realizálódott, így ott nagy területen fújt viharos szél, sőt a Balaton tágabb térségében orkánerejű széllekecsék is előfordultak (Kab-hegy 148, Balatonöszöd 127, Balatonmáriafürdő 122, Fonyód 116, Zalaegerszeg 110 km/h). A szél pusztítását annak tartóssága is fokozta, hiszen hosszú órákon keresztül tombolt ilyen erővel. A Balaton déli partján egy métert is meghaladó hullámok alakultak ki, így a tó vize sok területet elöntött. Emellett a sorozatos fákidőlések miatt megbénult a déli part vasúti forgalma is.

Érdeemes pár szót ejteni az időjárás-eseményt kiváltó meteorológiai tényezőkről. A ciklon elsődleges kiváltó oka a Földközi-tenger medencéjébe beáramló hideg levegő volt. A hideg levegő magas nedvességtartalmú nyhe levegővel került kölcsönhatásba, miközben a magasban 70 m/s-t (250 km/h) meghaladó szelek fújtak. Ez utóbbi érték a Földközi-tenger térségében ritka, ha előfordul, akkor is inkább télen szokott. E három, egymástól részben



A Száva és mellékfolyóinak áradása a NASA Terra műholdjának felvételén, 2014. 05. 19.

lásának; nem csökkenti a zivatar kialakulási kockázatát. Így április 19-én kora délután az Észak-Alföldön könnyedén kialakulhatott egy intenzív zivatarlánc.

A hónap utolsó dekádjában Európa felett gyenge volt a légnyomási gradiens, gyenge ciklonális mező alakította az időjárást, ez kedvező feltételeket teremtett helyi záporok, zivatarok kialakulásához. A dekád minden napján előfordult az ország területén konvektív csapadék, az egyre nagyobb légköri nedvességtartalom pedig lokálisan felhőszakadásokkal járt. Ebben az időszakban az Észak-Dunántúlon és a Balaton környékén alig volt eső, míg a déli, délnyugati határ mentén, valamint az Északi-középhegység-

egy érkező hidegfront hullámot vetett a Kárpát-medence déli része fölé. A labilis állapotú, nagy nedvességtartalmú levegő amúgy is kedvező feltételeket teremtett a zivatarokhoz, azonban a tartósan egy helyben álló frontális összeáramlás mentén a zivatarok folyamatosan újraképződtek. Az eredmény Baranya, Bács-Kiskun és Csongrád megyékben több helyen 40–50 mm csapadék, sőt Felsőszentivánról 59, Kémesről 70, Sellyéről 75, Páprádról pedig 99 mm-t jelentettek.

A hónap második dekádjá még ehhez képest is jóval változatosabban alakult. Egy ciklon hidegfrontja érte el május 11-én hazánk térségét. Az Alpok vonulata le-

független tényező együttes fellépése következtében válhatott a ciklon ilyen erőteljessé mind a szelet és mind a csapadéktevékenységet tekintve.

Az észak felé távozó ciklon utolsó dobásaként május 17-én a Körösök mentén és a Börzsönyben nagy területet érintő felhőszakadások alakultak ki. Előbbi területen 15–40, míg a Börzsönyben fekvő Királyréten 84 mm eső esett. A felhőszakadás inkább a hegység déli lejtőit érintette: a Nagy-Hideg-hegyi mérőállomás 60 mm-t jelzett, míg az Ipoly mentén fekvő Tésán „már csak” 34 mm hullott. A lezúduló víz megrongálta a kiránduló útvonalakat, de még az aszfaltozott hegyi utakon is komoly károk keletkeztek. Erdészeti beszámolók alapján több helyen 10 négyzetméternél nagyobb darabokat mosott ki a hegyoldalból a lezúduló ár. Ilyen súlyos helyzet azért is alakulhatott ki, mert a korábbi időszakban rengeteg csapadék hullott, így a talaj felső rétegei már telítettek voltak, vagy ahhoz közel álltak.

Az utolsó dekád első felében száraz volt az idő, a hőmérséklet csúcsértéke egyre emelkedett, a hónap legmelegebb napja május 23. volt, 29–32 fok közötti csúcsértékkel. Ezt követően 28-ig ismét nedves és labilis levegő alakította az időjárását, de az időjárási frontok távol maradtak térségünkől. Ismét a helyi záporok, zivatarok játszották a főszerepet az időjárás alakításában. Csupán kisebb körzetekben esett, ám néhol több mint félhavi csapadékmennyiség zúdult le: Győr 32 mm (május 24), Szentkirályszabadja 37, Sarkad 32, Győrzámoly 31 mm (május 25), Békés 44 mm, Szentlélek 37 mm (május 27).

A hónap legmelegebb napján, május 23-án Körösszakállon 31,7 °C-ig emelkedett a hőmérséklet, míg május 5-én a Nagy-Hideg-hegyen -2,1 °C-ig süllyedt a hőmérő higanyszála. A legnagyobb havi csapadékösszeget Kiskunhalason (195 mm), míg a legkevesebbet a Tolna megyei Tamásiban regisztrálták (24 mm). Szinte országszerte több esett a havi átlagnál, sőt a Kisalföldön és a Dél-Alföldön helyenként az átlag kétháromszorosra hullott le.

Összefoglalásként azt mondhatjuk, hogy a csapadékot tekintve jól alakult a mérleg. Hiszen ahogy korábbi beszámolóinkban írtuk (145. évf. 5. sz.), a télen 40–60 mm-rel kevesebb csapadék hullott, s a talaj mélyebb rétegeiből mintegy 80–100 mm vízmennyiség hiányzott még. Ugyanakkor tavasz végére a talaj felső rétegeiben pótlódni tudott a vízhiány. Ez természetesen önmagában nem jelenti azt, hogy egy esetleges nyári szárazság ne okozhatna gondokat a mezőgazdaságban, viszont a korai érésű gyümölcsök-nél, terményeknél egyértelműen pozitív a mérleg. ☀

30 esztendeje hunyt el Hédervári Péter természet- tudományos szakíró

Hédervári Péter polgári család gyermekeként Budapesten, a Terézvárosban született 1931. április 29-én. A jövevényt szülei Hofmann Péterként anyakönyveztették. Édesapja, Hofmann Károly kereskedő volt, édesanyja, Willmann Edith a kor szokásai szerint háztartásbeliként gondoskodott a meghitt családi háttérről. Nevének Héderváriként való írásmódjával először 1948-ban találkozunk, de a névmagyarosítás csak őt érintette, szülei továbbra is az eredeti családnevet használták.



Hédervári Péter

Az elemi követően 1941 és 1944 között polgári iskolában tanult, amit 1945-ben magánvizsgával fejezett be. A családi hagyományokat folytatva fél évre kereskedelmi tanintézményben folytatta iskoláit, de ezt megszakítva 1946-ban a Kölcsény Ferenc Gimnázium tanulója lett, ahol 1950-ben sikeres érettségi vizsgát tett. Felsőfokú tanulmányait először az 1950–51-es tanévben kezdte meg az Eötvös Loránd Tudományegyetem matematika–fizika szakán. A diploma és a doktori cím megszerzése újbóli nekirugaszkodással sikerült. Az ELTE Természetudományi Karának földrajz szakán levelezőként 1964–1969 között okleveles középiskolai földrajz-

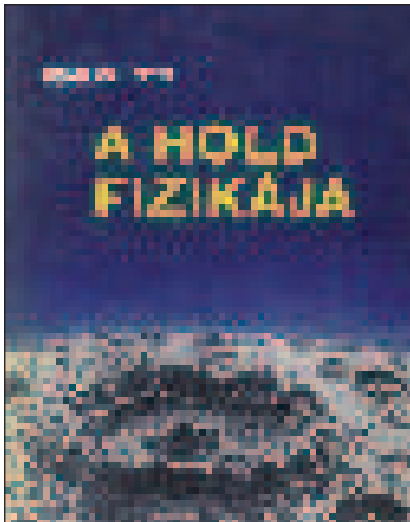
tanári képesítést szerzett. Ugyanitt 1970-ben a természettudományi doktor címet érte el. Az 1969-es keltezésű doktori értekezését – kutatási eredményeire alapozva – „Vizsgálatok az összehasonlító planetáris morfológia köréből” címmel írta.

Szakmai pályafutását 1950–51-ben a budapesti Városmérési Iroda városmérési részlegének munkatársaként mint figuráns, azaz mérnöki segéd kezdte. 1951-től 1963-ig a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézetében dolgozott technikusként. 1963–68 között a Gamma Geofizikai Műszergyárban lett könyvtáros, műszaki dokumentóri minőségben tevékenykedett, illetve a szakönyvtárat vezette.

Az újságírással már igen fiatalon eljegyvezte magát. Eleinte verseket, novellákat írt, de családtagjainak, barátainak, kollégáinak, vagy csak saját szórakoztatására később is számtalan írásműve született. A hivatalos kezdetet a Pajtás című gyermekmagazin jelentette 1956-ban. Az 1986-os posztumusz megjelent íráskönyv több száz tudománypopularizáló újságcikkre, kétfüzetes ismeretterjesztő könyvre látott napvilágot, elsősorban földtudományok és a csillagászat, valamint többek között az űrkutatás, a meteorológia és az őslénytan területén. Tudományos szakírói pályafutása során szinte minden jelentős magyar újságnak és folyóiratnak dolgozott, kötetit a legjelentősebb hazai kiadók gondozták. Az 1968–1972-es időszakban az ország vezető tudományos népszerűsítő lapjának, az Élet és Tudománynak volt belső munkatársa, geofizikai–csillagászati rovatvezetője, 1972-től szerződéses szaktanácsadója és rendszeres szerzője. Ekkortól szabadúszó szellemi szabadfoglalkozásúként kizárólag irodalmi munkásságából tartotta fenn egzisztenciáját. A Természet Világába (ekkor Természet és Társadalom néven) 1956-ban jelentette meg első cikkét. 1957-ben az akkor (ismét) Természetudományi Közölny néven megjelenő folyóiratunkban publikált. Majd a már Természet Világaként megjelenő lapban, halála évéig, 1984-ig közel háromtucat tanulmányt közölt. Két művével szépiro-

dalmi babérokat is szerzett: az 1973-as „Az óceán foglyai” egy kutatóhajó kalandos történetét, az 1975-ös „A jávai tekercsek” egy indonéz legendát beszélt el.

Önálló tudományos munkássága is figyelemreméltó, mely elsősorban a földi és planetáris vulkánosság vizsgálatára, a földrengések földrajzi és időbeli eloszlásának a tanulmányozására, valamint a Csendes-óceán tektonikai és szeizmológiai kutatásá-



Első csillagászati kötetének, **A hold fizikájának borítója**

ra irányult. Annak ellenére, hogy hivatásos kutatóként soha nem volt állásban, és nem szerzett akadémiai fokozatot, rendszeresen publikált a különböző hazai, földtudományokkal foglalkozó szakfolyóiratokban, és tekintélye volt a nemzetközi tudományos életben is. Szakcikkei Magyarországon kívül az akkori Csehszlovákiában, az Egyesült Királyságban, Görögországban, Írországban, (mindkét) Németországban, Olaszországban, az egykori Szovjetunióban, az Egyesült Államokban, a Fülöp-szigeteken, Indiában, Indonéziában és Japánban láttak napvilágot.

Hédervárt az 1970-es évek közepétől folyamatosan foglalkoztatta egy állandó telepítésű észlelőbázis kialakítása, így 1977-ben felmerült benne egy önálló magán-csillagvizsgáló létesítése. Eredetileg megfelelő helyszíneként egy kertes ház udvarában gondolkodott, és ki is szemelt egy Szépvölgyi úti ingatlant. Végül úgy döntött, hogy a csillagda épületét az Árpád fejedelem útja 40–41. számú társasházának udvarán húzzák fel. A felesége után Georgiana (ejtsd dzsordziána) Observatóriumnak keresztelt csillagvizsgáló 1978 nyarára készült el. Anyaga téglá, alakja henger, átmérője 3 m, és körülbelül ugyanekkora magasságú. A teljesen körbeforgatható kupola acélból és alumíniumból készült, a fémrétegek között vastag hőszigetelő réteggel. A tetőrész tömege mintegy 600 kg-os, 12 görgön nyugszik, a sínen kézi erővel forgatható. A csillagda a villanyvilágítás mellett akkumulátor használatával is kaphatót áramot. A csillagdához tartozott egy úgynevezett felső megfigyelőhely is, amely voltaképpen Hédervári lakásának Dunára néző IV. emeleti terasza volt. A Georgiana Observatórium műszerezettség az akkori átlagos hazai viszonyokat és lehetőségeket messze túlszárnyalta. A csillagda főműszere egy Coulter-optikájú 317/4762-es Cassegrain-távcső volt, amelyet még egy tucatnyi komoly műszer egészített ki. Észlelési eredményeiről angol nyelvű riportokban, csillagdájának a „Communications of the Georgiana Observatory” elnevezésű kiadványában számolt be. Érdemes megemlíteni, hogy földtani–vulkanológiai témakörben is megjelentetett önálló periodikus közleményeket. Mindezeket rendszeresen eljuttatta külföldi tudományos intézményeknek és szervezeteknek.

A világ legtekintélyesebb csillagászati egyesülete, a Királyi Csillagászati Társaság (Royal Astronomical Society) 1963–1975 közötti tagsága mellett több tudományos egyesületben is komoly szerepet játszott. A Nemzetközi Holdszövetséget (International Lunar Society) 1956-ban az angol Hugh Percy Wilkins és a spanyol Antonio Paluzie Borell alapította, bewleyheath-i és

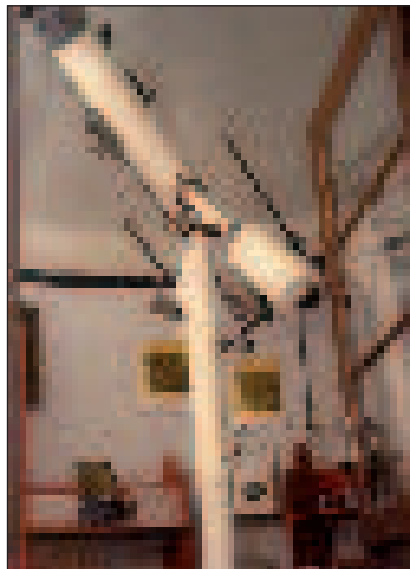


Szilveszteri karikatúrája 1968 előestéjén

barcelonai központtal. Hédervári az 1960-as évek elején kapcsolódott be a szervezet munkájába. Az International Lunar Society és a Journal of the International Lunar Society folyóiratokat kiadó, a holdkutatás klasszikus korszakában jelentős súlyú szövetségnek — többek között Patrick Moore-ral, a neves angol csillagászati ismeretterjesztővel — 1964-től alelnöke, majd 1969-től elnöke lett. A társaság az 1970-es években szűnt meg. Ő vezette a Nemzetközi Holdszövetség 1964-ben létrejött, egy esztendő múltán már hétfős magyar csoportjának munkáját is. Alelnöke volt az UNESCO fennhatósága alatt működött, az 1960-astól az 1980-as évekig aktív Nemzetközi Planetológiai Társaságnak (International Association of Planetology).

1984. június 27-én Hédervári Péter életének 54. esztendejében Budapesten váratlanul elhunyt. Július 5-én a Kozma utcai temetőben helyezték örök nyugalomra.

REZSABEK NÁNDOR



152-1524L jaegers optika,100-2000L,2x72-500L MOM optika

tional Lunar Society) 1956-ban az angol Hugh Percy Wilkins és a spanyol Antonio Paluzie Borell alapította, bewleyheath-i és

A szerző témában írt fontosabb tanulmányai:

- Rezsabek Nándor: Az ismeretlen (?) Hédervári Péter. In: Meteor. 2004. dec. pp. 3–5.
- Rezsabek Nándor–Sragner Márta: Az ismeretlen (?) Hédervári Péter. Vulkanoktól a csillagok világáig. Budapest, 2008. Aura Kiadó. 126 p.
- Rezsabek Nándor: Megjelent a Hédervári Péter-émlékkönyv. In: Draco. 2009. jan–márc. p. 5.
- Keszthelyi Sándor–Rezsabek Nándor: Emléktábla került Hédervári Péter lakóházára. In: Meteor. 2009. okt. pp. 56–58.
- Rezsabek Nándor: Hédervári Péter földtudományi munkássága. Beszélgetés Papp Zoltánnal, a Széchenyi István Egyetem docensével. In: Természet Világa. 2010. máj. pp. 234–235.

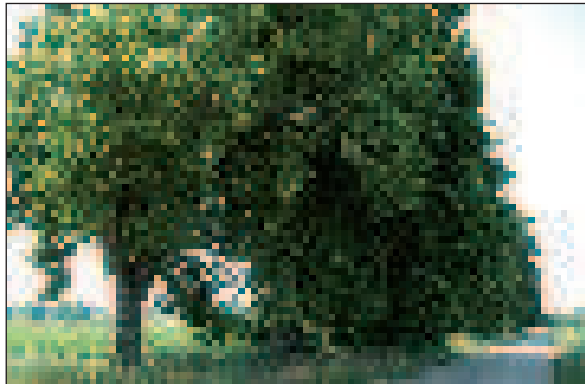
Utak fasorral

SZILI ISTVÁN

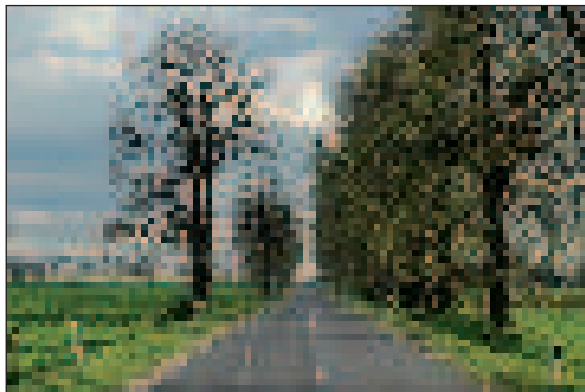
*A fasorokban kiirtják a fákat,
nehogy fejünkre dőljenek...*
(Faludy György: A fák)

Az út menti fasorok létezése alighanem egyidős az utakéval. Minthogy mind-egyikük öregszik, időnként javításra, felújításra, pótlásra szorulnak. Az aztán már sok mindentől függ, hogy melyikük előbb vagy jobban. A sokat utazók világszerte azt tapasztalhatják, hogy az útfelújításoknál rendszerint az utak élvezik az elsőbbséget, és azt is, hogy a munkálatok leggyakoribb áldozata az idős fasorok. Nálunk az úthálózat bizonyos szakaszai még a bronzkortól, vagy az ókorból datálódhatnak. Olyan fasor azonban, amelyik 3–4000 éven át fennmaradt volna, a világon sincs. Sőt, nálunk még sokkal, de sokkal fiatalabb sincs. Mert hát erre félt olyan fák sincsenek, amelyek évezredekig élnek. Vagy, ha mégis, azokból senki sem ültetett fasorokat az utak mellé. Így be kell érniük a százévesekkel, még ha némelyikük hovatovább már kétszáz éves is meglehet.

Be kell látnunk, hogy egyre nehezebb dolguk van a fasoroknak. A motorizáció, a felgyorsult közlekedés az út mellett sorakozó fákat világszerte „útonállónak” tekinti, és ahányszor csak okot talál rá, a szó szoros értelmében letarolja őket. Pedig a közlekedési balesetekért a fák csak ritkán okolhatók. Az élményt viszont, amit az évszázak változásával nyújtanak, sokan ismerik, és emlékezetesnek tartják. Ki ne érezné fenségesnek az alscsúti platánsort, a Szigliget közeli „liliomfűs” jegenyesort (ez inkább már csak filmbéli emlék), a nagyeceni hársakat, melyek között a Széchenyiek lovagoltak, a recski Parádi-út és a Keszthelyről Fenékpusztára kivezető út vadgesztenyéit? Vannak rejtőzködő, csak kevesek által ismert fasorok is, mint a Somogy-megyei Bárdudvarnok védett, és a bakonyi Alsópere védtelen, de biztonságban lévő vadgesztenyéi.



A lovasberényi hársfasor dacol az idővel: jó száz éve a Cziráky grófok ültették



Nem csak az út romlik, a berényi gesztenyesor is egyre foghíjasabb



A 811-es út vadgesztenyéi jó 30 évvel ezelőtt
(A szerző felvételei)

Mi most egy ugyancsak kevésbé híres és nem védett vadgesztenyesorra tekintünk: a Székesfehérvár-Bicske közötti 811-es út lovasberényi, nagyjából egy kilométernyi szakaszára.

Lovasberényben a Cziráky grófok voltak az út menti fasorok telepítésének kezdeményezői. Nem tudni, ez irányú törekvésekben mennyire befolyásolta őket a szomszédság: a kertészkedő alscsúti főhercegek által kialakított környezet. Hatástalan aligha lehetett, ezt igazolták a birtokaikat átszelő üzemi utak, illetve az országutak mellé telepített fasorok. Ilyen volt az Almási út kilométerhosszú kettős almafasora, az Acsai út eperfasora, a Verebi út akácfasora, (sőt a Rovákja-patak folyását szegélyező jegenyefasor is), amíg a hatvanas évek eleji térsztagosítás és útszelésítés le nem tarolta valamenynyit. Már csak az erdőbe kivezető „gróf-út” hársfasora és a 811-es út mindkét oldali, közel százéves vadgesztenyéi dacolnak az idővel, és bizony mindegyik veszésre áll. Úgy tűnik, senkinek sem érdeke a felújítás: mintha a csendes elhalálózás utolsó óráit várnák azok, akiknek az utak mentén jogosultságuk és teendőik lennének. A fagombák, az aknázó molyok, a szélviharok (no meg a szándékos tarlótüzek) tudják ezt és teszik is a dolgukat. Egyszóval: már a fűrész és fejsze előtt kimondatott az ítélet. És az emberek? Az emberek, mint mindenben, e kérdésben is megosztottak. Vannak, akiknek így jó, mert „ez a biztonságos”. És vannak még olyanok is, akik örömmel üdvözölnék az árnyékot adó, szél- és hófogó fákat, a táj újra kiszöldülő ősrégi elemeit, amelyek között az egy kicsit lassabb autózás bizonyára biztonságosabb, ám egyúttal gyönyörködtetőbb lehetne. Vagy talán bele kell törődnünk, hogy a klímaváltozás úgy is előbb-utóbb elsöpri a fákat, és immár nem csak az utak mellől?

Orvosszemmel

ÚJ TUDOMÁNYOS MÓDSZER AZ ÚJ BOR AROMÁJÁNAK MEGŐRZÉSÉRE



A borkedvelők körében az új bor kóstolása mindig kíváncsian várt program. Az új borok aromája, zamata igen sok tényezőtől függ, ezért a szakértők számára is izgalmas, változó minőséget ígér. A friss, gyümölcsös és virágokra emlékeztető ízek tárolás közben az oxidációs folyamatok miatt jelentősen átalakulnak, arányaik változnak. Ez a szakértők tapasztalata szerint elsősorban a fehér- és a rozé borokra vonatkozik az oxidatív folyamatok következtében. Ráadásul a fiatal borok színe is változik, narancsszínű vagy barnás árnyalatra emlékeztető tónussal, különféle polimerek kialakulása miatt. A kedvelt aromák elvesztése mellett a folyamat öreg borokra emlékeztető, kellemetlen ízek megjelenését eredményezheti.

Spanyolországban az Insitute of Food Science Research (CIAL-CSIC) és a School of Agricultural Engineers of Universidad Politécnica de Madrid (UPM) szakértői azon dolgoztak, hogy ezeket a hátrányokat az eddigi – a borfogyasztók egy részénél kellemetlen mellékhatásokat kiváltó – szulfitok adásából álló eljárások helyett valamilyen új módszerrel kiküszöbölhessék. A zamatvesztés folyamatát antioxidáns-kezeléssel késleltetik: az új, ökológiai adalék inaktív élesztő, mely glutationban gazdag, viszont fermentatív tulajdonságai nincsenek. Ezt az érdekes, természetes adalékot a borászok többsége lelkesen fogadta.

A módszer kidolgozóit Navarrában gondosan tervezett vizsgálatot is végeztek. A Gamacha rozé bort kezelték az új technikával, a kontrollt pedig az eddig alkalmazott

módszerrel. Legnehezebb feladat az eredményt megítélő 12 szakértő kiválasztása és előkészítése volt. Speciális tréning után érzékszervi próbákat végeztek: az 1., 2., 3. és 9. hónapban a kétféle bort a 12 sommelier a savasság és a legjellemzőbb zamat (szamóca, őszibarack, banán, virág, esetleg élesztő) szerint osztályozta.

A tanulmány eredménye az volt, hogy a sok glutationt tartalmazó, inaktív élesztő jó lehetőségnek tűnik az új borok tárolása során a bor aromájának megtartására. Ez azt jelenti, hogy a borok szulfítkezelése a jövőben elkerülhető.

GYAKORIBB KÁVÉZÁS – RITKÁBB CUKORBETEGSÉG

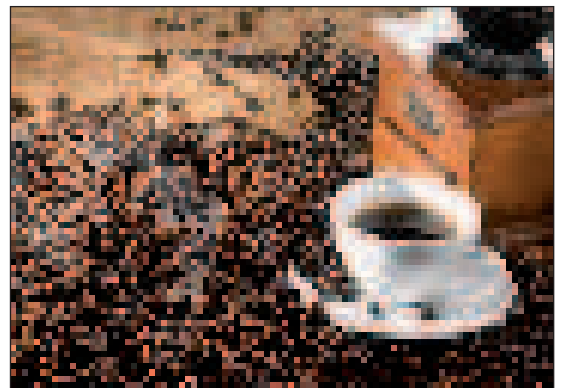
Az utóbbi évek számos vizsgálata mutatta, hogy a rendszeres kávézás vagy teázás csökkenti a 2-típusú cukorbetegség kialakulásának kockázatát. Egy amerikai munkacsoport *Frank Hu* és *Shilpa Bhupathiraju* vezetésével arra volt kíváncsi, hogy napi átlag másfél adaggal (az amerikai kávéivási szokások szerint kb. 360 ml-rel) több kávé elfogyasztása milyen mértékben befolyásolja a kávé kedvező preventív hatását.

Három nagy amerikai tanulmány résztvevőit vizsgálták a kutatók, így igen sok egészséges emberben figyelhették meg a cukorbetegség esetleges kialakulását. A Nurses Health Study (NHS) 1986–2006 között követte az egészségügyben dolgozó 30–55 éves nők sorsát, az NHS II. tanulmányban fiatalabb, 25–42 éves ápolónők egészségének alakulását figyelték meg 1991–2007 között. A Health Professionals Follow-up Study (HPFS) pedig az egészségügyben tevékenykedő férfiak: fogorvosok, gyógyszerészek, állatorvosok egészségi állapotát monitorozta. Valamennyi, a vizsgálatba bevont résztvevőtől azt kérték, hogy négy éven keresztül pontosan rögzítse étkezését, kávé- és tea-fogyasztását, illet-

ve jelezze, ha cukorbeteg lett. A résztvevők egy része vállalta, hogy az elkövetkezendő 4 évben rendszeresen több vagy kevesebb teát, illetve kávé fogyaszt, és természetesen ezt is regisztrálták.

A végleges értékelést az NHS 48 864, az NHS II 47 510 és a HPFS 27 759 résztvevőjének adataiból végezték. Az évek során észlelt diabetes esetek (7269) alapján azok körében, akik négy esztendőn keresztül naponta átlagosan 1,69 pohárral több kávé fogyasztottak, a 2-típusú cukorbetegség gyakorisága 11%-kal csökkent. Azok körében, akik átlagosan napi két csészénél kevesebb kávé fogyasztottak, a cukorbetegség 17%-kal gyakrabban fordult elő. A teavás mennyiségi változtatása a 2-típusú cukorbetegség kialakulásának esélyét nem befolyásolta. Azok, akik már a vizsgálat kezdetekor is rendszeresen sok kávé ittak és ehhez a szokásukhoz folyamatosan ragaszkodtak, 36%-kal ritkábban lettek cukorbetegek, mint azok, akik legfeljebb napi egy csésze kávé ittak.

A tudományos dolgozatot a *Diabetologia* áprilisi száma közölte. A kutatók összefoglalásában az szerepel, hogy ebben a három vizsgálatban a nagymennyiségű kávéfogyasztás a következő négy évben jelentősen csökkenti a 2-típusú cukorbetegség



gyakoriságát (a teavásnak nem volt ilyen hatása). A kávéivás mennyiségének csökkentése viszont növeli a diabetes esélyét. A megfigyelés csak a koffeint tartalmazó kávé esetében igaz, a koffeinmentes kávénak nincs ilyen védő hatása. A négy évig tartó nagyobb kávéfogyasztás védő hatása nem függ a kezdeti kávéfogyasztás mértékétől, sem egyéb, a magasabb kávéfogyasztás mellett feljegyzett étkezési szokásoktól.

Forrás: *Webovos*



(2014. január 31.)

DRÓNPILOTÁK

Ahhoz képest, hogy háborús övezetben járunk, a csend nyugtalanító. A csatamező sötét és hideg, a számítógépes konzolon csak villogó LED-ek világítanak, és egy halvány fény a képernyőkről, melyek a sivatag felülneveti képét mutatják. Mind egyik konzol előtt két amerikai katona ül, halkán beszélnek a fejhallgatójuk mikrofonjába és távirányítással kezelik egy-egy repülőgép műszereit. Odakinn egy ember nélküli Predator vagy Reaper gép – közismert nevén drón – pásztazza az új-mexikói eget. Mindez most csak szimuláció, ám hamarosan igazi drónok fognak repülni a Holloman Légibázis és hasonló támaszpontok fölött. Négy hónap múltán több mint 500 pilóta és szenzorkezelő fejezi be itt a kiképzést és szélednek szét a legkülönbözőbb bázisokra. 6100 méteres magasságból gyűjtenek információkat, pl. az ellenség által elhelyezett robbanószerkezetekről, figyelik, amint a bajtársaik kilövik őket, vagy éppen Hellfire rakétákat lönek ki a parancsnokaik és politikusok által terroristának vélt személyekre. A nap végén beülnek a kocsijukba, hazamennek és játszanak a gyerekeikkel.

Komoly stresszel járó munka ez, hiszen látják, hogy emberek életét oldják ki, látják a csatátér borzalmait, anélkül, hogy ott lennének a közelben. A drónok és pilótáik lassan egyenrangúvá álnak azokkal, akik valódi harci gépekkel repülnek, legalábbis katonai értelemben. Tavaly fordult elő először, hogy az amerikai légierő több drónpilótát képzett ki, mint valót, elsősorban az afganisztáni és iraki bevetésekre, de használnak már drónokat jemeni és pakisztáni célpontok ellen is. 2012-ben Obama elnök 5 milliárd dollárt különített el a védelmi költségvetésből az ellentmondásosnak ítélt drónprogramra.

Maguk a pilóták egyébként ki nem állhatják a drón szót. Azt a benyomást kelti, mintha robotok szórják a bombákat válogatás nélkül. Egyetlen misszióban katonák százai vesznek részt – ha nem is a harc színterén – és a fegyverek bevetését parancsok láncolata előzi meg. A lehető legrosszabb, hogy ezeket ember nélküli járműveknek nevezik, mondja az egyik oktató. Azt is utálják, ha az emberek afféle videojátéknak képzelik az irányításukat. A pilóták számára szürreális érzés, hogy miközben valahol Afganisztán „fölközt” vannak, a valóságban a nevadai sivatagba lépnek ki. Bevetéskor ugyanazt az

adrenalinlöketet érzik, mint az igazi pilóták és amint a pszichológiai vizsgálatokból kiderült, a drónpilótáknál is éppúgy felléphet poszttraumás stressz szindróma, mint az igaziaknál. A kamerákon keresztül nagyon is tisztán látják, mi történik a valóságban, testük és agyuk éppúgy reagál, mintha a harcmezőn lennének. Mi több, a drónpilóták a következményeket, a vérontást is hosszan látják, míg mondjuk egy F-15-ös gépről indított célkövető rakétáról a valódi pilóta majdhogynem nem is látja a célt. A drónpilóták céljai gyakran emberek. Az illetékes politikusok és katonai vezetők nem hozzák nyilvánosságra, hogy a távirányítású gépekkel hány embert öltek meg. És itt nem arról van szó, hogy a drónpilóták mondjuk önvédelemből ölnek, hanem szabályosan vadásznak a kijelölt személyekre, akár napokon át is, úgy, hogy ők maguk teljes biztonságban vannak. Elő embereket látnak, még hozzá egészen közelről a képernyőjükön és másként érzékelnek, ha azt látják, hogy valaki éppen aknát telepít, vagy az ebédőlszatalánál ül, ám itt nincs sok idő az érzelmekre.

Egyelőre nincsenek kiterjedt klinikai vizsgálatok arra nézve, hogyan élik meg a munkájukkal járó feszültségeket a drónpilóták, az eddigiek szerint azonban magas stresszterhelésről számoltak be. Poszttraumás szindrómát 3–5 százalékánál tapasztaltak, szemben az Afganisztánban és Irakban harcolók 20 százalékával. Az amerikai hadsereg azonban nagyon komolyan veszi a kiválogatást. Olyan embereket toboroznak ezekre a feladatokra, akik érzelmileg stabilak és jól kommunikálnak. Gyakorlatilag ugyanolyan követelményeknek kell megfelelniük, mint az igazi pilótáknak (kivéve az erős g-terhelés elviselését).

Mindeközben tudni érdemes, hogy a drónok nem csupán csapásmérő eszközök, hanem a legkiválóbb felderítők is. Az orruk alatt egy üveggömb van, melybe kamerákat szereltek be. Ezek több kilométerről egy autó rendszámabláját is könnyen leolvashatóvá teszik, infravörös kamerákkal pedig sötétben is működtethetők. A drónok már eddig olyan tömegtelen mennyiségű információt gyűjtöttek, hogy jó részüket még fel sem tudták dolgozni. A drónpilóták számára is éppen az jeleníti a legnagyobb stresszt, hogy akció közben rengeteg információt kell értékelniük és még a legképzettebbek is hibázhatnak. Így fordulhat elő, hogy időnként ártatlan civileket is elpusztítanak. A másik gond a monotonitás. A drónpilóták akár napokig is pásztázzhatják a célterületeket úgy, hogy ott az égvilágon semmi sem történik, aztán ha mégis, hirtelen kell döntenieük. A drónok következő generációja valószínűleg már önmagát fogja vezérelni, irányítja-

ni, és az ember csak a végső döntést hozza meg arról, hogy a gép mérjen-e csapást a célra vagy sem.



(2014. március 31.)

A PANAMAI FÖLDHÍD

Cornelia Class és Esteban Gazel, a Lamont-Doherty Observatórium kutatói működés közben tanulmányozzák a Föld egyik legrejtélyesebb erőjét, a galápagosi köpenyfeláramlást. Ez a forró anyag vulkánok sorozatát hozta létre szigetek formájában éppúgy, mint a tengeralfelzaton. A földköpenyből eredő anyagfeláramlás hasonló ahhoz, amit Hawaiiánál vagy a Yellowstone-nál láthatunk. A feltevések szerint ez a lávakiáramlás 100 millió éve kezdődött a karibi térség alatt, de időközben, a litoszférelamezek vándorlása miatt délre, illetve nyugatra helyeződött át a Csendes-óceáni térségbe és jelenleg a Galápagos-szigetek alatt, mintegy 900 kilométerrel odébb aktív. Gazel és Class azt próbálják kideríteni, milyen szerepet játszhatott ez a tevékenység a közép-amerikai szárazföldi híd létrehozásában. Az ilyen kőzetek többnyire a tengeralfelzaton vannak, itt azonban zömmel a szárazföldön, úgyhogy betekintést engednek a Föld mélyén játszódó folyamatokba.

A köpenyfeláramlás nyomán létrejött kőzeteket a két kutató 2012-ben kezdte vizsgálni a panamai Azuero-félszigeten, mely a Csendes-óceánba nyúlik be. Gazel, aki a szomszédos Costa Ricában nőtt fel, e régiót kutatja, a német Class pedig a földköpeny geokémiáját tanulmányozza. A csekély népességű félsziget nyugati részén nem könnyíti meg a terep a geológus dolgát. A vörös talajjal és buja növényzettel borított meredek domboldalakon nagyon kevés a sziklakibúvás, kőzetmintához jutni jórészt csak a tenger felől lehet, az erózió marta parti szikláknál. A két kutató motorcsónakról, úszva szerezte be a magáét. A kőzetek Panamának ezen a részén elég bonyolult keveréket alkotnak, viszont magukban rejtik a földhíd történetét. Az erősen mállott külsejű mintáiról ránézésre meg sem lehet mondani, hogy micsoda, csak miután kalapáccsal feltörik: ez pikrit, egy magmás kőzettípus, mely akkor kristályosodik ki, amikor a köpenyből a magma felfelé nyomul. Általában a tengeralfelzaton képződik és csillogó sárgászöld olivinkristályokat tartalmaz, mely jellemzően a köpenyből származik és na-

gyon ritka a felszín közelében képződött kőzetekben.

A geológusok szerint a galápagosi forró folt nagyjából 100 millió éve vált aktívvá, csak akkor még a mostani Közép-Amerika térségében, és valószínűleg már akkor közreműködött egy a két kontinentet összekötő korábbi földhíd kialakításában. A földhíd lehetővé tette, hogy a korabeli állatok és növények vándorolhassanak a két kontinens között. Ezt számos ősmaradvány is bizonyítja. A földhíd azonban valamikor a 65–50 millió év közötti időszakban felbomlott a folytonos szerkezeti mozgások következtében. A köpenycsóva, illetve a forró folt ezt követően nyugat felé vándorolt, a föllette levő Pacifikus-lemez pedig keletre, és a vulkánoosság nyomán elhúzódó szigetlánc, illetve víz alatti vulkáni vonulatok keletkeztek. Ahogy a Pacifikus-lemez kelet felé vándorolt, magával vitte a vulkánmaradványokat a karibi térségbe. E maradványok egy része ma is megvan a panamai földszorosban.

A ma is létező földszoros képződése jóval később, nagyjából 15 millió évvel ezelőtt kezdődött meg, akkoriban természetesen még csak szigetekként. Nagyjából 8 millió éve a kelet felé mozgó vulkáni fennsíkok a felszínre emelkedtek és nekiköztek a náluk sokkal fiatalabb vulkáni szigeteknek. A „hivatalos” geológusi vélemények szerint a földhíd 3,5 millió éve állt össze, vagyis akkoriban záródott össze a szigetlánc, Gazel szerint azonban mindez néhány millió évvel korábban megtörtént. Valójában a földhíd kialakulásával kezdődhetett meg a fajok igazi vándorlása Észak- és Dél-Amerika között. Délről érkeztek többek között a mai észak-amerikai armadillók, opossumok és néhány nagytermetű, röpképtelen madár ősei, északról pedig szarvas, masztodon, teve, mosómedve és mindenféle rágszáló. Különös (és ismeretlen) okból az északról délre történő invázió jóval sikeresebb volt, mint az ellenkező irányban.

Miközben két kontinens egyesült, két óceán elkülönült egymástól. Megváltoztak a tengeráramlások; korábban az Atlantióceán a Csendes-óceán felé tartottak, most viszont a földhíd blokkolta a víz útját. Ekkoriban indult be a Golf-áramlás. Több tengeri faj egészen más evolúciós pályára állt a sekélyebb és melegebb karibi oldalon, mint a mélyebb és hidegebb Csendes-óceáni oldalon. Valószínűleg már akkoriban felléphetett az El Niño jelenség.

A földhidak, még az ideiglenesek is, rendkívül nagy szerepet játszottak bolygónk éghajlatában, a biodiverzitás alakulásában, sőt az emberi történelemben is. Ilyen volt a Beringia földszoros Alaszka és Szibéria között, melyen valószínűleg az első amerikaiak is átkeltek Euráziá-

ból, a Sri Lanka és India között hajdan létezett földhíd, vagy akár az az ideiglenes szárazföld, amely Ausztráliát Ázsiához, vagy a Brit-szigeteket Európa törzséhez kapcsolta.



(2014. április)

A NAGY ZABÁLÁS

Adrian Glover, a Londoni Természettudományi Múzeum zoológusa elpusztult, majd a tengerfenékre süllyedt bálnák további sorsát kutatja – pusztulásuk ugyanis nem a vége, hanem épp ellenkezőleg, a kezdete egy csodálatos történetnek az életről. A mélybe süllyedt gigantikus tengeri óriások ugyanis magukhoz vonzzák a dögevőket. Sok ezren vannak, s mégis néha akár évtizedekre is szükségük van, míg egy tetemet eltakarítanak.

Ilyen tenger alatti „sírásokat” szeretne Adrian Grover vizsgálni, emiatt indult útra a Hawaii Egyetem tengerökológusával, Craig Smith-szel. Eddig többnyire a mélytengerben vizsgáldták, most sekélyebb zónákban is kutatják őket.

Elsősorban arra a kérdésre keresik a választ, hogy néz ki az életvonal, amely a parti zónát a tenger legalsó szintjével összeköti. Nyomon követve néhány dögevő útját ugyanis – a kutatók feltételezése szerint – megfejthető az evolúció alapvető mechanizmusa: hogyan helyezkednek el az élőlények az óceánokban, hogyan hódítanak meg idegen területeket?

Egy elpusztult bálna jelentőségének megértéséhez tudni kell, mennyire feszült az élelemhelyzet az óceánok világában. Vannak élelemben gazdag szintek, ezek a felső rétegek, ide behatol a napfény, itt nőnek növények. Az alatta lévő szintek azonban élelemben nagyon szegények. 200 méteres mélységtől a sötétség az úr, az első km-től pedig a hatalmas kiterjedésű mélytenger következik. A víztömeg az alapszinthez képest akár 1100-szoros nyomással nehezedik az adott szövetre. A hőmérséklet épphogy fagyponthoz közel van, és a magsugár soha nem világítja meg az ott uralkodó sötétséget.

A mélytengeri „alagsor” legtöbb lakója – az első szint lakóival szemben – törpetermű. Anyagcseréjük alacsony, ritkán jelennek meg nagyobb számban. Otthonuk ugyanis nem más, mint egy ínséges terü-

let. Fény hiányában nincs fotoszintézis, s ennek megfelelően növények sincsenek, hiányzik tehát az állatvilág alapvető ellátása. Egy táplálékforrás létezik, a hulladék, amely folyamatosan csörgedezik lefelé. Az összes óceánra vonatkoztatva az éves mennyiség négyzetkilométerenként fél szelet pirítósnak felel meg.

Smith az első emberek közé tartozik, akik egy elrohadt tengeri kígyó csontjait közelről megvizsgálhatták. 1987-ben egy általa vezetett misszió kutatójaként a kaliforniai partoknál a tengerfenéket térképezték fel, amikor felér koponyacsontok, csigolyák és bordák tűntek fel. Egy 21 méter hosszú kékbálna csontváza, melyről egy megszerzett csontdarab segítségével megállapították, hogy 50 éve hullott el.

Ez az 1240 méteres mélységben talált lelet azonban nem az egyetlen szenzáció. Nagy vénuszragyókó szájait tudták a maradványokon beazonosítani. Mégpedig olyanokat, melyekkel eddig még csak a mélytenger rendkívüli helyein, hidrotermális kúrtökon láttak. Mivel a lelet megtalálását csupán a véletlennek lehetett köszönni, Smith elhatározta, hogy további kutatásaihoz a víz felületén úszó tetemet saját maga süllyeszti el. Kinyomozta, hogy csak az USA partjainál évente 10–100 szürkebálna sodródik partra. Hivatalok és kollégák riadóztatására Kalifornia, Alaszka és Új-Zéland partjainál talált rájuk, melyeket motorcsónakkal vontattak a nyílt tengerre, aztán hálóba csavarták őket, betonblokkokat vagy vonatkerekeket erősítettek rájuk. Ha nem volt pénzük egész tetemek szállítására, akkor térdig vérben fűrészelték darabokra a tetemeteket, így süllyesztve el őket.

A tengeri emlősökön rakásra talált olyan vénuszragyókókat, amelyeket azon a bizonyos első kékbálnán. Ugyanakkor bizonyos fekete kagylókra is bukkant. Ezek ronkoni parti zónák kövein vagy szikláin élnek, bálnák nélkül. Genetikai vizsgálatok azt eredményezték, hogy a fekete kagylók legrégebbi és legeredetibb képviselői a partokon élnek, a valamelyest összetettebbek a bálnatetemeken, és a legfejlettebbek, fejlődéstörténetileg a legfiatalabbak a mélytengerben. Húzható tehát egy vonal a vízfelülettől egészen a legmélyebb mélységig: a kagylók a parttól lemerészkedtek a tenger mélyére.

De hogyan helyezkednek el az élőlények egy olyan világban, melyben látszólag nincsenek határok? Elméletileg a tenger minden szeglete elfoglalható, ám a gigantikus nyomáskülönbségek, a halvány fény és a csökkenő hőmérséklet oda vezetett, hogy az óceánokban az élőhelyek színtspecifikusak. Előfordulnak ugyan tetszőlegesen mozgó kozmopoliták, de a többség hűsége maradt emeletéhez.

Smith véleményét, hogy a bálnatetek az utazó mélytengeri teremtmények hadtápvendégloí, nem osztja minden kollégája, de neki sok érve van mellette: a fekete kagylók mellett az *Osedax*, a zombiféreg. A csontfűrő a csőférgekkel van rokonságban, melyek a hidrotermális forrásokon élnek – akár 3 méter hosszúra is megnőhet-

nek, szövetségben szimbiotikus baktérium van, és kénhidrogénből élnek. Genetikai elemzések alapján feltételezhető, hogy ke- reken 40 millió évvel ezelőtt a közös őstől levált egy *Osedax-faj*. Ekkor terjedtek el nagyobb számban a bálnák az óceánban. Ezért fontos modellszervezetei a kutatásnak a különleges féreg és a kagylók.

Az *Osedax* és a kagylók rokonsági viszonyainak genetikai elemzéséhez, elterjedési útjaik feltérképezéséhez, valamint közlekedési hálójuk kibogozásához azonban még mindig hiányzik elegendő adat, elsősorban a sekély zónákból, ami indokolja az adatgyűjtés folytatását.

KÖNYVSZEMLE

Hattyúdal?

„A *Tudományos csillagszóró* valószínűleg a hattyúdalom, de továbbra is lelkes olvasója leszek a tudományos ismeretterjesztő lapoknak.” Ezzel a kommentárral adta át a *Kairosz* Kiadónál megjelent új könyvét *Greguss Ferenc*, a hazai tudományos újságírás „nagy örege”. Több kiadásban is megjelent sikeres könyveit jól ismertük, íme, a leltár: *Eleven találmányok – Beyeretés a bionikába* (Első kiadás 1976), *Élhetetlen feltalálók, halhatatlan találmányok – Két évszázad párhuzamos technikatörténete* (Első kiadás 1985), *Technikai vademecum – Ismerkedés a műszaki műszavakkal* (1996).

Új könyvét átvéve arra kértük, addig is, amíg elolvassuk, írja meg nekünk, hogyan tekint vissza tudományos újságírói pályájára. A hattyúdálról pedig ne beszéljünk, nem ismerjük a jövőt.

Rövidesen megérkezett *Greguss Ferenc* közvetlen hangú visszaemlékezése:

„Szinte megermedt a levegő, amikor 1958-ban az érettségi banketten bejelenttem, hogy én, a reáosztály legnagyobb részével ellentétben, nem a Budapesti Műszaki Egyetemen tanulok tovább, hanem az Ezeremester szerkesztőségében kezdek dolgozni újságíró gyakornokként. Micsoda szájalmas karrier – gondolhatták többen.

De hát engem annyi minden más is érdekelt. Életem első, nyomtatásban megjelent barkácsleírását 14 éves koromban készítettem el az általam szerkesztett *Hőlégsugaras harangozóról*, amelyet meleg kályhára állítva lehetett mozgásba hozni. Noha barkácscikkeimet továbbra is írtam saját alkotásaimról, kiderült, hogy tizennyolc évesen voltaképpen a Népszere Technika folyóirat munkatársa lettem. Ugyanakkor csak 1960-ban írtam meg életem első ismeretterjesztő cikkét a szárnyashajókról. Azóta folyóiratok vastkos évfolyamai, filmtekercesek százai és angolból fordított természettudományos ismeretterjesztő könyvek tucatjai őrzik munkám nyomait.

A világra nyitott kíváncsiságomat rendületlenül megőriztem, de közben gépészmérnöki oklevelet is szereztem, hogy

legyen egy „tiszteletes foglalkozásom” a tudományos ismeretterjesztő újságírás mellett.

Ha manapság megkérdezik, mi a foglalkozásom, nem azt mondom, hogy nyugdíjas, hanem azt: „tudományos ismeretterjesztő újságíró”. Hiszen az újságírás révén bepillanthattam a természettudomány és a technika számos ágába. És ha már rengeteg érdekességgel találkozhattam, ezeket az ismereteket mind meg akartam osztani egy-egy folyóirat vagy könyv szélesebb olvasótáborával, illetve a Delta vagy a Spektrum nézőközönségével.

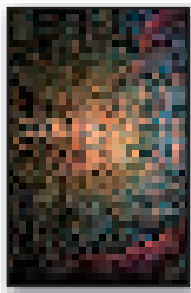
Ennek a szakmának ugyanis az egyik érdekessége Egon Erwin Kischnek, a száguldó riporternak a megfogalmazása szerint az, hogy ha az újságíró beül egy könyvtárba, egy óra alatt tájékozottabbá válhat egy témakörben, mint az átlagolvasó. A tudományos újságírásban azért ennél jóval nagyobb tudásra van szükség – mondjuk, évekre.

Ma úgy érzem, hogy tizennyolc évesen nem foglalkozást választottam, hanem hivatást.”

S hogy végül a csillagszóróról is szót ejtsünk: a könyvben „összesen száznegyven ismertetés sorakozik, a fizikától a pszichológiáig, különféle ötletek, kísérletek, felfedezések és találmányok. Ezen kívül csaknem hétszáz meghökkenítő információ található egy-egy mondatba sűrítve, valamint a beszámolók és az adatok között felbukkannak kevésbé köztudott történelmi, irodalmi, kultúrtörténeti és egyéb csemegék is.”

Valóban, a csillagszórót idézve szét-szóródó az a sok színes információ, melyeket e könyv összefog. Olvassuk hát érdeklődve a híradások kavalkádját – néhol elámulva, és néhol illő kételkedéssel.

(*Greguss Ferenc: Tudományos Csillagszóró. Kairosz Könyvkiadó, 2013*)



E számunk szerzői

DR. ABONYI IVÁN fizikus, kandidátus, Budapest; DR. BARABÁS BÉLA matematikus, ny. egyetemi docens, BME, Budapest; DR. BOTH ELŐD csillagász, a Magyar Űrkutatási Iroda igazgatója, Budapest; DR. CSABA GYÖRGY professor emeritus, SOTE, Genetikai, Sejt- és Immunbiológiai Intézet, Budapest; DR. FÜLÖP OTTILIA matematikus, egyetemi adjunktus, BME, Budapest; DR. JORDÁN FERENC ökológus, MTA Ökológiai Kutatóközpont, Balatoni Limnológiai Intézet, Tihany; JUHÁSZ PÉTER PhD, BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék, Vásárhelyi Pál Doktori Iskola, Budapest; K. SZÜCS FERENC, a Slippery Rock University of Pennsylvania ny. professzora, USA; LUKÁCSI BÉLA tudományos újságíró, Budapest; DR. MATOS LAJOS szívgyógyász, Szent János Kórház, Budapest; MEZŐ SZILVESZTER muzeológus, Déri Múzeum, Debrecen; DR. MOLNÁR V. ATTILA biológus, Debreceni Egyetem, Növénytan Tanszék, Debrecen; PÁTKAI ZSOLT meteorológus, OMSZ, Budapest; REZSABEK NÁNDOR, az Albireo Amatőrcsillagász Klub elnöke, csillagászat-történeti szakíró, Budapest; DR. SZÁSZ DOMOKOS matematikus, akadémikus, az MTA alelnöke, Budapest; SZILI ISTVÁN ny. főiskolai tanár, Székesfehérvár.

Szeptemberi számunkból

Németh Kinga-Gócza Elen: Valóban összejtek az embrionális összejtek?
Farkas Anna: Nagyvárosi szitakötők
Németh Károly: Szaúd-Arábia, a vulkánparadicsom
Babinszki Edit: A tokaji Nagy-Kopasz
Hollósy Ferenc: DNS átrendeződés-gyermekkori agydaganat
Kapitány Katalin: Biomolekuláris nanotechnológia. Beszélgetés Vonderviszt Ferenc biofizikussal
Wesztergom Viktorné: Simonyi Károly Emlékülés Sopronban

XXIII. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

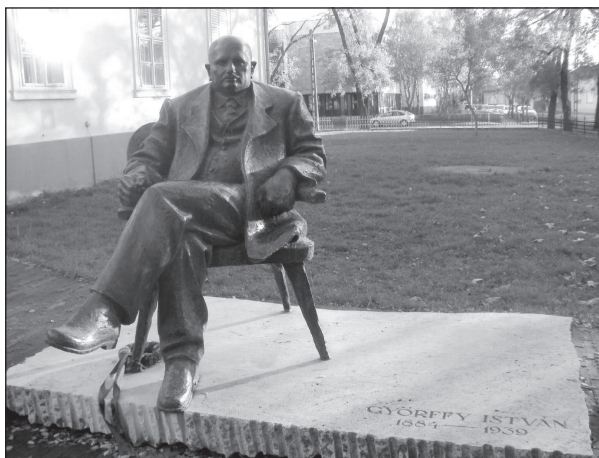
„A magyar nép tudósa” Györfly István születésének 130. évfordulójára

KOVÁCS MIKLÓS

Karcagi Nagykun Református Gimnázium és Egészségügyi Szakközépiskola

Csillagszórós században született, s mint néprajztudós a múlttal foglalkozott, de mindig a jövőt kereste.” – írja Czine Mihály irodalomtörténész Györfly Istvánról, a budapesti egyetem néprajzi tanszékének első professzoráról, aki 1884. február 11-én született Karcagon. 2014-ben lesz születésének 130. évfordulója. A magyar néprajz legnagyobb hatású egyénisége; kétségtelenül a XX. századi magyar etnográfia az ő munkássága hatott a legnagyobb mértékben. E megállapítás igazát és súlyát a mai magyar néprajz művelői sem vitatják, s ha esetleg mégis akadnak eltérő vélemények, inkább arról van szó, hogy milyen is volt valójában ez a hatás, és eredménye hogyan érzékelhető.¹

Akkor kerültem először kapcsolatba Györfly István nevével, amikor 2002-ben szüleim 7 évesen beírtak a karcagi Györfly István Általános Iskolába. Sokat akkor még nem tudtam e névről, nem is tulajdonítottam különösebb jelentőséget neki. Ma már viszont tudom, hogy az ott tanuló gyerekek és tanító pedagógusok számára ez a név kötelességet jelent, s számomra azt a feladatot sugallja, hogy ismerjük meg minél job-



Karcag és a magyar néprajztudomány örök szimbóluma a Nagykun Múzeum melletti Györfly István emlékére állított szobor (Györfi Sándor szobrászművész alkotása)
(A szerző felvételei)

ban egykori iskolám névadójának életét, munkásságát, fedezzük fel az általa feltárt értékeinket, s ápoljuk hagyományainkat. E feladat felemelő és gyakorlatilag kimeríthetetlen. Földrajz szaktanárom ösztönzésére a gimnázium 10. évfolyamától kezdtem el kutatni a karcagi kunhalmokat. Ennek a kutatómunkának az apropója kapcsán kerültem közelebbi kapcsolatba Györfly munkáival, amelynek egyik szegmense a karcagi kunhalmok leírása volt. Az általam vizsgált és kutatómunkák (Ecse-, Zádor-, Lőzér-, Bengecseg- és Ágota-halom) során értettem meg igazán, hogy mit is te-

remtet ő valójában. Méltatni szeretném tudományos munkásságát, tudományszervezői tevékenységét, főleg a népben, a nemzetben gondolkodó tudós mához szóló üzeneteit szeretném kiemelni. Írásomat Györfly István születésének 130. évfordulójára szentelem.

Életrajzi áttekintés

Györfly István 1884. február 11-én született Karcagon, gazdag hagyományú családban. Szülőháza a jelenlegi Széchenyi István sugárút 32. szám alatt állt, sajnos ezt az épületet 1942-ben lebontták. Paraszti, klasszicista ház volt, amelynek fényképét megtekinthetjük a Magyar Néptudósok 3. sz. Nagykunsági-füzete 107. oldalán, Dr. Bellon Tibor szerkesztésében.²

Helyén ma polgári ház található. Az ősei a Partiumból költöztek be, innen van a Szigethy előnév. Neveztek Korsósnak is őket a Nádudvarról Karcagra átköltöző ősök alapján, mivel dédapja a gazdálkodás mellett fazekassággal is foglalkozott, s lett a város első fazekasmestere. Nagyapja szűrszabó volt, édesapja is kitanulta a szűrszabó mesterséget, de a család megélhetése miatt inkább gazdálkodásba kezdett, bár nem nagy sikerrel.

Fiát, Istvánt beíratta a karcagi gimnáziumba, de az első botlását köve-

¹ Élet és Tudomány (1984): In: Kósa László: Az Alföld kutatója Györfly István, Budapest, 1984.II.3., 5. szám (131-133.)

² Kulcsár Pálné (1994): Levél a Györfly István Ált. Isk. kollektívájának, Kézirat, Karcag (1-15.)



A karcagi Györfly István Nagykun Múzeum főbejárata

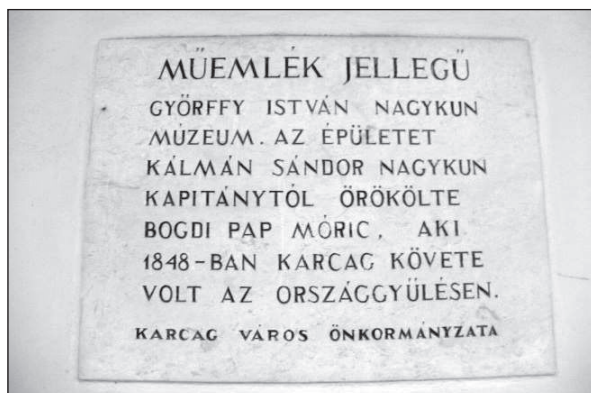
tően a 14 éves fiút azonnal paraszti munkára fogta a család ecsezugi tanyáján. Időközben szülei elváltak, édesanyja, Ágoston Mária első dolga az volt, hogy ismét beíratta fiát a gimnáziumba, amelynek felsőbb osztályait már a késmárki evangélikus líceumban végezte. A szünidőkben, mint szuplikáns diák, szinte fél Magyarországot bejárta, az érettségi után egyetemi tanulmányait Kolozsváron és Budapesten végezte, természetrajz-földrajz szakon. Amikor Budapestre került, felkereste egykori karcagi tanárát, a Néprajzi Múzeum igazgatóját, Bátky Zsigmondot, aki néprajzi gyűjtéssel bízta meg. Így Györfly végleg elkötelezte magát a néprajznak, hivatásként választotta e tudomány művelését. 1906-tól dolgozott a Néprajzi Múzeumban 30 éven át. Kezdetben kiegészítő gyakornokként, majd 1918-tól igazgató-örként, vezető muzeológusként.³

Kutatásainak, gyűjtéseinek eredményeit műveiből ismerhetjük meg. 1922-ben jelent meg leghíresebb műve a „Nagykunsági Krónika”, az ősi pásztorélet csodálatos, szép magyarsággal megírt színes tablója. 1930-ban „A cifraszűr” című monográfiáját a karcagi Kertész Nyomda adta ki, mely emléket állít az ősei által is üzött mesterségnek. Érdekességként szeretném megjegyezni, hogy ebből a könyvből egy eredeti példányt egykori általános iskolám könyvtára is őriz. Védett példány, így csak különleges alkalmakkor tekinthető meg.

3 Péter László (2001): Karcag a magyar művelődés történetében, In: Selmeczi Kovács Attila: Györfly István (111- 121.)

A 1930-as évek elején készült el a négykötetes „Magyarország néprajza” című munkája, melynek társszerzői Bátky Zsigmond és Viski Károly. Múzeumi, kutatói munkája mellett, egyetemi tanárként is dolgozott. A Magyar Tudományos Akadémia 1932-ben levelező tagjai sorába választotta. Munkáját külföldön is ismerték, elismerték. Tanárként feladatának tekintette az új típusú népi értelmiség kinevelését. Maga köré gyűjtötte a paraszti származású egyetemistákat, akiknek

kollégiumot akart szervezni, de tervét halála miatt nem tudta megvalósítani. Diákjai háliból létrehozták a népi kollégiumot, mely Györfly István nevét vette fel. Tanítványai rajongtak érte, ő pedig atyai szeretettel viselte gondjukat. Életének utolsó éveiben egyre többet foglalkoztatta nemzetének sorsa, jövődjéje. Az 1939-ben megjelent „A néphagyomány és a nemzeti művelődés” című munkájában a mai kor embere számára is fontos gondolatokat fogalmazott meg: „Európa nem arra kíváncsi, hogy átvettünk-e mindent, amit az európai művelődés nyújthat, hanem arra kíváncsi, hogy a magunkéból mivel gyarapítottuk az



A karcagi Györfly István Nagykun Múzeum emléktáblája

európai művelődést!” Ezek a szavak is igazolják, hogy a humán és a természettudományos kultúra szorosan összefonódott munkásságában, olyan polihisztor volt, akinek életében és személyiségében megvalósult a kultúra egysége. Gondoljunk csak bele, hogy napjaink-

ban egyre erősebb a természettudományok és az irodalom közötti szakadék mélyülése, ma a kultúra egysége van veszélyben, akár kongathatnánk is a vészharangokat, mert szembe kell nézni a probléma jelenlétével. A kultúra egységének veszélye Györfly esetében sosem merült fel, egész életében összefonódott a humán és a természettudományos kultúra. Az egység a múltban éppen azokban a korszakokban valósult meg a legteljesebben, és vált leginkább tudatossá, melyek a legdöntőbb impulzusokat is adták egyben a mi kultúránk kialakításához szülővárosomban, Karcagon is. Györfly pedig ezeket kutatta és vizsgálta, ezekből táplálkozott. Személyisége



Egykori általános iskolám Györfly István nevét vette fel 1962-ben. Ő is, én is ennek az intézménynek voltam a tanulója

összekötő kapocs szerepét játszotta a különböző humán- és természettudományok, valamint a tudomány, a néprajz és a művészet között. Ennek érdekében sokat fáradozott. Áthidalta a humán és természettudományos kultúra között támadt szakadékot, felismerte a kultúra egységének jelentőségét, az erre vonatkozó igényt pedig felébresztette mindenkiben, művelőkben, terjesztőkben, ifjúságban. Kapcsolatait mindvégig ápolta, kellő megbecsülést szerzett ezzel, tudatosan törekedett az intézményes és egyéni, szervezett és kötetlen új kapcsolatok kialakítására.

1939. október 3-án is leült szokásos íróasztala mellé és délben ott találtak rá íróttal a kezében. Csendes a halál, ha munka közben talál – tartja a közmondás.⁴ Az övé ilyen volt, 55 évet élt. Hamvai a budapesti Mező Imre úti temetőben pihennek. Szülővárosa, mellyel élete végéig eleven kapcsolatot tartott fenn, őrzi emlékét. Életének folytatói gyermekei, unokái és déduno-

4 Kovács Miklósné (2013): Megemlékezés Györfly István születésének 129. évfordulójára, Kézirat, Karcag (1-6.)

kái. 2013 januárjában értesülhettünk arról a Karcagi Hírmondóban, hogy egykori iskolám névadója, Györffy István néphagyomány- és tehetségmentő munkássága bekerült – A Magyar Örökség Díj Birálóbizottság döntése alapján – a „Magyarság Láthatatlan Szellemi Múzeumába”, amelyet az Anyakönyv őriz. Ezt a tanúsító oklevelet vehette át az a Granasztói Péter, aki maga is annak a Néprajzi Múzeumnak a kutató munkatársa, amelyet egykoron dédapja mint „múzeumőr” irányított.

Hazai és keleti kutatásai

Városunk szülötte egész életén át a magyar múlt, a magyar élet értékeinek kutatója volt, nagyon szerette népét, a kunmagyart, amelyből ő is sarjadtott. Kutatásai, bár messze túlnötte szülővárosának határát, szíve sosem szakadt el innen. Györffy István néprajztudóst Illyés Gyula a „magyar nép tudósának” nevezte. „Szeretném így is mondani a magyar nép lett tudóssá benne” – szál-



Emléktábla a néprajztudós emlékére a Magyar Néprajzi Múzeum falán

lógivé vált az idézet.⁵ Szülőföldjének szeretete, a nemes lokálpatriotizmusa arra ösztönözte, hogy az alföldi népetet örökítse meg tudományos munkásságában, az egész magyar nép hagyományait is kutatta, a néphagyomány megbecsülésére nevelte a nemzetet. Soha el nem évülő érdeme az volt, hogy nem zárkózott be tudománya világába, nem elégedett meg saját kutatása eredményeivel, hanem tulajdonképpen iskolát teremtett. Mindenre kiterjedő oktatói és tudományszervezői tevékenységét úgy alakította, hogy minél nagyobb hatást gyakoroljon kora progresszív értelmisé-

gére. Mindvégig szoros kapcsolatban állt a falukutatókkal, a népi írókkal, Darvas Józseffel, Erdei Ferencsel, Veress Péterrel, sőt a munkásosztályt képviselő Somogyi Miklóssal is.⁶ Jövőben gondol-



Egy a Györffy István nevet viselő utcátáblák közül szülővárosomban

kodása felelősségét bizonyítja a Bólyai kollégium alapítása is. Halála után a kollégium méltán vette fel Györffy István nevét. A nemzetudat erősítésén fáradozott munkáival, a jellegzetesen magyar kulturális elemeket ismertté és elérhetővé akarta tenni mindenki számára, idejében meglátta az országot, a magyar kultúra veszélyeztetettségét a német orientáció által. Lehet, hogy néhány megállapításban tévedett, de alapvető szándékai mind a mai napig érvényesek, értékesek mindannyiunk számára, hiszen a kulturális emlékezet, a tudatosan vállalt történelem nélkül szegényebbek lennénk. A nép múltjánál is többet foglalkoztatta a nép jövője, ezt az alapállását, magatartását méltányolnunk kell, sohasem szabad elfelednünk.

Munkássága széles területet ölelt fel. Új időszámítást teremtett a magyar néprajztudományban, vizsgálta a paraszti társadalmat, értelmezte a magyar történettudomány összefüggéseit, foglalkozott településföldrajzzal, a magyar népcsoportok kutatásával, agráretnográfiaiával, népművészettel. Kiváló kutatója volt a Nagykunságnak, dolgozott a moldvai csángók között, de járt a Balkánon és Kis-Ázsiában is. A keleti örökség tudatos vállalása a kunok történelmének, nyelvének és műveltségének szervezett kutatása nagy lendületet vett a három karcagi Györffy István, Németh Gyula és Bátky Zsigmond felépésével. Bátky Zsigmond rövid ideig a karcagi gimnázium tanára volt, majd Budapestre kerülve segítette Györffy bontakozó tudósi pályáját.

Az ugyancsak karcagi születésű turkológusnak, Németh Gyulának szintén nagy szerepe volt Györffy szemléletének alakulásában. A barátság és a gyümölcsöző szakmai kapcsolatok szép példái az övék, a század eleji Magyar Nyelvőrben megjelent írások is valószerűleg ezért születtek. Németh Gyula barátságának okán és a szülőföldhöz való kötődés miatt természetes volt, hogy Györffy a kunok történetével és a velük rokon népekhez fűződő kapcsolattal foglalkozzék. Nem tartozott a szó klasszikus értelmében vett turkológiához, annak eredményei jelentős mértékben motiválták munkáit. Az 1920-ban létrejött Körösi Csoma Társaságnak alapító tagja, a XX. század első felében pedig felélénkítette a török-magyar tudományos

kapcsolatokat. Györffy munkásságának szinte minden területén jelen van a keleti kultúrához való kötődés, a kunokkal kapcsolatos kutatások pedig hozzájárultak a magyarországi kunok műveltségének megismeréséhez. Vizsgálta a magyarországi etnikumokat, ennek közepontjában a XIII. században hazánk-



„A cifraszúr” című monográfia egy eredeti példányát egykori általános iskolám könyvtára őriz. Védett példány, így csak különleges alkalmakkor tekinthető meg

ba települt kipsak-török népcsoport, a kunok nyelve, szokásai, keresztény hitre térésük, majd a szülőföldre való visszatelepülésük állt. Dr. Bartha Júlia néprajzkutató véleménye szerint, mindezek olyan lényeges elemei Györffy kuta-

⁵ Dr. Kasuba Jánosné (2002): Györffy István életútja, Kézirat, Karcag (1-7.)

⁶ Szolnok Megyei Néplap (1984): Népből, nemzetben gondolkodó tudós, száz éve született Györffy István, Szolnok 1984.II.11. (7.)

tásainak, melyek mögött a kun kultúra magyar műveltségbe való integrálódásának kérdése feszül. Szerinte Györffy ízig-vérig a keleti kultúra bűvöletében élt, de sohasem feledkezett meg a kultúra interetnikus kapcsolatairól. Realista módon értékelt a kultúra keleti elemeit. Hangsúlyozza, hogy Györffy nem volt a szó klasszikus értelmében turkológus, munkássága mégis beletartozik a hazai turkológiai kutatások vonulatába.⁷ 1987-ben a Nagykun-sági-füzetek 6. számaként jelent meg Bellon Tibor szerkesztésében életművének értékelése és munkái-

leírást készített 1921-ben, hanem szépirodalmi köntösbe is öltöztette őket, minek utána számos kunhalomhoz kötődik legenda, néphagyomány. Az egyik ilyen a Lőzér-halom, amelynek én is elvégeztem tudományos, állapotörögztítő felmérését, s mint „Györffy unokája” szeretném röviden ismertetni a halomhoz köthető kutatásom eredményeit. Úgy gondoltam, hogy ez a kunhalom jelentő Györffy és köztem a kapcsolódási pontot. Megerősítést nyertem abban, hogy a Karcag határában fellelhető kunhalomok, kurgánok, sírhalmok és sírdombok a legszimbo-likusabb kifejezői annak a kulturális sokszínűségnek, amelyet Györffy István életében és munkásságában már a kultúra egységként kell értelmeznünk. A kunhalomokba eltemetett évezredek és évszázadok, bár különböző népekhez és történelmi időkhoz kapcsolódnak (neolitikum, bronzkor, rézkor, szkíták, germánok, szarmaták, kunok), mégis teljes egészét, egységet alkotnak.⁸

Általában az adott területen élő pásztorról kapta a nevét a XVIII. században (pl. Karcagon a Laboncz-porong).

Nagyon jól tükrözi a kunhalom sorát Karcag város szülőttének, Györffy Istvánnak példaértékű munkája, aki 1921-ben csak Karcag határában 63 kurgánnak jelölte helyét és nevét a térképen.

Karcag kiterjedt határában három kunhalom-csoportozatot figyelhetünk meg, melyek igen jól nyomon követhetőek a Györffy István által 1921-ben készített térképen. A nyugati határszálen, az Ágotaj-csárda közelében, 12 halom csoportosul ív alakban, a halmok 100-150 méterre esnek egymástól. A második csoport tíz dombja félkör alakban helyezkedik el: Nagy-Cigány-halom, Lőzér-halom, Zádor-halom, Hármashalom, Aranyos-halom, Kettős-halom, Egyes-halom, Kis-Görgető-halom, Kunvágta-halom. Ehhez a csoporthoz távolabb még négy domb csatlakozik:



A karcagiak „bibliája”, a Nagykun-sági Krónika

ról szóló bibliográfia. Ebben a kötetben a néprajztudomány színe-java leírja véleményét Györffy sokféle kutatásairól. Ezek egy olyan tudósi pálya képét tárják elénk, amely a XX. századi néprajzkutatás irányát egyértelműen meghatározza. Bár felvetéseinek egy részét cáfolta a kutatás, de mindezek ellenére páratlan értékűnek tekinthetjük a Györffy-életművet. Az öt követő kutatók egész sorát inspirálta, maradandó munkák születtek a népi építészet terén, a népművészet, a földművelés, az állattartás kutatásban és a társadalomnéprajzban.

Epilógus: Györffy és én (A Lőzérhalmi eset)

A Karcagi Nagykun Református Gimnázium és Egészségügyi Szakközépiskolában két éve, 10. osztályos korom óta foglalkozom a karcagi kunhalomok kutatásával. A munkám kezdetén, amikor az ehhez vonatkozó szakirodalmat böngészgettem, lehetőségem volt megismerni Györffy István ide vonatkozó műveit. A karcagi kunhalomokról nemcsak tudományos összegzést és

Leírásában a kunhalomok: „Olyan 5-10 méter magas, 20-50 méter átmérőjű, nem nagy területen fekvő, messziről kúp vagy félgömb alakú képződmények, amelyek legtöbbször víz mellett, de vízmentes helyen terülnek el, s nagy százalékban temetkezési helyek, sírdombok, őrvagy határhalmok.”⁹ Györffy ezektől a halmoktól egyértelműen elkülöníti a természetes eredetű laponyagokat és porongokat. A laponyag a halomnál terbélyesebb, de alacsonyabb, 2-6 méter magas térszíni forma. Vízjárta vidékeken ez rendszerint vízmentes terület maradt, ezért erre építkeztek, de néha temetkeztek is. A Nagykun-ságban a XIX. század közepén még gyakran használt megnevezés volt, így Karcag környékén is (pl. Akasztó laponyag). A porong a laponyaghoz hasonló, de annál alacsonyabb vízmentes terület. Talaja kemény, agyagos, vályogos, így a pásztoroknak és állataiknak, valamint az egykori halászoknak, nádvágóknak alkalmas pihenő- és szálláshely volt.



A Szilaj pásztorok ponyva kiadásának címlapja

Bengecseg-, Nagypatog-, Kis-Orgonda- és Nagy-Orgonda-halom. A félkör végpontjain Nagy-Cigány-halom és a Kunvágta-halom állnak. Északnyugat felé egy másik csoport sorakozik: Disznó-halom, Tetves-halom, Ecse-halom. Ezen a ponton egy másik félkör kezdődik, amely Kunmadarasnál dél felé fordul.

Az ismertetett határreszen több mint 30 kunhalom csoportosul, elrendezésük-ből arra következtethetünk, hogy egy terjedelmes tábor őrhalmjai lehettek. A karcagi határ délnyugati részén ékalakban hét kunhalom kapcsolódik. Az ék csü-

⁸ Györffy István (1983): Alföldi Népelet, Válogatott néprajzi tanulmányok, Budapest (262-266.)

⁹ Tóth Albert (2002): Az Alföld piramisai, Alföldkutatásért Alapítvány, Kísújszállás (5-9., 75.)

⁷ Dr. Bartha Júlia (2002): A Kunság népi kultúrájának keleti elemei, Studia Folkloristica et Ethnographia 44, Debrecen (26-34.)

csát a Karajándó-halom alkotja, ettől szétágazva a Péntek-halom, Hegyesbor-halom, Magyarkai-halom, Borsai-halom, Bócsai-halom és Tibuc-halom vonalait

Györfly István (1884-1939)



Györfly István arcképe

találjuk. Karcag közelében még nyolc rendszertelenül szétszórt kunhalomra bukkanhatunk, ezek közt legnagyobbak a Konta- és a Sárka-halom.¹⁰

A Lőzér-halmot sokáig tévesen Lőter-halomként is hívták, nevének eredete ismeretlen. A várostól ÉK-re, a Zádor-halom és az Ágota-halom között fekszik, tengerszint feletti magassága 90,3 méter, földrajzi koordinátái x=797120, y=225870, egyedülálló, szimmetrikus halom. Állapota ép, a jellegüket még őrző, ép, de jelenleg is a teljesen szántott halmok kategóriájába sorolható, a mélyebben lévő kultúrreteg érintetlen. Erősen kultúrjellegű, tetején geodéziai magassági jegy található. Az utóbbi időben egy fából készült madárülökét állítottak fel a csúcán az ornitológusok. Környezetében csatorna, szántóföld, sziki legelő, kaszáló, helyenként intenzíven művelt gyep található, amelyek az egykori mocsár-fertők kiszáradt reliktumai.

Felszínén csont- és cseréptörmelék nem található. Feltétlenül kikerülő helye.¹¹ Botanikai értéket nem hordoz, csúcsát elgyomosodott gyep borítja, vi-

szont igen szép formájú halom, tájképi értéke kiemelten értékes, viszonylag magas, környezeti zavarástól mentes halom, amely távolról is jól láthatóan, markáns eleme a tájnak. Tetejéről zavartalan kilátás nyílik Karcag keleti határ-részeire.¹² Történelmi, hadtörténeti esemény egykori színtere.

Érdekes a halomhoz fűződő népmonda, melyet Györfly István színes írásban örökít meg egy török adószedő megölése kapcsán kirobbant határperben. A népmondát még gyermekkorában hallotta az öreg Bakó Bálint karcagi lakostól. A népmonda tárcaszerű feldolgozásban 1906-ban jelent meg a Nagy-Kunság című Társadalmi, Ismeretterjesztő és Szépirodalmi Hetilapban, a dokumentum fellelhető mikrofilmen a Karcagi Csokonai Könyvtárban. Ezzel, a szülővárosom kunhalmaihoz köthető rendkívül izgalmas népmondával zárom gondolataimat és emlékezem meg Györfly Istvánról:

„Izmail bég egyszer levelet küldött Debrecenbe, hogy a város készítse el a befizetendő adót, mert egy hét múlva maga megy érte. A bég egy embere lóháton vitte a levelet. Vésztére jó arab lova volt, amit két karcagi gulyásbojtár a nádudvari úton észre is vett. Lőzér halmánál elcsípték és agyon is ütötték a törököt. Egy hét elteltével a bég elindult az adóért, Karcagon is megállt, hogy előkészíttesse, mire Debrecenből visszafelé jön, együtt legyen a karcagi pénz. A nemes város akkor sem állott valami szerény adózó hírében. A kun ember akkor is csak olyan volt, mint most. Nem hitte, hogy személyesen eljönne Izmail. Pedig hát így történt. Am útközben megtalálták meggyilkolt emberének hulláját. A bég nem folytatta útját, sátrat vert a Lőzér halmánál, és hívatta karcagi tanácsot, hogy vasra veresse. Keservesen haladtak a szekéren, de végül odaértek.

- Karón száradjatok meg, itt vagyatok valahára! Gyere, bíró, gyere! Hazugságnak nagy mesterei, valami bűnjatok ki a vád alól! Ki ölte meg ezt az embert?

A karcagi tanács nem is tudta, nem is mondta, ezért Izmail adott nekik egy hetet, hogy mire visszafelé jön, kerítsék kézre a gyilkost, különben az egész tanácsot Szolnokra viszi, ráadásul nyolcvan aranyra bünteti őket. Am a karcagi Karacs Péter így szólt:

- Vitéz pasa, bölcs törvényeiteknél fogva ezt nem mi fizetjük, mert követedet

nem a karcagi határon ölték meg, hanem a ladányin. A határ épp a Lőzér halom teteje, attól nyugatra kezdődik a karcagi, keletre a ladányi. Izmail levelet küldetett Ladányba, amelyben megkérdezte, igazat állítanak-e a karcagiak. Ladányban le is pecsételték a választ, örülvén, hogy gyarapodhat a határjuk, miszerint a halom teteje a ladányi határ része. Miután Izmail megkapta a választ, vették észre, hogy beugratták őket a karcagiak, de már nem volt mit tenni, ki kellett fizetniük a nyolcvan aranyat.”¹³ ❖

A szerző a Simonyi Károly alapította Kultúra egysége különdíj második díjasa

Irodalom

- Baski Imre (2007): Csagircsa, Török és magyar névtani tanulmányok 1981-2006, Karcag (250.)
- Dr. Bartha Júlia (2002): A Kunság népi kultúrájának keleti elemei, Studia Folkloristica et Ethnographia 44, Debrecen (26-34.)
- Dr. Csányi Marietta (2005): Karcag város örökségvédelmi hatástanulmánya, Szolnok (3-45.)
- Dr. Kasuba Jánosné (2002): Györfly István életútja, Kézirat, Karcag (1-7.)
- Élet és Tudomány (1984): In: Kósa László: Az Alföld kutatója Györfly István, Budapest, 1984.II.3., 5. szám (131-133.)
- Györfly István (1983): Alföldi Népélet, Válogatott néprajzi tanulmányok, Budapest (262-266.)
- Györfly István (1955): Nagy-kunsági Krónika, Karcag (69-75.)
- Kovács Miklósné (2013): Megemlékezés Györfly István születésének 129. évfordulójára, Kézirat, Karcag (1-6.)
- Kulcsár Pálné (1994): Levél a Györfly István Ált. Isk. kollektívájának, Kézirat, Karcag (1-15.)
- Péter László (2001): Karcag a magyar művelődés történetében, In: Selmeczi Kovács Attila: Györfly István (111-121.)
- Szolnok Megyei Néplap (1984): Népben, nemzetben gondolkodó tudós, száz éve született Györfly István, Szolnok 1984. II.11. (7.)
- Tóth Albert (1998): Szolnok megye tisztántúli területének kunhalmai, Szolnok Megyei Levéltár évkönyve, Szerkesztette Botka János, Zounuk 3. (349-409.)
- Tóth Albert (2002): Az Alföld piramisai, Alföldkutatásért Alapítvány, Kisújszállás (5-9., 75.)
- 13 Györfly István (1955): Nagy-kunsági Krónika, Karcag (69-75.)

¹⁰ Vagra, S. F.(s.a.). JÁSZ-NAGYKUN-SZOLNOK VÁRMEGYE FÖLDRAJZI LEÍRÁSA. Letöltés dátuma: 2013. 01. 04., forrás: http://vfk.vfmk.hu/00000113/02_01fej.htm

¹¹ Dr. Csányi Marietta (2005): Karcag város örökségvédelmi hatástanulmánya, Szolnok (3-45.)

¹² Tóth Albert (1998): Szolnok megye tisztántúli területének kunhalmai, Szolnok Megyei Levéltár évkönyve, Szerkesztette Botka János, Zounuk 3. (349-409.)

Egy kolozsvári tudóstanárról, Heinrich László

DARVAY BOTOND

Báthory István Elméleti Líceum, Kolozsvár, Románia

„Csudáltalak ezer szemmel,
ezerszemű szerelemmel ...
Jártam benned – gyalogszerrel –
sok diákkal, vagy ezerrel,
látásomat frissítették,
fiatalra derítették.

Szépségedből örök lázban
ezer szemmel lakomáztam.
De te mind az ezer szemnek
megmaradtál rejtelemnek.
Titkok között barangoltam
s én is csak egy titkok voltam.”

(Áprily Lajos: Természet)

„Mi István, Isten kegyelméből Lengyelország királya, Litvánia nagyhercege, Russia, Prussia, Masovia, Samogitia, Kiovia, Volinia, Podlachia, Livonia stb. ura, valamint Erdély fejedelme... az idők örök emlékezetére. Az összeseknek és mindenegyesnek..., mi a Jézustársaság hivatását tekintve és ennek okából... lelkünkben jól megfontolva és érett elhatározással a mi Urunknak Jézus Krisztusnak szent nevében Claudipolis más néven Kolozsvár városunkban a Jézustársaságnak kollégiumot alapítunk, építünk, emelünk, rendelünk és állítunk és javakkal és... jövedelmekkel látjuk el. Akarjuk, hogy ez az alapítás a jövőendő örök időkre és minden korra fennmaradjon...”

Stephanus Bathory



Iskolám Kolozsvár egyik legrégebbi középiskolája. A jezsuita korszakot (1579–1773) olyan híres tanárok fémjelzik, mint Hell Miksa (lásd matematikai tankönyvének és példatárának címlapját, Baróti Szabó Dávid és tanítványok, mint Pázmány Péter, Mikes Kelemen, Gheorghe Sincai, Petru Maior, hogy csak egy-két nevet említsünk a hosszú listából. A jezsuita rend feloszlása után, Mária Terézia 1776. június 7-i rendelete alapján a piaristák (kegyesrendiek) vették át az iskolát. A piarista korszak 1776-tól 1948-ig az egyházi iskolák államosításáig tartott.

A sors jó indítást adott az 1910. szeptember 9-én Kolozsváron született Heinrich Lászlónak, hogy szülei a kolozsvári Piarista Főgimnáziumba írták, és itt végezhette középiskolai tanulmányait, ahol 1928-ban érettségizett.

Egyetemi tanulmányait is Kolozsváron végezte, és a Ferdinánd Tudományegyetem fizika-kémia szakán szerzett diplomát 1932-ben. Tanára volt George Spacu fizika és Ion Tanasescu kémia tudós professzorok. Az egyetem elvégzése után Marosvásárhelyen, majd 1934 és 1944 között Kolozsváron, iskolájában, iskolánkban a Piarista Főgimnáziumban tanított és a fizikai szertár óre volt.

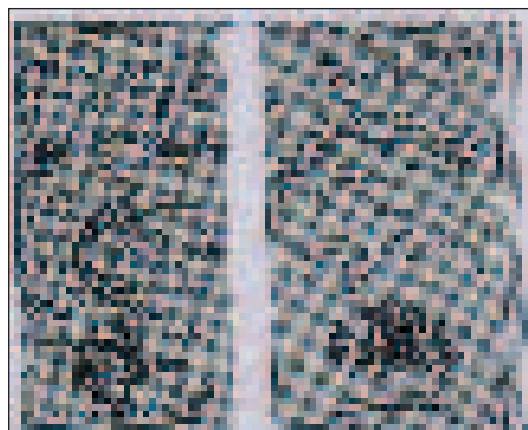
1944. szeptember 1-jén katona, majd angol fogságba kerül, ahonnan 1946 nyarán tért haza. Itthon, tovább folytatja tanári tevékenységét a Piarista Főgimnáziumban 1948. augusztus 3-ig, az egyházi iskolák államosításáig. Ekkor a piarista paptanárokat elbocsátották, egyeseket más iskolába helyeztek át. Heinrich László a volt Unitárius Kollégiumba (akkor 1-es számú Fiúközépiskolába) kerül ahol fizikát és kémiát tanított.

Közben 1947-ben doktorált. Gyulai Zoltán professzor mellett „Égési galvánelem elektromos feszültségének változása a hőmérséklettel” címen védte meg diszertációját.

1948. december 6-án a Bolyai Tudományegyetem mechanikai tanszékére nevezték ki professornak. Nemsokára eltávolították onnan és visszakerült az 1-es számú Fiúközépiskolába. Boda Károly a kolozsvári Brassai Sámuel Líceum volt igazgatójának tanulmányában a következőket olvastam: „Sajnos, egyetemi pályafutása rövidre sikerült, mivel mint megbízhatatlan elemet már 1949. szeptember 9-én eltávo-

lították az egyetemről. Visszakerült az 1-es Fiúközépiskolába, ahol 1958. szeptember 1-ig dolgozik. Ugyanazon bűne miatt, amiért az egyetemről kivetették, a középiskolából is távoznia kellett. Nem számított, hogy köztudottan Kolozsvár egyik legkiválóbb fizika-kémia tanára volt, mennie kellett, mivel a kommunista hatalom mindenkivel bizalmatlan volt, aki a nyugatiak fogságába került. Különben az ő eltávolítása egybeesik azzal a korszakkal, amikor az 1956-os magyarországi forradalom hatásától félve az itteni hatóságok számtalan magyar értelmiségit vetettek börtönbe, vagy egyszerűen kivetették állásából. Akkor iskolánkban nyolc tanárnak kellett távoznia, köztük volt dr. Heinrich László is” (20).

1958-tól 1961-ig a kolozsvári Tehnofrig üzemben dolgozott, majd – mivel sem a középiskolába, sem az egyetemre nem kerülhet vissza – nyugdíjazásáig 1972-ig, a kolozsvári Agrokémiai Laboratóriumban, kezdetben mérnöki állásban dolgozott,



Hell Miksa tankönyvének és példatárának címlapja

majd eredményes tudományos munkásságának köszönhetően a Laboratórium tudományos kutatója, illetve fővegyésze lett.

1985. december 7-én a kiváló pedagógus, fizikus, tudománytörténész, agrokémiai kutató, tankönyvíró, szerkesztő örökre eltávozott. Rácz Gyula, osztálytárs így búcsúztatja: „... Sziporkázó csillagfényével, tudásával írásain keresztül melegített, csillagfényként ragyogott Erdély tudományos élete egén. Ez



a csillag nem lehet hulló csillag, de üstökös, amely vissza-visszatér az időben azokhoz, akik várják, akik keresik, akik szeretettel fordulnak hozzá” (22).

Már középiskolás korában a Piarista Főgimnáziumban – mivel továbbra is jezsuita módszerek szerint történt a tanítás – „more jesuitorum exerceálják”, a humán klasszika tantárgyak mellett, érdeklődése a reál tantárgyak felé is fordul. Részt vett az iskola diáklapjának a „Jóbarát”-nak a szerkesztésében. Szerkesztette a lap sportrovátát. Ő maga is sportolt, teniszezett.

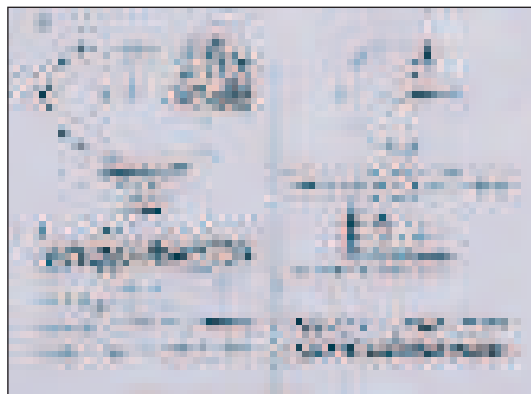
Mint diák érdeklődéssel nézte a napóra „járását”. (A napóra a Nap látszólagos napi mozgásának, vagyis közvetve a Föld tengely körüli forgásának felhasználásával mutatja az időt, rendszerint egy pálcának, rúdnak napsugaraknak számlapra vetődő árnyékával). Az első kolozsvári csillagda című könyvében erről így ír: „Mint kisdiaák az 1920-as évek elején még láttam azt a napórát, amely ma már szintén az elpusztult relikviák közé tartozik. Ez a nagyméretű napóra a mai 3-as számú líceum (volt Piarista Főgimnázium, iskolám) észak-dél irányban húzódó szárnyának a Petőfi utca bérház udvarára néző tűzfalát díszítette. Később a tűzfallal együtt lemeszelték” (1, 67. oldal).

Gimnazistaként a tanórák után is gyakran megfordult a fizikai és kémiai szertárban is. „Visszaemlékszem, e szertárban tanultam meg a fizikát” (23). Az egyetem elvégzése után tanárként visszakerült iskolájába és tíz évig tanított fizikát

és kémiát a Piarista Főgimnáziumban, és a fizika szertár őre volt. Erről így ír könyvében: „Amikor magam tíz éven át (1934–1944) a kolozsvári római katolikus főgimnáziumban tanítottam és a fizikai szertár őre voltam, a Petőfi utcai (mai Avram Iancu) bérház udvarára néző szertárterem egyik hatalmas szekrényének felső polcán még megvoltak a csillagda relikviái. A két szertár-helyiséget összekötő ajtó mellett pedig elődeim kegyelettel őrizték Hell Miksa képét.”

Ez egy rézkarcnak a levonata volt, amely az Artari műkiadónál készült. Aláírása a következő: *R. P. Maximilianus Hell e S. J. Astronomus Regio- Caesareus, observato feliciter Transitu Veneris ante Discum solis die 3 Junii 1769 Wardoehusii in Lapponia Finn-marchica, Votis Christiani VII. Daniae et Norvegiae regis Impletis, in Veste sua Lapponica (1771)*”. (1, 66. oldal)

Heinrich László kiváló pedagógus volt. Fizika-, kémiaórái rendkívül színesek, teleítzdelve tudománytörténeti érdekességgel, kísérletekkel. Hetvenedik születésnapján volt tanítványa, későbbi munkatársa, Koch Ferenc, a Babeş-Bolyai Tudományegyetem atomfizika professzora köszöntötte *A Hét* hasábjain (23). „Heinrich László szigorúsága, példás önfegyelme sok kedves történetet, adomát szült a diákok körében. Késők akkor is mindig voltak. Így történhetett meg, hogy – többszöri késés után – Huszár Sándor a terembe lépve hallja: Huszár már megjött, kezdődhet az óra. A riposzt, ha évtizedekig is késett, csak nem maradt el. A Hét tudományos kerekasztalt rendezett Kolozsvárott, s Heinrich László megérkezésekor így szólt a főszerkesztő, Huszár: Megjött Heinrich tanár úr, kezdődhet az értekezés. Egy más alkalommal az egyik diák teleírta tenyerét a fizika egy nehéz képletével, s feleléskor nyugodtan olvasta, abban a hiszemben, hogy



Lapok a László Tihamérral közösen írt tankönyvből

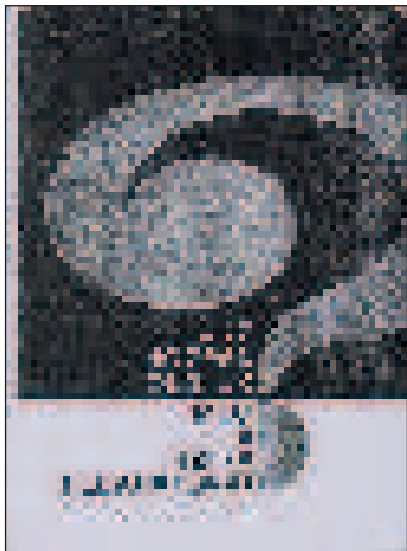
a hátat fordító tanár semmit sem lát. Ám Heinrich szenttelen egykedvűséggel idézi az ilyen esetekre vonatkozó iskolai szabályt:



Bármely családi kísérletet a törvény 1-es jeggyel büntet. S még egy utolsó történet a hidrogénatom tanításáról... Köztudomású, hogy a hidrogén tulajdonsága különleges helyet biztosít annak, az elemek rendszerében. A tanár ezt szemléletesen így mondja: A hidrogén olyan, mint ahogy a versben olvassuk: sem rokona, sem ismerőse nem vagyok senkinek” (23).

A fizikaszertár öröként a nehéz idők ellenére is állandóan gyarapítja a szertárt. Az ő közbenjárásával kapja a szertár az új fénysarkítás (fénypolarizáció) tanulmányozására szolgáló eszközt, amper- és voltmérőket, spektrométert, August szerinti Pszichrométert (légnedvesség-mérőt), különböző típusú higrométereket stb. Ő maga is készített fizikai jelenségek tanulmányozására kísérleti eszközt pl. a harmonikus rezgőmozgás tanulmányozására, önindukció jelenségének bemutatására szolgáló kapcsolási berendezést és még más eszközöket. Amikor el kellett távoznia a Piarista Főgimnáziumból, gazdagon felszerelt és elrendezett, rendbe hozott fizikai szertárt hagyott maga után (27).

Doktori kutatásainak egy ma is aktuális témát választott: feszültségforrásokat, galvánelemeket tanulmányoz. Energiagondokkal küzdő világunkban lázas kutatás folyik minél nagyobb hatásfokú és amperórájú feszültségforrások előállítására. 1947-ben Gyulai Zoltán professzornál „Égési galvánelem elektromos feszültségének változása a hőmérséklettel” címen védte meg doktori dolgozatát. Annál a Gyulai Zoltánnál, aki később Kossuth- és Állami Díjjal kitüntetett fizikus, a Göttingeni Tudományos Akadémia



tiszteleti tagja, és középiskolai tanulmányait szintén Kolozsváron végezte az ősi, híres Unitárius Kollégiumban.

Doktori munkássága mellett még időt szakított tankönyvírásra is. 1947-ben a Józsa Béla Athenaeum Kolozsvár Kiadó megjelentette László Tihamerral közösen írt tankönyvüket: *Kísérleti Fizika, Rezgésstan, Hangtan és Fénytan. Középiskolák felső osztályai számára.* A tankönyvet a ma diákja is hasznosan forgathatja. A tudománytörténeti érdekességek, a fizikai fogalmak precíz meghatározása, a jelenségek világos, logikus tárgyalása, magyarázata jellemzi a tankönyvet. Példaként említeném a Doppler-elvet (1843), a hangtani Doppler-hatás elegáns tárgyalását, majd a fénytani alkalmazását a csillagászatban az égitestek és a ködfoltok Földhöz viszonyított radiális sebességének mérésére, a Nap tengely körüli forgási sebességének mérésére. A fény terjedési sebességének a mérésére öt módszert ismerttet, a használatban levő tankönyv egy módszerével szemben. A 8. és 9. levő oldalon levő ábrák és a „berámázott” képletek nemcsak a tankönyv szerzőit, hanem a kiadót is dicsérik. A könyv egyik érdekessége, hogy a hátsó borítólapon található egy körpecsét román és magyar felirattal: „Vizat Asociatia Sciitorilor Maghiar din Romania A Romániai Magyar Írók Szövetsége Ellenőrizte.” (Közismert a két tankönyvszerző anyanyelvi humán műveltsége, mégis, a tankönyvet anyanyelvi lektor is ellenőrizte).

Kutatta a benzol dihalogén-származékainak abszorpciós színeképét H. Tintea tanárral együtt és eredményeikről 1951-ben beszámolnak a kolozsvári Babeş és a bukaresti Parhon egyetemen, valamint szaklapok Comunicarile Academiei R. P. R és a Studia Universitatis Babeş-Bolyai (Physica 1959/1) hasábjain ismertették. Fenesi Sándor mérnökkel az

ausztenites, rozsdamentes acélok fényezésére használt elektrokémiai eljárásról készített dolgozatukat az Institutul de Documentare Tehnica közölte 1963-ban. A Stiinta Solului című folyóiratban az erdélyi talajoknak a növények által hasznosítható magnézium- és káliumtartalmáról, valamint az agrokémiai paramétereikről írott dolgozatai jelennek meg 1965 és 1973 között (18, 209 oldal).

Kutatásai mellett még a Matematikai és Fizikai Lapok fizika rovatának szerkesztője 1956-58 között. Ma is érdeklődésre számító cikkek és tanulmányok jelennek meg neves fizikatanárok közöttük a szerkesztő Heinrich László tollából. Górcső alá veszi Heinrich László a sporteredményeket fizikai szempontból (16), az atommagok méretét és töltését (10), fizikai körök számára ír többek között az önpestisről, a molekulák átmérőjének a méréséről stb. (15, 13).

Tankönyvírás mellett 18 tankönyvet fordított románról magyarra 1948-1981 között. Fordításai tökéletesek nem igényelnek nyelvi lektorálást.

Fizikai és kémiai tudományépszerűsítő írásai, cikkei jelentek meg az *Erdélyi iskolában*, a *Gazeta Matematica si Fizica*-ben (természetesen román nyelven), a *Matematikai és Fizikai Lapok* folyóiratban, a *Korunk*-ban, az *A Hét* mellékletében a *TETT*-ben. *A Hét*-ben megjelent *Energia=exergia+anergia* című tanulmányában azt vizsgálja, hogy „a fizika (termodinamika) milyen segítséget nyújthat az energiahordozók gazdaságosabb értékesítésénél... Az energiaátalakítási folyamatok-



ban az újabban használatos exergia kifejezés a hasznosítható energiát jelöli. A villamos energia a gyakorlatban exergiának tekinthető.

Tegyük fel, hogy hasznosítani kívánjuk

a tengerekből és óceánokból hőcsere alkalmával nyerhető energiát; az itt található vízmennyiségnek azt a hőjét kívánjuk hasznosítani, amely ennek a vízmennyiségnek mindössze egy század fokkal való lehülése során nyerhető. Ez az energia a könnyen kiszámítható... A környezetünkben (világtengerekben, légóceánban) rejlő energia közvetlenül munkává való átalakítása tehát lehetetlen. Ezért az ilyenféle energiahordozók energia-készletét gyakorlatilag nem hasznosítható energiának, más szóval anergiának tekintjük.



Az óceánjáró nem fedezheti energiaszükségletét úgy, hogy hőt von el a tengervizből és ezt alakítja át a hajócsavar meghajtásához szükséges munkává, majd a folyamat közben lehűlt vizet visszaengedi a tengerbe.”

A kolozsvári *Igazság* napilap „*Tudományos hírmagyarázatunk*”, illetve a „*Ködlámpa*” című rovatban találkozunk széles látókörű, pontos, logikus, világos magyarázataival a klasszikus és a modern fizika területeiről. Newton halálának 250. évfordulójáról írt cikket „*Newton hagyatéka*” címmel. Tudományos cikkei jelentek meg a budapesti *Élet és Tudomány*ban és a *Fizikai Szemlében*. Kunfalvi Rezső mutatta be a *Természet Világa* olvasóinak Heinrich Lászlót, aki „*Hell Miksa (Maximilian Höll) kolozsvári tevékenységé*”-ről írt a folyóiratban ragyogó tanulmányt (12).

1958-ban román nyelvű dolgozata jelent meg az Oktatásügyi Minisztérium Pedagógiai Intézetének kiadásában a „*Fizikai ismereteknek az ipari és mezőgazdasági termelés fejlesztésében betöltött szerepéről*” (23).

1958-ban a bukaresti Technikai Könyvkiadó gondozásában jelenik meg társszerzőjével, volt diákjával, Koch Ferencsel közösen írt könyvük az *Elemi részek. Az anyag építőkövei*. Az erdélyi magyar nyelvű



kiemelkedő fizikai szakmunkák közé sorolják az „*Elemi részek*” és a „*Hogyan oldjuk meg a fizikafeladatokat?*” című köteteit, a logikus felépítés és a téma világos és újszerű tárgyalási módja miatt (17).

Könyveket írt egyedül, társszerzőként, sőt társszerzőként úgy is, hogy a neve nem szerepel a szerzők között. 1960-ban jelenik meg a „*Tudod-e? Kérdések és feleletek a természettudományok és a technika köréből*” című könyv első kiadása; a szerzők Tóth Piroska, Pap Géza és Heinrich László. Heinrich László nevét nem szerepeltették, tilos volt kiírni a társszerzők neve mellé, sőt a második, bővített kiadásba sem kerülhetett be 1962-ben (30). Ez a „könyv nem a ... tudományok szakkönyve, vagyis a benne található anyag alapján az olvasó szakképzettséget nem nyerhet, viszont megismerheti belőle azokat a természettudományi fogalmakat, amelyekkel a szakemberek foglalkoznak” – írja az előszóban Péterfi István egyetemi tanár, az RNK Akadémiájának levelező tagja, aki lektorálta is a könyvet Felszeghy Ödön egyetemi tanárral együtt.

Gazdag tanári és a Matematikai és Fizikai Lapoknál fizikus szerkesztői tevékenysége során szerzett tapasztalata tükröződik a három nyelven – magyarul, románul, németül – volt diákjával közösen írt könyvük a „*Hogyan oldjuk meg a fizikafeladatokat?*” (1971, 1972). Berényi Dénes, a nemzetközi hírű atomfizikus könyvismertetésében a következőket olvashatjuk a *Fizikai Szemlében* (19): „A könyvet átlapozva azonban hamar megállapítható, hogy a sok jó tanács, a sok hasznos példa, az egész ’tudományos stratégia’ a fizikusok, valamint a fizika iránt érdeklődők vagy az azt alkalmazók igen széles köre számára hasznos, a középiskolai diáktól, az egyetemi, főiskolai hallgatóig és oktatóig, sőt – a tárgyalás újszerűsége, érdekessége és viszonylagos könnyűsége miatt – a rejtvényeket vagy a természet jelenségeit szerető laikusokig.”

1976-ban jelent meg a *Fizikai kislexikon*,

melyet többen írtak: Bódi Sándor, Gábor Zoltán, Heinrich László, Koch Ferenc, Néda Árpád, Puskás Ferenc; a tartalmak, külön tanulmánynak tekinthető előszót a Bolyai Tudományegyetem legendás hírű fizikaprofesszora, László Tihamér írta: *Néhány szó a fizika szaknyelvéről és a kötet hasznáról*. Heinrich László a fénytani részt írta és a szerkesztés nehéz feladatát is ő végezte. Koch Ferenc az alábbiakat írja (23): „Nélküle nem jelent volna meg idejében a könyv. Szigorúan megkövetelte, hogy mindegyikünk tartsa be az előírt munkatervet. Heinrich László tudatában volt annak, hogy milyen nagy jelentőségű, hézagpótló könyvet ír, szerkeszt.”

Szabadidejében teniszezett vagy szívesen olvasta kedvenc költője Áprily Lajos verseit.

Önálló könyve *Az első kolozsvári csillagda* 1978-ban jelent meg. Ebben Heinrich László a kolozsvári csillagda történetébe beépíti Hell Miksa Kolozsváron töltött éveit, valamint iskolájának, a Piarista Főgimnázium elődjének a *Báthory Egyetemnek* a történetét is. Csetri Elek, erdélyi magyar történész a Korunkban tanulmányt ír a gazdagon dokumentált csillagda történetéről. Heinrich László nem kevesebb, mint 115 forrásmunkát jegyez könyvében (21).

A nagy angol tudósnak, a természettudományok géniusának élete és munkássága történetét Heinrich László két könyvéből is megismerhetjük *A princiából és az optikából* (1981) és a *Newton klasszikus fizikájából*, mely 1983-ban jelent meg. A „tömör Newtonból” (18) megismerhetjük Newton életrajzát, kutatási módszerét és filozófiáját, a matematikust, a fizikust (a klasszikus és égi mechanikát; fénytani, hangtani, hőtani és elektromos kutatásait), valamint tanainak térhódításait.

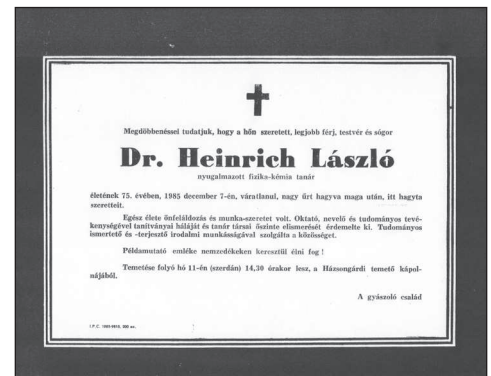
Károly József Irén nagyváradi fizikus című könyvében a röntgensugarakat vizsgálót és alkalmazót, a rádiótechnika úttörőjét, a drótnélküli távirót készítő „magyar Marconit” mutatja be (22). Radnai Gyula *Az Eötvös-korszak* című tanulmányában, mely a *Fizika Szemlében* jelent meg, a következőket írja: „Röntgen csodálatos felfedezése legeredetibb hasznosítója Magyarországon, a nagyváradi premontrei főgimnázium fizikatanára: Károly Ireneusz József (1854–1929) volt. Történetét Heinrich László dolgozta fel, *Károly József Irén, nagyváradi fizikus* című könyvében, amely 1985-ben jelent meg a romániai Kriterion Kiadónál, magyar nyelven.” (28)

Utolsó, posztumusz műve a *Színes fizika. Kétszáz megoldott fizikafeladat*. A könyv szaklektora Néda Árpád, aki egyben a Kislexikonban társszerzője is, szintén volt diákja, azt vallja, hogy Heinrich László szerettette meg vele a fizikát. A *Színes fizikában* Heinrich László több évtizedes fizikatanári és szerkesztői tapasztalatát sűrítette. A kör-

nyezetünkéből vett, konkrét kérdésekből kiinduló 200 feladatot 39 témacsoportba foglalva a klasszikus és modern fizika egész területét felölelik. Néhány példát felsorolunk a „színes” feladatokból: gól sarokrúgásból, neutroncsillagok, geotermikus energia, szál-optika, hangtani Doppler-hatás, iker- vagy óraparadoxon, fotonrakéta ...

Idős korában is fáradhatatlanul dolgozott. Hátrahagyott jegyzeteiből kitűnik, hogy tele volt tervekkel. Elsők között az erdélyi csillagászat történetét szerette volna megírni.

Heinrich László, a vérbeli pedagógust, gimnáziumi és egyetemi tanárt, tudós fizikust, tudománytörténészt, szakírót, kutatót és szerkesztőt pontosság, fegyelem és szigorúság jellemezte. „Egész élete önfelelődozás és munkaszeretet volt. Oktató, nevelő és tudományos tevékenységével tanítványai háláját és tanár társai elismerését érdemelte ki. Tudományos ismertető



és terjesztő irodalmi munkásságával szolgálta a közösséget.” Fáradhatatlan szorgalmával, szerény, de egyben méltóságteljes magatartásával és kristálytisztá jellemével példakép lehet és kell, hogy legyen mindannyiunk számára.

A szerző a Természettudományos múltunk felkutatása kategória harmadik díjasa.

Irodalom

- Heinrich László: *Az első kolozsvári csillagda*, Kriterion Könyvkiadó, Bukarest, 1978
- Heinrich László: *Károly József Irén nagyváradi fizikus*, Kriterion Kiadó, Bukarest, 1985
- Heinrich László: *Newton klasszikus fizikája*, Dacia Könyvkiadó, Kolozsvár-Napoca, 1983
- Heinrich László: *Színes fizika*. Dacia Könyvkiadó, Kolozsvár-Napoca, 1987
- Heinrich László (szerk.): *Fizikai Kislexikon*, Kriterion Könyvkiadó, Bukarest, 1976
- Heinrich László – Koch Ferenc: *Hogyan oldjuk meg a fizikafeladatokat?*, Editura Didactica si Pedagogica, Bukarest, 1972
- Heinrich László – Koch Ferenc: *Cum rezolvam*

o problema de fizica?, Editura Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1971

Heinrich László – Koch Ferenc: *Elemi részek. Az anyag építőkövei*, Technikai Könyvkiadó, Bukarest, 1958

Heinrich László – László Tihamér: *Kísérleti Fizika, Rezgés, Hang és Fénytan a Középiskolák felső osztályai számára*, Józsa Béla Atheneum, Kolozsvár, 1947

Heinrich László: Az atommagok mérete és töltése, *Matematikai és Fizikai Lapok*, I. évfolyam, 8.sz., 1958

Heinrich László: Energia = exergia + anergia, *A Hét, Társadalom, Művelődés, Tudomány, Környezetvédelem folyóirat*, 1983. március 18.

Heinrich László: Hell Miksa (Maximilian Höll) kolozsvári tevékenysége, *Természet Világa*, 119 évf. 1. sz., 1988

Heinrich László: MÉRJÜK meg a molekulák átmérőjét, *Matematikai és Fizikai Lapok*, 1957 február, Új sorozat I. évfolyam, 2. sz.

Heinrich László: Newton hagyatéka, *Igazság napilap*, 1977. május 25.

Heinrich László: Az önpestis, *Matematikai és Fizikai Lapok*, II.évf., 8. sz., 1958

Heinrich László: Sporteredmények vizsgálata fizikai szempontból, *Matematikai és Fizikai Lapok*, 10. sz., 1956

Activitati stiintifice a Universitatii din Cluj 1919 – 1973, Kolozsvár, 1974

Balogh Edgár (főszerkesztő): *Romániai Magyar Irodalmi Lexikon* II. kötet, Kriterion Kiadó, Bukarest, 209 – 210 oldal, 1991

Berényi Dénes: Hogyan oldjuk meg a fizikai feladatokat?, *Fizikai Szemle*, Budapest, 1973/10.

Boda Károly: A fizika – kémia tanítás története a Brassaiában, Brassai Sámuel Elméleti Líceum Évkönyve az 1993 – 1994-es tanévre, Kolozsvár, 33.old, 1995

Csetri Elek: A kolozsvári csillagda története, *Korunk*, 1979/3.

Joó Krisztina: Heinrich László – tüstökös Erdély

tudományos élete egén, Szabadság, kolozsvári napilap, VII. évfolyam, 246.sz.

Koch Ferenc: Heinrich tanár úr, *A Hét* 1980/10.

Kovács Zoltán: Heinrich László, 1910 – 1985, *Fizika, Informatika, Kémia Alapok*, az Erdélyi Magyar Műszaki Társaság Kiadványa, 1991/1.

Kunfalvi Rezső: A szerzőről (Heinrich László), *Természet Világa*, 119 évf. 1. sz., 1988

Máté Adél: Heinrich László munkássága, kézirat.

A Piarista Főgimnázium és a Báthory István Líceum fizikai szertár leltárának dokumentumai

Radnai Gyula: Az Eötvös korszak, *Fizikai Szemle*, Budapest, 1991/10.

Salzbauer János: A kolozsvári kegyes-tanítórendi társház és román. kath. főiskola évszázados történeti vázlat. A kolozsvári román. kath. főgymn. 1876-ik tanév Értesítője

Tóth Piroska – Pap Géza: *Tudod-e? Kérdések és feleletek a természettudományok és technika köreiből*, II. bővített kiadás, Tudományos Könyvkiadó, Bukarest, 1962

Bilibok Guszti bácsi gyűjteménye – avagy a legkeletibb magyar vasúti őrház kincsei

ANTAL ANDREA

Bethlen Gábor Kollégium, Nagyenyed, Románia

„Már magában is nagyszerű, elragadó volt e táj, annál elbűvölőbbé lett a természetnek eddig soha sem látott tüneménye által; felhő vonult a Tárhavas mögé, melyből a napnak oda ütdő sugarai szivárványkört fejtettek ki, elmosódó, az ég parkányára is kiható háromszinű dicskört, minőt még soha sem

minőt az üdvözültek feje körül szoktak festeni; de így színezn, így festeni csak Isten tud, ily nagyszerű képet csak a mindenható természet tud elővarázsolni. [...] Kétségtelenül szép a Székelyföldnek lakott része is, de ki azt valódi nagyszerűségében akarja ismereni, annak be kell hatolni határhavasaink nagyszerű tömkelegébe, meg kell utazni azon gyönyörű hegyszorosokat, melyeket a teremtő mint e szép haza büv-utjait helyezte a határszélre, s csak akkor fogja azt egész nagyszerűségében, egész pompájában ismerni.” – így lelkesedett Orbán Balázs szűkebb hazám szépségeiről *A Székelyföld leírása* XVI. fejezetében. Akkoriban kevesen látogattak el a Gyimesekbe, át kellett kelni a havasokon, folyóvizeket kellett átlépni, csak így lehetett behatolni a „Patakok országába”, a gyimesi csángók szálláshelyeire. Azóta itt halad át az Erdélyt Moldvával összekötő egyik főút és a hasonló jelentőségű vasút.

Erdély első vasútvonalát, a Nagyváradtól Brassóig húzódó Magyar Keleti Vasutat 1873-ban adták át a forgalomnak, ehhez kapcsolódott a Székely Körvasút, amelyből elágazott a Csíkszereda – Csíkygyimes határszéli vasút. Ennek az építését 1894-ben kezdték el a lóvászai alagút előmunkálataival és a gyimesi határállomás felépítésével. A szárnyvonalat 1899. április 5-én kapcsolták össze a Román Állami Vasúttal a 30-as őrház közelében. [B. Á. 6-7. old.].

2008. Pünkösöd. Az elkészült épület és környéke az átadás előtti estén



Az álcázott őrház 1943-ban

láttam, mely az északi fényt is szín pompában s terjedelemben túlszárnyalta, mert az nem keskeny szivárványszalag volt, hanem oly félkörben elmosódó háromszinű sugár legyező, vagy inkább oly ragyogó dicsfény,



A 30-as őrház az akkori magyar román határtól 65 méterre található, 637 méterrel az Adriai-tenger szintje felett [B. Á. 10. old.]. Hányatott sorsú épület, amely többször cserélt gazdát. Trianon után elvesztette fontosságát, de újra visszanyerte azt 1940 szeptemberében. 1941–44 között az Árpád-vonal építése alkalmával katonai objektummá minősült és betonbunkerrel egészítették ki. 1945–65 között román hídőrző [B. Á. 21-22. old.] katonák, majd 2000-ig civil fegyveres őrök szálláshelyül szolgált. Azután lebontásra várt, majd civil összefogással megmenekült és felújult, hogy helyet adjon egy sajátos vasúti múzeumnak. Megmentését számos erdélyi és magyarországi jóakarónak köszönheti, a fennmaradásában fontos szerepet töltött be Bilibok Ágoston, aki nyugalmazott műszaki vasúti tisztként szolgált.

2012 nyarán elhatároztam, hogy interjút készítek a kis múzeum megvalósítójával, hiszen jó lenne, ha azok is tudnának erről a szerény, de gazdag vasúti gyűjteményről, akiknek még nem nyílt alkalmuk



Így láttam az őrházat 2012-ben



Egy különleges öntvény a gyűjteményből

ellátogatni a Gyimesekbe. Összeállítottam a kérdéseket és édesapámmal, aki vasúti forgalmista a gyimesbükk állomáson, felkerestük múzeumában.

A következőkben ezt a beszélgetést olvashatják.

– *Mi kötötte Guszti bácsit a vasúthoz?*

– 1935-ben születtem és „a mozdony füstje engem is megcsapott már a bölcsőben”. 1940-ben, amikor Észak-Erdély visszakerült Magyarországhoz, román hivatalnokok és a vasúti alkalmazottak egy része áttelepedett Romániába, mindenütt szakemberhiány volt. Ezért az anyaországból hoztak dolgozókat, még nyugdíjasokat is, azok a főbb állásokat töltötték be. Az alacsonyabb rendű állásokat, mint például pályáőr, pályamunkás, váltókezelő, térfelvi-gyázó, olyan helybéliek töltötték be, akik tudtak írni, olvasni és elvégeztek egy bizonyos szaktanfolyamot.

Így kerültek szüleim az akkori gyimes-

bükki 24-es számú őrházhoz. Mivel a családnak ott kellett laknia az őrház közelében, gyerekkori emlékek kötnek a vasúthoz.

– *Amikor 1940-ben visszaállt a régi határ, nagyon fiatal volt. Mit jelentett önnek, hogy magyar szerelvények húztak be a bükki álmához?*

– Mint kíváncsi gyermeknek újdonság és lenyűgöző látvány volt az, ahogyan a bérbetett német mozdonyok rendre elhúztak az őrház előtt. Szép emlékem az, hogy gyakran, amikor a lassú szerelvényeken elromlott járműveket szállítottak, a katonák azzal töltötték az időt, hogy gyönyörűen harmonikáztak.

– *Hogyan és mikor született meg a gyűjtemény gondolata?*

– A történelem iránti tisztelet és szeretet korán kialakult bennem, már serdülőkoromban gyűjtöttem a régi fényképeket. A műszaki tárgyak komolyabb gyűjtése 1975-ben kezdődött, amikor már műszaki tisztként dolgoztam.

– *Melyek voltak a kollekciónak az első darabjai?*

– A gyűjtemény első darabjai kocsitáblák voltak amelyeket a mozdonyok még a gyártásukkor kaptak. Ezek a táblák tartalmazzák a gyár nevét, a gyártási évet különböző módon illusztrálva. 1975 februárjában szereltem le az első táblát egy roncs mozdonyról, amelyen ez állt: *Killing D Son – Hagen – 1899*. A legrégebbi táblán, amely ugyancsak a kollekciónak a részét, a következő feliratot olvashatjuk: *1885- Ganz és társa-*

Gép és Vagongyár - Budapest.

– *Honnan származnak a gyűjtemény egyes darabjai?*

– Az egyes darabokat adományként kaptam, de kellett vásárolni is. Később az őrház adományként is kapott különböző tárgyakat Magyarországról, Ausztriából, Szlovákiából, Csehországból, Németországból és Svájcól.

– *Melyik darab beszerzése jelentette a legnagyobb gondot?*

– A legnehezebb az őrházharang beszerzése volt, hiszen a hangadó rész egy olyan embernél volt azelőtt, aki egészen másnak használta, mint ami az valójában. (Unszólásomra megsúgta, hogy minek: Ágytálnak!)

– *Othon hogyan sikerült tárolni, rendezni a gyűjteményt?*



A lelkes támogatók egy csoportja 2008-ban

– Ahogy gyarapodott a kollekciónak, már egyre nehezebb volt azt a házban tárolni, a nagyobb tárgyak már alig fértek el, így 2008-ban úgy döntöttem, hogy a kollekciónak a bővítését az elhagyott őrház pincéjé-

ben folytatom.

– *Melyik darabhoz ragaszkodik leginkább és miért?*

– A Hagenben gyártott kocsitábla a legkedvesebb számomra, ez volt a kollekción legelső darabja. Kedvelem az egyenruhákat is. Az uniformisok kellékei régiek, az egyik sapka 1918 előtti. Ez egy MÁV tiszti sapka, a sapkarózsája egy szárnyas kerék, alapja piros, fehér, zöld fémszálású himzés.

– *Impozáns a karakói völgyhíd, amelynek képét itt láthatjuk. Mit szokott látogatóinak mesélni ennek és faválozatának építéséről?*

A karakói völgyhíd építését 1897-ben fejezték be teljesen. A híd 19 évet állt sértetlenül, amikor a német csapatok visszavonulásakor a bajor tüzérszerek felrobbantották. 1917-ben a hidat a Roth-Waagner-technikával gerendákból és pillérekkel újjáépítették. Sajnos 1944-ben a hidat ismét felrobbantották, fél évvel később felépítettek egy ideiglenes hidat, a közlekedést beindították, de csökkentett sebességgel. A bukaresti vállalat 14 hónap alatt készítette el az új völgyhidat 1945 és 1946 között. Majd próbaterhelések után 1946 szeptemberében beindult a közlekedés normális sebességgel. 1944-ben nemcsak a hidat



Vasutassapkák

ritka építészeti megoldás és különlegesen szép, több tucat sín pár, pazar királyi váróteremmel, de sajnos napjainkban az enyészett áldozata. Ez az épület meglepő módon két év alatt épült 1895–1897 között a MÁV főépítész, Pfaff Ferenc irányítása alatt, és ez volt a Nagy-Magyarország legkeletibb vasútállomása. Ámúltrá méltó hatalmas épület, 107 méter hosszú és 13 méter széles. Funkcionális céllal épült, de dekoratív elemekben sem szűkölködik. A hatalmas épületben valóban van egy úgy nevezett Sissy-terem, amely Erzsébet királynénak volt készítve, azzal a céllal, hogy, ha a királyné utazásai során ide is eljutna, akkor megfelelő ellátásban legyen része. Sajnos az idők során nagyon megrongálódott, ma már csak a mennyezet van eredeti formában.

– *Abban a négy évben voltak határincidensek a térségben?*

– A határincidenseket a német, orosz, magyar és román szakbizottság vizsgálta ki, az is megtörtént, hogy a határparancsnokot leváltották, és mást hoztattak Mihályszálásáról, az ottani határőr alakulattól.

– *Hogyan élték át a szovjet-román bevonulást?*

– A szovjet-román bevonuláskor



Jelzőlámpa és vekkerek

robbantották fel, hanem a lóvész alagút egy szakaszát is.

– *Igaz-e az, hogy a Csíkszereda-Gyimesbükki vasútvonalat eredetileg kicsit délebbre tervezték?*

– Valószínű, hogy igaz, de a szépvízi örmények nem egyeztek bele abba, hogy a földjeiken haladjon keresztül a vasútvonal. Ez azonban lehet, hogy csak helyi legenda!

– *A gyimesbükki állomás épülete lenyűgözően nagy, akkora, mint a kolozsvári. Meséljen valami érdekességet erről is. Mi a helyzet az úgynevezett Sissy-teremmel kapcsolatban. Kik aludtak az idők során benne?*

– A gyimesbükki vasútállomás épülete

egész Gyimes völgyét hadműveleti területté nyilvánították, így mindenkinek m nekülnie kellett más-más patakokra.¹

– *A bunker felett kőből kirakott Szent Korona áll. Átvészelte ez a szimbólum a kommunista korszakot, vagy újra kellett építeni?*

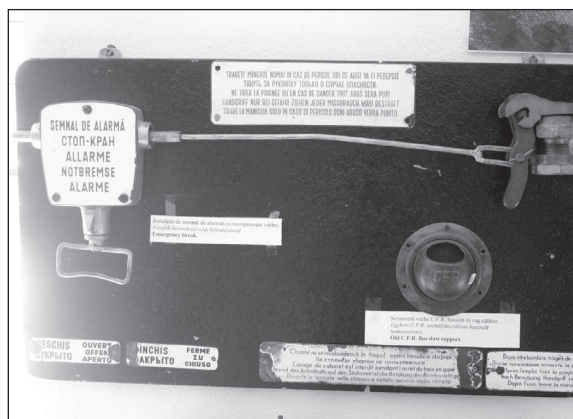
– A Szent Korona alakban kirakott köemlék nem eredeti, sajnos nem vészelte át a kommunista korszakot.

– *Mesélje el, miként jutott hozzá a lezuhant Liberator roncsaihoz!*

– 1944. szeptember 5-én családomnak is menekülnie kellett a hadművellet miatt, a völgy felett egy nagyon alacsonyan haladó repülőgép zúgását hallottuk, majd amikor a völgyteknő fölé ért, akkor egy földi gépágyú sűrű nyomlövendéket lőtt feléje. A repülőgép füst nélkül tovább ment és nekiütközött az Eredély nevű hegnek. 1946-ban édesapám úgy döntött, hogy elmegy és megnézi a repülő roncsait. Akkor még minden értetlen volt, a gép egy négymotoros 24-es Liberator bombázó volt.

2008-ban a kíváncsiság engem is a helyszínre csalogatott, akkor még volt pár maradvány, de mostanra már biztosan nincs látható nyom. Az ott talált roncsdarabokból elhoztam párat és a gyűjteményem részei lettek.

– *Melyik volt a kis múzeum történeté-*



Eredeti vészfék

ben a legünnepélyesebb pillanatot?

– Ez öt évvel ezelőtt volt, amikor először húzott be az órház elé a Nostalgia vonat, annyi sok évtized után újból megjelent egy MÁV felségelet viselő mozdony a „2761-

¹ A Gyimesekben a települések részei egy-egy völgyben alakultak ki, ezeket nevezik *patakoknak*

017-es Nohab” és ez az ünnepélyes pillanat azóta minden évben megismétlődik.

– *Hogyan került az őrház mellé a kismozdony?*

– Ez egy 490-es sorozatú, keskeny vágányú (760 mm-es szintávú) mozdony. A mozdony Csíkszögödben volt, mielőtt Gyimesre került volna. Már 1998-ban felfigyeltem a mozdonyra, meg is szemléltem, fényképet is készítettem róla. Amikor a kollekciónak már az őrházban volt elhelyezve, említést tettem a gyimesi fiataloknak erről a mozdonyról, mert úgy gondoltam, hogy fénypontja lenne a gyűjteménynek. A fiatalok fölkarolták ezt az ötletet, kapcsolatba léptek a csíkszeredai polgármesterrel és megszerezték a mozdonyt, amely sajnos csak addig maradhat



modell is található, az elsőt három évvel ezelőtt hozták. Ez a soproni Taurusznak a mása, amit odaválói fiatal mozdonyvezetők hoztak. Tavaly került ide a Liszt mozdony modellje, az idén pedig az Aranycsapattal befőliázott kis mozdony-nyal bővült a gyűjtemény, amit Buzánszky Jenő adott át. Erre nagyon büszke vagyok.

– *Megnyitása óta hány látogatója volt a kis múzeumnak, kik szökták felkeresni?*

– Mivel nincs nyilvántartás a látogatókról, még hozzávetőleges számot sem tudnék mondani. Minden kontinensről jöttek látogatók Náriviktól Pretoriáig, Új-Zélandtól Venezueláig, valamennyi távol-keleti országból és egy sor arab államból, Észak- és Dél-Amerika országaiból és lehetne sorolni a listát. Elmondható, hogy az egyszerű kétkézi munkástól államfőig, minden kategóriából származó egyén átlépte már az őrház küszöbét, és emberközelségbe kerültem velük.

Kívülállóként mindenki úgy gondolhatja, hogy könnyű naphosszat emberekkel társalogni és beszámolni történelmi eseményekről, de ha jobban belegondolunk, rájövünk, hogy ennek a háta mögött nehéz és kimerítő munka áll. Guszti bácsi azt is elmondta, hogy nem mindig és nem mindenki támogatta munkájában, még családja részéről sem volt nagy a bátortás, de megvolt a szándék és a kitartás. Ezért volt nagyon jó érzés Guszti bácsi számára az, amikor Buzánszky Jenő átadta a kismozdonyt, mert így azt érezte, hogy sokan állnak mellette. Anyagi támogatásban nem részesült ugyan, de erkölcsi biztatást mind román, mind magyar részről annál többet kapott.

Végezetül kérem, olvassák el egy álmódó, de józanul cselekedő nyugalmazott vasutas gondolatait úgy, ahogy



Ma már régiesen hangzik!

szerény írásában fogalmazta meg azokat: „Őrházunk sorsa 2000-től 2007-ig hasonló módon zajlott, mint a nyílt tengeren hanykolódó csónak utasáé, akinek viharba került csónakját ide-oda dobálják a hullámok, már evezői sincsenek, de mégis reménykedik abban, hogy valaki (ik) vészjelzéseit meglátja, mentőövet dob vagy csákyával partra húzza és így megmenekülhet a pusztulástól. A Mindenható gondoskodott, hogy pusztuló őrházunk vészjelzéseit – ha távolból is –



A kis mozdony még felújításra vár

segítőkéz emberek meglássák, és segítőt jobbot nyújtsanak feléje. [...] A harmincas őrház múlt, jelen és remélhetőleg jövő is fog lenni, bízunk benne, hogy meg is őrzi legendás jellegét az utókornak.” [B. Á. 42. old.] ✕

A szerző a Természettudományos múlt felkutatása kategória különdíjasa

Könyvészet

Bilibok Ágoston: Vasúti őrház az egykori román-magyar határon, Gyimesbükk, 2013.



Régi kocsitáblák

Gyimesbükkön, amíg az őrháznak látogatói vannak. Az átszállítása nem volt könnyű, hiszen a mozdony az ottani házak között volt beékelve. Sok minden hiányzott róla, a főhajtórudak, egyik felől a csatlók, és a mozdonykémény sem az eredeti, mivel ezek a mozdonyok erdei szállításra voltak tervezve, ezért Klein-féle kéménnyel látták el, hogy elkerüljék az erdőtüzet.

– *A jelenlegi látogatók szöktak ajándékozni újabb tárgyakat vagy dokumentumokat? Nevezzen meg ezekből párat.*

– A múzeumban három kicsi mozdony-

A XXIV. Természet-Tudomány Diákpályázat pályázati felhívása

Útmutató a diákpályázat benyújtásához

Természtudományi ismeretterjesztő folyóiratunk pályázatán indulhat minden, középfokú iskolában 2014-ben tanuló vagy akkor végző diák, határainkon belül és túl. Kérjük pályázóinkat, hogy dolgozataikat az alábbiak figyelembevételével készítsék el.

A pályázat terjedelme **8000–20 000 betűhely** (karakterszám, szóközökkel együtt) legyen, tetszőleges számú illusztrációval. A kéziratot három 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). A pályázat tartalmazza készítője nevét, lakcímét, e-mail-címét, telefonszámát, iskolája pontos címét irányítószámmal együtt és felkészítő tanára nevét, a borítékra írják rá: Diákpályázat, valamint azt is, hogy melyik kategóriában kívánnak indulni. A dolgozatok benyújtásának (postai feladásának) határideje mindegyik kategóriában **2014. október 31.** Felhívjuk pályázóink figyelmét, hogy dolgozataikat **csak a fenti formában tudjuk elfogadni.** A pályázat beadható személyesen (Budapest, VIII. Bródy Sándor utca 16.), vagy postán (1444 Budapest, 8. Pf. 256.).

Természtudományos múltunk felkutatása (I)

1. Az iskolájához vagy lakóhelyéhez, környezetéhez kapcsolódó jelentős múltbeli tudós személyiségek – például tanárok, az iskola volt növendékei, akikből neves természettudósok lettek – életútjának, munkásságának bemutatása (eredeti dokumentumok felkutatásával és felhasználásával).

2. A természet- és műszaki tudományok valamelyik ágában tárgyi emlékek bemutatása (laboratóriumi kísérleti eszközök, régi tudományos könyvek, régi tankönyvek, kéziratban maradt leírások, muzeális ritkaságok, ipari műemlékek – hidak, malmok, bányák –, vízügyi emlékek, botanikus kertek, csillagvizsgálók stb.).

3. A dolgozat írója tágabb régiójához kapcsolódó tudományos vagy műszaki in-

tezmények története, tudóstársaságok története, eredeti dokumentumok bemutatásával.

Önálló kutatások, elméleti összegzések (II)

Önálló kutatáson a természeti értékek, jelenségek megismerése érdekében végzett diák-kutatások bemutatását értjük. Különösen örülnénk az egyéni, fiatalos, a cikkírók alkotó gondolataiból kifejlesztett kutatásokról szóló élvezetes és szakszerű beszámolóknak.

Az elméleti összegzések is önálló kutatásokat kívánnak meg. Azoknak javasoljuk, akiknek nincs lehetőségük a természet önálló kutatására, de örömmel mélyednek el a rendelkezésükre álló megbízható és naprakész adatok végeláthatatlan tárházában, és képesek onnan elővarázsolni, megmutatni a Természet Világa olvasóinak a tudomány újdonságait.

Szeretnénk elérni, hogy a pályázók a könyvtárakban, a világháló révén, a laboratóriumi-gyakorlati látogatások alkalmával és más módon szerzett értesüléseiket csak forrásként – vagyis nem saját alkotásként! – használják fel. A szerkesztőség és a bírálóbizottság fontosnak tartja, hogy a diákok és a felkészítő tanárok a Természet Világát tekintsék a dolgozat első megmértetési lehetőségének.

A pályázat feltételei

1. Alapvető követelmény, hogy a cikkek olvashatóak, stilisztikai és helyesírási szempontból kifogástalan állapotúak legyenek. Ezúton kérjük a felkészítő tanárokat, szíveskedjenek e tekintetben is útmutatást adni tanítványaiknak. Ne feledjék, hogy a diákpályázat cikkírói pályázat is, ezért a dolgozatokat úgy kell megírni, hogy annak tartalmát a természettudományok iránt érdeklődő, de a témában nem járatos olvasók is megértsék. Ennek elősegítésére és a bírálóbizottság munkájának megkönnyítésére a pályamunkák irodalomjegyzékkel, benne a forrásmunkák megjelölésével fejeződjenek be! A szó szerinti idézetek forrásá-

nak fel nem tüntetése etikai vétség, és a dolgozatnak az értékelésből való kizárásával jár.

2. A pályázatokat a szerkesztőbizottságból és a szerkesztőségéből felkért bizottság bírálja el.

3. Pályadíjak mindkét (I–II.) kategóriában:

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 2015 márciusában adjuk át a nyerteseknek, akiknek nevét folyóiratunkban közzéteszük. A bírálóbizottság által színvonalasnak ítélt írásokat 2015-ben lapunkban folyamatosan megjelentetjük. A kiemelkedő pályamunkák diák szerzőinek a feldolgozott témában történő további elmélyüléséhez szerkesztőbizottságunk tagjai és más felkért szakemberek nyújtanak segítséget. Arra kérjük tanár kollégáinkat, hogy tehetséges diákjaikat bátorítsák a pályázatunkon való részvételre, s tanácsaikkal nyújtsanak segítséget a kidolgozandó témakörök kiválasztásához.

A kultúra egysége különdíj

A *Simonyi Károly* (1916–2001) akadémikus által alapított különdíjra a 2014-ben középfokú intézményekben tanuló magyarországi és határainkon túli diákok pályázhatnak. Ez a különdíj a kiíró szándékai szerint a humán és a természettudományos kultúra összefonódását hivatott elősegíteni.

Ajánlott témák:

1. Az európai kultúra egysége egy magyar művész vagy tudós életművében.

2. Kísérletek a művészi hatás, a művészi élményadás és a fizikai-matematikai törvényszerűségek kapcsolatának felderítésére (festészet–színelmélet, zene–matematika, építészet–matematika stb.).

3. Egy huszadik századi polihisztor. Olyan ember életének és munkásságának

bemutatása, akinek a személyiségében megvalósult a kultúra egysége.

A három ajánlott kérdéskörön túl természetesen bármely más önállóan választott témával is pályázhatnak diákjaink. Az egyéni ötleteket, a jól kivitelezett új kezdeményezéseket a bírálóbizottság örömmel veszi.

A feldolgozás módját, a pályamű tartalmát és formáját a pályázók szabadon választhatják meg.

A kultúra egysége különdíjra pályázókra egyebekben a Természet–Tudomány Diákpályázat pontokba foglalt feltételei érvényesek.

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 Természet–Tudomány Diákpályázatra.

A különdíjra az alábbi ajánlásokat tette:

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.

Küöldíjjammal 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 (1914–2010), a kiváló amerikai matematikus emlékét őrzi ez a különdíj. Küöldíjára az alábbi irányelvek vonatkoznak.

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

Néhány javasolt téma:

1. Egy ismert vagy újonnan kitalált játék matematikai háttere.

2. Önálló kérdésfelvetés, sejtések megfogalmazása és ezek „jogosságának indoklása”.

3. Egy matematikai módszer vizsgálata és alkalmazása egymástól távol eső területeken.

4. Váratlan és érdekes összefüggések, és ezek magyarázata.

5. A matematika valamely kevésbé ismert problémájának a története.

6. Variációk egy témára: egy feladat vagy tétel kapcsán a kisebb-nagyobb változtatásokkal adódó problémacsalád vizsgálata.

7. Legnagyobb, legérdekesebb matematikai élményem, történetem (órán, versenyen, olvasmányaimban, előadáson stb.).

A fentiek csak mintául szolgálnak, 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 színes, 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 tűzött ki a Természet Világa Diákpályázatán a következő irányelvek alapján:

1. Pályázhatnak a középiskolák tanulói önálló, másuttal még nem publikált tanulmányokkal, melyeknek 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 (szép-

irodalom, 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.

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

Biofizikai-biokibernetikai különdíj

Varjú Dezső (1932–2013), a magyar származású biofizikus, a Tübingeni Egyetem egykori biokibernetika tanszéke emeritus) professzorának biofizikai-biokibernetikai különdíjára vonatkoznak a következő irányelvek:

1. Pályázhatnak a középiskolák tanulói önálló biofizikai-biokibernetikai témájú dolgozattal.

2. Javasolt témák: az érzékszervek és az idegrendszer működésének biofizikája, 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.

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

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

5. 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 (1915–1999), görög származású amerikai elméleti fizikus és matematikus alapítványt hozott létre a számítástechnika alkalmazásai iránt érdeklődő tehetséges fiatalok részére. A Los Alamosban (Egyesült Államokban) működő Metropolis Alapítvány diákpályázatunkon a legjobb eredményt elérő középiskolásokat

és felkészítő tanáraikat díjazza, valamint a legaktívabb iskoláknak előfizet a folyóiratunkra.

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 megköze-

lítésű, 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

JÓ TANÁCSOK IFJÚ CIKKÍRÓINKNAK

Azoknak a fiataloknak szeretnénk tanácsokat adni, akik folyóiratunk diákpályázatán elindulni szándékoznak, akikből folyóiratunk szerzői kikerülhetnek. Érdemes elolvasniuk a többszörös díjnyertes szerzőpáros, *Bacsárdi László* és *Friedl Zita* írását: Varázsló útikalauz pályázóknak. Hogyan készítsünk pályázatot a Természet Világa Diákpályázatára? (Természet Világa, 2001. júniusi szám, interneten: <http://www.termeszenvilaga.hu/tv2001/tv0106/uti.html>)

Az ifjú cikkíróink számára követendő tanácsokkal szolgálunk *Csaba György* orvosprofesszor és *Gazda István* tudománytörténész írásai lapunk 2007. februári számában (honlapunkról elérhetőek). Ezekből idézünk két gondolatot.

„...A félreértések és a plágium gyanújának, illetve tényleges megvalósításának elkerülése minden szerzőnek becsületbeli ügye... Idézőjelbe kell tennünk, ha valamit szó szerint idézünk és vagy leírjuk, hogy X szerint, vagy zárójelbe tett számmal (és a dolgozat végén a számhoz tartozó idézéssel) jelöljük a forrást. Ha nem szó szerint idézünk, „csak” a gondolatot, vagy fogalmat, akkor is ezt a módszert kell használnunk, de idézőjel nélkül...”

„...Az internetes korszak a kötelező dolgozatot, pályamunkákat írók számára egyfajta könnyebbséget jelent, amit viszont többen úgy értelmeznek, hogy dolgozatuk megírásához elegendő néhány billentyű és az egér használata. Könnyen találunk a feladatukhoz illő dolgozatokat, cikkeket, könyvrészleteket, lexikon-szócikkeket s azok egyszerű átmásolása, majd egymás után illesztése a feladat megoldását jelenti számukra. Legtöbbjüknek nem magyarázták el, hogy az internet csak pontos vagy pontatlan források, szövegek, adathalmazok, hiteles vagy nem hiteles irományok gyűjteménye, és nagyon figyelnie kell annak, aki onnan bármit átment a saját neve alatt megjelenő, beadásra kerülő írásmű számára...”

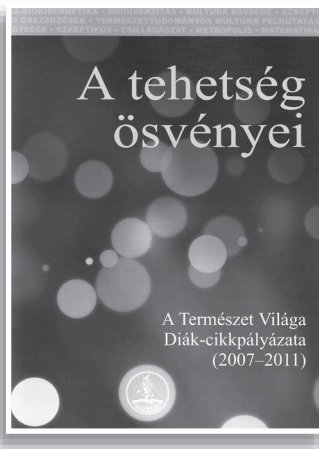
Hüségese szerzőnk, *Szili István* főiskolai tanár pontokba szedett intelmeit pedig itt újra közreadjuk.

Az etikus ismeretterjesztő cikkírás arany szabályai

1. Mások szellemi termékét soha ne tüntesd fel magadénak, még részleteiben sem!
2. Ha szó szerint idézel, ne feledkezz meg az „idézőjel” használatáról!
3. Minden (nem közismert) forrás felhasználásakor hivatkozz a kölcsönvett, vagy idézett mű(vek), vagy részlete(i) eredetére, mégpedig a szerző nevének, a mű (és a műrészlet) címének, oldalszámának, a kiadás évének és a kiadó nevének megjelölésével.
4. Ugyanezt cselekedd a ritka, nem közismert számszerű adatok felhasználása esetén is!
5. Ne közölj olyan szöveget, képet, adatot stb., amit alkotója kikötéses jogvédelem alá (Copyright - ©) helyeztetett, vagyis amit csak az ő tudtával és beleegyezésével vehetünk át!
6. Mások munkáinak felidézésén túl törekedj saját gondolataid, felismeréseid megfogalmazására, hiszen gyakran csak így közvetítesz újat.
7. Ne feledd, e szabályok megszegésével nemcsak etikai kihágást követsz el, hanem plágium miatt a büntetőjog szerint is felelősségre vonható vagy!

Nyomatékosan kérjük szerzőinket és felkészítőiket, hogy a pályázatokat a kiírásban szereplő formátumban (szöveg – word, képek – JPEG) küldjék be CD-n vagy DVD-n.

DIÁK-CIKKPÁLYÁZATUNK (2007–2011) KÖNYVE



Ismeretterjesztő folyóiratunknak már két évtizede szerves része egy 16 oldalas természettudományos diáklap. A folyóirat belső mellékleteként megjelenő diáklap cikkeit tehetséges középiskolások írják. Az ifjú szerzők a hazai és a határainkon túli magyar tannyelvű középfokú intézményekből, líceumokból kerülnek ki. A folyóirat által évről évre meghirdetett Természet-Tudomány Diákpályázaton megméretnek az ifjú szerzők munkái, felszínre kerülnek a legjobb írások.

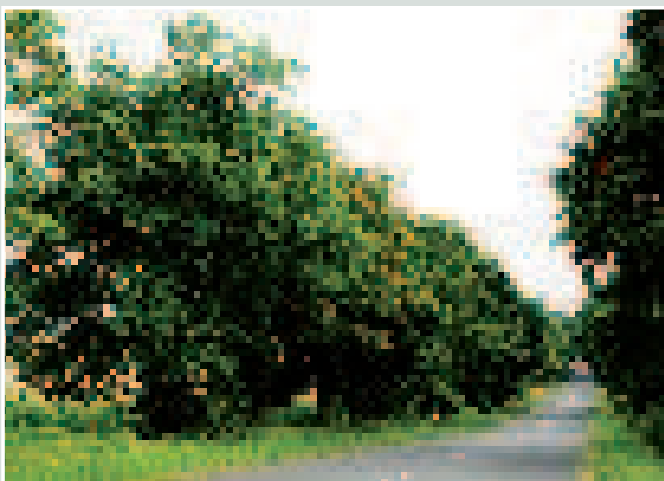
A Természet Világa diák-cikkpályázatának megindulásától huszonegy év telt el, s ma elmondhatjuk, ez folyóiratunk egyik sikertörténete. A kezdetektől körülbelül ötezer fiatal próbált szerencsét cikkpályázatunkon, zömében szépen kidolgozott, okos írásokkal. Ezernél több diák cikke napvilágot is látott a Természet Világában.

A Nemzeti Kulturális Alapprogramok támogatásával az elmúlt öt év díjnyertes diákcikkeiből válogatva, A tehetség ösvényei címmel egy 532 oldalas kötetet készítettünk. E könyv 3500 Ft-ért megvásárolható vagy megrendelhető Kiadónknál, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulatnál (1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16. Telefon: 327 8965, fax: 327 89 69, e-mail: titlap@telc.hu).

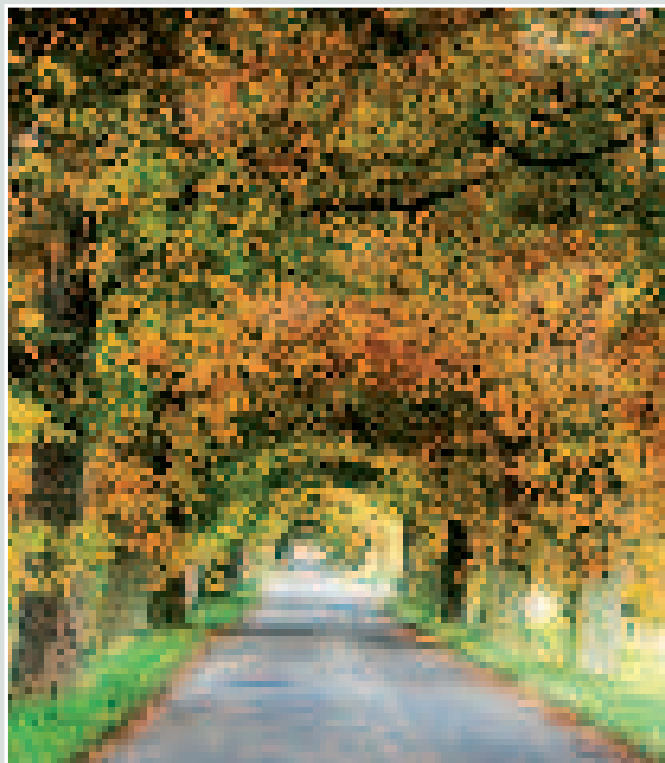
Útörző fasorok



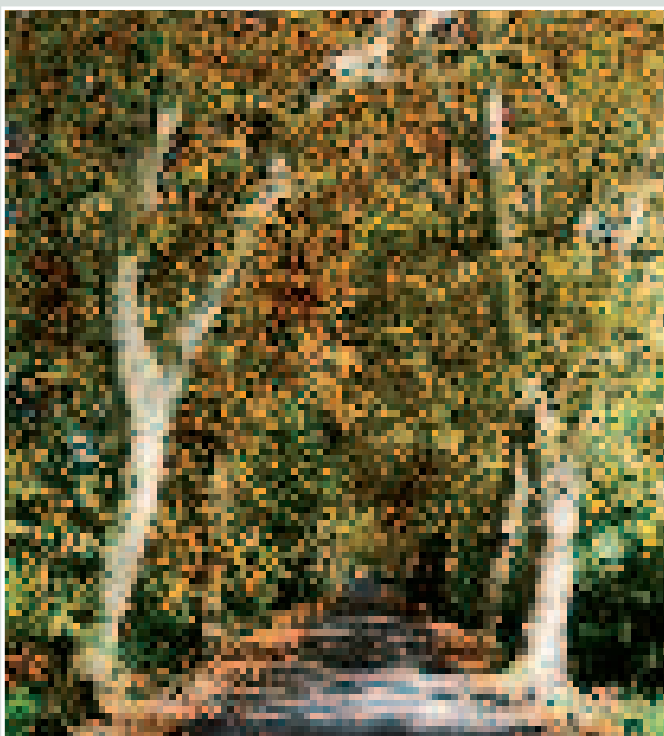
A nagyecenki híres hársfasor



A Szécsényt Nagylóccal összekötő út őrei



A Darnózselit Lipóttal összekötő közút helyi védettségű gesztenyefasor-alagútja



A Dunaremetéből kivezető út platánfasora



A fenséges alcsúti platánsor

Jöjjen a
Planetáriumba,
olvassa lapjainkat!



ág
20

alóság
201



na
Nemzeti Adatvédelmi és Információs Bizottság