

Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

148. évf. 9. sz.

2017. SZEPTEMBER

ÁRA: 780

Előfizetőknek: 670 Ft



- VILÁGÍTÓ TÖLCSÉRGOMBA
- ŐSFÖLDTANI ZÁTONYTÖRTÉNELEM
- SZEMÉLYRE SZABOTT RÁKGYÓGYÍTÁS
- A SZERETETRE MÉLTÓ BOTANIKUS: PRISZTER SZANISZLÓ
- ANGUILLA, A NAP SZIGETE
- KI GÉPEN SZÁLL FÖLÉBE
- A TUDOMÁNY SZÍNRE LÉP

A világító tölcsérgomba és a hozzá hasonló fajok



A világító tölcsérgomba (*Omphalotus olearius*) csoportos termőteste



Az eres termőrétégű sárga rókagomba (*Cantharellus cibarius*) sohasem narancsvörös színű



A rozdsasárga tölcsérgomba (*Paralepista flaccida*) talajon, egyesével nő



Narancsvörös álrókagomba (*Hygrophoropsis aurantiaca*), korhadó, mohával benőtt fenyőtuskón



Az aranyásárga lánggomba (*Gymnopilus junonius*) lemezei nem lefutóak, tönkjén nagy gallért visel

Természet Világa



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben
SZILY KÁLMÁN
KIRÁLYI MAGYAR
TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
148. ÉVFOLYAMA



2017. 9. sz. SZEPTEMBER
Magyar Örökség-díjas és
Millenniumi Díjas folyóirat



Nemzeti
Tehetség Program



Emberi Erőforrás
Támogatáskezelő

Megjelenik a Nemzeti Kulturális Alap, az Emberi Erőforrások Minisztériuma, az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő, a Nemzeti Tehetség Program és a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával.



A kiadvány a Magyar Tudományos
Akadémia támogatásával készült.

Megbitott főszerkesztő:
GÓZON ÁKOS

Szerkesztőség:
1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.
Telefon: 327-8950, fax: 327-8969
Levélcím: 1444 Budapest 8., Pf. 256
E-mail-cím: termvil@titnet.hu
Internet: www.termeszetvilaga.hu

Felelős kiadó:
PIRÓTH ESZTER
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

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

Nyomás:
PAUKÉR Nyomda

Felelős vezető:
Vértes Gábor

INDEX25 807
HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:
Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 06-1-3278-950
e-mail: titlap@telc.hu

Előfizetés, reklamáció:
Magyar Posta Zrt.
Telefon: 06-1-767-8262
E-mail: hirlapelofizetes@posta.hu
Internet: eshop.posta.hu
Postacím: MP Zrt., Budapest 1900.

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

Előfizetési díj:
fél évre 4200 Ft, egy évre 8040 Ft

TARTALOM

| | |
|---|-----|
| Mező Gábor–Kiss Krisztina–Biri-Kovács Beáta–Oláhné Szabó Rita: | |
| Személyre szabott rákgyógyítás | 386 |
| Ki gépen száll fölébe... | |
| Jászai Balázs légifotóssal beszélget Németh Géza | 390 |
| Besenyei Ádám–Bodó Ágnes: Hálózatok, járványok és a változás egyenletei..... | 395 |
| Harangi Szabolcs: Tűzhányó-hírek. 2017. első fele | 399 |
| Trájer Attila: Ősföldtani zátonytörténelem | 405 |
| <i>Kitüntetés</i> | 409 |
| HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKESSÉGEK | 410 |
| Pátkai Zsolt: 2017 tavaszának időjárása | 413 |
| Locsmándi Csaba–Vasas Gizella: A világító tölcsérgomba..... | 415 |
| Radnai Gyula: Párhuzamos életek. Különleges születési évfordulók 2017-ben. Első rész..... | 417 |
| Babinszki Edit–Kőbányai Péter–Gáspár Anita: A Magyar Királyság újrafelfedezése | 419 |
| Kéri András: A Nap szigete: Anguilla..... | 422 |
| Isépy István: A botanika szeretetre méltó művelője. 100 éve született Priszter Szaniszló..... | 424 |
| Nyerges Gyula: A tudomány színre lép | 427 |
| Önzetlen segítség külföldi iskolásoknak..... | 429 |
| <i>E számuk szerzői</i> | 429 |
| FOLYÓIRATSZEMLE | 430 |
| KÖNYVSZEMLE | 432 |

Címekpünk: A tiszadobi Andrassy-kastély (*Jászai Balázs felvétele*)

Borítólapunk második oldalán: A világító tölcsérgomba és a hozzá hasonló fajok (*Locsmándi Csaba felvételei*)

Borítólapunk harmadik oldalán: Magyarország a levegőből (*Jászai Balázs felvételei*)

Mellékletünk: A XXVI. Természet–Tudomány Diákpályázat cikkei. *Csötönyi Viktor:* A Lánycsók–Marázai-patak; *Tihanyi Kata:* Lovak és más négylábú állatok jármódjai és ábrázolásai; *Engel Botond–Incze Áron:* Az UV-sugárzás hatása a növényekre; *Szőcs Boróka:* A királynőnek is teljesítenie kell?

A XXVII. Természet–Tudomány Diákpályázat kiírása és a verseny szabályzata.

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, RESZLER ÁKOS,
SCHILLER RÓBERT, CHARLES SIMONYI, SÓTONYI PÉTER,
SZATHMÁRY EÖRS, SZERÉNYI GÁBOR, VIDA GÁBOR, WESZELY TIBOR

Szerkesztők:

KAPITÁNY KATALIN (yka@titnet.hu; 327–8962)
NÉMETH GÉZA (n.geza@titnet.hu; 327–8961)
LÓRINCZ HENRIK (327–8961)
NYERGES GYULA (327–8960)

Tördelés: LÉVÁRT TAMÁS

Szerkesztőségi irodavezető:
HORVÁTH KRISZTINA

MEZŐ GÁBOR–KISS KRISZTINA–BIRI-KOVÁCS BEÁTA–OLÁHNÉ SZABÓ RITA

Személyre szabott rákgyógyítás

Adaganatos megbetegedések okozta halálozások száma Magyarországon a korábbi növekvő tendencia után 2013 óta stagnál, valamivel kevesebb, mint 32800 eset/év. Ez akár jónak is mondható, ha azt vesszük figyelembe, hogy a megbetegedések száma közben növekszik. A gyógyulásra való esély növekedésének okai az egyre jobb diagnosztikai és terápiás lehetőségek. Azonban elégedettségre nem lehetünk, mert még mindig nálunk figyelhető meg az egyik legrosszabb statisztika ezen a területen Európában. Ezért nagyon fontos, hogy a tumorterápiával kapcsolatos kutatások megkülönböztetett figyelmet és támogatást kapjanak Magyarországon is. Különösen a magas mortalitású tumorok esetén lenne szükség nagy áttörést hozó új eredményekre. Ezen daganatos megbetegedések közé tartoznak a tüdő- és légzőszervi tumorok, a vastagbél és az emésztőrendszer rosszindulatú daganatai, az emlő- és hasnyálmirigy-tumorok. Az emlőtumorok, ha időben diagnosztizálják azokat, elég jól gyógyíthatóak, és az esetek több mint kétharmadában teljes gyógyulás vagy 5 évnél hosszabb túlélés érhető el. Ebben az esetben a nagy esetszám miatt jelentős a halálozások száma. A másik végtel a hasnyálmirigy rosszindulatú daganata, amely ugyan kis esetszámban fordul elő, de a legpusztítóbb rákfajta, csupán az esetek 5%-ában lehet öt évnél hosszabb túlélést elérni.

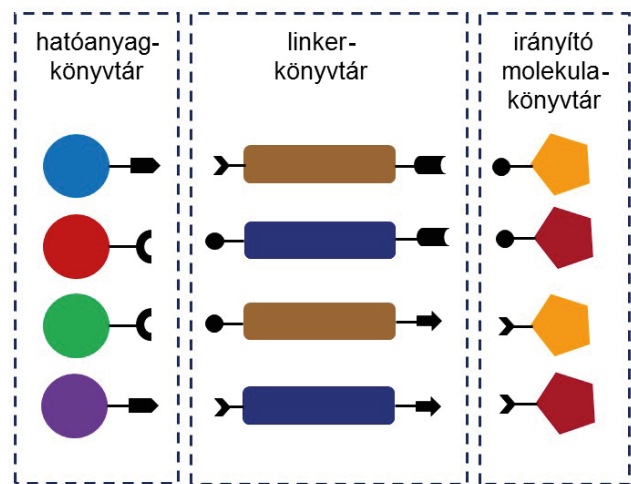
Kutatócsoportunk arra vállalkozott, hogy három olyan vegyülettárat állít elő (1. tumorelleses hatóanyagok; 2. irányító molekulák; 3. az előző kettőt összekapcsoló bifunkciós linkerek), amelyek nagy variabilitással kapcsolhatók egymáshoz, így akár 100 különböző gyógyszerjelölt molekulát is könnyen elő lehet állítani. Ezek a gyógyszerjelöltek alkalmasak lehetnek a magas mortalitású tumorok hatékony, személyre szabott, célzott terápiájára.

Mit takar a személyre szabott célzott tumorterápia? A módszer, amelyet célzott vagy irányított daganatterápiának neveznek, azon alapszik, hogy olyan anyagokkal támadják a ráksejteket, amelyek nagy szelektivitással ismerik fel a beteg sejteket. Ezzel az eljárással az egészséges szövetek megkímélhetőek, csökkentve a terápia káros mellékhatásait és javítva a

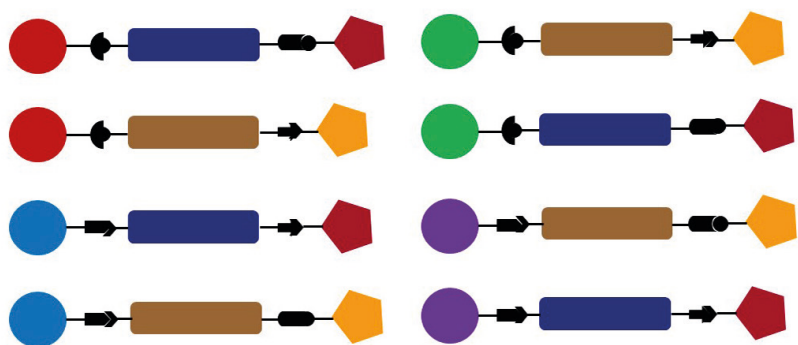
paciens életminőségét a kezelés alatt. Ez nagy előrelépés lenne a jelenleg alkalmazott kemoterápiás eljárásokhoz képest, ahol a gyógyszermolekulák bejuthatnak nemcsak a ráksejtekbe, hanem az egészséges sejtekbe is, amelyekre szintén toxikus hatásúak. Természetesen ahhoz, hogy ezt a terápiát hatékonyan lehessen alkalmazni, ismerni kell az adott daganaton

lyozni, hogy egy szervtípus (pl. tüdő, hasnyálmirigy) rákos megbetegedésekor sem biztos, hogy azonos tumorról beszélünk. A különböző tumortípusok esetén pedig más-más gyógyszerre lehet szükség. Leegyszerűsítve, két különböző hasnyálmirigy-tumor-sejt (pl. Panc-1 és MiaPaca2) más-más receptorkészlettel rendelkezhet, tehát más-más irányító molekulák lesz-

nek alkalmasak arra, hogy a kiválasztott és az adott sejten hatóanyagot, amelyek szintén lehetnek különbözőek, célba juttassa. Ahogy azt a 2011-ben megjelent cikkünkben bemutatottuk, a sejtfelszíni receptorokon keresztül történő gyógyszer célba juttatásának hatékonyságát korlátozhatja az, hogy a ráksejteken a receptorok száma limitált.



Hatóanyag – irányító molekula-konjugátumok



1. ábra. A három vegyülettár (hatóanyag, linker, irányító molekula) és a belőlük felépíthető konjugátumok vázlatos képe. A komponensek számának növelésével a variációs lehetőségek száma jelentős mértékben nő

azokat a molekulákat (pl. receptorokat), amelyek támadhatók a rák elpusztításának reményében. Ezeket a molekulákat a daganat eltávolítása, vagy biopsziás szövettani mintavétel után speciális vizsgálatokkal határozzák meg. Azt is érdemes hangsú-

Ezért a vegyület koncentrációjának növekedése nem feltétlenül vezet a hatékonyság növekedéséhez. Megoldás lehet, ha a daganatellenes szerek különböző irányító molekulákhoz kapcsoljuk, amelyek eltérő receptorokat ismernek fel a ráksejteken.

Az így előállított vegyületek kombinációban történő alkalmazásával – a kapcsolt hatóanyagoktól függően – a komponensek hatása összeadódhat (additív hatás) vagy még erősíthetik is egymás hatását (szinergista hatás) a daganat elpusztításában. Ez az eljárás is azt feltételezi, hogy sokféle hatóanyag irányító molekula kombinációjára lehet szükség. Reményeink szerint az előállítandó vegyületkönyvtárak alkalmasak lesznek arra is, hogy ne csak különböző ráktípusokra fejlesszünk ki hatóanyagot irányító molekula-konjugátumokat, hanem egy azon daganattípusra több hatékony vegyületet is készíthessünk az adott elemekből (1. ábra).

Eddig főleg a rák elpusztítására alkalmas hatóanyagról, illetve az azt célba juttatni képes, a daganatsejteken lévő receptorokat felismerő, és azokhoz kötődni képes irányító molekulákról volt szó. Nagyon fontos szerepe van azonban a linker komponens összekötő bifunkciós linkernek, az összekötő elemnek is. Ennek biztosítania kell, hogy a kialakított konjugátum stabil maradjon addig, amíg a vegyület eljut a célzott ráksejtekhez, de bejutva a sejtekbe, a hatóanyag vagy annak aktív metabolitja fel tudjon szabadulni a konjugátumból. Ez szükséges általában ahhoz, hogy a gyógyszer kifejthesse tumort pusztító hatását. Mindehhez az szükséges, hogy mind a hatóanyagon, mind az irányító molekulán legyen olyan, lehetőleg egymástól eltérő típusú funkciós csoport, amelyik a linker két funkciós csoportjához külön-külön és szelektíven, kovalens kémiai kötés kialakítása során kapcsolódni tud. A különböző komponensek közötti kapcsolatról azt érdemes megemlíteni, hogy míg az irányító molekula és a linker közötti kötésnek nem kell bomlania, így akár egy nagyon stabil kötés (pl. tioéter-kötés) is lehet, addig a linker és a hatóanyag közötti kötést célszerű úgy kialakítani, hogy a szabad hatóanyag vagy annak aktív metabolitja felszabaduljon a ráksejtekben.

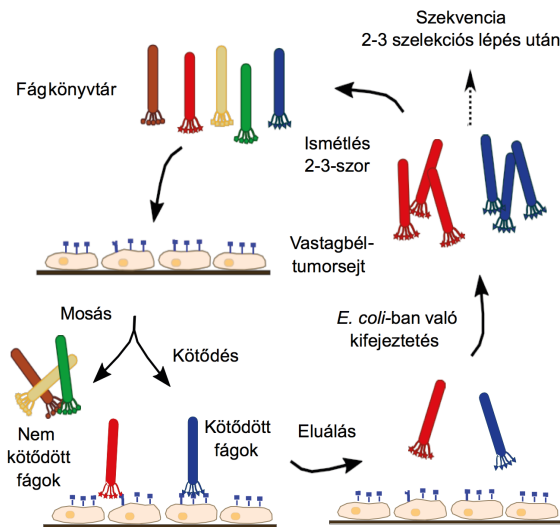
Bár, mint azt látjuk, a konjugátum mindhárom komponense igen fontos szerepet tölt be a hatóanyag célba juttatásában, és így nem érdemes a hatás szempontjából kiemelni egyiket sem, talán mégis egy kicsit megkülönböztetett jelentősége van az irányító molekulának, hisz ez az egység fogja eredményezni a konjugátum tumor-specifikusságát, ami kezelés során a gyógyszer mellékhatásainak csökkenését okozza. Ahogy említettük, ezek az irányító molekulák a ráksejtekben a szelektíven vagy nagy mennyiségben előforduló receptorokat ismerik fel. Ezen receptorok és a hozzájuk kötődni képes ligandumok (pl. peptid hormonok) közül már sok ismert és folynak is kutatások velük a célzott tumorterápia területén. Korábban e

folyóirat hasábjain már bemutattuk az ezen a területen a gonadotropin-releasing hormon (GnRH) analógjainak felhasználásával elért eredményeinket. Azonban érdemes újabb irányító molekulákat is keresni, amelyek vagy más ráksejtek ismernek fel, vagy ugyanazon daganatsejtek más receptorait, és így alkalmasak lehetnek a kombinált célzott terápiára. Az utóbbi időben egyre elterjedtebben használják ilyen célpontok és ligandumaik feltérképezésére az irányított evolúció egyik fajtáját, az úgynevezett fágbemutató technikát. Ennek a módszernek a nagyon leegyszerűsített vázlatát mutatja a 2. ábra.

A bakteriofágok olyan vírusok, melyek baktériumokat támadnak meg. Szerkezetük igen egyszerű, egy külső fehérjeburokból és a benne található örökítő anyagból épülnek fel. Az eljárás lényege, hogy a vizsgálni kívánt peptidszekvenciákat kódoló gént a peptid kifejezésére használt

meg (ennyiféle heptapeptid állítható elő a 20 aminosav kombinációjából). Azonban a kiválasztást úgy tervezik, hogy minden fág típusból több, általában 100–1000 legyen kiinduláskor. Ezt a 10^{11} klónt tartalmazó keveréket hozzák össze a vizsgálni kívánt típusú tumorsejtekkel. Azok a klónok, amelyek olyan peptidszekvenciát tartalmaznak, amiket a ráksejtekben lévő receptorok felismernek, azok (különböző erősséggel) kötődnek a sejtekhez, amelyek viszont nem kötődnek, azt lemosás a sejtekről. Ezután a kötődött klónokat leválasztják a sejtekről, ezeket felszaporítják baktériumsejtekben, majd egy új ciklusban újra összehozzák a sejtekkel. Ezt a kikötési és lemosási ciklust 3–5-ször megismétlik, így a jól kötődő peptidet tartalmazó klónok feldúsulnak a keverékben. Minél több ciklust végeznek, annál nagyobb valószínűséggel vannak jelen a jól kötődő tumorszelektív fágok a keverékben.

Ezután a megmaradt fágokból random módon kiválasztanak kb. 50 klónt, és megfelelő módszerekkel (a fágban található örökítő anyagot szekvenálva) meghatározzák a nukleinsav-szekvenciát, amiből következtetni tudnak az aminosav-szekvenciára, jelen esetben a heptapeptid szekvenciájára, amely felismeri az adott típusú ráksejtet. Azonban a 3–5. szelektációs lépés után is több száz, esetleg több ezer különböző peptidet tartalmazó klón keveréke van jelen (a szelektációs lépések számának növekedésével ez a szám csökken). Az összes klónt természetesen nagyon időigényes és drága lenne végigvizsgálni. Ezért választanak ki li-



2. ábra. A peptidszekvenciák kiválasztására alkalmas fágbemutató eljárás sematikus bemutatása

bakteriofág génjéhez illesztik, így ez a peptidszakasz kifejeződik a bakteriofág burokkéregjében. Minden egyes fág egy peptidet fog kifejezni, és a fágban található örökítő anyag tartalmazni fogja az adott peptidet kódoló nukleinsavat. A felszínükön különböző peptideket megjelenítő fágok közül szelektációs eljárással lehet a legmegfelelőbbeket kiválasztani, ami általában kötődési teszten alapul. A fágok felszaporítása olyan baktériumtörzsekben történik, amiket a fág képes fertőzni. Ha egy hét aminosavból álló peptidet (heptapeptid) akarunk vizsgálni, figyelembe véve, hogy a 20 természetes fehérjeépítő aminosavat akarjuk beépíteni minden pozícióba, akkor 7^{20} klónnal kell számolnunk, ami kb. 10^9 klónnak felel

mitált számú (pl. 50) klónt a vizsgálatához. Ebből persze az következik, hogy lehet, hogy vannak a keverékben olyan peptideket tartalmazó klónok, amelyek még hatékonyabban kötődnek a ráksejtekhez, de a véletlenszerű kiválasztás miatt elveszítjük azokat. Mivel tehát nem biztos, hogy a legmegfelelőbb szekvenciákat találtuk meg a fágbemutató technikával, ezért a kiválasztott peptid szerkezetében történő változtatásokat érdemes tovább tanulmányozni.

Általában az oligopeptidekben vannak olyan aminosavak, amelyek jelenléte fontos a receptorkötődés, vagy a megfelelő térszerkezet kialakítása szempontjából, így ezek megváltoztatása a hatás elvesztésével járhat. Más aminosavak azonban módosít-



3. ábra. A fágbemutatással kiválasztott és az alanin-szkenneléssel előállított daunomicin-peptidkonjugátumok szerkezetének sematikus ábrája

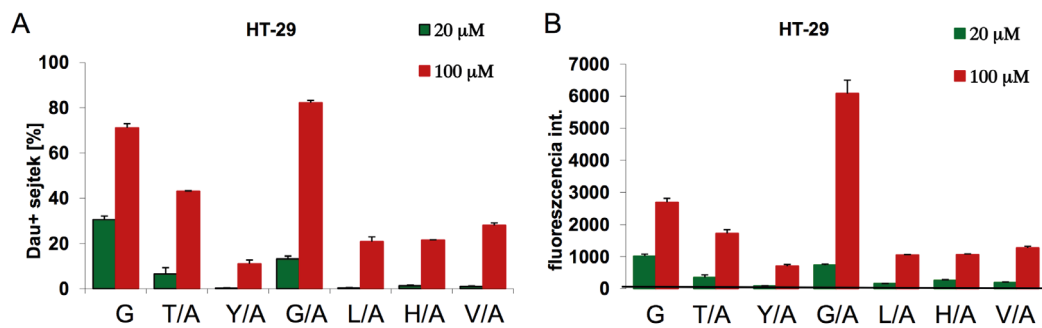
hatók a hatás elvesztése nélkül, sőt bizonyos esetekben még fokozható is a biológiai aktivitás. Ahhoz, hogy megtaláljuk a cserélhető, illetve nem cserélhető aminosavakat a szekvenciában, a peptidkémikusok az úgynevezett alanin-szkennelési (Ala scan) módszert alkalmazzák. Ennek során a szekvencia minden pozíciójában egyenként alaninra cserélik az ott található aminosavat. Ezek után megvizsgálják, hogy az adott változtatás hatására miként változik a biológiai aktivitás. Ha azt tapasztalják, hogy a hatás csökken, vagy netalán meg is szűnik, akkor az azt jelenti, hogy azt az aminosavat nem célszerű változtatni. Ha azonban a módosítás hatására nem következik be hatáscsökkenés, esetleg hatásfokozódás tapasztalható, akkor az a pozíció változtatható. Következő lépésben az így megismert pozícióba más aminosavakat

Zhang és munkatársai bizonyos vastagbél-ráksejtekre (HT-29) szelektív heptapeptideket (7 aminosav-tagszámú peptidet) keresnek fágbemutatásos eljárással. Három szelektív ciklus után véletlenszerűen kiválasztott 50 klónt vizsgálva, a ráksejtekhez legszelektívebben kötődő heptapeptid szekvenciája sorrendben a következő aminosavakból állt: valin-hisztidin-leucin-glicin-

tuk, hogy a daunomicint (Dau) könnyen és hatékonyan lehet kapcsolni aminosav-csoporttal (Aoa) módosított peptidekhez oxim-kötésen keresztül. A daunomicin a sejtekben képes a DNS kettős spirál láncai közé beékelődni (interkalálódni), ezáltal gátolva a sejtosztódást, vagyis a sejtek szaporodását. Így tudja gátolni többek között a daganatok növekedését. Azonban már azt is tudjuk, hogy a szabad Dau nem szabadul fel az oxim-kötésből, hanem egy olyan metabolitja keletkezik a sejtekben, amely tartalmazza a daunomicint, az aminosav-csoporttal (Aoa; =N-O-CH₂-CO-) és azt az aminosavat, amelyhez az Aoa kapcsolódik (Dau=Aoa-Aaa-OH, ahol az Aaa-OH a szabad

| Konjugátum | Citosztázis (IC ₅₀ (µM)) (24 órás kezelés + 48 óra) |
|--------------------------------------|---|
| Dau=Aoa-LRRY-VHLGYAT-NH ₂ | 50,5 ± 5,5 |
| Dau=Aoa-LRRY-VHLGYAA-NH ₂ | 60,9 ± 3,1 |
| Dau=Aoa-LRRY-VHLGAAT-NH ₂ | > 100 |
| Dau=Aoa-LRRY-VHLAYAT-NH ₂ | 14,0 ± 1,5 |
| Dau=Aoa-LRRY-VHAGYAT-NH ₂ | > 100 |
| Dau=Aoa-LRRY-VALGYAT-NH ₂ | 26,8 ± 0,4 |
| Dau=Aoa-LRRY-AHLGYAT-NH ₂ | > 100 |

Táblázat. A daunomicin-peptidkonjugátumok tumorelles hatása



4. ábra. A fágbemutatással kiválasztott és az alanin-szkenneléssel előállított daunomicin-peptidkonjugátumok sejtfelvételének tanulmányozása áramlási citométerrel. A) Azon sejtek aránya, amelybe bejutott a konjugátum; B) a bejutott konjugátum mennyiségével arányos fluoreszcencia intenzitás. (A G az eredeti szekvenciából készült konjugátumot jelenti, míg az X/A jelölések az adott aminosav X = treonin (T); tirozin (Y); glicin (G); leucin (L), hisztidin (H); valin (V) alaninra (A) történő cserével előállított konjugátumot jelenti)

is kipróbálnak (pozíciós szkennelés), amely során fényt derítenek arra, hogy milyen karakterű aminosav (savas, bázikus, apoláris, poláris) beépítése szolgálja a leghatékonyabb vegyületet. Az alábbiakban egy, a laboratóriumunkban végzett kísérlet alapján mutatnánk be ezt a folyamatot.

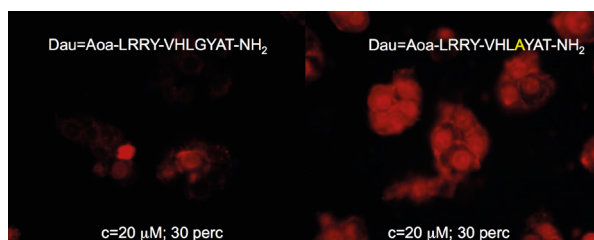
tirozin-alanin-threonin (az aminosavak három, illetve egybetűs kódjaival: Val-His-Leu-Gly-Tyr-Ala-Thr, illetve VHLGYAT). Kísérleteinkben tehát ezt az irányító peptidet kívántuk felhasználni, hogy egy kemoterápiás hatóanyagot, a daunomicint kapcsoljuk hozzá. Korábbi cikkeinkben már bemutat-

α-karboxilcsoportot tartalmazó adott aminosavat jelenti). Azt is bizonyítottuk, hogy a metabolit kötődési képessége a DNS-hez jelentősen függ a benne jelenlévő aminosav típusától. Tehát annak érdekében, hogy az Ala-szkennelés során ne kapjunk különböző metabolitokat, célszerű az irányító peptid és az oximkötött daunomicin (Dau=Aoa) rész közé egy olyan távartó szekvenciát (spacer) beépíteni, ami minden kialakítandó új származékban azonos és a sejtekbe jutva könnyen lebomlik, mindig ugyanazt a metabolitot eredményezve. Így a konjugátumok hatása összehasonlítható és kiválasztható a legjobb irányító molekulá. Ezen megfontolásokból a korábbi tapasztalataink alapján a

leucinból, két argininből és egy tirozinból álló (Leu-Arg-Arg-Tyr; LRRY) tetrapeptid spacer választottuk és építettük be a konjugátumokba. Így minden esetben a legkisebb metabolit, ami a sejtben felszabadult és a hatásért felelős volt, a Dau=Aoa-Leu-OH egység volt. Mivel az irányító peptid egyik pozíciójában eredetileg is alanin volt, így ebben a helyzetben egyelőre nem végeztünk cserét, tehát a többi hat aminosav cseréjével összesen hat új konjugátumot állítottunk elő (3. ábra).

Ennek a hat konjugátumnak ráksejtekre gyakorolt toxikus hatását vizsgáltuk HT-29 sejteken és összehasonlítottuk a kontrollvegyület hatásával (táblázat). Az eredmények egyértelműen mutatták, hogy a szekvenciában a valin (V), a leucin (L) és a tirozin (Y) aminosavak cseréje nem megengedett. Ugyanakkor az a konjugátum, amelyben a glicint (G) cseréltük alaninra (A), hatékonyabban pusztította a ráksejteket (a kisebb IC₅₀ értékek a nagyobb toxikus hatást szemléltetik).

Ennek okát az úgynevezett sejtfelevéti vizsgálatokkal (áramlási citometria és fluoreszcencia mikroszkópia segítsé-



5. ábra. A fágbemutatással kiválasztott és a glicin/alanin (G/A)-cserével előállított daunomicin-peptidkonjugátumok sejtfelevételének tanulmányozása fluoreszcens mikroszkóppal 30 perces inkubálás után. (Az intenzívebb vörös szín, ami a daunomicin színéből adódik, a sejtbe jutott nagyobb mennyiségű konjugátumot jelenti.)

gével) magyaráztuk, amelyek igazolták, hogy a glicin-alanin (G/A)-csere által kapott konjugátum hatékonyabban jutott be a tumorsejtekbe, mint a többi konjugátum (4-5. ábra).


Az eredmények alapján a pozíciós szkenelési eljárást a glicin helyén végeztük el (6. ábra). Tehát az alanin után további aminosavakat építettünk be ebbe a pozícióba. A vizsgált aminosavak a savas karakterű glutaminsav (Glu, E), a bázikus lizin (Lys, K), a poláris karakterű szerin (Ser, S), treonin (Thr, T) és aszparagin



6. ábra. A pozíciós szkeneléssel előállított daunomicin-peptidkonjugátumok szerkezetének sematikus ábrája és a konjugátumok tumorelles hatása (IC₅₀ értékek HT-29 humán vastagbél-tumorsejteken (az értékek μM-ban értendők))

(Asn, N), valamint az apoláris leucin (Leu, L) és fenilalanin (Phe, F), továbbá a szerkezetben általában törést okozó ciklikus prolin (Pro, P) voltak.

A korábbi vizsgálatokhoz hasonlóan végzett kísérletek alapján megállapíthatjuk, hogy a prolin és a lizin beépítése ebbe a pozícióba nem célszerű. A glutaminsav, szerin, treonin és aszparagin (E, S, T, N) esetében nem tapasztaltunk szignifikáns változást az alaninnal módosított konjugátum hatékonyságához képest. Ellenben, ha nagy apoláris oldalláncot tartalmazó aminosavat fenilalanin vagy leucin (F, L) építettünk be a glicin helyére, akkor még erősebb tumorelles hatású konjugátumokhoz jutottunk. Ezeket a hatásbeli különbségeket szintén igazolni tudtuk a sejtfelevéti adatokkal. Tehát, amelyek anyag már kis koncentrációban is hatékonyabban bejut a ráksejtekbe, az jobban pusztítja azokat, míg az a konjugátum (prolint (P) tartalmazó), amely még magasabb koncentrációban is csak kis mértékben jut be a sejtekbe, az kevésbé hat a ráksejtekre. Összességében elmondhatjuk, hogy a fágbemutatásos eljárással kiválasztott peptid felhasználásával készült konjugátumhoz képest egy nagyságrenddel jobb hatású konjugátumot sikerült előállítanunk.

Vizsgálati eredményeink azt mutatják, hogy a fágbemutatásos eljárás alkalmas lehet tumorspecifikus irányító molekulák kiválasztására. Azonban célszerű az így nyert szekvencia módosításával kísérletezni még hatékonyabb vegyületek előállítása érdekében. Mindezek az apró lépések közelebbről hozhatják egy hatékony, sokrétű, személyre szabott rákgyógyítás megvalósítását. 

A cikkben használt egy- és hárombetűs aminosav-kódok és további rövidítések jelentése: alanin: A (Ala); aszparagin: N (Asn); arginin: R (Arg); glicin: G (Gly); hisztidin: H (His); leucin: L (Leu); lizin: K (Lys); szerin: S (Ser); fenilalanin: F (Phe); tirozin: Y (Tyr); treonin: T (Thr); valin: V (Val); aminosavcserés (Aoa); daunomicin (Dau).

Irodalom

- Mező, G. (2011) Célzott tumorterápia peptidokkal. *Természet Világa* 142, 555-558.
- Mező, G., Hegedűs, R. Szabó, I. (2012) Célzott tumorterápia. *Természet Világa* 143, 448-451.
- Mező, G., Enyedi K.N. (2015) Egy anyag – két célpont. Lehetőségek a célzott daganatterápiában. *Természet Világa* 146, 307-310.
- Rivinoja, A., Laakkonen, P. (2011) Identification of homing peptides using the in vivo phage display technology. *Methods Mol. Biol.* 683, 401-415.
- Zhang Y., és mtsai. (2007) Panning and identification of a colon tumor binding peptide from a phage display peptide library. *J. Biomol. Screen.* 12, 429-435.
- Orbán, E., Mező, G., és mtsai. (2011) In vitro degradation and antitumor activity of oxime bond-linked daunorubicin-GnRH-III bioconjugates and DNA-binding properties of daunorubicin-amino acid metabolites. *Amino Acids* 41, 469-483.
- Kiss, K., Szabó, R., Mező, G. (2016) Modification of peptide sequence selected for HT-29 colon cancer cell line by phage display to increase the anti-tumour activity of conjugates developed for targeted tumour therapy. *J Pept. Sci.* 22(52S), 183.

A Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) 2016-ban kiírt „Nemzeti versenyképességi és kiválósági program” (NVKP_16) pályázat keretében jelentős összeggel támogat olyan innovatív megoldásokat eredményező kutatásokat, amelyek a „Kiemelkedő halálózási kockázattal járó betegségek gyógyításának eredményességét lényegesen javító nemzeti program” céljainak megfelelően, ezen betegcsoportok gyógyításában hozhatnak meghatározó új eredményeket. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) Kémiai Intézete és az ott működő MTA-ELTE Peptidkémiai Kutatócsoport létrehozott egy konzorciumot, amelynek tagja a Semmelweis Egyetem Genetikai, Sejt- és Immunbiológiai Intézete és a ComInnEx Kutatási Fejlesztési Zrt., akik sikeresen pályáztak a támogatásra (NVKP_16-1-2016-0036).

Ki gépen száll fölébe...

Beszélgetés Jászai Balázs légifotóssal

– Jó néhány interjú jelent már meg a lapokban természetfotósokkal és mind-egyiküknél tetten érhető egy pillanat, egy helyszín, vagy akár személy, ami, illetve aki erre a pályára terelte őket. Neked is volt ilyen?

– Persze. Gyerekkorom óta egyik hobbim, szenvedélyem a repülés. Mindig is rajongtam mindenféle repülőgéperért. Elég korán alkalmam is volt személyesen is megtapasztalni az élményt. Édesapám úgy 6–7 éves koromban elvitt az NDK-ba, Kelet-Berlinbe, egy TU-154-essel. Ez olyan meghatározó élmény volt, hogy már akkor eldöntöttem, hogy ezzel nekem valamilyen módon foglalkoznom kell. Aztán hosszú évekig ez csak plátói szerelem maradt, bár kisgyerekkorom óta ismerem az összes repülőgéptípust.

– Úgy tudom, akadnak olyan elvetemült rajongók is, akik elutaznak a világ végére is és kamerákkal felszerelve napokig képesek valami nagy repülőtér kerítése mellett várakozni és figyelni, hogy begyűjt-hessenek egy-egy új típust.

– Én azért ennyire nem voltam megszállott. Viszont 2005-ben adódott egy lehetőség. Édesapámnak, aki a Magyar Távirati Iroda fotóriportereként, majd a fotószerkesztőség vezetőjeként dolgozott, volt egy régi barátja, László János, azaz James, aki még korábban, ifjú titánként az MTI-ben világsztároként dolgozott édesapámnak. Ő volt az, aki Magyarországon az elsők között kezdett foglalkozni üzletszerűen légifotózással. Rendeztek egy fotókiállítászt az egyik Zempléni Fesztiválon, ott jött a gondolat, milyen jó lenne lefotózni a Zempléni a levegőből. Az ötletet tett követte, bérelt egy repülőgépet profi pilótával és elkezdett fényképezni. A Civertan Grafikai Stúdió tervezési és tördelési munkáját a légifelvétel jól kiegészítik, segítik. Idővel belefáradt a repülésekbe. Tudta, hogy fotós vagyok, ez a szakmám, és megkérdezte, érdekelne-e a légifotózás. Kapva kaptam az alkalmon és 12 évvel ezelőtt átültem a helyére a repülőgépekbe, helikopterekbe és azóta én készítem a légifotókat.

– Hogy „földi” fotós lettél, gondolom, családi indíttatású.

– Édesapám erősen motivált és példakép is volt ezen a téren. Amikor a pályaválasztásra került a sor, nem is volt kérdés, hogy mi legyen a hivatásom. A Práter utcai fotóiskolában tanultam, aztán az MTI-ben voltam szakmai gyakorlaton, azt követően pe-

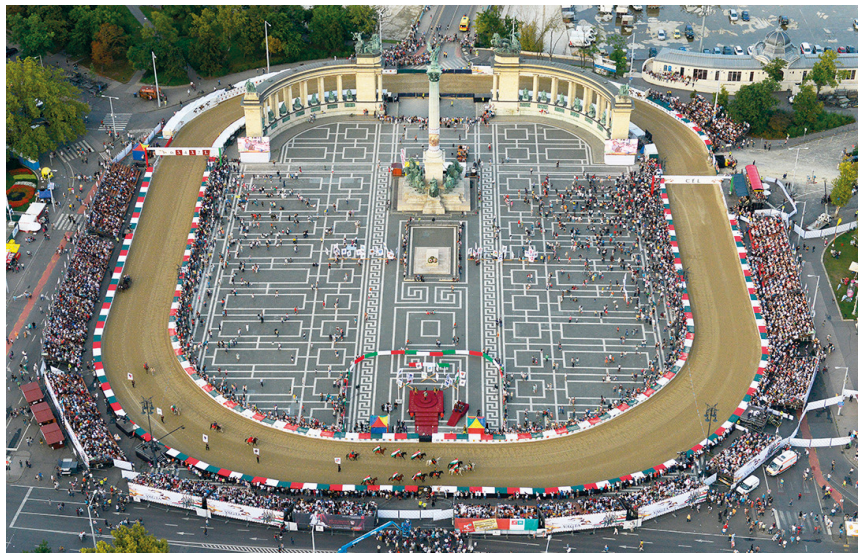


– Most a Mikszáth Kálmán téren beszélgetünk, és az a bizonyos stúdió nemcsak térben, hanem személy szerint hozzám és a lapunkhoz is sokkal közelebb van, mint gondolnád. A szerkesztőségünk hosszú évekig ugyanabban az épületben, a Gyulai Pál utca 14-ben volt, és bizony abba a laborba jártunk mi is nap mint nap, nagyítottani, retusáltatni, reprókat készíttetni, úgyhogy lehet, hogy össze is futottunk párszor.

– Akkor helyben vagyunk. Nos tehát, ott megtanultam a szakmát, és volt szerencsém különféle lapoknak is dolgozni, enteriőr-fotókat, reklám- és műszaki fotókat készíttettem. Aztán, ahogy említettem, László János felajánlotta légifotózás lehetőségét. A Civertan cég egyik profilja a légifotózás, emellett nyomdai kiadványokat, weboldalakat készítenek és egyéb grafikai munkákkal foglalkoznak. János továbbra is nagyon sokat segít a felkészülésben, ő finanszírozza a repüléseket.

– Ezt megelőzően fotóztál már repülőgépről, privát utakon? Engem például el se lehet rángatni az ablak mellől, ha egyszer a levegőben vagyok, rengeteget fotózok.

dig az ország egyik legjobban felszerelt és legjobban menő fotóműtermében volt szerencsém tanulóként dolgozni néhány évig.



Budapest, Nemzeti Vágta, 2016. (Jászai Balázs felvételei)

– Ez melyik volt?

– A szép emlékü Zaráy Péter fotóművész vezette Zoom Stúdió, itt nem messze, a Gyulai Pál utcában.

– Persze, eleinte egy Zenittel fényképeztem a gép szárnyát, a felhőket, de nem voltam megszállottja. Inkább maga a repülőgép érdekelt. Magam sem hittem volna,



Röjtökmuzsaj

hogy egyszer ez lesz a hivatásom. Egyszerűen „bevonódtam”. Számomra ez a legszínesebb munka, hogy bejárom az országot, a Kárpát-medencét a levegőben. Túlzás nélkül mondhatom, odafentről már úgy ismerem hazánkat, mint a tenyeremet. De tegyük fel, ha azt mondanák, hogy menjek el autóstól Csempezkopácsra, nem biztos, hogy segítség nélkül egyből odatalálnék. Nagyon szép, izgalmas, kalandos munka, nevezhetjük szenvedélynek is. A munkámnak nagyjából a 70 százalékát ma a légifotózás teszi ki, de mellette készíték földi fotókat is.

– *Maga a repülés nem érintett meg olyan szinten, hogy kispilótáviszági legyen?*

– Rajta van a „bakancslistámon”, de ez még a jövő zenéje, mivel igen sokba kerül.

– *Térjünk át a technikai dolgokra. Milyen gépekkel repül? Ezek a cégéi, vagy bérlitek?*

– Igen, béreljük. Hosszú idő óta kapcsolatban állunk különféle cégekkel. Kialakult egy jó brigád, több pilótával is rendszeresen együtt repülünk. Ami a gépeket illeti, vidékre legtöbbször különféle Cessnákkal megyünk, feladattól függően választunk típust. A nagyobb nyilván drágább, de azzal messzebbre lehet repülni. Budapest fölött pedig helikoptert használunk. A fővárosban és környékén azért kényeserülünk erre a költségesebb megoldásra, mert sokkal rugalmasabb a mozgása és mivel Budapest Ferihegy közeli körzetéhez tartozik, jóval gyorsabban alkalmazkodhatunk a változó körülményekhez. Például Ferihegyről szólnak, hogy menjünk a Fradi pálya fölé és függeszkedjünk, mert érkezik egy nagyobb utasszállító gép és ne legyünk az útjában. Időnként vidékre is megyünk helikopterrel, olyan esetekben, amikor nagyon kis magasságból kell valamit fotózni. Épp nemrégiben kellett Rétság fölött egy gyár-

épületet fényképeznünk, ez értelemszerűen veszélyes lenne nagyobb sebességű Cessnával.



Kaposvár

– *Mekkora az általatok használt Cessnák hatótávolsága? Aligha hiszem, hogy az ország legtávolabbi csücske és Budaörs között meg tudtok fordulni egyetlen tankolással.*

– A Cessna nagyjából három és fél órárt tud biztonságosan repülni. Ha mondjuk a Zemplénbe repülünk, akkor megteszük ezt a bizonyos három-három és fél órát, és beiktatunk egy nyíregyházi tankolást és egy kis pihenést. Ha például Sátoraljaújhely környékére van megrendelésünk, oda elrepülni elég drága. Nem titok, hogy óránként kb. 60 ezer forint a Cessna, és kb. 160 ezer a helikopter bérlése. Hogy ezt rentábilissá tegyük, úgy csináljuk, hogy az immár több mint félmillió légifotót szám-

láló archívumunk további hízlalása érdekében úgy építjük fel az útvonalunkat, hogy – maradva a Sátoraljaújhelynél mint példánál, ahová egyébként nagyjából egy óra lenne az odaút – három és fél órát repülünk és útközben minél több helyet iktatunk be fotózásra. A cég üzletpolitikája kezdettől fogva az, hogy folyamatosan bővítsük az adatbázisunkat, új vagy megújult helyszínekkel. Az archívumunkat, mely nagyságánál fogva alighanem Európában is jelentősnek számít, úgy növeljük, hogy nem elsősorban a bevétel a fontos, hanem az, hogy értéket teremtünk, dokumentálunk. Az értékteremtés lényegében abból áll, hogy Magyarország felett repülve fényképezzük a településeket, várakat, kastélyokat, műemlékeket. Egy-egy megrendelt célrepülést így, ezek fotózásával szoktunk esetenként hat-hét órára is felhízlalni.

– *Minden esetben megrendelésre dolgoztok és közbeiktatjátok ezeket az értéket képviselő célpontokat, vagy pedig repültök*

kvázi hobbiból is, kifejezetten a „melléktermékek” kedvéért is? Mondjuk, ez még nincs meg, de jó lenne lefotózni...

– Ha van megrendelés, arra fűzünk rá egyéb témákat Minden repülés előtt nagyon alapos kutatómunkát végzünk János-sal. Ahogy mondani szoktam, ő az agy, én pedig a kéz. Persze, figyeljük az eseményeket, mi épül, mit adtak át. Ha például átadnak egy új üzemet, érdemes lefotózni, vagy elkészül egy uszoda, felépül egy templom stb.

– *Kik a megrendelőitek?*

– Sokszor partnerünk múzeum, nemzeti park, ipari vagy sportlétesítmények. Figyelni kell az eseményeket, ha például épül egy új üzemet, jelezzük, hogy lefotóznánk, ér-

dekli-e őket, vagy lefotózzuk és elküldünk nekik kis felbontásban egy mintaanyagot, hogy érdeklí-e őket

– *Rajtatok kívül foglalkozik más is hasonló tevékenységgel?*

– Igen, elég sokan, főleg amióta megjelentek a drónok.

– *Tényleg, ti használtok drónokat?*

– Nem. Mégpedig azért nem, mert a konkurencia felfutása miatt már nem érdemes. Mi azt az üzletpolitikát alkalmazzuk, hogy inkább repülünk költségesebben, de így egy nap alatt jóval többet le tudunk fényképezni, mint drónnal, hiszen azt oda kell vinni, esetenként hosszú autózással, a helyszínre. A drónpiacon már annyian vannak, hogy úgy érezzük, nincs annyi rés, amibe beférnénk. Nyáron azért hozzatennék, hogy az országban nekünk volt először olyan drónunk, amit kereskedelmi célra használtak. Nagyon drága volt, úgy 6-8 évvel ezelőtt történt. Németek fejlesztették ki, ők is gyártották, egyszerűbb volt

technika viszont – a mi kárunkra – nagyon gyorsan fejlődik. A mi előnyünk az, hogy régóta csináljuk és adatmennyiségben nagyon sok van a tarsolyunkban.

– *A Civertan tehát egy bejáratott cég, már jól ismert a piacon. Tegyük fel, egy ipari üzem, vagy egy nemzeti park szeretne légifotókat rendelni tőletek, ilyen és ilyen célokra. Az árat, gondolom, ti mondjátok meg.*

– Általában igen, aztán vagy meg tudunk egyezni, vagy nem.

– *Ha mondjuk egy ipari üzem felkér benneteket, hány nullát képzeljünk az összeghez?*

– Ez is nagyon változó. Függ a távolságtól, vagyis mennyit kell repülnünk a budaörsi bázisunktól. Bár az is előfordul, hogy ha Győr környékén van egy munkánk, akkor leautózom a péri repülőtérre és onnan felszállva oldom meg a feladatot. Aztán olyan is előfordult, hogy szintén költségkímélés szempontjából leutaztam egy vidéki helyszínre, de olyan pilótával kellett repülnöm, aki nem nagyon értett a légifotózáshoz. Az ugyanis nagyon fontos, hogy mennyire tudok együttműködni a pilótával, hiszen neki kell pozícionálnia; akkor és úgy forduljon, ahogy nekem kell, szóval ez nagy összehangoló-



Somogyvámos, pusztatemplom

a mostaniaknál. Az Achilles-sarka az volt, hogy egy egyszerű boxgép működött rajta, az akkori digitális kamerák nem tudtak kellően nagy felbontású és elvárható minőségű képeket produkálni.

– *Fel tudják venni a versenyt veletek a drónok, illetve ti fel tudjátok-e velük?*

– Minőségben még nem olyan jók, mint mi, pontosabban van néhány, ami már igen. Végül is a mi kezünkben van egy profi, nagy felbontású, jó minőségű, különböző objektívekkel felszerelhető fényképezőgép. A drónok esetében ilyen nincs, azok általában nagylátószögű objektívekkel működnek. A gyengébb-közepes minőségű drónok épp a nagylátószög miatt torzítva fényképeznek. Az arányok másmilyenek és határozottan megjelenik a perspektivikus torzítás. Ha én fölmegek, például teleobjektívvel összebb tudom húzni a teret, ebből a szempontból rugalmasabb vagyok. Viszont a drón közelebb tud menni a tárgyhoz. A

dást igénylő munka. Idegen pilótákkal volt már rossz tapasztalatom. A kérdésedre válaszolva tehát az ár nagyrészt a távolságtól függ. Sajnos manapság már egyre kevesebbet fizetnek, régebben sokkal többet lehetett keresni. A drónok a költség-hatékonyságuk miatt eléggé lenyomták az árakat.

– *Megkapjátok a megbízást, eljön a repülés napja. A munkátokat alapvetően befolyásolják az időjárási körülmények, és – gondolom – sok egyéb is.*

– Elmondom ennek a menetét. Maradjunk példának a sátorlajújhelyi helyszínénél. Először is felhívom a pilótákat, kinek van ideje rám a két-három, barátomnak is tekinthető pilóta közül az adott napon, és van-e aznapra bérelhető repülőgép. Kell persze megfelelő időjárás, és figyelembe kell venni, hogy a lefényképezendő építmény milyen tájolású. Ha például keleti vagy déli tájolású, értelemszerűen a dél-

előtti órákban kell odaérnünk. Nyilván a legfontosabb a biztonság; rossz időjárási körülmények között nem szeretünk elindulni, másrészt a fotók minősége is annál jobb, minél szebben süt a nap. Persze, hiába süt szépen a nap, ha túl erős a szél, nem indulunk el. Erősen befolyásolja a minőséget a magas páratartalom, ilyenkor nem lehet használható képeket készíteni, még napsütésben sem.

– *Nyilván kértek repülésmeteorológiai információt.*

– Alapvetően az internetről tájékozódunk, hiszen a főbb adatokat minden kisebb meteorológiai vállalkozás az Országos Meteorológiai Szolgálattól veszi. Ezt nyugodtan rá lehet bízni a pilótákra, ők lényegében meteorológusok is. A megelőző egy-két napon körvonalazódik, hogy egyáltalán el tudunk-e indulni. De szép idő kilátása esetén is vannak bosszantó tényezők: a gomolyfelhők. Hiába süt ragyogóan a nap, ha egy-egy gomolyfelhő bekúszik pont a céltárgy fölé, már hiába vagyunk ott, csak körözünk és várunk, ketyeg a percenkénti ezer forint és semmi érdemleget nem tudok végezni.

– *Kell repülési engedélyt kérnetek?*

– Magyarországon a fotósok nem kell repülési engedélyt kérni, viszont vannak tiltott légterek, katonai objektumok, de például Paksot sem szabad 6 kilométeres sugarú körzetben megközelíteni. Vannak aztán korlátozott légterek, amikre kérhetünk engedélyt, aztán vagy megkapjuk, vagy nem. Ha engedély nélkül berepülünk följük, súlyos büntetés lenne az ára. Természetesen olyan helyekre sem mehetünk, ahol a légierő éppen gyakorolozik. Sajnos, erről sokszor csak egy nappal előtte értesülünk a HungaroControltól, mellyel persze mi is kapcsolatban állunk. A HungaroControl mindig tudja, merre akarunk menni, Minden gép, ami felszáll, először a repülőtérrel áll kapcsolatban, aztán átad a HungaroControlnak és velük kommunikálunk. Jelzik, hogy például 2000 láb-on szembeforgalom van, és egyikünket följebb vagy lejjebb küldi, hogy ne legyen baleset. Rádiózni tehát kötelező.

– *Háromezer láb körülbelül 900 méter. Ez a Cessnának afféle kényelmes repülési magasság?*

– Igen, és a repülésben minél magasabban vagyunk, annál biztonságosabb. Ha valami hajtóműprobléma van, a repülőgép még tud siklani, a helikopter pedig autorotálni, tehát nagyobb magasságból van idő, hogy kinézz egy helyet, ahol biztonságosan le tudsz szállni.

– *Előfordult már olyan eset, hogy kényeszerleszállást kellett végrehajtanotok?*

– Lekopogom, még nem. Olyan már megtörtént, hogy nyáron túlságosan felmelegedett az olaj, ezért kerestünk egy re-



Rudabánya

pülőteret Veszprém megyében, leszálltunk, pihentettük a gépet, aztán hazarepültünk, nem erőltettük tovább.

– *Milyen magasságból fényképezelt?*

– Ez a feladattól függ, de általában 400–600 méteren repülünk, fényképezni 50 és 250 méter között szoktunk. Ha nagy területet kell nagy bedöntéssel függőlegesen fotózni, akkor magasabbról. Nemrég például a Városligetről kellett függőleges képeket készítenem. A Városliget, ugye, elég nagy területű, ezért a helikopterrel fel kellett mennünk ezer méterre és nagy bedöntéssel fotóztam.

– *Ezt hogyan kell elképzelnünk? Ott lógsz kikötve a gép ajtajában, vagy az alján van egy nyílás és azon keresztül?*

– Nem. Le vesszük a helikopter ajtaját, én be vagyok kötve, mint egy hegymászó, és teljesen szabad vagyok. A Cessnáknál más a helyzet. Elvileg ott is lehetnénk az ajtót, néha le is szoktuk, de én általában hátul ülök az egyik pilóta mögött – hosszabb távokra ugyanis két pilótával repülünk, hogy ne fáradjanak el nagyon. Egy hatórás út ilyen kisgépekkel, amiken nincs robotpilóta, állandóan dobál és folyamatosan küzdeni kell az elemekkel, nagyon kimerítő lehet a pilóták számára, de nekem is. Azzal szoktam példálózni, mintha egy kis Polskiból fényképeznél hosszú órákon át egy ablakon kihajolva, miközben a kocsis száguld egy macskaköves úton. A

Cessnákon nagy ablak van, azt fölemeljük és a menetszél nyitva is tartja, így szabadon tudok fotózni. Tehát nincs beépített kamera vagy hasonló. Hangsúlyozom, a jó kép készítésében kulcs szerepe van a jó pilótának.

– *Milyen géppel fotózol?*

– Jelenleg egy Nikon D810-essel, ami azért jó, mert nagyon nagy felbontású, 103 megabyte-os, 7300 pixeles képet tudok vele készíteni. Többnyire két optikát használok hozzá, egy 24–70-es és egy 70–200-as zoomot. Korábban Canonnal dolgoztam, és bár nem szeretjük sűrűn cserélni a gépeket, úgy háromévente mégis kénytelenek vagyunk újra váltani.

– *Analóg géppel nem is fotózta levegőből?*

– De igen, még abba a generációba tartozom, amely dolgozott negatívra és diára is, rollfilmre, Hasselbladdal. Én hamar átálltam digitálisra, de János öt-hat évig egy szatyornyi filmmel szállt fel és cserélgette 36 kocsként. Az tényleg kemény volt. Nekem ebből a szempontból sze-

rencesebb a helyzetem, mert csak „nyomkodni” kell. A hagyományos technológia azért volt jobb, mert a negatív filmet csak leadtuk a laborba, aztán kontakt alapján kiválasztottuk, hogy mi kell, mi nem. Most gyakorlatilag korlátlan mennyiséget készíthetünk, viszont rengeteg az utómunka. Egy hatórás repülés alatt készítek két-három ezer képet, de ez csak nyersanyag; utána számítógépes munkával fel kell dolgoznom őket és ekkora mennyiség-nél ez két-három hétig is eltart. Méretezés, megvágás, kontrasztosítás, színezés, mikor mi kell.

– *A magam példájából is tudom – bár én leggyakrabban tízezer méterről amatőrököm – , hogy elkészül egy kép, köztem és a felszín között ott a rengeteg parányi porszemcse, pára stb., aztán néhány kattintás a számítógépen, és olyan részletek jönnek elő, hogy csoda. Mintha a számítógép kitalálná, minek kell ott lennie.*

– Ez igaz, de sokan emiatt degradálják is a fotózást. Erre azt szoktam mondani, hogy rossz alapanyagból jó képet nem lehet készíteni. Ha az a kép nincs jól pozicionálva, jól lefotózva, akkor hiába próbálunk utólag varázsolgatni.

– *A Facebookon rendszeresen megosztod a felvételeidet, persze, kis felbontásban. Hol lehet még hozzájuk férni?*

– A Civertan Stúdióknak, mint említettem, a grafikai munkák, weboldalak készítése mellett a légifotózás csak az egyik profilja. Az általunk készített képek megtekinthetők a www.legifoto.com weboldalon. Itt nincs fenn a teljes adatbázisunk, ez egy úgynevezett szépészeti oldal, ahol tájékozódni lehet arról, hogy miket csinálunk. A tematikus archívum egy részlete a www.civertan.hu honlapon férhető hozzá, A-tól Z-ig Magyarország szinte összes települése.

– *Ha, tegyük fel, látok egy nekem nagyon tetsző képet a Facebookon és felhívom a céget, hogy nekem erről kellene egy nagyobb felbontású, nagyjából mennyiért kaphatom meg?*

– Ez is nagyon változó. Ha magáncélra kell egy kép, János általában odaadja ingyen.

– *De ezt azért ne nagyon propagáld, mert a főnököd fenéken billent, ha elárasztanak benneteket ilyen kérésekkel.*



A köröshegyi völgyhíd

– Persze, ezek kivételes esetek. Az archívumból vásárolt képek ára sem vésszen magas. Kereskedelmi célú felhasználásra drágább, magáncélra olcsóbb. Az üzlettel János foglalkozik. Rengeteg munka van vele, mert ahhoz, hogy legyen megrendelésünk, ismertnek kell lennünk, ezért



Somoskő vára

nyomom a Facebookot is, bár elég vegyes a „Facebook népe.” Mindemellett a weboldalunk látogatottsága nagy százalékban a közösségi oldalakról jön.

– Túl azon, hogy ez a munka azért némi hasznot is termel nektek, rengeteg embernek okoztok vele örömet, esztétikai élményt. Neked közel 5000 virtuális ismerősöd van a közösségi oldalon és nyilván sokan meg is osztják a fotóidat.

– Ez nagyon jó érzés, pozitív visszacsatolás. Egyrészt kicsit büszkeség is, másrészt, ha én látom, más miért ne láthassa. Jólesik megosztani a honfitársainkkal, milyen szép ez az ország felülről, hiszen nagyon kevesen láthatják így.

– Határon túlra is repülhettek?

– Igen, repülünk is. Többször voltunk Felvidéken, nagyon sok egykori magyarországi várat és kastélyt fényképeztem. Erről is könyv készült, és a fotók többek között régészeti kiadványokban is megjelentek. Régészekkel is évek óta együtt dolgozunk, régészeti feltárásokat, egykori vélt földvárakat fotózunk, amelyeknek gyakran csak a körvonalai látszódnak. Egy objektumot például én találtam meg. Valahol a Tápió-vidéken fényképeztem, talán egy falut, amikor észrevettem egy kör alakú nyomot. Lefotóztam, aztán kiderült, hogy a régészek régóta tudtak a létezéséről, csak azt nem, hogy hol van. Egy régi földvár nyomait sikerült megtalálnom.

– Pont ilyesmire gondoltam az előbb: repültök egy előre eltervezett útvonalon, aztán rácsodálkzol valamire, amit nem ismersz, hogy ez vajon mi lehet.

– Igen, vannak ilyen esetek is. A repülésre a GoogleEarth segítségével készülök fel, onnan szedem a GPS-koordinátákat, gyakran a látványt is onnan memorizálom, de ki is nyomtatjuk a képet arról, amit le akarok fotózni. Így találtam például Szentkirályszabadja mellett egy alakzatot, ami egy elég nagy kráterbecsapódásra emlékeztetett – engem. A neten sehol sem találtam róla információt. Le is fotóztam, aztán a képeket elküldtem a régészeknek, hogy mi lehet ez. Elég sokáig folyt róla a vita,

végül kiderült, hogy a legnagyobb valószínűséggel egy régi szikes tónak a maradványa, illetve nyoma.

– A fotóid nagyon jól felhasználhatók a változások dokumentálására. Hogy mást ne mondjak, aki repült párszor Ferihegyre vagy onnan el, biztosan látta a levegőből a Puskás Stadiont, talán még le is fotózta, mint én is. Nemrég láttam a fotóid között lebontott állapotban.

Nyilván megörökölték az új építkezéseket, változtatásokat is, legyen az építmény vagy táj.

– Valóban, és sok ilyen képsorozatunk van. Ilyen volt – ilyen lett címmel. De ugyanilyen érdekes változásokat figyelhetünk meg és dokumentálhatunk különböző évszakokban is.

– Yann Arthus-Bertrand francia fotós ennek a műfajnak talán a legismertebb alakja, azt hiszem, többször is volt Magyaror-

készítünk, csak esetleg nem publikáljuk, nem annyira ismertek. Majd adok a cikkhez egy képet a zsámbéki templomról – hát, ha az nem művészi, akkor semmi. Szerencsém volt. Jöttünk hazafelé Győrből, pont lemenőben volt a nap a zsámbéki templom mögötti dombnál. A felszín már árnyékban volt, a kimagasló romok pedig sárgán világítottak. Egészen szurreális látvány volt. Aznap nem is volt célunk azon a környéken fotózni, de persze azonnal „ráfordultunk”. Sok más fotóm van róla, sokkal rosszabb fényviszonyok mellett. Az, hogy egy felvételnél végül mitől lesz művészi értéke is, teljesen kiszámíthatatlan, a szerencsétől függ, na persze, ez eléggé szubjektív megítélésű. Ilyen például a somoskői várról készült kedvenc fotóm is, ami teljesen festményszerű. Távolról exponáltam, enyhén borús és párás ellenfényben. Elméletileg nem lett volna szabad szépnek lennie ilyen körülmények között, megítélésem szerint mégis művészi hatású felvétel sikeredett. No, ez a kiszámíthatatlan szerencsefaktor. Erre nem lehet készülni.

– Van az országnak olyan zuga, ahol még nem fotóztál, de nagyon szeretnél?



A szeszgyár zagyszerítője Szabadegyházán

szágon is kiállításra, a Földünk a magasból című filmsorozatát több hazai tévécsatorna is adta. Félre ne érts, csodálatosak a felvételeid, de az ő képeiben érzek valami pluszt, ami a tietekben talán nincs meg.

– Mert még nem láttad az összes fotónkat. De nem sértődöm meg, sőt, merem állítani, vagyunk olyan jók, mint ő. Az biztos, hogy nem járunk annyi helyen, mint ő, nincsenek mögöttünk olyan támogatók, minket nem szponzorál senki, és ahhoz képest, amilyen lehetőségeink vannak, sikerül hasonlóan művészi szintű fotókat

– Azt mondhatom, hogy minden megyében fotóztam már, de még sok feladat vár ránk. Repültem már a Felvidék fölött, fényképeztem burgenlandi várakat, repültem Szlovénia fölött, viszont nagy vágyam, hogy Erdélyben fotózhassak a levegőből, mert az eddig még nem sikerült. Az akadálya az, hogy a román légi irányítás nem olyan rugalmas, mint a többi európai. De nem adjuk fel. A következő terv tehát az, hogy Erdély magyar vonatkozású műemlékeit fényképezhessem.

Az interjút készítette: NÉMETH GÉZA

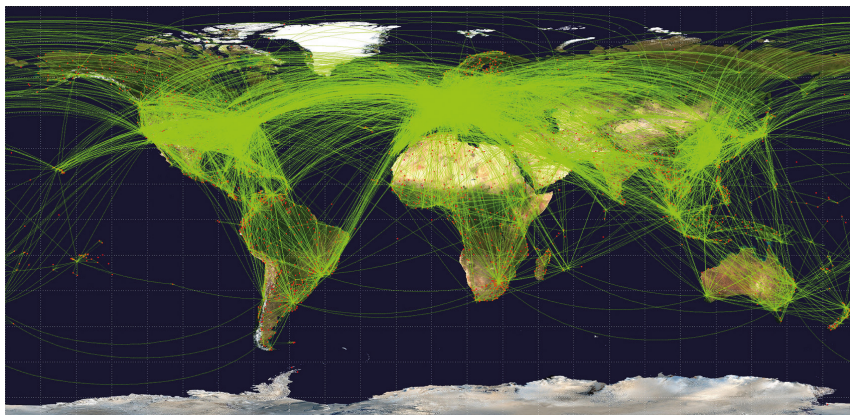
BESENYEI ÁDÁM–BODÓ ÁGNES

Hálózatok, járványok és a változás egyenletei

A komplex hálózatok vagy rendszerek vizsgálata napjaink egyik jelentős és rendkívül aktív kutatási területe a matematikától kezdve az informatikán, szociológián és biológián át a statisztikus fizikáig. Nagy hálózatokkal a minket körülvevő világban lépten-nyomon találkozhatunk, gondoljunk csak az elektromos vezetékek vagy a közúti közlekedés kiterjedt hálózatára, vagy akár az internetre és az emberi agyra, amelyek mind a komplex hálózatok, elmélet és alkalmazás szempontjából egyaránt fontos megjelenési formái (1–3. ábra). Hálózatokon időben változó folyamatokkal, röviden hálózati folyamatokkal modellezhető többek között egy populáción belüli fertőzés, például az influenza terjedésének lefolyása, amelynek során egyedek beteggé válnak és meggyógyulnak. A hírek vagy még inkább híresztelések, álhírek, pletykák terjesztése a manapság oly népszerű közösségi hálókon ugyancsak hálózati folyamatnak tekinthető ugyanúgy, mint amikor neurális hálózatokon egy neuron aktív állapotba kerül. Biológusok, vegyészek, informatikusok, társadalomtudósok mind érdeklődéssel tanulmányozzák e jelenségeket, és hasonló modelleket dolgoznak ki a vírusok, a tudás, a pletyka, a gének és az eszmék terjedésének leírására.

Komplex hálózatok matematikai leírása: a gráfok

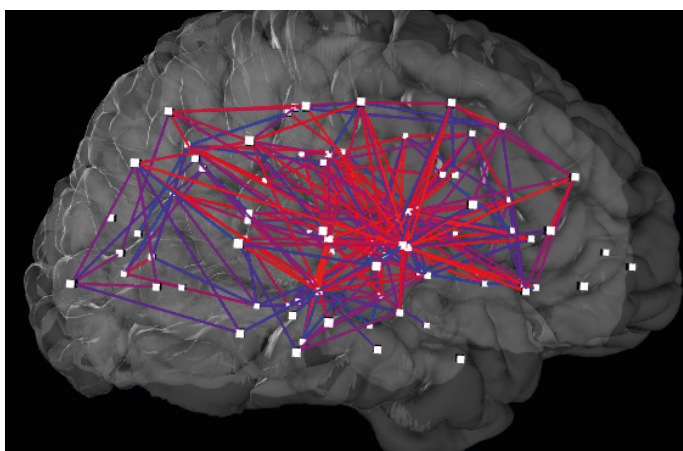
Egy hálózatot – legyen az akár az iménti példák bármelyike – matematikailag egy gráf segítségével írhatunk le, amelynek fogalmával már középiskolai tanulmányaink során is találkozhatunk: egy gráf csúcsokból és azokat összekötő élekből áll. A járványterjedés esetében például a gráf csúcsai a populáció egyedeinek, az egyes embereknek felelnek meg, az élek pedig a közöttük lévő kapcsolatokat jelentik. Két csúcs akkor van összekötve éllel, más szóval akkor szomszédosak, ha a nekik megfelelő két személy ismeri egymást (az ismeretség kölcsönös), vagy a járvány terjedésének szemszögéből nézve valamilyen kapcsolat van köztük, például minden reggel ugyanazon a buszon utaznak. A gráfok szerkezetének, struktúrájának, mennyiségi és mi-



1. ábra. Repülési útvonalak hálózata. A gráf 3237 csúcsot tartalmaz és 18 000 éle van, ahol a csúcsok a repülőtereknek, az élek pedig a repülési útvonalaknak felelnek meg (Forrás: [10])

nőségi tulajdonságainak vizsgálatával foglalkozik a gráfelmélet, amelynek kialakulásában jelentős szerepet töltek be magyar matematikusok. Az első gráfelméleti könyvet például

gráfelmélet napjainkban továbbra is a magyar matematika egyik kiemelkedő és meghatározó kutatási területe, melyet Lovász László és az általa megteremtett iskola fémjelez.

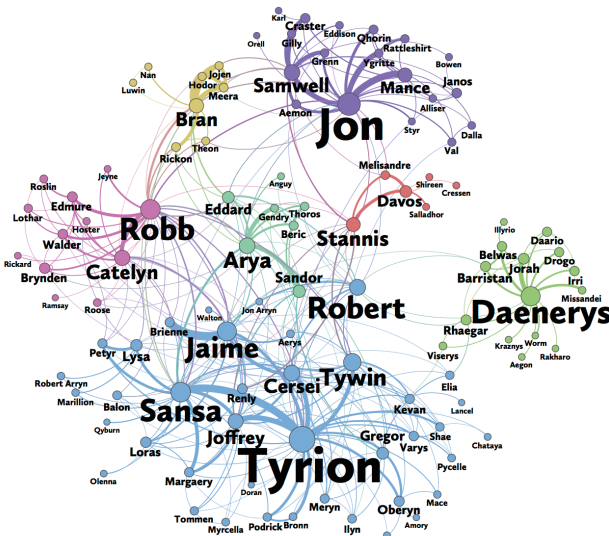


2. ábra. Agyi idegsejtek hálózata. A gráf csúcsai az agyi szűrkeállomány 1015 anatómiai tartományra való felosztásának felelnek meg, két csúcs között akkor van él, ha az MRI kapcsolatot mért köztük (Forrás: [11])

König Dénes írta 1936-ban, de mindenképpen meg kell említeni Erdős Pált, aki zseniális problémafelvetőként nagyban hozzájárult a matematika ezen ágának fejlődéséhez. A

ti, hogy egy fertőzött emberről idővel (elméletileg) bármely másik emberre továbbterjedhet a betegség. Bizonyos kapcsolatokat ideiglenesen felfüggesztve ter-

A gráfokat számszerűen és minőségileg jellemző tulajdonságok nemcsak az elméleti kutatások, hanem a hálózati alkalmazások szempontjából is kulcsfontosságúak. Ha például egy gráf összefüggő, azaz bármely csúcsból bármely másikba eljuthatunk éleken keresztül, akkor ez a járványterjedés nyelvére lefordítva azt jelen-



3. ábra. A Trónok harca című népszerű sorozat szereplőinek kapcsolati hálója (Forrás: [12])

mészteresen az összefüggőséget megszüntethetjük, így a vírus terjedését is megállíthatjuk. Am magától értetődően nem feltétlenül érdemes mindenkinek feleslegesen bezárkózni az otthonába, ezért például lényeges kérdés, hogy az adott populáció mely csoportjainak kapcsolatát célszerű korlátozni és milyen mértékben.

A gráfok alapvető mennyiségi jellemzője a fokszámeloszlás, amely a különböző fokú csúcsok számát adja meg. Egy csúcs fokszámának a csúcsból kiinduló és beérkező élek számát, ismét a betegségterjedés példáján érzékeltetve, az adott ember ismerőseinek számát nevezzük. Ha valakinek sok ismerőse van, például a kisgyerekek az óvodában, akkor nagyobb eséllyel kapja el a betegséget, mint az otthonukban magányosan élő emberek.

Számos egyéb gráfelméleti tulajdonság vizsgálható emellett, többek között a különböző méretű csoportok, például családok számának eloszlása, valamint a közöttük lévő kapcsolatok, amelyek mind kihatással lehetnek a hálózati folyamatokra.

Valós hálózatok modelljei: a véletlen gráfok

Mivel a valós életben megfigyelt nagy hálózatokat lehetetlen pontosan feltérképezni, gondoljunk csak az internetre csatlakozott számítógépek összességére, ezért célszerű olyan gráfokat bevezetni, amelyek a komplex rendszereket valóságként modellezik. Ezek az úgynevezett véletlen gráfok. Közülük az egyik legismertebb az Erdős Pál és Rényi Alfréd által 1959-ben megalkotott Erdős–Rényi véletlen gráf, amelyben minden

élet adott valószínűséggel, egymástól függetlenül húzunk be. Belátható, hogy a konstrukció eredményeképpen a gráfban a legtöbb csúcs fokszáma közel azonos. Kezdetben az ilyen típusú gráfok jelentek meg az említett különféle jelenségek modellezése kapcsán, azonban kiderült, hogy a valós hálózatok struktúrája ettől eltérő. Így született meg a Barabási Albert-László és Albert Réka által kidolgozott Barabási–Albert-modell, amely már több szempontból jól jellemzi a való életben megjelenő hálózatokat. Ebben a modellben a fokszámeloszlás

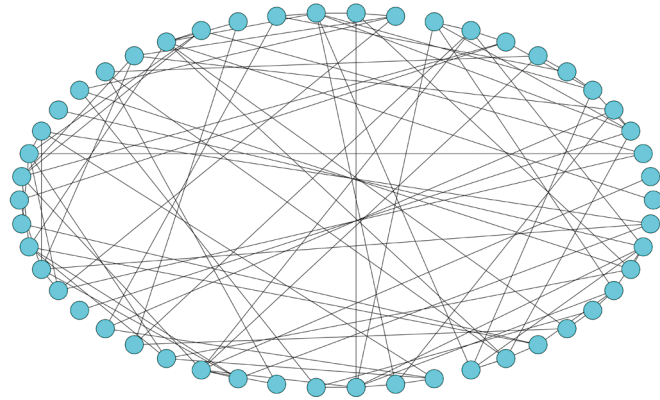
nem egyenletes, hanem negatív kitevőjű hatványfüggvény szerint cseng le. Ez azt jelenti, hogy nagyobb fokszámú csúcsok is találhatóak a gráfban, de ezekből egyre kevesebb van, méghozzá a számuk a fokszám valamely pozitív – általában harmadik – hatványával fordítottan arányos (a fordított arányosságból adódik a negatív kitevő),

addig a második gráf az átlagnál nagyobb és kisebb fokú csúcsokat egyaránt tartalmaz.

A változás egyenletei: a differenciálegyenletek

A gráfokat jellemző mennyiségek segítségével az adott nagy hálózat struktúrájáról, a kapcsolatok rendszeréről kaphatunk képet. Lehet azonban vizsgálni ezen a struktúrán valamilyen időben változó folyamatot is, például egy fertőzés terjedését. A legegyszerűbb modellben a gráf csúcsai kétféle állapotban lehetnek, betegek vagy egészségesek, ami időben változhat, egészségesből fertőzötté válhatnak vagy meggyógyulnak. Tanulmányozhatjuk az állapotok időbeli változását, valamint azt, hogy a betegség a hálózat mekkora részét érinti és mennyi idő múlva szűnik meg. Az ilyen, a hálózatokon időben végbemenő, a csúcsok állapotának változásával járó folyamatokat nevezzük hálózati folyamatoknak. Természetesen a folyamat vizsgálatok a hálózat struktúráját – a gráfelméleti tulajdonságait – is célszerű figyelembe venni, ezáltal két tudományág, a diszkrét és a folytonos matematika összekapcsolódásának lehetünk szemtanúi.

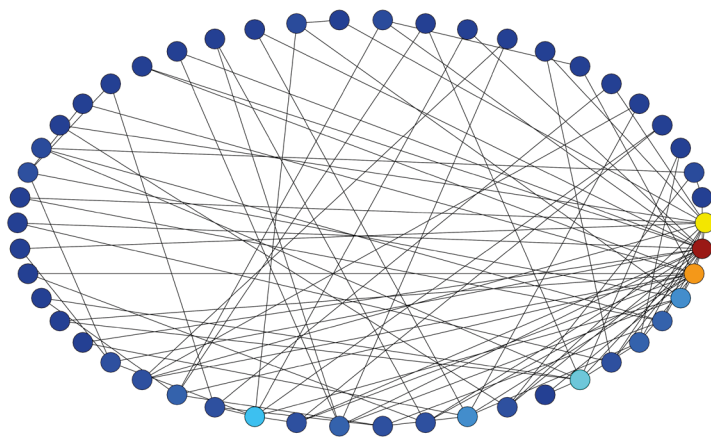
Az időben változó folyamatok leírására szolgálnak az úgynevezett differenciálegyenletek. Bár kissé ijesztően hangzik



4. ábra. 50 csúcsú Erdős–Rényi-gráf

ami a komplex hálózatok egyik jellegzettsége. A Barabási–Albert véletlen gráf fő sajátossága, hogy a létrehozása során a nagyobb fokszámú csúcsok nagyobb valószínűséggel kapnak új éleket. Ennek következtében a gráf néhány pontjának rengeteg éle lesz, míg a többi csúcsnak csupán néhány. A 4. és 5. ábrán egy 50 csúcsú Erdős–Rényi és egy 50 csúcsú Barabási–Albert véletlen gráf látható. Jól megfigyelhető, hogy míg az első gráf fokszámeloszlása közel ál-

a nevük, differenciálegyenlettel már mindenki találkozott a középiskolai fizikaórán is, ugyanis Newton második törvénye, $F=ma$ a legegyszerűbb és legfontosabb differenciálegyenletek egyike. Leírja egy test (gondoljunk például az autópályán haladó gépkocsira) gyorsulását, azaz sebességének változási ütemét a testre ható erők és a test tömegének segítségével. Általában is elmondható, hogy egy differenciálegyenlet az adott, időben végbemenő

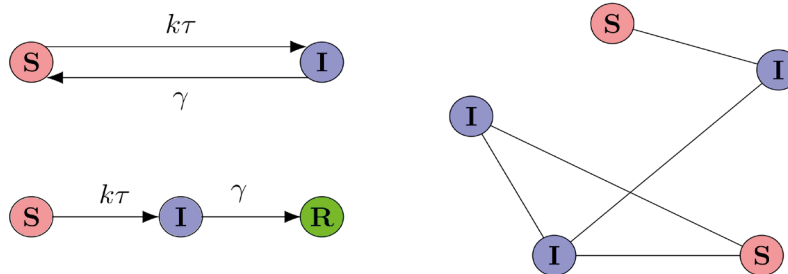


5. ábra. 50 csúcúsú Barabási–Albert-gráf

folyamatot jellemző valamely állapotváltozó (például járványterjedésben lehet ez a betegek száma) változási ütemét írja le különböző természeti törvényeket figyelembe véve. Noha egy állapotváltozó változási üteme matematikailag több előkészület igénylő fogalom, intuitívan ugyanaz, mint amikor a gépkocsi sebességmérő műszerére rápillantva leolvassuk a gépkocsi sebességét, azaz a megtett út változási ütemét. Minél nagyobb a változási ütem, a gépkocsi sebessége, annál gyorsabban növekszik az adott mennyiség, annál gyorsabban tesszük meg a kilométereket. Ha a változási sebesség negatív, akkor az adott állapotváltozó csökken – ekkor tolat az autó, és a sebesség negatív előjelét nem a mérőműszeren látjuk, hanem az ablakon kinézve. Amikor pedig a változási sebesség nulla, akkor az állapotváltozó konstans – az autós példában a sebességmérő nullán áll, tehát egy helyben állunk.

Amennyiben a megtett út változása helyett a sebesség változását tekintjük, akkor a gyorsulásról beszélünk, és éppen erről szól Newton törvénye. Az első differenciálegyenleteket ő írta le a XVII. században a mozgástörvényei kapcsán. Newton egy $x(t)$ időtől függő mennyiség változási ütemére az $\dot{x}(t)$ jelölést vezette be, amely a mai napig használatban van. Az azóta eltelt évszázadokban a differenciálegyenletek a tudomány és mindennapi élet szinte minden területén alkalmazásra lettek, legyen szó az állatok mintázatának kialakulásáról, a kémiai reakciókról, a pénzügyi folyamatokról, vagy az alapvető fizikai törvényekről, amelyek a mindennapi eszközeink, például mobiltelefonok, gépkocsik fékberendezése működése mögött a háttérben észrevétlenül megbújnak. Az alkalmazások sora végeláthatatlan, és folyamatos kutatási kérdéseket vetnek fel az elméleti alkalmazott matematikusok számára egyaránt.

A nagy hálózatok, kiváltképp az ezeken zajló folyamatok vizsgálata is olyan terület, ahol lehetőség van a differenciálegyenletek elméletének segítségül hívására. Kutatásaink során főleg a járványterjedés matematikai modellezésével foglalkoztunk, amely a hálózatok kutatás egy kiterjedten és aktívan vizsgált területe, és különböző tudományágak találkozási pontja is egyben. Fő célunk a különböző típusú hálózatokon meghatározni a fertőző csúcsok számának időbeli változását a paraméterek és a gráf struktúrájának függvényében.



6. ábra. A SIS és a SIR modellben létrejövő átmenetek és egy példa a kapcsolati hálóra

Járványterjedési modellek

Ismerkedjünk meg az egyik legelterjedtebb, az I típusú járványterjedési modellel. Ez olyan fertőzések leírására alkalmas, amelyekben a fertőzésen átesettek nem válnak immunissá a kórokozóval szemben, tehát gyógyulás után újra fertőzhetővé válnak. Ennek megfelelően az egyedek kétféle állapotban lehetnek: egészséges (S – Susceptible), illetve fertőző/fertőzött (I – Infected). Az egyes állapotok kétféleképpen változhatnak: egy I típusú egyed adott valószínűséggel meggyógyul, azaz S típusú egyed lesz; illetve egy I típusú

egyedet az I típusú egyedek megfertőzhetnek, így I típusú egyedé válik. A gyógyulás folyamatáról természetes módon azt feltételezzük, hogy a valószínűsége független az adott csúcs szomszédjainak számától – hiába van sok ismerősünk, attól a gyógyulási folyamat nem lesz gyorsabb –, és ezt az úgynevezett gyógyulási rátával tudjuk jellemezni, ez a γ paraméter. Amikor viszont fertőzés történik, annak valószínűsége nyilván függ a beteg szomszédok számától, hiszen kevés beteg ismerőssel rendelkező egyed kisebb eséllyel kapja el a betegséget. A fertőzést az adott betegséghez tartozó úgynevezett fertőzési rátával szokás jellemezni, amelyet τ jelöl, és ekkor egy k beteg szomszédokkal rendelkező S csúcs fertőzési rátája $k\tau$.

A másik gyakran vizsgált dinamika az SIR típusú járványterjedés, amelyben a fertőzésen átesettek a gyógyulás után immunissá válnak, tehát egy új, gyógyult (R – Recovered) osztályba kerülnek, így az egyedek az S, I, R állapotokban lehetnek és az SIS modellbeli $I \rightarrow S$ átmenetet az $I \rightarrow R$ váltja fel. A 6. ábrán az SIS és SIR típusú járványterjedés állapotai és átmenetei láthatóak, illetve egy egyszerű példa szemlélteti az SIS típusú járványterjedést.

Bár az imént végig járványterjedésről beszéltünk, a híresztelések terjesztése esetében is hasonló módon különböztethetünk meg állapotokat: tájékozatlan, terjesztő és akadályozó. Amennyiben neurális hálózata-

tokról van szó, akkor egy neuron az aktív és inaktív állapotok valamelyikében lehet. Ily módon e folyamatok a betegségterjedés mintájára modellezhetők és vizsgálhatók matematikailag.

Járványterjedés és differenciálegyenletek

A legegyszerűbb járványterjedési modellek esetében azzal a feltevéssel élünk, hogy a populáció nagyjából homogén, ami azt jelenti, hogy többé-kevésbé mindenkinek ugyanannyi ismerőse van. Célszerű

ilyenkor bevezetni a gráf átlagfokszámát, amely az egyedek ismerőseinek átlagos száma, jelölje ezt n . Ekkor a fertőző csúcsok számának változási ütemét az alábbi differenciálegyenlettel írhatjuk le:

$$\dot{I}(t) = \tau \frac{n}{N} S(t)I(t) - \gamma I(t),$$

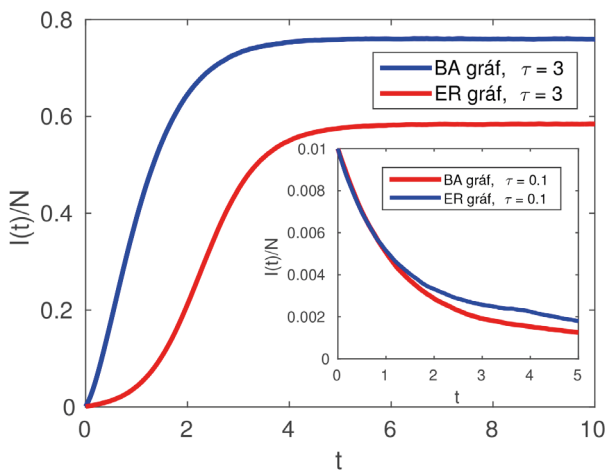
ahol $S(t)$ az egészséges, $I(t)$ a fertőzött és N a populáció összes egyedének számát jelenti. Az egyenlet matematikai vizsgálatával belátható, hogy ha τ értéke nagyobb, mint a

$$\tau_{krit} = \frac{\gamma}{n}$$

kritériumszám, akkor nem szűnik meg a betegség, hanem beáll egy adott fertőzöttségi szintre; míg ha τ kisebb, mint τ_{krit} , akkor a betegség megszűnik. Bevezethető a járványtanban gyakran emlegetett R_0 elemi reprodukciós szám, amely megmutatja, hogy egy fertőző beteg várhatóan hány embert fertőz meg egy védelességgel nem rendelkező népességben. Ha $R_0 > 1$, akkor a betegség elterjedhet, de ha $R_0 < 1$, akkor a betegség idővel biztosan kihal. Esetünkben

$$R_0 = \frac{\tau n}{\gamma}$$

A 7. ábrán ezt a két esetet figyelhetjük meg $N=1000$, $n=2$, $\gamma=1$ paraméterek mellett két különböző τ választásával.



7. ábra. Fertőzött csúcsok arányának kétféle alakulása a betegség elterjedése szempontjából Erdős-Rényi- és Barabási-Albert-gráfok esetén

Egy kissé bonyolultabb modellt kapunk, ha nem tételezzük fel, hogy a populáció homogén eloszlású, azaz különböző fokszámú csúcsok vannak, a k fokú csúcsokból N_k darab. Ha I_k jelöli a k fokú I típusú csúcsok számát, akkor e változókra is felírható az előző modellhez hasonló differenciálegyenlet. A gráf átlagfokszámát az

$$n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^N k N_k$$

képlet adja, a fokszámeloszlás inhomogenitását pedig az $n_2 - n$ mennyiség, a szórás négyzete jellemzi, ahol

$$n_2 = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^N k^2 N_k.$$

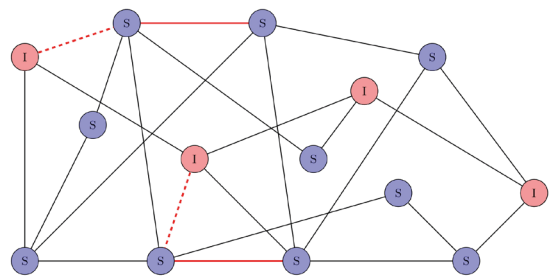
Ekkor levezethető, hogy ha τ nagyobb, mint $\tau_{krit} = \frac{\gamma n_2}{n^2}$,

akkor a betegség nem szűnik meg, beáll egy egyensúlyi helyzetre; míg ha τ kisebb, mint τ_{krit} , akkor a betegség kihal. A hálózat inhomogenitását növelve csökken τ_{krit} értéke, vagyis ugyanaz a betegség egy homogén hálózaton megszűnhet, míg egy heterogén fokszámeloszlású hálózaton elterjed. Az R_0 elemi reprodukciós szám ebben az esetben:

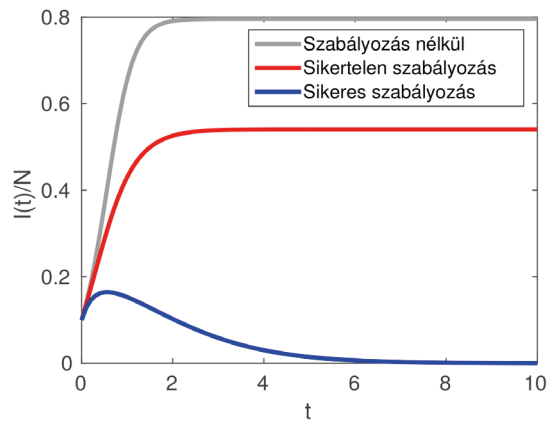
$$R_0 = \frac{\tau n_2}{\gamma n}.$$

Ezek az eredmények mind rámutatnak arra, hogy a gráf egyes paraméterei hogyan jelennek meg a folyamatot leíró differenciálegyenletben, lehetőséget adva a folyamat jellemzésére a gráf struktúrájának segítségével.

és szüntethetők meg a csúcsok állapotától függően. Járványterjedésnél ez például azzal magyarázható, hogy a fertőzött csúcsokkal az egészséges csúcsok igyekeznek megszüntetni kapcsolataikat, és ezzel egyidejűleg új kapcsolatokat hoznak létre (8. ábra). Más típusú hálózati folyamatokban is gyakori ez a jelenség, például neurális hálózatok modellezése során fontos szerepet játszik a gráf időbeli változása. Adaptív hálózatokon hasonlóan modellezhetünk SIS vagy SIR típusú járványterjedést: bevezetve az élek létrehozásának és törlésének valószínűségeit, a fertőző csúcsok számára ugyanúgy felírható egy



8. ábra. Járvány elterjedését megakadályozó mechanizmus: az egészséges egyedek a fertőzött szomszédjaikkal igyekeznek kapcsolataikat megszüntetni (piros szaggatott vonal), továbbá új kapcsolatokat hoznak létre egészséges egyedekkel (piros folytonos vonal)



9. ábra. Fertőzött csúcsok arányának alakulása sikeres és sikertelen szabályozás esetén. Ha az élek megszüntetésének rátája kicsi, akkor nem sikerül megakadályozni a betegség elterjedését, azonban ha elég nagy, akkor sikeres lesz a szabályozás

Kitekintés

A járványterjedési modellünk még összetettebbé válhat, ha a hálózat kapcsolati struktúráját is időben változónak tekintjük, ekkor adaptív hálózatokról beszélünk. Adaptív hálózatokban a gráf maga is megváltozik, azaz élek hozhatók létre

differenciálegyenlet. E folyamatok vizsgálata azért különösen fontos, mert ebben az esetben nemcsak a folyamat megértése a cél, hanem a folyamat irányítása is. Élek, azaz kapcsolatok törlésével és létrehozásával elérhetjük, hogy a betegség ne terjedjen el, vagy éppen, hogy egy eszme, pletyka, reklám szétterjedjen (9. ábra). Azt is meg-

határozhatjuk, hogy mennyi idő után nem érdemes már elkezdni a populáció egyedeinek oltását, mert a betegség terjedését azzal úgysem tudjuk megakadályozni.

Ilyen és hasonló kérdések vizsgálataival foglalkozunk az MTA–ELTE Numerikus Analízis és Nagy Hálózatok kutatócsoport Simon L. Péter által vezetett hálózati folyamatok és differenciálegyenletek alcsoportjában, ahol a matematika különböző területeit érintjük, mint például sztochasztikus folyamatok, differenciálegyenletek, dinamikai rendszerek és gráfelmélet. Ebből próbáltunk a teljesség igénye nélkül egy kis ízelítőt adni, és rávilágítani napjaink egyik széleskörűen vizsgált területének, a hálózatok differenciálegyenletekkel való modellezésének szépségére és hasznosságára.

A téma iránt érdeklődő olvasóknak ajánljuk Barabási Albert-László [1, 2, 3] könyveit, Lovász László Természet Világában megjelent [8] cikkét, a Természet Világa [9] különszámát, valamint a differenciálegyenletek témakörébe kiváló bevezetést nyújtó [7] könyvet. Akiket pedig mélyebben érdekelnek a hálózati folyamatok, azok számára a [4, 5, 6] monográfiák jelenthetnek kiindulópontot. ▶

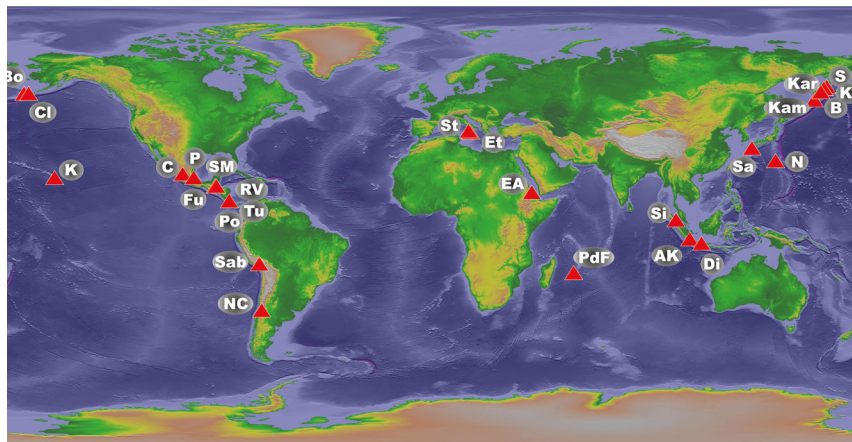
Irodalom

- [1] Barabási Albert-László: *Villanások – a jövő kiszámítható*, Nyitott Könyvműhely, Budapest, 2010.
- [2] Barabási Albert-László: *Behálózva – a hálózatok új tudománya*, Magyar Könyvklub, Budapest, 2003.
- [3] Barabási Albert-László: *A hálózatok tudománya*, Libri Könyvkiadó, Budapest, 2016.
- [4] A. Barrat, M. Barthelemy, A. Vespignani: *Dynamical processes on complex networks*, Cambridge University Press, Cambridge, 2008.
- [5] M. Draief, L. Massoulié: *Epidemics and rumours in complex networks*, Cambridge University Press, Cambridge, 2010.
- [6] István Z. Kiss, Joel C. Miller, Péter L. Simon: *Mathematics of Epidemic Networks*, Springer, 2017.
- [7] Hatvani L., Pintér L.: *Differenciálegyenletes modellek a középiskolában*, Polygon, Szeged, 1997.
- [8] Lovász László: Nagyon nagy gráfok, *Természet Világa*, 138. évf. 3 (2007)
- [9] Hálózatok kutatás, hálózatelmélet, *Természet Világa*, 146. évf. 1. Különszám (2015)
- [10] <http://www.fastcodesign.com/3029315/terminal-velocity/how-a-supervolcano-would-affect-international-flight>
- [11] <http://pitgroup.org/connectome/>
- [12] <https://www.maclester.edu/~abeverid/thrones.html>

HARANGI SZABOLCS

Tűzhányó-hírek

2017. első fele



Térkép a szövegben szereplő vulkánok helyének megjelölésével (Bo – Bogoslof, CL = Cleveland, K – Kilauea, C – Colima, Fu – Fuego, P – Popocatepetl, SM – Santiaguito, Santa Maria, TU – Turrialba, Po – Poás, RV – Rincón de la Vieja, Sab – Sabancaya, NC – Nevados de Chillan, St – Stromboli, Et – Etna, EA – Erta Ale, PdF – Piton de la Fournaise, Si – Sinabung, AK – Anak Krakatau, Di – Dieng, Sa – Sakurajima, N – Nishinoshima, Kam – Kambalnij, Kar – Karimszkij, Kl – Kljucsevszkj, B – Bezimjannij, S – Sivelucs)

2016 tűzhányójának nagy meglepetésre az Aleuti-szigetiv egy piciny vulkánját, a Bogoslofot választották, ami az év végén váratlanul ébredt fel. Akkor ez sokaknak meglepetést okozott, azonban 2017 első fele bebizonyította, hogy a Bogoslof kiérdemelte e címet. Több tucat kitorései ráirányította a figyelmet még akkor is, ha e vulkáni működésről nem sok felvétel készült. Emellett sem volt unalmas 2017 első fele. A guatemalai Fuego nem fogott vissza a tempóból, folyamatosan vannak lávaszökőkút-kitörései, ami mellett az ismétlődő iszapárak (laharok) jelentenek állandó veszélyt. Az Etna csak egy alkalommal tört ki, mégis az újságok címlapjára került. Voltak szemet gyönyörködtető események is, mint a Colima és a Sakurajima villámlásokkal együtt járó kitorései, vagy a japán Nishinoshima újraelévedése és az Erta Ale lávató túlfolyása, egy új hasadékból kialakult páros lávamezővel. A kitorésekről és háttérinformációkról rendszeres tájékoztatást nyújt a Tűzhányó blog Facebook oldala a több száz csatlakozott olvasónak.

Kilauea, Hawaii, USA

A Nagy-szigeten több helyen is zajlik aktív vulkáni működés: a Kilauea kalderában lévő Halema'uma'u kráter belsejében 2008-ban kialakult beszakadós kráterben lévő látató szintje folyamatosan változik. A június végi felvételek a látató felszínén kialakult lávabőr nagyszerű rajzolatát adták vissza, miközben a peremén lávacafatok freccsentek fel. Ugyancsak aktív, már több mint 34 éve, a Pu'u 'Ō'ō kitorési központ is, ahol több ponton buggyan fel az izzó láva, míg a keleti pereméről továbbra is elegendő utánpótlást kap a 61g lávafolyás (a név eredetéről a Tűzhányó-hírek korábbi cikkében írtunk). A kőzetolvadék szintje hülés nélkül jut a mintegy 10 kilométer távolságban lévő Kamokuna partjaihoz és ömlik az óceánba. Mindez továbbra is turisták ezreit vonzza és a nem veszélytelen hajóutakra is befizető látogatók nagy öröme a lávafolyam és a víz találkozása látványos robbanásos jelenséggel zajlik. A friss láva egy jókora lávadeltát (június végén ez 100 méterre nyúlt be az óceánba)

alakított ki, növelve a sziget területét. Az építés azonban nem egyszerű, a lávadel-tán, illetve a meredek oldalú partszakaszon időszakosan hosszú repedések alakulnak ki és jelentős méretű sziklatestek omlanak be az óceánba. A lávautánpótlás egyelő-re folyamatos. A lávacsatornában haladó kőzetolvadék mellett a lávamező középső részén is újabb helyeken jelennek meg fel-színre is jutó túlfolyások.

Bogoslof, Aleuti-ív, USA

A 2016. év vulkánjának választották e mindentől távol eső piciny szigetet (ke-vesebb, mint egy kilométer az átmérője), amit az év végén történt, meglepetéssel teli vulkánkitörésnek köszönhetett. A ki-

lévő legközelebbi szigetre tudtak műszereket telepíteni; földrengéshullámokat érzékelő hidrofonokat és a robbanásokat rögzítő infrahullámos detektorokat helyeztek ki, emellett a közvetlen, pilóták általi megfigyelések és műholdas felvételek adnak segítséget. Az Alaszakai Vulkan Obszervatórium szakemberei ezek alapján automa-tikus jelzést kapnak a kitörés megindulásáról és rögtön értesíteni tudják a légiirányítókat. Egy-egy kitörés nem több, mint egy óra alatt lezajlik. A közelben települések nincsenek, azonban a térség különleges vízi élőhely. Kérdés, hogy erre hogyan hat a vulkáni működés, aminek következtében nagy területen színeződött el a tengervíz a gázok miatt. A Bogoslof korábbi kitörési történetét alapul véve a vulkáni működés akár egy-két évig is eltarthat!

dennapos földrengések jelzik, hogy a vulkán nem teljesen aludt el. A kitörések egyelőre abbamaradtak.

Popocatépetl, Mexikó

Mexikó másik folyamatosan aktív tűzhá-nyója esetében nem volt különösebb említésre méltó nagy kitörés, azonban fo-lyamatosak a kisebb hamukilövellések, jelezve a tűzhányó alapállapotban való működését. Július első napjaiban azonban a korábbi hónapokban megszokottnál erőteljesebb robbanásos kitörés történt, ami mutatja, hogy bármikor várható a környe-zetet is jobban érintő működés.

Fuego, Guatemala

Látványos kitörésekkel kezdte az évet a tűz hegye. A felemelkedő lávaszökőkú-tak mellett vékony lávaárak ereszkedtek le a tűzhányó meredek oldalán. A műkö-dés ezután is folyamatos volt, naponta zajlottak az olykor jelentős hanghatás-sal járó, robbanásos kitörések. Április elején egy új, 2017-ben már a harmadik, lávaöntéses kitörési fázis indult. Órán-ként átlagosan 10 robbanásos kitörés, 100–300 méter magasra emelkedő láva-szökőkutak jellemezték e bevezető sza-kaszt, a lávafolyam 3 kilométer távol-ságba jutott. Hamuesőt jelentettek a tűz-hányó több tíz kilométeres körzetében. Április végén laharok veszélyeztették a közvetlen környezetet, majd májusban indult az év negyedik kitörési szakasza. Május 5-én 2012 óta a legerősebb kitö-rések történtek, a robbanásos kitörések légköri lökéshullámokat eredményeztek, piroklaszt-árak rohantak le a hegy olda-lán, a hamufelhő több mint 1 km magas-ra emelkedett és hamuesőt okozott a környező településeken. A 8 km távolságban lévő Panimache faluból 300 lakost tele-pítettek ki. A hónap végén ismét laharok zúdultak le, amelyek olykor méteres blokkokat görgettek. A 10–30 méter szé-les, 1–2 méter magas iszapár lerohaná-sai gyakran erős kénhidrogénes gázzzag mellett történtek. Június elején újból fel-erősödtek a kitörések és további veszélyt jelentettek a gyakori laharok.



A felszín alatt több mint 10 kilométert lávacsatornában megtevő bazaltos kőzetolvadék ömlik be az óceán vízébe Kamokuna partján, Kilauea vulkáni terület, Hawaii (2017. január 27, David Ford felvétele)

tüntető címre való érdemet sokan, így jó-magam is, kételkedéssel fogadták, a tűzhá-nyó 2017-es tevékenységével azonban erre csattanós választ adott. Sorozatban zajla-nak a kisebb-nagyobb robbanásos kitöré-sek, amelyek során többször tíz kilométer-nél is magasabbra jut fel a kitörési gőz- és hamufelhő és ez komoly veszélyt jelent a légi közlekedésre. A kitöréseket intenzív villámlások kísérik. A kráter víz alatt van, a kitörések jellege tehát freatomagmás, a magma és a víz keveredése okozza a heves robbanásokat. A vulkáni működés alapo-san megváltoztatta a sziget alakját és több mint háromszorosára növelte kiterjedését. Június elején egy kisebb lávadóm-kitü-remkedés is történt, azonban ezt hamarosan szétvetette egy robbanásos kitörés. A működés megfigyelése rettentően nehéz, a szakemberek az 50 kilométer távolságban

Cleveland, Aleuti-ív, USA

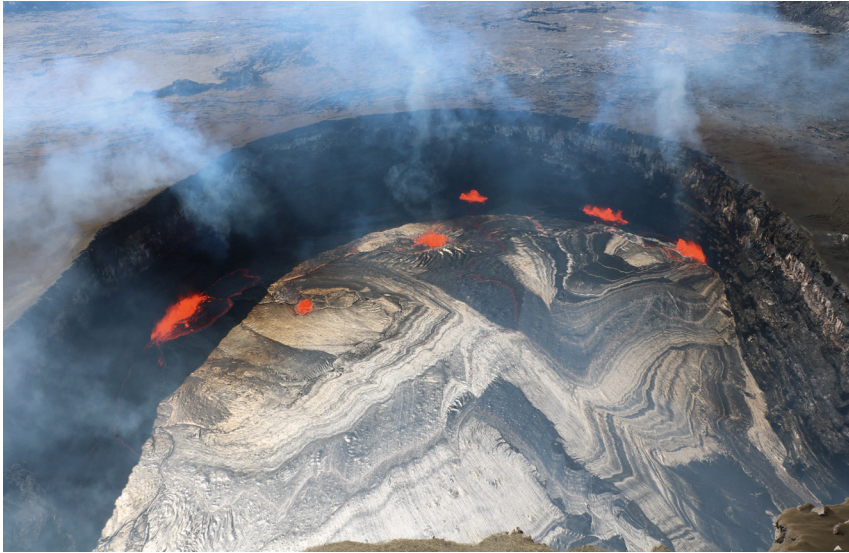
A vulkáni ív egyik legszebb tűzhányóján februárban egy friss, 70 méter átmérőjű lávadóm türemkedett ki és részben kitöl-tötte a csúcsi krátert. A lávadóm-aktivitás befejeződése után, márciusban szörványos robbanásos kitörési eseményeket regisztráltak, ami után folytatódott a viszkózus láva felnyomulása, időszakos hamukilö-vellésekkel.

Colima, Mexikó

Januárban látványos kitöréseket produkált a 2015. év tűzhányója. Főleg éjszaka vol-tak káprázatosak a villámokkal tarkított vulcanoi-kitörések. Aztán egyre ritkábbá váltak a kitörései és április óta csak a min-

Santiaguito, Santa Maria, Guatemala

A tavalyihoz képest idén csendesebbé vált a Santa Maria kráterében lévő lávadóm-csoport. Csupán szörványos, és kis erőssé-gű robbanásos kitörések voltak a Caliente kúpon.



Különleges rajzolat a Halema'uma'u kráterben kialakult lávató felszínén, miközben lávafat-felfreccsenések történnek a peremén. Kilauea vulkáni terület, Hawaii (2017. január 27., HVO-USGS felvétel)

Poás, Costa Rica

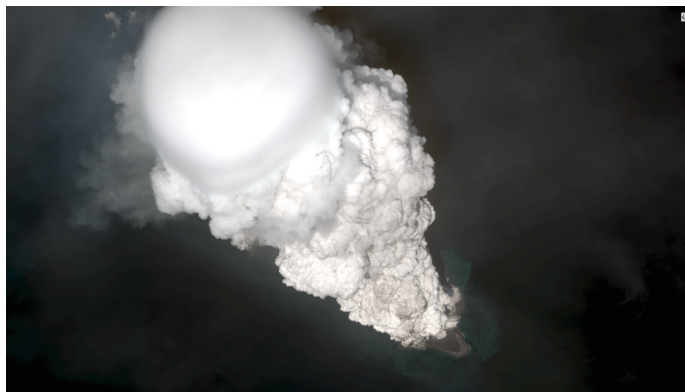
Costa Rica egyik legaktívabb és korábban évente mintegy 1 millió dollár turisztikai bevételt hozó (a jelenlegi működés miatt korlátozott a látogatottság) tűzhányója kisebb nyugalmi szünet után április 12-én freatikus robbanásos kitörésekkel éledt fel. A következő napokban ismételtelen voltak néhány száz méter magasra feljutó hamufelhőket eredményező robbanásos kitörések. Az egyik ilyen esemény kapcsán 1–2 méteres kőzetblokkok repültek ki és csapódtak a felszínre a turistautak közelében. A kitörések folyamatosan történtek júniusban is, a webkamerák esti képein a kráterben izzás is ki-vehető volt, azaz friss magma is került a felszínre és kisebb stromboli-típusú kitörések zajlottak. A környéken sokszor jól érezhető záptojásszag terjeng. Volt olyan időszak, amikor az egyik kráterből sárga kénes gázok törtek fel, a másiktól pedig hamukilövellés történt.

Rincón de la Vieja, Costa Rica

A vulkán az ország északnyugati részén található. Utolsó nagy kitörése nem egészen 4000 évvel ezelőtt volt, az elmúlt évtizedekben pedig tucatnyi alkalommal működött. Májusban kb. egy éves szünet után voltak kisebb freatikus kitörései az erősen savas krátertővel fedett kürtőjéből. Ezek iszapárakat indítottak el a vulkán oldalában.

Turrialba, Costa Rica

Costa Ricában előfordult már, hogy három vulkán tört ki egyszerre. Ilyen történt például 1987-ben, amikor a Poás, a Rincón de la Vieja és az Arenal működött egyszerre. Most az utóbbi helyett a Turrialba pörgött a színtérre. A 2016 óta tartó időszakos kitörésekkel járó sorozata idén is folytatódott és kapcsolódott két aktív társához. Működését a szokott gázkiáramlás (má-



Egy különleges, ritka felvétel a Bogoslof kitöréséről. A kitörési felhő fehér színe azt jelzi, hogy jelentős mennyiségben került be vízgőz a freatomagmás robbanásos kitörés során. Alul, sugárirányba szétfutó, kisebb piroklaszt torlóárak alakultak ki (Dave Schneider felvétele, USGS-AVO)

jusi mérések szerint naponta 1000 tonna kén-dioxid jut a felszínre és nagy a széndioxid/kén-dioxid arány, ami friss magmakigázosodására utal) mellett kisebb hamukilövellések jellemzik. Júniusban meglepetésre egy kis, kb. 50 méter átmérőjű lávató jelent meg a kráterben.

Sabancaya, Peru

A perui tűzhányó működése idén is folytatódott és ezzel a kitörési fázis összességében már VEI=3 nagyságnál tart. Az időszakos, kis szünetekkel egymást követő robbanásos kitörések során 6–10 km magasra emelkedik a hamufelhő. Egyes napokon akár az ötvenet is meghaladta a kitörések száma.

Nevados de Chillan, Chile

Kisebbs hamukilövellésekkel indult az év a chilei tűzhányón, majd rövid szünet után számos freatomagmás robbanásos kitörés történt a keleti oldalon lévő kráterekből. A következő hónapban kissé erősödtek a kitörések, a közeli hamufelhő-megfigyelő állomás 3–5 kilométer magas hamufelhőről számolt be.

Etna, Olaszország

Az Etna működése kiszámíthatatlanná vált. A csúcsrégióban több kürtő is potenciálisan kitörésre alkalmas, új kisebb kürtők is nyíltak, továbbá az intenzívebb kitörési szakaszokat hosszabb szunnyadási időszakok különítik el. Ekkor pedig csökken a figyelem és továbbra is kérdés, hogy nem következik-e be egy váratlan kitörés pont akkor, amikor turistákkal teli a csúcsi terület. Február utolsó napjaiban az Etna jó nyolc hónap pihenés után aktívzálódott. A kitörés viszonylag váratlanul indult, azonban nem volt előjelek nélküli. Mindezt több hetes gyenge, csak a vulkanológusok által követett, a krátereken belül történő robbanásos működés előzte meg. Januárban kisebb hamukilövellések mutatták az ébredés első jeleit. Február 27-én azonban hirtelen emelkedett a földremegés intenzitása és délutánra már magasan csaptak fel az izzó lávafatokat. A kitörés helye a Délkeleti kráter és az Új-Délkeleti kráter kúpjai közötti nyereg volt. Egy nap alatt egy tekintélyes méretű salakkúp nőtt ki, aminek magassága rögtön az Etna legmagasabb pontjával vetekedett! A kitörések pulzálva zajlottak, jól láthatók voltak a felszínre jutó méretes gázbuborékok szétpattanásai, az ezzel járó, különösen az éjszakai órákban látványos látványozójáték kitörések. A salakkúp déli oldala aztán felnyílt és másnap már izzó

lávafolyam ereszkedett le déli-délnyugati irányban. A tipikus rögzös, azaz aa-láva frontjának vastagsága a 2–3 métert is elérte. A láva több nyelvben haladt előre a még havas felszínen, különleges, kontrasztos látványt nyújtva. A működésben néhány nap után kisebb szünet állt be, majd március 15-én reggel ismét meredeken emelkedett a földrengés intenzitás és újabb látványos látatüzijáték-kitörések indultak el a Délkeleti kráter és az Új-Délkeleti kráter kúpjai között frissen felépült salakkúpon. Rövidesen láva buggyant ki és ereszkedett le a vulkán déli lejtőjén, követve a korábbi kitörés lávafolyamának útját. Estére a kitörés erőssége némileg gyengült, majd éj-



Freatomagmás robbanásos kitörés kezdeti hamufelhője a Poás kráterében
(OVSICORI-UNA felvétele, 2017. április 19.)

fél körül új hasadék nyílt a kúp előterében és újabb lávafolyam indult el, most keleti irányban. A robbanásos kitörés eközben fluktuálva zajlott, ami már kisebb lávaszökőkútakat is eredményezett március 16-a reggelén. A lávafolyam mint valami bulldózer haladt lassan előre a havas felszínen és keresztezte azt a területet, ahová gyakran jöttek fel négykerék-meghajtású turistabuszok. Rövidesen elérte a Valle del Bove peremét, ahol aznap éjjel bukott át és folyt le a széles völgy meredek oldalán. Előtte azonban, a lávafolyam közelében majdnem tragikus esemény történt!

A lassan előrenyomuló lávafolyamot számos turista közelítette meg, ott volt a BBC forgatócsoportja és a közelben dolgoztak a cataniai INGV Etna Obszervatórium vulkanológusai is. A korábbi napokban sokan merészkedtek a lávafolyás

közelébe, mindez veszélytelennek tűnt. Nem sokkal dél után aztán váratlan esemény következett be. A Belvedere közelében járó lávát hirtelen egy robbanás vetette szét: fehér vízgőzfelhő emelkedett fel, amit az INGV webkamerái is rögzítettek. A helyszínen azonban más volt a helyzet: erős hanghatással szürke-barna kitörési felhő robbant ki és a környéken záporoztak a kisebb-nagyobb izzó lávadarabok. A BBC kamerái rögzítették ezt a drámai közel fél perces. A szétrepülő lávadarabok tíz személyt sebesítettek meg. Az eset figyelmeztető volt: ennél nagyobb baj is lehetett volna! De mi is történt? Hogyan lehet az, hogy a lávafolyam elején következik be robbanásos kitörés? A láva eddig is havas felszínen folyt, hasonlóan a korábbi kitörésekhez. Mi vezetett ehhez a váratlan eseményhez, miért nem olvad el gyorsan a hó, ahogy a több mint 1000 fokokos láva ráfolyik? A magyarázat a láva fizikai tulajdonságában keresendő. A lávafolyam ugyanis jó hőmegtartó képességű, aminek oka az, hogy a felszínén egy hirtelen megdermedt, közetüveges kéreg alakul ki, ami jól szigetel. Ahogy a vastag lávafolyam halad előre, a hó egy része előtte felolvad, azonban a túlhevített hó hirtelen vízgőzzé alakul, ami fehér felhő formájában illan el. Ez veszélytelen, azonban mi történik a láva alatt? A láva és hó között egy vékony vízgőzréteg alakul ki. Ez megakadályozza a láva és a vízgőzréteg alatti olvadékvíz keveredését és ez az állapot hosszasan fennmaradhat, a láva haladhat előre akár több száz métert is. A gond akkor kezdődik, ha a vízgőzréteg felszakad és a láva az olvadékvízzel keveredik. A láva belsejébe jutó víz hirtelen vízgőzzé alakul. Ez a halmazállapot-változás térfogat-növekedéssel jár. A láva frontján ez általában nem jelent problémát, a kitáguló vízgőz szabadon tud távozni. A láva belsejében azonban nincs erre megfelelő tér, ezért jelentős belső nyomás alakul ki. Ha ennek a nyomásnak a feszítőereje többszörösen meghaladja a láva szakítószilárdságát, akkor hirtelen történik a térfogat-növekedés mégpedig a lávaanyag darabokra való szétvetésével. Ez maga az a robbanásos esemény, ami március 16-án kora délután az Etnán is történt. Ezt a folyamatot freatomagmás robbanásos reakciónak nevezik. Felszín alatti víz és feltörő magma keveredése esetén heves robbanásos kitörést okoz, de ilyen jelenség figyelhető meg a hawaii Nagy-szigeten is, ahol az izzó láva jelenleg is az óceán vízébe ömlik. A freatomagmás robbanásos kitörés az egyik legveszélyesebb, mert

kiszámíthatatlan, hirtelen következik be és nagy területet érint. Szerencsére a láva és a hó találkozása esetében mindez viszonylag szűk területre jelent veszélyt. Az Etnán viszont pont ott zajlott, ahol emberek is tartózkodtak, ezért volt majdnem végzetes kimenetelű. A későbbi napokban még többször volt ilyen láva-hó kölcsönhatásból származó robbanásos kitörés, ezek azonban a Valle del Bove meredek oldalában történtek, ahol nem voltak látogatók. Itt pedig az esemény jóval veszélyesebben zajlott: a robbanásos kölcsönhatás lokális piroklaszt-árakat eredményezett, aminek a hatótávolsága akár több kilométer volt!

Stromboli, Olaszország

A Földközi-tenger világítótornya egy ideje viszonylag csendesen működött, azonban idén júniusban látványos látatüzijáték kitöréseket mutatott olykor 6 kúrtöbblől is. Különösen a keleti kúrtők produkáltak 150–200 méterre csapó lávacafatokat és kapcsolódó hamufelhőt. A kitörések gyakoribbá váltak, óránként akár 10–14 esemény is történt a korábbi 2–3 helyett.

Erta Ale, Etiópia

Az Erta Ale pajzsvulkán esetében bő fél éve már nemcsak a bolygónk legrégebben aktív látatava jelenti az érdekességet, hanem a tűzhányó déli oldalán leereszkedő lávafolyamok is. Jóval intenzívebb a vulkáni működés, azonban erről kevés hír érkezik. A tűzhányó ugyanis egy politikaileg instabil térségben található, nem áll folyamatos megfigyelés alatt, az eseményeket műholdas képek (Sentinel 2 űrszonda), hőmérsékleti érzékelők adatai és ritkán személyes látogatások felvételei alapján lehet rekonstruálni. 2015 óta a vulkáni működés intenzitása egyre erősebbé vált, a látató szintje emelkedett és egyre többször öntött ki. A higan folyó, azaz kis viszkozitású láva pahoehoe folyamatok alakított ki, redőzött, kötélállva felszínrel. Ez év elejére a friss lávával előntött felszín elérte a 200 ezer négyzetméter területet, a leghosszabb lávanyelv közel 1 kilométer távolságra jutott. Mindez több százezer köbméter térfogatú, a kaldera belsejében szétterült friss lávát jelentett. Ennek megfelelően a látató területén a műholdas hőérzékelők az utóbbi idők legnagyobb (az előző évi értékekhez képest tízszeres) hőmérsékleti anomáliáját jelezték. A látatóban jelentős nagyságú gázbuborékok szálltak fel és pattantak szét a felszínen. A lávacafatok 20–30 méter ma-



„Pokoli” felvétel az Erta Ale kalderában kialakult friss lávamezőről, háttérben két működő hornitóval (Julien Montillet felvétele, 2017. február 28.)

gasra jutottak. Ez egyértelműen jelezte a friss, gázokban gazdag magma felnyomulását a nyílt kürtőcsatornában (a látató nem más, mint a magmakamrából kiinduló, kőzetlavadékkal telített kürtőcsatorna felső, felszínén kiszélesedett része). Január végén új kitérés központ lépett a színre: egy hosszú hasadék nyílt fel a pajzsvulkán délkeleti részén, a déli kráter pereme alatt vagy 100 méterrel alacsonyabban. A hasadék létrejöttét, a francia La Culture Volcan beszámolója szerint vélhetően a látatóval kitöltött déli kráter alatti magmaszlop nyomása és/vagy a területet ért széthúzásos, azaz riftesedést okozó feszültség idézhette elő. A kőzetrepedéseken keresztül a felszín alatt a magma oldalirányba, a hasadék felé tért el és folyt a felszínre jó 2 kilométer távolságban. Április elejére az új hasadékból kiömlő láva által kialakított lávamező nagysága jelentősen nőtt és a vulkán déli részén felnyílt, 200 méter hosszú, 80 méter széles látatóval kitöltött hasadéktól északkeletre egy 4,5 kilométerre elnyúló, 1,5 km széles területet foglalt el. Emellett, a csúcsi területen továbbra is intenzív gázfeláramlások okoztak láva-felfreccsenéseket a déli beszakadásos kráter látatavában. Az Erta Ale pajzsvulkánján tehát két aktív kitérés központ alakult ki tartósan: a korábbi beszakadásos kráter látatava, valamint a tűzhányó délkeleti részén felnyílt hasadék. Májusban már 7 kilométer távolságban járt a láva frontja, majd egy újabb irányú lávafolyás indult el délnyugati irányba és a továbbiakban ez vált aktív területté. Június végére a délnyugati oldalon a viszonylag gyorsan haladó pahoehoe láva már több mint 5 ki-

lóméter távolságba jutott, míg az északi-keleti lávamezőn 3 kilométer távolságban jeleztek friss lávafolyást az ürfelvételek. A hosszabb lávafolyás megközelíti azt a sátorozó helyet, ahonnan általában a turisták indulnak a vulkán megmászására.

Piton de la Fournaise, Réunion, Franciaország

A helyi vulkánmegfigyelő obszervatórium jelentése szerint január 2-án hirtelen felerősödtek a földremlégek, majd január 31-én vulkánkitérés indult el a Chateau Fort kúpja közelében. A lávaszökőkút 20–50 méter magasra csapott fel és aa-típusú lávafolyamok indultak el. A működés jó egy hónapon keresztül tartott és amilyen gyorsan kezdődött, olyan gyorsan fejeződött be. Május közepén ismét felerősödtek a földremlégek, azonban a friss magmafelnyomulás ekkor nem okozott vulkáni működést.

Sinabung, Indonézia

A Föld egyik legaktívabb tűzhányójának idei működését kisebb-nagyobb erős strómboli- és vulcanoi-típusú robbaná-

sos kitérések és lávadóm-kitüremkedési fázisok jellemezték. A hamufelhő 4–6 kilométer magasra emelkedik. A lávadóm összeomlása esetenként izzó kőzetlavinákat, kisebb piroklaszt-árakat eredményez, azonban ez utóbbiak nagysága elmaradt a korábbiaktól. A veszély azonban továbbra is nagy, a júniusra már jelentős méretűvé dagadt lávadóm bármikor összeomolhat és bekövetkezhet egy nagyobb erejű robbanásos kitérés is.

Dieng, Indonézia

Július 3-án váratlan freatikus kitérés történt a jávai Dieng vulkáni komplexum Sileri kráterében. A jelentések szerint 17 személy szenvedett kisebb-nagyobb sérülést. Ráadásul, az egyik mentőhelikopter néhány perccel a helyszínre érkezés előtt lezuhant és nyolcan meghaltak. A kirobbanó forró gőz, gáz és iszapanyag a kráter 50 méteres környezetét borította el. A kitérés oka a sekély hidrotermás rendszerben lévő oldatok túlhevülése, majd hirtelen gőzzé alakulása volt, ami gyors térfogatnövekedéssel járó folyamat. Ez a túlnyomás vetette szét a környező képződményeket. Az ilyen eseményeket nem lehet pontosan



Vastag izzó blokkos láva folyik a hóval borított felszínre az Etna február 28-i kitérése során (Giuseppe Famiani felvétele)

előre jelezni. Azonban azt is fel kell idézni, hogy június végén a hatóságok figyelmeztetést adtak ki, hogy a kráter 100 méteres körzetébe veszélyes a belépés, mivel a szokottnál erősebb volt a gáz kiáramlás. Ráadásul, egy nappal a tragikus kitérés előtt volt már egy 40 méter magasra törő gőzkitérés. A szent területnek tartott (itt található Jáva legősibb hindu templomai), sok látogatót vonzó térségben intenzív geotermális tevékenység zajlik, évente ezért rengeteg turista

keresi fel. A múltban már számos baleset történt a mérgező gázok belégzése miatt. Utoljára hasonló freatikus robbanásos esemény 2009 szeptemberében történt.

Anak Krakatau, Indonézia

Majdnem egy éves szünet után volt egy rövid ideig tartó vulkáni működés a Krakatau gyermekének nevezett kúpon. A stromboli-típusú lávatűzijáték-kitörés során mintegy 200 méter magasra repültek az izzó lávacafatok.

Nishinoshima, Japán

2016 augusztusában befejeződött a vulkáni működés a terebélyesre nőtt szigeten és a terület egyre inkább a biológusok megfigyelése alá került, akik a növények és állatok megtelepedését vizsgálták a friss szárazföldön. A tűzhányók azonban kiszámíthatatlanok. Bár a vulkanológusok többsége is úgy vélte, hogy befejeződött a kitöréssorozat, idén áprilisban a NASA műholdképei meglepetéssel szolgáltak. A kráter körül hőmérsékleti anomáliát



A Sivelucs több nagy kitörést produkált 2017. első felében. A legnagyobb június 14-én történt (A.V. Voznik felvétele, KVERT)

mutattak ki, amit megerősítettek az ezt követő repüléses megfigyelések: felújult a vulkáni működés! Izzó kőzetblokkok repültek ki a kürtöből, az erős stromboli-típusú kitörések percenként követték egymást. A kúp északi oldalából két lávafolyam indult ki és érte el a tengert. A NASA Landsat 8 műholdképein gyakran mutatkozott magasra emelkedő, erős fehér gőzkiáramlás, a helyszíni fotófelvételek pedig káprázatos lávatűzijáték-kitörésekről adtak tanúságot.

Sakurajima, Japán

Japán egyik legaktívabb tűzhányója 2016 augusztusa után, hosszú nyugalmi időszakot követően, idén márci-

usban ébredt fel. A robbanásos kitörés a Minamidake kráterben történt, aminek időszakos működése után április végén a Showa kráter is aktivizálódott (utoljára itt 2016. július 26-án volt kitörés). Ennek során 2–4 kilométer magasra emelkedett a szürke hamufelhő és hamueső volt a közeli Kagoshima városában. A helyi szakemberek mérése szerint a kéndioxid-kiáramlás az április végi napi 300 tonnáról május 8-ra 1700 tonnára emelkedett. Az időszakos kitörések júniusban is folytatódtak.

Kambalnij, Kamcsatka, Oroszország

A kamcsatkai vulkánkitörések általában nem okoznak nagy feltűnést. Egyrészt messze vannak lakott településektől, ezért leginkább csak a légiközlekedést veszélyeztetik. Másrészt a Föld egyik legaktívabb területe, ahol néhány tűzhányó mindig kitörésben van. Az év elején azonban több vulkanológus felkapta a fejét, mivel a híradások nem egy megszokott tűzhányó működéséről adtak hírt. Az aktív vulkáni ív legdélebbi részén lévő Kambalnij hosszú szunnyadás után ébredt fel. Utolsó dokumentált kitörése jó száz év volt, bár egyes tanulmányok megemlítenek egy esetleges 1767-es kitörést is. Március 15-e reggelén a természetvédelmi terület munkatársai figyeltek fel a kb. 5–7 kilométer magasságba tornyosuló szürke hamufelhőre, amit a szél délnyugati irányba, több száz kilométer távolságba sodort el. A vulkáni működés április 9-én csitult el, majd április végén fejeződött be.

Karimszkij, Kamcsatka, Oroszország

Mintegy fél éves szünet után lépett működésbe a vulkáni ív középső részén lévő gyönyörű, szabályos kúp alakú tűzhányó június 4-én. A robbanásos kitörési felhők néhány kilométer magasra emelkedtek, majd kelet-északkelet felé sodródtak. A működést stromboli-és vulcanoi kitörések jellemzik.

Bezimjannij, Kamcsatka, Oroszország

A Névtelennek nevezett tűzhányón folytatódott az előző év decemberében indult kitörési fázis. Az időszakos gáz- és gőzkiáramlást március 9-én egymás után két erős robbanásos kitörés szakította meg, amikor 6–8 kilométer magasra emelkedett a hamufelhő. Ez északnyugat felé sodródott tovább, a hamuanyagot a műholdképek több mint 250 kilométer távolságban is jelezték. Aktivizálódott a lávadóm is, amelynek északnyugati oldalán kezdődött el lassú láva-kitüremkedés. A csendesebb, effuzív működést június 16-án egy újabb nagyobb robbanásos kitörés követte, amikor ismét a legmagasabb fokozatra emelték a légiközlekedési riasztást. A vulkáni hamufelhő 12 kilométer magasra jutott fel és 700 kilométer távolságba sodródott el keleti irányba. A kitörést követően ismét folytatódott a lávakitüremkedési aktivitás.

Kljucsevszkij, Kamcsatka, Oroszország

A kamcsatkai tűzhányó ív egyik legszebb, viszonylag fiatal vulkánja folyamatos működésben volt az év első felében. A kitöréseket stromboli-típusú kitörések, néhány kilométer magasra jutó hamukilövellések jellemezték.

Sivelucs, Kamcsatka, Oroszország

A kamcsatkai aktív vulkáni ív legészakibb részén lévő Sivelucs több alkalommal is jelentős robbanásos kitörést produkált, amelynek során több mint 10 km magasra emelkedett a hamufelhő, továbbá kisebb-nagyobb pirok拉斯zt-árak terjedtek oldalirányba, akár 10 kilométer távolságba is eljutva! Májusban és júniusban felerősödött a működés, ekkor legalább egy tucatnyi, egyenként mindössze néhány órán keresztül tartó, jelentős nagyságú robbanásos kitörés történt. Ezek során olykor hamuhullást jelentettek a tűzhányótól 50 kilométer távolságban lévő Kljucsi településen. A riasztási szintet minden alkalommal a legmagasabb, vörös fokozatra emelte a KVERT vulkánmegfigyelő központ, figyelmeztetve erre a térség felett sűrűn légiközlekedést irányítókat. Különösen a június 14-i esemény kapott figyelmet, amit a kiváló látási viszonyok között remek fotók örökítettek meg. Mindeközben tovább zajlik a lávadóm kitüremkedése, amit erős kigázosodás kísér, időszakosan pedig kisebb-nagyobb darabok leomlása indít el pirok拉斯zt-árakat.

TRÁJER ATTILA

Ösföldtani zátonytörténelem

Az állatok szervezetén belüli, irányított ásványképzés képessége számos, független fejlődési vonalon alakult ki a törzsfajlás során. A biomineralizáció célja belső, illetve külső váz képzése. Amennyiben ezek a folyamatok kontroll nélkül, nem megfelelő anatómiai helyen zajlanak le az élő szervezetekben, ásványkiválások jöhetnek létre, mint amilyenek a különböző testüregekben megjelenő „kövek”. (Ezek kémiai összetétele jóval változatosabb, mint a vázak képzésében résztvevő ásványok alkotóinak száma.) Az élő szervezetek elhalása után a vázak ellenállóbb anyaguknál fogva megmaradhatnak, és fontos alkotói lehetnek a később esetleg közzé váló (diagenizálódó) üledékeknek. Sok esetben felismerhető az eredeti biológiai struktúra, máskor csak ún. biohermákban marad felismerhető enyhe vagy közepes fokú metamorfózist követően az eredeti szerkezet maradványa (ahogy ez történt pl. a Szendrői-hegység devon koralljaival és tengerililiom-vázaival).

Más esetben a kalcium-karbonát- vagy szilícium-dioxid-vázak később feloldódnak és mésziszap vagy sugáraltkák vázait bőven tartalmazó (radiolariás) iszap képződik. Ha a helyhez kötött vázképző szervezetek egymásra épülnek, az ilyen geológiai felépítmények óriási méreteket érhetnek el, megváltoztathatják a helyi topográfiát is, sőt lokálisan az óceáni áramlatoknak is más utakat szabhatnak. Az ilyen, élő szervezetek által létrehozott képződményeket nevezzük zátonyoknak, melyek a fanerozoikum, az elmúlt 545 millió év során a legmagasabb biodiverzitású tengeri életközösségeknek nyújtottak otthont. Bár a jelenlegi zátonyokat elsősorban a Scleractinia (kő-)korallok, a Corallinaceae családba tartozó vörösmozsarak és zöld mészalgák (*Halimeda*-fajok) építik fel ún. korallalgazátonyokat képezve, koronként eltérő rendszertani összetételű zátonyalkotó életközösségek léteztek. A fosszilis zátonyok környezetjelző értéke a geológiai kutatások szempontjából nagy jelentőségű. Azzal együtt, hogy a korallokon kívül a meszes zátonyokat korábban más szervezetek, pl. mészalgák, szivacsok vagy kagylók is létrehozhatták, a zátonyok általában normál sós vízi (34,7 gramm/dm³ oldott só tartalmazó), trópusi-szubtrópusi, sekély vizek indikátorai a múltbeli, közzé váló üledékeket illetően is, ami különösen igaz a korallzátonyokra. (Kevésbé a cianobaktériumok

által létrehozott képződményekre.) A mai korallzátonyok létrejöttének feltétele még, hogy a zátonyfront előtti áramlatok állandóan oxigénhez és tápanyagokhoz juttassák a zátony életközösségét, ami különösen a korallokkal szimbiózisban élő, igen érzékeny algák miatt fontos. A zátonyok nem épülhettek volna fel az élő szervezetekben végbeménő biomineralizációs jelenségek nélkül. A biomineralizáció kényes folyamat, amire a koralloknál többek között a tápanyagok, a fény, a hőmérséklet és a fizikai, illetve kémiai formában oldott szén-dioxid is erősen hatnak. [1]

A továbbiakban röviden áttekintjük a zátonyok történetét, kezdve a prekambrium cianobaktériumok (Cyanobacteria) alkotta meszes képződményeitől a modern kori korallalga-zátonyokig. Áttekintjük a légköri szén-dioxid szintjének a zátonyképződésre kifejtett hatását és megismerjük az óceánok jelenkori savasodásának előképeit a földtörténetben.

Prekambrium

A legkorábbi biogén, eredetileg főként meszes sekélytengeri képződmények alighanem a prekambriumi sztramatolitok alkotta zátonyok voltak. Megközelítően 2,5 milliárd éven keresztül ez volt az egyetlen zátonytípus. Felépítésében cianobaktériumok vettek részt, melyek ritmikus, napszak- és évszakfüggő aktivitása miatt az égvyrűkhöz hasonlatos mintázatokban őrizték meg a baktériumok bioritmusának nyomát. A cianobaktériumok olyan nyálkamátrixot képeztek, ami lehetővé tette a szerves szemcsék megtapadását, valamint egyes ásványi anyagok, mint például a kovásv és a kalcium-karbonát lerakódását. Ez a nyálkaanyag



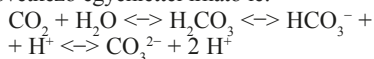
1. ábra. Különböző korokban képződött sztramatolitok. Bal felső kép: 2,2 milliárd éves sztramatolit metszete; jobb felső kép: felső-triász korú sztramatolitos dolomit; alsó kép: devon időszakban képződött sztramatolit (A szerző felvételei)

védett a káros ultraibolya sugarak ellen is. Sztramatolitok már 3,5 milliárd éve léteznek a Földön és megjelenésük óta lényegében minden geológiai korszakból ismertek maradványaik (1. ábra).

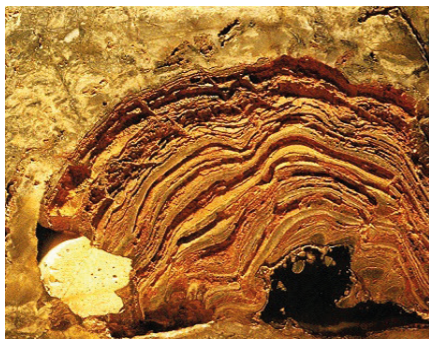
Mintegy 2,7–2,2 milliárd évvel ezelőtt a légköri szén-dioxid-koncentráció mintegy százszorosa volt a jelenleginek. [2] A légköri szén-dioxid kivonásában meghatározó szerepe volt a fontosintetizáló cianobaktériumoknak. Az asszimiláció során keletkezett szerves anyagok egy része a tengeri üledékbe kerülve eltemetődött, szénatvonva ki a geokémiai körforgásból. Feltehető, hogy a fotoszintézis miatt csökkenő légköri szén-dioxid-szinthez a cianobaktériumok fotoszintetikus apparátusa folyamatosan alkalmazkodott. A légköri szén-dioxid megkötésében azonban egy másik folyamat, a karbonát-produkció is szerepet játszott. [3]

A mai tengerek vize enyhén alkalikus (pH~7,5–8,4), ami azonban a Föld őskorában nem volt így. Az archaikumra és a proterozoikum első felére jellemző igen magas atmoszférikus szén-dioxid-koncentráció mellett a savas óceánok vízének szabad szén-dioxid és szénsav koncentrációja a mai

állapothoz képest számottevő volt. Ennek következtében a kalcit- és aragonit-telítettség értékek alacsonyak lehettek, ami nem kedvezett az élő szervezetek karbonát-anyagú vázépítésének. A cianobaktériumok fotoszintetikus szén-dioxid megkötése növelte a sejteik közvetlen környezetének pH-ját, ami elősegítette lokálisan a kalcium-karbonát biogén kiválását a baktériumtelepek mátrixában. [3] Ennek oka a szén-dioxid vízben való oldódásának mikéntjében keresendő. A szén-dioxid disszociációja vizes közegben a következő egyenlettel írható le:



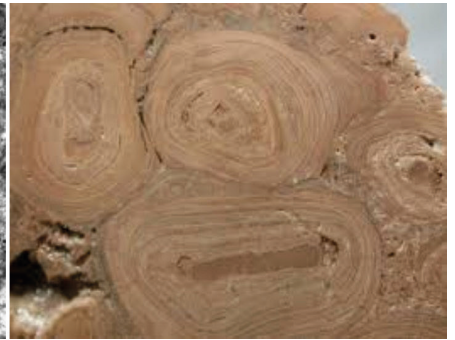
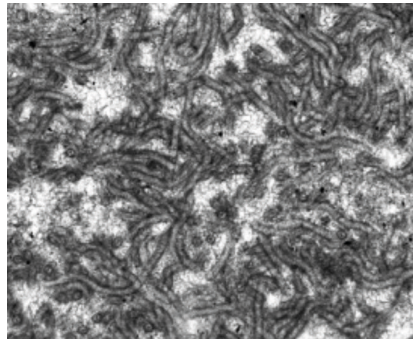
Ezek szerint a szén-dioxid számos gáztól (pl. oxigén, nitrogén) eltérően nemcsak fizikai, hanem kémiai úton is oldódik. Alacsony pH-n a szabad szén-dioxid és a szén-sav mennyisége magasabb lesz, ami nem kedvez a karbonátképződésnek. Ezzel ellentétben, ha a pH alkalis irányba változik, akkor az egyensúly az egyenlet jobb oldala felé, a karbonátok képződésének lehetősége irányába mozdul el. Ha a fotoszintézis szén-savat vagy szén-dioxidot távolít el, bekövetkezik a biogén mészkiválás, mivel a víz-



2. ábra. Egy 3,5 milliárd éves fosszilis sztromatolit Ausztráliából (North Pole; bal oldali kép) és recens sztromatolitok a Cáva-öbölben, szintén Ausztráliában (jobb oldali kép)

ben jól oldódó kalcium-hidrogén-karbonáttal ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) szemben a kalcium-karbonát (CaCO_3) oldékonysága kifejezetten rossz. Ez a folyamat ma is megfigyelhető pl. a szilvásváradai Szalajka-patak vagy a felsőrsi Malom-patak völgyében.

A légköri szén-dioxid koncentrációjának lassú csökkenésével a proterozoikum folyamán az extracelluláris kalciumkarbonát-kristályok kicsapódása a cianobaktériumok környezetében egyre könnyebben ment végbe. A karbonátok képződése felgyorsult, amikor a légköri szén-dioxid parciális nyomása a mai szint 33-szorosának megfelelő szintre esett le, és a kicsapódó kalcium-karbonát mészszip formájában kezdett felhalmozódni a tengerfenéken mintegy 1,4–1,3 milliárd évvel ezelőtt [3]. Megjegyzendő, hogy mészkövek kisebb mennyiségben már korábban is képződtek, sőt egyes grönlandi mészkövek átkristályosodására és márvány



3. ábra. Girvanella fosszilis telepének szálak szerkezetű (filamentózus) szövete elektronmikroszkóp alatt (bal oldali kép) és a telep makroszkópos megjelenése (jobb oldali kép: onkoidok)

képződésére már 1,8 milliárd évvel ezelőtt is sor került. A sztromatolitok által létrehozott zátonyképződmények több száz méteres vastagságot érhetnek el olykor. Az észak-amerikai Nagy-Rabszolga-tó partjait alkotó, közel 2 milliárd éves fosszilis zátony még ma is jelentős vastagságú. Típusos, a prekambriumi sztromatolitokra emlékeztető képződmények jelenleg pl. a nyugat-ausztráliai Cáva-öbölben figyelhetők meg, azonban a Föld

um-karbonát-köpeny lerakódása. Ennek a kornak a hírnemője a *Girvanella* kékalga feltünése. A *Girvanella* algák által képzett nagyméretű (néhány cm-es) onkoidok későbbi korokból is ismertek, így zátony-építő szerepük volt az ordoviciumban, valamint hasonló eredetűek a központi Meccsek területén fellelhető, a triász időszi Kantavári Formáció Kisréti Mészke Tagozatában található 7–8 cm-es átmérőt is elérő, plasztikusan deformált onkoidok, melyek puhatestűhéjak bekéregzésével alakultak ki (3. ábra). [4]

A fotoszintetizáló szervezetek szén-dioxid-megkötő mechanizmusának fejlődése 700–570 millió évvel ezelőtt, a „hólabda-föld” korszakában (az elnevezés a globális szintű eljegesedésre utal) lelassult, mivel a hideg tengervíz elősegítette a fizikailag oldott szén-dioxid pusztán diffúzió által történő felvételét a sejtekbe [3]. Ezzel egy időben megszűnt a meszes sztromatolit zátonyok képződése a Földön. A nagy jégkorszak után felmelegedő bolygón ismételtelen megjelentek a sztromatolitok, és nagy kiterjedésű kékalga-zátonyok léteztek a neoproterozoikumban is. Ez a folyamat egyben elősegíthette az első állatok megjelenését és fejlődését, valamint az állati szervezetben megvalósuló mészvázépítés kialakulását is. Bár az első ismert állati szervezetek testfossziliái „csak” mintegy 610 millió évesek [5], a molekuláris óra és egyes vitatott nyomfossziliák alapján az állati szervezetek megjelenése 1 milliárd évvel ezelőtt történhetett. [6] Valószínűbb, hogy inkább a fosszilizációra alkalmas mészváz vagy meszes kitérváz aránylag hirtelen megjelenéséről van szó a kambrium elején, ami valóban „egy időben” (ami több tíz millió éves intervallumot is jelenthet több, mint fél milliárd év távlatából nézve), de függetlenül jelentkező több állatcsoport esetében is. Az ún. „kambriumi robbanás” lényegében a mai állattörzsek hirtelennek tetsző megjelenését jelentet-

Paleozoikum

Amikor mintegy 750–700 millió évvel ezelőtt a légköri szén-dioxid parciális nyomása a mai szint 10-szerese alá esett, megkezdődött a közvetlenül a cianobaktériumokat beborító kalci-

te a neoproterozoikum és a kambrium határán. Az első kagyló- és izeltlábú-fossziliák 542 millió évesek, a kambriumi robbanás „címerállatai”, a trilobiták pedig csak 21 millió évvel később, mintegy 521 millió évvel tűntek fel az élet színpadán. Az első, állatok által létrehozott zátonyok alkotói a vitatott rendszertani hovatartozású, 525 millió éve megjelent kora kambriumi Archaeocyathák voltak (a kambrium első felét kb. 510 millió éve lezáró kihalást a menedéket jelentő ún. refúgiumokban túlélték és a késő kambriumig éltek). [7] Serlegszerű vázuk leginkább a mai mészszivacsokéval vehető össze. Érdekessége



4. ábra. Szilur-devon időszi zátonyalkotó szervezetek maradványai. Bal felső kép: Favosites tabulata korall metszete a szilurból; jobb felső kép: tabulata koralltelep a devonból; bal alsó kép: erősen átkristályosodott, feltehetően sztromatoporoidea-telep metszete, devon; jobb alsó kép: esómarta devon zátonymészkö-feszín

ennek a kihalt csoportnak, hogy a ma ismert kambriumi, szilárd vázzal rendelkező szervezetek diverzitásának több mint a felét ezek a szervezetek tették ki. [8] A kambrium-ordovicium határán, 488 millió éve lezajlott kihalás után hosszú időn keresztül nem épültek állatok alkotta zátonyok a világtengerekben, és helyettük csak a kéalgák által épített thrombolit-, onkoid- és sztromatolit-zátonyok nyújtottak élőhelyet a zátonylakó szervezeteknek. A többsejtű állatok alkotta zátonyok újbóli globális szintű elterjedése a szilur időszak közepére tehető, amikor a csalánozók egyes csoportjai körében olyan evolúciós folyamat ment végbe, ami meghatározónak bizonyult a következő 450 millió év zátony-ökoszisztémáinak szempontjából. A későbbi zátonyok felépítésében jelentős szerepet játszó korallak már az ordoviciumban megjelentek, de jellemző zátonyalkotókká a szilur idősziig nem váltak, köszönhetően részben az ordovicium-szilur időszak határán, 450–440 millió évvel ezelőtt súlyos kihalási eseménynek, ami

a zátonyalkotó korallakat, pörgekarúakat, mohaállatokat és tuskésbőrűeket különösen súlyosan érintette. Az akkori korallak nem sorolhatók be egyik ma élő csoportba sem. Az ún. Tabulata korallak inkább telepalkotók, a Rugosa korallak jellemzően magányos polipáriumokat építő alakok voltak.

A szilur-devon zátonyok fontos alkotói voltak a sztromatoporoidea, amelyek fennmaradt szerkezetük alapján a szivacsokkal mutatnak rokonságot. Magyarországon devon időszi korallak ismertek a Szendrői-, és ritkaságként az Upponyi-hegységből; sztromatoporoidea-maradványok a balatonfői Polgárdi Mészkö felső, biohermas tagozatából. A sztromatoporoidea elsősorban nem az ún. frontzátonyt, a tengeri áramlatoknak leginkább kitett, a nyílt tengerre tekintő zátonyrészt, hanem a zátony belsejében fekvő lagúnák felé eső zátonyterületet népesítették be (4. ábra).

Ahogy az a mai zátonyok esetében is tapasztalható, a fennmaradt zátonyszerkezetnek csak egy része származik a fő zátonyalkotóktól, mivel a fizikai, kémiai és biogén erőzói miatt általában a szerves zátonyszerkezetnek csak egy kis része menekül meg és marad felismerhető. Ezen kívül, a másodlagos zátonyépítő váza, mint amilyen manapság pl. a puhatestűek, tengerisünök, a földtörténeti ókorban pedig a brachiopodák, tengeri liliomok váza, szintén fontos szerepet játszott a zátonyok létrejöttében (5. ábra).

A devon időszak volt a korallzátonyok



5. ábra. Devon időszi tengeri liliomok nyeltagmaradványai és a teljes élőlény rekonstrukciója

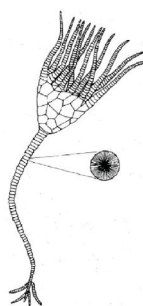
kARRIERJÉNEK első nagy korszaka a földtörténetben, amit a devon végi, 375–360 millió évvel ezelőtti kettős tömeges kihalási hullám (az ún. Kellwasser- és a Hangenberg-esemény) derékba tört. A karbon időszi-



6. ábra. Ivanovia filloida alga (bal oldali kép) és Caninophyllum rugosa koralltelep (jobb oldali kép) a karbon időszi korból

ban a korallak helyét részben a mészalgák vették át, bár a korábbi korallcsoportok továbbra is részt vettek a zátonyok alkotásában, ami a perm időszi végéig nem változott. A hazai karbon időszi tengeri üledékes kőzetekben mészalgák és korallak is előfordulnak, bár az algák szerepe meghatározóbb lehetett a zátonyalkotásban, mint a korallaké (6. ábra).

A sztromatolit-zátonyok nagy kihalási hullámokat követően, illetve elzárt lagúnák pionír lakóiként időnként visszatértek és felváltották vagy helyettesítették a többsejtű szervezetek alkotta zátonyokat az elmúlt fél milliárd évben. Ilyen meszes (mikrobiális) sztromatolit-zátonyképződményeket, mikrobialitokat figyeltek meg a 252 millió évvel ezelőtt bekövetkezett perm-triász kihalási esemény alatt képződött kőzetekben pl. Dél-Kínában [9] [10], Törökországban [11], az Egyesült Államokban [12] vagy az Északi-Bükkben [13] is a triász bázisrétegeiben. A zátonyok pusztulása legalább két nagyobb fázisban zajlott, az első fázisban először a korallok tűntek el, helyet adva a mészszivacsoknak, majd a többsejtű szervezetek zátonyalkotó szerepe a perm-triász határon teljesen megszűnt. [14] A zátonyökoszisztémák összeom-



lása mögött egyszerre több tényező is állhatott, ezek közül kiemelendő a szibériai trappbazalt kiömléssel járó vulkanizmus miatt a tengervíz valószínű elsavasodása a magas atmoszférikus szén-dioxid-koncentráció következtében, a hipertermia és az óceáni anoxia. A kora triászban nem képződtek zátonyok. (7. ábra).

Mezozoikum

A perm-triász kihalást megelőző perm időszak során a ma élő Ginkgo biloba ősi rokonsági körébe tartozó négy növénynemzettség fosszilis levélkütikula-szerkezetei-

nek vizsgálata szerint a légköri szén-dioxid-koncentráció 1000 ppm alatt volt, ami a perm-triász határ után már meghaladta az 1500 ppm-et és elérhette az 1750 ppm értéket is a kora triászban [15], jelentős savasodást okozva a világtengerekben. Jóval később, 55 millió éve, a paleocén-eocén határon bekövetkezett drasztikus, 5–8 °C-os globális szintű felmelegedés (az ún. paleocén-eocén termális maximum: PETM) során szintén feltételezik az óceánok akut elsavasodását. [16] A klíma rapid változása és a tengervíz kémhatásának csökkenése nem csak a múltban volt katasztrófális hatással a zátonyokra, várható, hogy a közeljövőben is a korallzátonyok nagymértékű pusztulásának lehetünk szomorú szemtanúi, ami már jelenleg is jól észrevehető. [17] Az emelkedő atmoszferikus szén-dioxid-koncentráció következtében a jelen korban a tengerek és óceánok vizének pH-ja csökkenőben van, ami már eddig is a korallzátonyok 10%-ának pusztulását okozta, és várhatóan a XXI. század végére a mészvázat építő tengeri szervezetek biomineralizációs rátáját 60%-kal fogja csökkenteni az emelkedő szén-dioxid-szint. [18] Az ipari forradalom óta folyamatosan csökken a tengervíz aragonit-telítettség értéke, ami a zátonyok nettó mészprodukciónak mintegy 15%-kal vetette vissza az elmúlt 250 évben. A múltban zajlott hasonló folyamatok jelentős szerepet játszhattak az akkori zátonyok pusztulásában (8. ábra).

A triász elején általában nem képződtek zátonyok. Ezek újbóli létrejötte a középső-triász anisusi korszakára tehető, ami-

oldódását követően vált lyukacsossá. A középső-triász időszak anisusi emeletében képződött Tagyoni Formáció (Dunántúli-középhegység) szubtidális (hullámverés alatti) fácieszében gyakoriak ezek az algák. *Physoporella*, *Oligoporella* és *Teutloporella* nemzetségek fajai kerültek elő (9. ábra).

Az egyelőre még magányos kőkorallok is csak a középső triászban tűntek fel, melyek a mai korallzátonyok meghatározó (névadó) alkotói. Feltehetően ekkor jött létre a csalánozók és az algák között az a szimbiotikus kapcsolat, ami a csoport sikerének alapját jelentette és jelenti ma is. A krétában egy „helytűlő” (szesszilis), egyedülálló módon serleg vagy tülökformát felvett héjú kagylócsoport, a *Hippuritidae* család tagjai alkottak zátonyokat. Telepeik, szemben a korallok formálta képződményekkel, nem annyira vertikálisan, mint horizontálisan voltak nagy kiterjedésűek. Olyan kagylókból származtak, melyeknek eredetileg szimmetrikus héjai megsavanyodtak, majd az egyik héjfél zárólemezé, a másik egy serleg formájú képletté alakult. A héjat porusok törték át, amin keresztül feltehetően víz átáramoltatására is lehetőség volt. Nem kizárt, hogy a *Scleractinia* korallokhoz hasonlóan szimbióta algáik is voltak. A kréta időszak során a trópusi tengerekben visszaszorították a korallokat és nem egy esetben a zátonyok domináns alkotóivá váltak. A zátonyalkotó kagylók kréta időszaki sikere és a korallok felett gyakorolt időleges dominanciája mögött ismételt atmoszferikus és klimatikus okok fedezhetők fel. Egyrészt, a kréta időszak folyamán

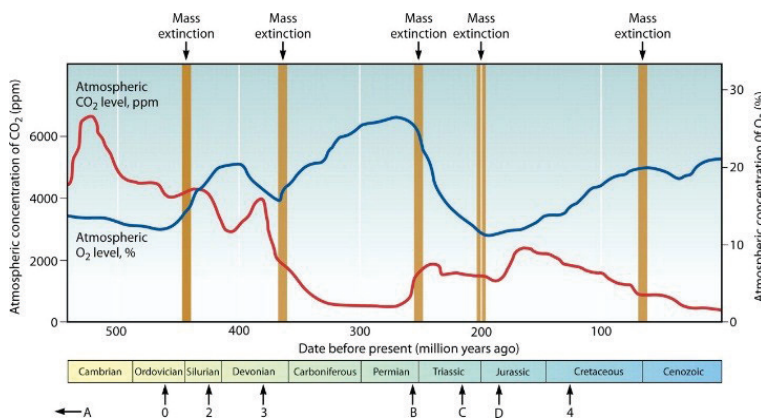


9. ábra. *Physoporella* sp. és rekonstrukciója (a kép jobb felső sarkában)

kagylók tündöklésének azonban vége lett, mert előbb a kréta időszak végére megfogyatkoztak, majd a kréta/tercier határon történt tömeges kihalás során teljesen kivesztek az élővilágból. Azóta csak az osztrigák körében találunk kisebb zátonyépítő fajokat. A *Hippuritidae* kagylók maradványai egyes hazai kréta időszaki kőzetekben gyakoriaknak mondhatók (10. ábra).

Kainozokum

A triász-jura határon 201 millió éve bekövetkezett tömeges kihalás során összeomlottak a felső triász kiterjedt zátonyközösségei a Tethys ósóceán selfjén. Ennek ellenére, a kőkorallak az egész hátralevő mezozoikumban részt vettek a zátonyalkotásban, bár szerepük nem volt meghatározó a kréta időszaki zátonyok felépítésében. A többek között a dinoszauruszok végétét okozó globális ökológiai változásokat követően a paleocénben nem épültek korallzátonyok. Az eocén korban ismét fellendültek a kőkorallok, bár a hazai eocén rétegekből inkább magányos és nem zátonyépítő fajaik ismertek. A miocén korban már a maihoz nagyon hasonló összetételű korallalga- (korall és mészképző alga által felépített) zátonyok léteztek az akkori tengerekben. A visegrádi Fekete-hegy 15 millió évvel ezelőtt létezett korallzátonyát legalább 9, de lehet, hogy 20 hermatipikus (sekélytengeri) koralltaxon alkotta. [21] A korallok vázai mellett jelentős a vörösalgák közé tartozó *Corallineacea* algák maradványainak mennyisége, és valószínűleg meg is haladja a *Scleractinia* korallokét. Mindez arra utalhat, hogy a visegrádi zátony normál sósvízi környezetben, meleg, szubtrópusi tengerben képződhetett, de a víz hőmérséklete már alatta lehetett a korallok szempontjából legkedvezőbb értékeknek. Számos korallnemzetség és mészalga ma is létezik a trópusi tengerekben a hajdan a Kárpát-medencében is élt formák közül (pl. a *Porites* korallok).



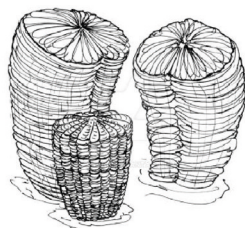
8. ábra. A légköri oxigén- és szén-dioxid-koncentráció változása a fanerozoikum során Dorell és Smith (2011) alapján az öt legjelentősebb kihalási esemény feltüntetésével

kor egyes mészalgák, mohaállatok, mészszivacsok alkottak zátonyokat elsősorban a Nyugat-Tethys karbonátplatformjának a nyílt óceánhoz legközelebbi peremterületein. [19] E kor emléke az ún. diplopórus mészkő és dolomit, ami a hajdani, ún. *dasycladacea* mészalgák csövecskéinek ki-

a trópusi tengerek 6–14°C-kal melegebbek voltak a maiaknál, másrészt, magasabb volt a sótartalom, ami nem kedvezett a koralloknak. [20] Ehhez jön még az, hogy a légköri szén-dioxid-koncentráció a mai érték hatszorosra, közel 1700 ppm lehetett, jelentős savasodást okozva az óceánokban. Az ún. rudista

A biomineralizáció megnyilvánulásai: kalcium-karbonát (kalcit/aragonit) – CaCO_3 , pl. korallak, mohaállatok és pörgekarúak, puhatestűek, tuskésbőrűek vagy a kihalt Archaeocyathák; szilícium-dioxid – SiO_2 , pl. kovamoszatok, radiolariák, számoszivacsnemzetség; hidroxipapatit – $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{Cl},\text{OH})$, pl. gerincesek csontjában.

Láthattuk, hogy a múlt tükröt tart a jelen és a jövő felé. Ha tovább folytatódik az óceánok elsavasodása, az a perm-triász határon észlelt világméretű zátonypusztuláshoz hasonló eseményhez vezet-



10. ábra. Hippurites sp. metszete (bal oldali kép) és az élő kagylók rekonstrukciója (jobb oldali kép)

het, ami súlyosan hatna a világtengerék biodiverzitására. Mint láttuk, a régmúlt korokban évmilliókat, akár 20–30 millió évet is igénybe vett a zátonyközösségek újjászerveződése, így egy mai kihalási hullám után emberi léptékkal mérve mérhetetlen hosszú idő telne el az új zátony-ökoszisztémák felépüléséig még egy antropogén hatásoktól mentes világban is. 🐠

Irodalom

- [1] Tambutté, S., Holcomb, M., Ferrier-Pagès, C., Reynaud, S., Tambutté, É., Zoccola, D., & Allemand, D. (2011). Coral biomineralization: from the gene to the environment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 408(1), 58-78.
- [2] Rye, R., Kuo, P. H., & Holland, H. D. (1995). Atmospheric carbon dioxide concentrations before 2.2 billion years ago. *Nature*, 378(6557), 603.
- [3] Riding, R. (2006). Cyanobacterial calcification, carbon dioxide concentrating mechanisms, and Proterozoic–Cambrian changes in atmospheric composition. *Geobiology*, 4(4), 299-316.
- [4] Haas, J. (2004). Magyarország geológiája. *Triász (Geology of Hungary: Triassic)*.
- [5] Costa, James T.; Darwin, Charles (2009). The annotated Origin: a facsimile of the first edition of On the origin of species. Harvard University Press. p. 308. ISBN 978-0-674-03281-1.
- [6] Campbell, Neil A.; Reece, Jane B. (2005). Biology (7th ed.). Pearson, Benjamin Cummings. p. 526. ISBN 978-0-8053-7171-0.
- [7] Debrenne, F. (1991). Extinction of the Archaeocyatha. *Historical Biology*, 5(2-4), 95-106.
- [8] Pálffy, J. (2000). Kihaltak és túlélők (Fél-milliárd év nagy fajpusztulásai)[Victims and Survivors (Mass Extinctions in the Past Half Billion Years)].
- [9] Kershaw, S., Li, Y., Crasquin-Soleau, S., Feng, Q., Mu, X., Collin, P. Y., Reynolds, A., & Guo, L. (2007). Earliest Triassic microbialites in the South China block and other areas: controls on their growth and distribution. *Facies*, 53(3), 409-425.
- [10] Ezaki, Y., Liu, J., & Adachi, N. (2003). Earliest Triassic microbialite micro-to megastructures in the Huaying area of Sichuan Province, South China: implications for the nature of oceanic conditions after the end-Permian extinction. *Palaios*, 18(4), 388-402.
- [11] Baud, A., Richoz, S., & Marcoux, J. (2005). Calcimicrobial cap rocks from the basal Triassic units: western Taurus occurrences (SW Turkey). *Comptes Rendus Palevol*, 4(6), 569-582.
- [12] Pruss, S. B., & Bottjer, D. J. (2004). Late Early Triassic microbial reefs of the western United States: a description and model for their deposition in the aftermath of the end-Permian mass extinction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 211(1), 127-137.
- [13] Hips, K., & Haas, J. (2006). Calcimicrobial stromatolites at the Permian–Triassic boundary in a western Tethyan section, Bükk Mountains, Hungary. *Sedimentary Geology*, 185(3), 239-253.
- [14] Weidlich, O., Kiessling, W., & Flügel, E. (2003). Permian–Triassic boundary interval as a model for forcing marine ecosystem collapse by long-term atmospheric oxygen drop. *Geology*, 31(11), 961-964.
- [15] Retallack, G. J. (2001). A 300-million-year record of atmospheric carbon dioxide from fossil plant cuticles. *Nature*, 411(6835), 287.
- [16] Zachos, James C., et al. „Rapid acidification of the ocean during the Paleocene-Eocene thermal maximum.” *Science* 308.5728 (2005): 1611-1615.
- [17] Pandolfi, J. M., Connolly, S. R., Marshall, D. J., & Cohen, A. L. (2011). Projecting coral reef futures under global warming and ocean acidification. *science*, 333(6041), 418-422.
- [18] Kleypas, J. A., Feely, R. A., Fabry, V. J., Langdon, C., Sabine, C. L., & Robbins, L. L. (2005, April). Impacts of ocean acidification on coral reefs and other marine calcifiers: a guide for future research. In *Report of a workshop held* (Vol. 18, p. 20).
- [19] Senowbari-Daryan, B., Zühlke, R., Bechstädt, T., & Flügel, E. (1993). Anisian (Middle Triassic) buildups of the Northern Dolomites (Italy): the recovery of reef communities after the Permian/Triassic crisis. *Facies*, 28(1), 181-256.
- [20] Johnson, C. C. (2002). The Rise and Fall of Rudist Reefs: Reefs of the dinosaur era were dominated not by corals but by odd mollusks, which died off at the end of the Cretaceous from causes yet to be discovered. *American scientist*, 90(2), 148-153.
- [21] Báldi, T. (2003) Egy geológus barangolásai Magyarországon: Kiadó: Vince Kiadó Kft., Budapest.

Képek forrása

2. netsaver.myds.me és <https://www.sharkbayvisit.com.au/stromatolites.aspx>
3. http://www.fossilmall.com/EDCOPE_Enterprises/stromatolite/stromatolites46/stromatolites46.htm
5. <http://www.dcfossils.org>
7. http://elte.pene.hu/foldtud/2.%20felev/bevezetes_a_foldtortenetbe/Ftorl_BSc1_11.pdf
8. ec.asm.org
9. http://paleopolis.rediris.es/cg/CG2013_B01/CG2013_B01_P1_07_14.htm
10. <http://www.DevianArt>

KITÜNTETÉS



Augustus 20-a alkalmából a Magyar Érdemrend Tisztikereszt elismerést adta át Balog Zoltán (balról), az emberi erőforrások minisztere *Staar Gyulának*, lapunk nyugalmazott főszerkesztőjének (jobbról).

Ugyanebben az elismerésben részese volt a Természet Világa rendszeres szerzője, *Szabados László*, az MTA doktora.

A kitüntetetteknek szerkesztőségünk büszkén gratulál!

REJTÉLYES ÉGI RÁDIÓFORRÁS

Az első ultrarövid rádiókitörést (Fast Radio Burst) az ausztráliai Parkes rádiótávcsővel fedezték fel. A 2012. november 2-án az arecibói 305 méteres rádiótávcsővel talált hasonló objektum, amely a típusa és a felfedezés időpontja alapján az FRB121102 jelölést kapta, viszont az első ilyen, ahol a jelenség ismétlődését figyelték meg. Azóta mintegy kéttucat hasonló kitörést fedeztek fel, de a jelenség előrejelezhetetlen és csak néhány ezredmásodpercig tart, ezért megfigyelésük nehéz. Statisztikai megfontolások alapján mégis arra következtetnek a rádiócsillagászok, hogy naponta több ezer ilyen rádiókitörés történhet szerte az univerzumban. A jelenség magyarázata egyelőre ismeretlen, azonban ismétlődése nyilvánvalóvá teszi, hogy nem lehet szó egyszeri, kataklizmikus eseményről. 2016-ban az új-mexikói VLA-val és az európai VLBI-hálózat rádiótávcsöveivel sikerült pontosan megállapítani az ismétlődő FRB helyét. Kiderült, hogy a rejtélyes kitöréseket mutató forrás egy távoli, halvány törpegalaxisban helyezkedik el, amely galaxis folyamatos rádiósugárzást is kibocsát. Egy idén megjelent publikáció szerint az FRB és az állandó rádióforrás szög távolsága 12 ezred ívmásodpercnél kisebb. Februárban több földi óriástávcsővel végzett megfigyelés után a Hubble-űr-távcsövet is a 3,2 milliárd fényév távolságban lévő törpegalaxisra irányították. Kiderült, hogy a rádiókitörések egy aktív és kompakt csillagkeletkezési tartományból indulnak ki, amely a kis galaxis peremvidékén helyezkedik el. Feltételezik, hogy az ismétlődő rádiókitörések forrása egy viszonylag fiatal objektum lehet, méghozzá valószínűleg egy, a közelmúltban létrejött neutroncsillag, vagyis egy felfokozott tevékenységet mutató pulzár. Az ismétlődő kitöréseket a Föld körül keringő röntgentávcsövekkel is megpróbálták megfigyelni. Bár a megfigyelési időszakban két rádiótávcső rendszerrel 12 gyors kitörést észleltek, röntgensugárzás nem érkezett az objektumból. Ebből következik, hogy az objektum nem lehet például a Rák-ködben lévő csillag pulzár „felturbózott” változata. A Rák-pulzár rádiófelvillanásai félmilliószor gyengébbek az FRB121102 kitörésénél, röntgensugárzása viszont jellegzetes. Mindamellet, a csillagászok az FRB121102 esetében is egy nemrég felrobbant csillag maradványára gyanakodnak, feltételezik, hogy az objektum gyorsan forgó *magnetár*, azaz erős mágneses terű neutroncsillag lehet. Ugyanakkor a halvány, de állandó rádiósugárzás forrása az eredeti szupernóva robbanás lökéshullámfrontja lehet. Ám az eddig ismert magnetárookra ugyancsak jellemző a

röntgen- (és gamma-) sugárzás, amit viszont az FRB121102-nél eddig nem találtak. Tisztázatlan, hogy az ismétlődés mennyire jellemző a gyors rádiókitörésekre, a többi hasonló objektumnál ugyanis eddig nem sikerült ismétlődést kimutatni. (www.skyandtelescope.com, 2017. június 6.)

A CSILLAGOK ÉS NEM CSILLAGOK KÖZTI HATÁR

A csillagászok becslése szerint minden 100 csillagra több tucat „sikerületlen csillag” jut, vagyis úgynevezett barna törpe. Ezek tömege nem elég ahhoz, hogy keletkezésükkor beinduljon belsejükben a fúziós energiatermelés, azaz nem fejlődnek működő csillaggá. A csillagászokat régóta foglalkoztatta, hol húzódhat a határ, amely fölött az összehúzódó gázfelhő csillaggá válik. Korábban azonban csak elméleti számítások és számítógépes modellek segítségével tudtak választ adni a kérdésre. Legújabb amerikai csillagászok megfigyeléseken alapuló eredményeiket tették közzé. Azt a körülményt használták ki, hogy bár a magfúzió nem indul be, azért az összehúzódás következtében a barna törpék is felforrósodnak, ezért infravörös sugárzást bocsátanak ki. Ez a sugárzás azonban olyan halvány, hogy a legközelebbi barna törpéket is csak 1994-ben sikerült először megfigyelni.

A megfigyeléseket, amelyek eredményét most tették közzé, egy évtizeddel ezelőtt kezdték. A kutatók 31, a Földtől 130 fényévnél nem távolabb lévő, kis tömegű kettős rendszert figyeltek meg, amelyek vagy két barna törpéből, vagy két nagyon kis tömegű, de „igazi” csillagból állnak, vagyis a vizsgált égitestek a barna törpéket a csillagoktól elválasztó határvonal két oldalán helyezkednek el. A barna törpéket és a működő csillagokat színük alapján különböztették meg. A kettős rendszerek tagjainak egymás körüli keringéséből ki tudták számítani az égitestek tömegét. Megfigyeléseikhez a Keck-távcsöveket és a Hubble-űr-távcsövet, illetve a Hawaii-szigeteken működő kanadai-francia távcsövet használták. Végeredményben 38 barna törpe tömegét sikerült kiszámítaniuk, így egy nagyságrenddel megnőtt az ismert tömegű barna törpék száma. Megállapították, hogy egy gázgömbnek legalább 70-szer nagyobb tö-

megűnek kell lennie a Jupiternél ahhoz, hogy az összehúzódása nyomán a belseje eléggé felforrósodjék a magreakciók beindulásához. Az ennél kisebb tömegű, összehúzódó gázfelhők barna törpékké válnak. Minél kisebb a tömeg, annál alacsonyabb az objektum hőmérséklete, így azt is meg tudták állapítani, hogy a mintájukban előforduló barna törpék mindegyike 1600 K-nél hidegebb. Eredményeik összhangban vannak a korábbi elméleti modellek eredményeivel. (www.skyandtelescope.com, 2017. június 15.)

A BÁLNÁK SZŰRŐ TÁPLÁLKOZÁSÁNAK EREDETE

A kékbálna a valaha élt legnagyobb állat, és szinte kizárólag apró rákokkal (krill) táplálkozik. A szila nevű komplex szűrőszerkezet óriási mennyiségű tengervíz átszűrését teszi számukra lehetővé. Egy most megjelent publikációban a szilás cetek korai kihalt rokonának leírása segíthet megérteni a szila kialakulását. A 30 millió éves leletet a 2000-es évek elején talála



A *Coronodon havensteini* fogazata

egy bűvár a dél-karolinai Wando folyóban. Nagyobb volt a többi fogas cetnél, koponyája majdnem elérte az 1 méter hosszúságot. Régóta húzódó vita, hogy az első szilás cetek fogatlan szívó-táplálkozók voltak, vagy pedig a fogas cetek kezdtek használni a fogaikat a préda kiszűrésére a vízből. A *Coronodon havensteini* nevű új faj ez utóbbi elképzelést támasztja alá. Azt tudják a paleontológusok, hogy a szilás cetek őseinek voltak fogai, az átmenet azonban maig vitatott. Valószínű, hogy a korai fogas cetek a nagyméretű, komplex fogaik közötti hézagokat kezdték használni erre a célra, és a szilák fokozatosan cserélték le a fogakat évmilliók során. A most leírt *Coronodon* fogainak alakja és kopás-mintázata is arra utal, hogy a nagyméretű fogaikat nem a táplálék levágására, vagy a préda húsának leharapására használta, ha-

nem az összezárt fogak között hézagokon préselték keresztül a tengervizet. A lelet kiváló példát mutat arra, hogy egy adott feladatra kifejlődött testrész egy idő után más funkció elvégzésére alkalmazkodhat.

(*Current Biology*, 2017. július)

HOGYAN ÚSZTAK A HOSSZÚNYAKÚ PLESIOSAURUSOK?

Amikor a dinoszauruszok uralták a szárazföldeket, akkor a tengerek urai a rendkívül hosszú nyakú plesiosaurusok voltak. A nyak megnyúlása minden bizonnyal a táplálkozási terület kiterjesztését szolgálta. A mozgásuk azonban még mindig megoldatlan rejtély maradt, hiszen nehéz megérteni, hogyan tudtak úszni az akár 7 méter hosszúságot is elérő nyakkal. Bár 140 millió éven keresztül léteztek, nincsenek olyan ma élő állatok, amelyekkel összehasonlíthatnánk őket. A merev és egyenes nyak hidrodinamikai szempontból előnyösebb lehetett az ívelt nyaknál. Az ívelt nyakra ható nyomás miatt valószínűleg csak kis sebességnél, vagy a vízben lebegve tudták behajlítani a nyakukat, így türelmes vadászok lehettek, mint a mai krokodilok és kígyók. Az ívelődés pontos helye szintén jelentős szerepet játszhat a víz ellenállásában. Ezeknek a kérdéseknek a tesztelésére a liverpooli *John Moores Egyetem* doktorandusza 3D-s modellekkel szimulálja a plesiosaurusok mozgását. A modelleket egyszerűsített testalakkal készítette el, és a folyadékdinamika vizsgálatával tanulmányozza, hogy a nyak hajlása hogyan befolyásolta a víz folyását az állat körül. A készülő modellek pontosításához a fosszilis leleteket is fel fog használni, például digitalizált nyakcsigolyák formájában.

(*ScienceDaily*, 2017. július 5.)

TENGERI PÓKOK BELEIKKEL PUMPÁLJÁK AZ OXIGÉNT

A legtöbb állat szívösszehúzódaikkal tartja fenn a vér és benne az oxigén áramlását. A tengeri pókok azonban különös módon, beleik pumpálásával juttatják el a vért és az oxigént majdnem az egész testükbe. Az emésztőrendszerük is speciális. Beleik sokszorosán elágaznak, egyes szakaszok a lábak végéig is benyúlnak. Az egész testet behálózzák, hasonlóan a mi keringési rendszerünkhöz. A testnedveket bélperisztaltikával továbbítják, vagyis az izmok akaratlan összehúzódásával és elernyedésével. A tengeri pókok az oxigént közvetlenül a kültakarójukon keresztül veszik fel. A perisztaltikus hullámok azonban sokkal erőteljesebbek, mint ahogyan azt az

emésztés megkíváná. A kutatók már régebben megfigyelték, hogy a sarkvidéken élő állatok, pl. az óriás tengeri pókok, sokkal nagyobb testűek, mint mérsékelt övi, illetve trópusi rokonaik.

Felvetődik a kérdés, hogy a sarkvidéki fajok az alapvető életfolyamatokat hogyan tartják fenn, hogyan jutnak kellő mennyiségű oxigénhez. A tengeri pókok nagyon vékonyak és átlátszóak, jól tanulmányozhatók és mikroszkóppal könnyen belenézhetünk a testükbe. Ekkor válik láthatóvá, hogy a szívük csak gyengén ver, ami a vért csak a központi részen tartja mozgásban. A belek azonban igen erőteljesen és összhangban működnek. *H. Arthur Woods* és munkatársai rájöttek, hogy a belek nemcsak az emésztésben, hanem a légzési gázok áramlásában is szerepet játszanak. Az elmélet 12 pókfajnál bizonyosodott be. Nem tudják még, hogy a tengeri pókok bélrendszere először csupán emésztési funkciót töltött be, és később kezdett részt venni a légzésben is, vagy fordítva történt. A továbbiakban hasonlóan összetett bélrendszerrel élő ízeltlábúakban végbemenő gáztranszportot lehetne vizsgálni.

(*sciencedaily.com*, 2017. július 10.)

KOPONYAVÁLTOZTATÓ MEZŐGAZDASÁG

Egykor az ember lágyabb élelmiszert fogyasztott, s ez egy adott koponyaformát eredményezett. A mezőgazdaság bevezetésével azonban az emberi fej alakja megváltozott – erre az eredményre jutott a Kaliforniai Egyetem kutatócsoportja, melynek vezetője *David C. Katz*. A PNAS folyóiratban megjelenő tanulmányukban számolnak be kutatásuk eredményéről, melyre közel 1100 koponya részeinek elemzésével jutottak. Vizsgálataik során a szakértők a táplálkozásban a gabonafélék és a tejtermékek – mindkettő a mezőgazdasággal függ össze – fontosságát elemezték, majd a kapott eredményeket összehasonlították a koponya változásaival. Ennek megfelelően a legszembetűnőbb változást azoknál a populációknál állapították meg, melyek legnagyobb részben tejterméket fogyasztottak. Igaz ugyan, hogy ezek a koponyán megállapítható változások a véletlenszerű ingadozásokhoz képest kicsik.

Az az elképzelés, hogy a földművelés bevezetését követően megváltozott táplálék-összetétel a koponya alakjában is megmutatkozik, nem új. Korábban is rámutatott néhány tanulmány arra, hogy a lágyabb mezőgazdasági élelmiszerek kedveznek a kisebb állkapocs kialakulásának. Fontos azonban megjegyezni, hogy ezek a vizsgálatok csak regionális különbségeket vettek figyelembe, s részben ellentmondá-

sos eredmények születtek. Katzék kutatócsoportjának vizsgálata ezzel szemben a világ különböző tájairól származó, összesen 25 populációból gyűjtött koponyára és alsó állkapocsra terjedt ki, és a különböző szerepet játszó hatások kiszűrésére olyan befolyásoló tényezőket is figyelembe vettek, mint például a nemek és a hőmérséklet. Tény, hogy ugyan kicsi, de minden vizsgált csoportnál hasonló hatást állapítottak meg azokban az esetekben, ahol a lágy élelmiszer, különösen a tejtermékek aránya növekedett. Ilyen hatás például, hogy a fogsorok mind a felső, mind az alsó állkapocsban valamivel rövidebbek. A kutatók azonban figyelmeztetnek arra, hogy ezeket az eredményeket semmiképp sem önmagukban, hanem csak viszonylagosan szabad értékelni: a táplálékra visszavezetett különbségek még mindig csekélyek azokhoz a különbségekhez képest, melyeket az egyedek közötti átlagos genetikai variációk okoznak.

(*www.spektrum.de* 2017. július 25.)

A HŐ INDUKÁLTA NEMVÁLTÁS TITKA

A szakállas agáma nemét – számos más hüllőhöz hasonlóan – a tojások környezeti hőmérséklete meg tudja változtatni. Az agáma eredetileg (kromoszómáisan) hím-nemű embriói hőszokk hatására nőneművé alakulnak és nőstényként kelnek ki a tojásokból. A globális felmelegedés miatt jogos az aggodalom, hogy e fajok esetében a nemek természetes aránya jelentősen eltolódik, s lehetetlenné teszi az állatok szaporodását. Az ausztrál CSIRO kutatói az agámákat tanulmányozták, s úgy tűnik, sikerült meghatározni, hogy milyen módon váltanak nemet az embriók.

Nagyjából 32 fokos környezetnél kezdenek a tojásokban lévő embriók átalakulni, 36 foknál már 100%-ban csak nőstények kelnek ki. Mivel az agáma sivatagi környezetben él, nyáron szaporodik, és csak 10 cm mélyre ássa be a tojásait, így könnyen előfordulhat a magasabb hőmérsékleti érték a tojások kelése során.

A kutatásban kromoszómáisan nőstény, hím, és kelés során nemet váltott nőstény agámák genomját hasonlították össze, s kiderült, hogy két intron eltérés van a nemváltott nőstényeknél, ezek az intronok az eredeti nemüket megtartó egyedeknél a fejlődés során kivágták. Ezek az intronok egy *Jumonji* nevű, embriófejlődés során módosító hatású géncsaládhoz tartoznak.

Amint ezen intronokat megtalálták, más hüllőkkel folytatott vizsgálatok kutatási eredményeit átnézve kiderült, hogy a hőérzékeny nemváltásra képes aligátorok és teknősök esetében is jelen vannak.

Alaposabban fel kell mérni még a neváltás folyamatát, génmódosítással, s a kikelést szabályozott hőmérsékleti hatások közt követve, valamint vizsgálni kell, hogy génmódosítással megváltoztatható-e a nemek aránya normál hőmérsékletű kelés során. Ha ez sikerül, akkor a klímaváltozás miatt veszélyeztetett fajknál segítséget jelent a nemarányok mesterséges alakítása, amivel szaporodóképes állapotban tartható egy-egy populáció.

(*Science Advances*, 2017. június 14.)

TÁVOLI FÖLDRENGÉSEK IS OKOZHATNAK FÖLDCSUSZAMLÁST

Tenger alatti földcsuszamlások és igen távoli földrengések kapcsolatára derült fény a seattle-i Washington Egyetem új kutatási eredményéből. E csuszamlások nyomait (a zagyarákat) eddig helyi földrengésekhez kötötték, a vizsgálat alapján azonban gyakorlatilag bárhol kipattant rengés miatt kialakulhatnak. A Washington, Oregon és Észak-Kalifornia partvidékét övező Cascadia alábukási zóna peremterületén észlelt földcsuszamlásokat elemezték. A csuszamlásokra tengerfenéki műszerek nyomás-, hőmérséklet- és szeizmikus adataiból, valamint tengeralatti kamerák felvételeiből kaptak információkat. A műszereket egy teljesen más célú kutatási projekt keretében helyezték ki, azonban az adataik tették lehetővé a felfedezést. Az elemzésekből kiderült, hogy a 2012. április 11-én, az Indiai-óceán területén (kb. 13 000 km távolságban) kipattant 8,6 magnitúdójú rengés hullámainak beérkezését követően a kontinentális talapzat meredek lejtőin felgyülemlett üledék megglazult, s több részletben, kb. 4 hónap alatt lecsúszott a lejtőn. A csuszamlások ugyan nem voltak akkorák, mint a helyi rengések nyomán kialakuló, de a hasonló méretű zagyarak üledékmin-táiban látott nyomaiból eddig a helyi rengésgyakoriságra következtettek. Ha azonban a távoli rengések is elindíthatnak csuszamlásokat, akkor a következtetések helytelenek, így az adott régió földrengés- és cunami-veszélyeztetettsége pontatlan adatokon nyugszik.

A távoli rengések nyomán kialakult csuszamlások csak 20–30 km-es szélességűek, ezzel elkülöníthetőek a helyi rengésekkor született zagyaráktól, így ahhoz, hogy a partvidék reális veszélyhelyzetét kiszámítsák, az eddiginél nagyobb területre kiterjedő, sűrűbb mintavételezéssel járó üledékvizsgálatok szükségesek.

(*Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 2017. június 17.)

A SZAHARA MÚLTJA LERAKÓDOTT PORRÉTEGEKBŐL

Földünk legnagyobb sivatagáról ma már jól tudjuk, hogy alig néhány ezer éve, az akkori, csapadékos időszaknak köszönhetően a mainál jóval zöldebb vidék volt. A mintegy 12 ezer évvel ezelőtt véget ért nedves klímát követően a mai sivatag kialakulásának nyomait vizsgálta egy nemzetközi kutatócsoport. Az Atlasz hegységben egy tó üledékéből vett, közel 20 méteres, az elmúlt 12 ezer esztendő átfogó fűrómag vizsgálata alapján nyertek ki adatokat a Szahara átalakulásáról. A tó földrajzi elhelyezkedése okán különböző időjárási rendszerek találkozási pontján van, így nagyobb régióról adhat ismereteket az itt kiülepedett por. Az elsivatagosodás folyamatának ideje tudományos viták tárgya, az eltérő helyszínek adatai alapján 7000, illetve 3000 évvel ezelőttre teszik, s e vitához járul hozzá a tóüledékből kinyert adatokkal a kutatócsoport.

Az üledékben fellelhető szélhordta port kémiai összetétel és szemcseméret alapján vizsgálták, s figyelembe vették az évszaki időjárási sémákat, a jellemző szélirányokat is a porlerakódás eredetének megállapításához. Az adatokból kiderült, hogy mely időszakokban milyen régiókból érkezett a szélhordta por a tóra, s a por eredetének ismeretében annak arányából következtetni lehet a forrásterület egykori klímájára, így gyakorlatilag a Szahara egészét illetően fel tudtak állítani a kutatók egy, az elsivatagosodást jellemző időskálát. A folyamat nem volt fokozatos, és nem is teljesen hirtelen átalakulásnak köszönhető, hanem lépcsőzetes események során száradt ki a Szahara. A „lépcsőfokok” 10,2 majd 8,2, aztán 6, végül 4,2 ezer évvel ezelőtti időszakokat jelentenek – ekkor történt jelentősebb kiszáradás, ami a teljes szaharai térséget jellemezte. A kisebb por-forrásterületek esetében a csak azokra jellemző (nem a teljes szaharai térséget érintő) folyamatok is hasonló, ám kisebb fokokból álló lépcsőzetességet mutatnak.

(*Quaternary Science Reviews*, 2017. szeptember 11.)

HIDRAULIKUS TONHALUSZONYOK

A repülőgépek irányíthatóságát és ideális üzemanyag-fogyasztását elsősorban a szárnyak segítségével szabályozzák. Ehhez hasonlóan a tonhalak vízben való manőverezése az uszonyok mozgékonyágán múlik, ami már nagyon régóta foglalkoztatja a Stanford Egyetem tengerbiológusát, Barbara Blockot. Megfigyeléseit a Monterey-öböl tengeri rezervátumban

kezdté, ahol mindig is lenyűgözte a tonhalak elegáns mozgása: észrevette, hogy manőverezésükhöz mennyire finoman hangozzák össze ezek a méltóságteljes halak a mell-, a középső- és hátsó uszonyaikat. Ezek a megfigyelései szolgálták alapul a tonhalak uszonyainak működését vizsgáló tanulmányhoz.

Ahhoz, hogy rájöjjenek a halak mozgékonyágának titkára, Block és kollégái anatómiaiailag vizsgálták meg a *Thunnus orientalis* és a *Thunnus albacares* fajok uszonyait. A vizsgálat során a háti- és a farokuszonyok alján eddig ismeretlen, folyadékkal telt üregeket fedeztek fel. További részletes vizsgálatok során kiderült, hogy az érrendszeri csatornából, izmokból és csontokból álló rendszer nem más, mint egy hidraulikus rendszer biológiai megfelelője, melynek során az izom-összehúzódások a folyadékot nyomás alá helyezik, ennek eredményeként változik az úszás során az uszonyok alakja, helyzete és merevsége.

A kutatók előtt azonban még nyitott volt az a kérdés is, hogy milyen típusú folyadék játszik szerepet az irányításban. Feltételezték, hogy nyirokfolyadékról van szó, ennek bizonyítására azonban az érrendszer további részletes vizsgálatára volt szükség, mellyel valóban bizonyítást nyert, hogy a biohidraulikus rendszer tényleg nyirokfolyadékon alapul. A vizsgálat eredménye meglepte a kutatókat, hiszen ennek a testfolyadéknak ilyen szerepe eddig ismeretlen volt. A nyirok feladata ugyanis a tápanyag és hulladékok szállítása, valamint a kórokozók, baktériumok, idegen anyagok ártalmatlanítása. A tonhalak esetében tehát a nyirokfolyadék új szerepére bukkantak, ahol hidraulikus folyadékként szolgál.

A biohidraulikus rendszerek eddig csak gerincteleneknél, puhatestűeknél, rákféléknél és medúzákban voltak ismertek. A kutatókat meglepte, hogy gerinceseknél is működik ez a szerkezet, mely izmok, folyadék és csontok integrációját foglalja magában. Ez a felfedezés is bizonyítja, hogy a tengeri állatok körében mennyi titok vár még felfedezésre.

Block kollégája, *Vadim Pawlow* szerint az állatok izgalmas modellként szolgálnak az elegáns műszaki megoldásokhoz a hidro- és az aerodinamika területén. A tonhalnál tett mostani felfedezés ebben az összefüggésben azért is érdekes, mert más hidraulikus rendszerekkel szemben szokatlanul összetett koncepcióról van szó. Az uszonyok hidraulikus szabályozásának mechanizmusa esetleg például szolgálhatna új, változtatható formájú és merevségű vezérlőelemek létrehozásához, illetve hasonló rendszerek növelhetnék a pilóta nélküli légi és víz alatti járművek irányíthatóságát.

(*www.wissenschaft.de* 2017. július 21.)

2017 tavaszának időjárása

PÁTKAI ZSOLT

Változékony tavaszt tudhatunk magunk mögött. Márciusban szokatlanul meleg idő volt, majd áprilisban egy jelentős hidegbetörés hozott többfelé havat. Kicsit megkésve, májusban kezdődött meg az ún. konvektív szezon. A következőkben röviden ismertetjük a tavasz legfontosabb időjárási eseményeit.

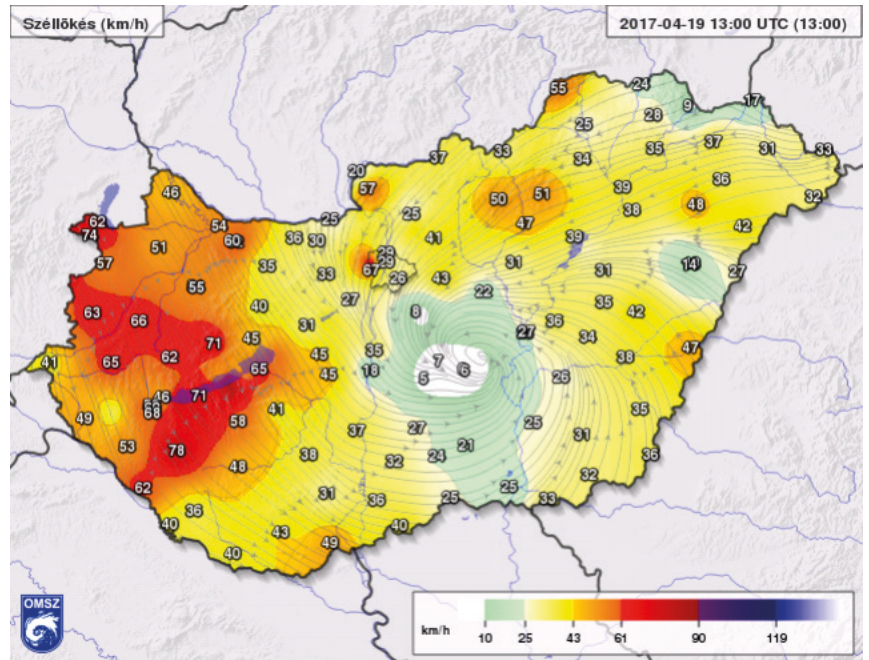
Március

A tél végi, átlagosnál jóval enyhébb idő folytatódott márciusban is. Az első dekádban háromszor volt jelentősebb csapadékhullás: március 1-jén, 5-én, illetve 10-én több helyen hullott mintegy 1–10 mm eső. A frontátvonulások ellenére átlagosan 3–7 fokkal melegebb volt a szokásosnál.

A második dekád során magasnyomás jellemezte az időjárást. Az anticiklon keleti peremén egy-egy front is átvonult, de ezek jelentős csapadékkal nem jártak. A hónap legtöbb csapadéka a március 18-i hidegfronthoz kapcsolódik. Ekkorra leépült a magasnyomás, így a front már számottevő nedvességet hozhatott térségünkbe. Sokfelé mértek 1–20 mm csapadékot, sőt a Komárom-Esztergom megyében található Gerecse tetőn elhelyezett mérő 30 mm-t regisztrált, amely egyben a hónap legnagyobb 24 órás csapadékösszege.

A hónap harmadik dekádjában egy masszív anticiklon épült fel a kontinens fölött, amely jórészt meggátolta az érdemi fronttevékenységet, de legalábbis azok jelentősen legyengülve érték el Közép-Európát. Így nem csoda, hogy számottevő csapadék ebben az időszakban sehol sem hullott. Az anticiklon áramlási rendszerében egyre melegebb levegő érkezett fölénk. A hőmérséklet március 22-én tetőzött, ekkor a Kisalföldet kivéve 20, 25 fokig melegedett fel a levegő, sőt Békéssámszonban 25,8 °C-ot mértek, amely a hónap legmagasabb hőmérséklete.

A március 24–25-én átvonult hidegfront mögött ugyanakkor már igen alacsony nedvességtartalmú levegő érkezett fölénk, ezért a következő napok szokatlanul hidegnek bizonyultak. Március 27–28. éjszakáin országsszerte fagyott, ekkor regisztráltak a hónap legalacsonyabb hőmérsékletét (-7,6 °C, március 27., Zabar). Az átmeneti visszacsúszást követően a hónap végére jelentősen



1. ábra. Ciklon középpont Kecskemét térségében április 19-én a kora délutáni órákban

emelkedett a hőmérséklet, március 29-30-án már rekordközele méleg volt.

A szokásosnál jóval melegebb márciust tudhatunk magunk mögött, amely 2–4 fokkal melegebbnek adódott az 1981–2010 időszak átlagánál. Ez a második legmelegebb tavaszkezdet az 1901-gyel kezdődő időszakban. A csapadékot tekintve országosan 22 mm hullott, amely a sokévi átlagnak mintegy 65%-a. Pest megyében jelentősebb csapadéktöbblet (100–140%), míg Zalában és Vasban 80–90%-os hiány mutatkozott. Ennek megfelelően a legkisebb havi csapadékösszeget a Vas megyében található Felsőszőlőn (0,5 mm), a legnagyobbat pedig a Gerecse tetőn (64 mm) mértük. A csapadékhiány annak ellenére jelentkezett, hogy gyakran vonultak át felettünk időjárási frontok.

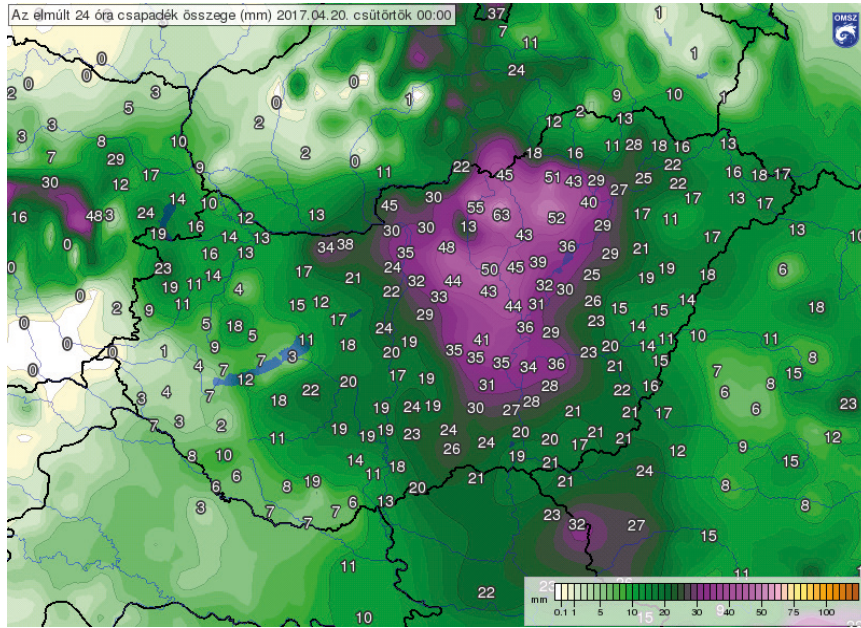
Április

Folytatódott a rekordmeleg időjárás a hónap első napjaiban. A tőlünk nyugatra elhelyezkedő ciklon előoldalán április 5-ig folyamatosan érkezett a meleg levegő. Néhány melegrekord is született ebben az idő-

szakban, mind az éjszakai órák, mind a délután időszakában. Például április 2-án Békéssámszonban 26,3 fokig melegedett fel a levegő, ami napi rekordnak számít, mint ahogy a másnap Edelényben regisztrált 27,0 °C is.

A következő két hét során a jellemző makrocirkulációs helyzet az anticiklon keleti peremét, amelynek eredményeként északnyugat felől folyamatosan áramlott fölénk a hűvös, időnként nedves levegő. Néhány hidegfront átvonulása tette változékonyá ezt az időszakot. Ezeknek időpontjai rendre április 6, 11, 13, valamint 17 voltak. Mindazonáltal csupán a 6-i és 17-i frontok felhőzetéből hullott nagyobb területen számottevő csapadék.

A tél még tavasz közepére is tartogatót egy meglepetést. Észak felől sarkvidéki levegő tört magának utat Közép-Európa, majd a Balkán-félsziget irányába, hazánkat április 19-én érte el. A forogatókönyv hasonló volt a 2017. január eleji hidegbetöréshez, annyi különbséggel, hogy ezúttal a ciklon centruma hazánk fölött haladt át (1. ábra). A Dunántúl nagy részén viharos északi szél fújt, 70–90 km/h közötti lökések is előfordultak. Többfelé hullott jelentős mennyiség-



2. ábra. 24 órás csapadékösszeg április 19-re vonatkozóan

gü csapadék, különösen az ország középső harmadában, ahol átlagosan 25–65 mm-t mértek (2. ábra). A csapadék sok helyen hó formájában érkezett. Még síkvidéken, Budapest környékén és a Duna-Tisza közén is kialakult néhol átmenetileg vékony hótakaró, de a magasabban fekvő helyeken vastagabb hóréteg gyűlt össze. A Soproni-hegységben 20 cm-t meghaladó értékek fordultak elő, a Bakonyban 30, a Mátrában pedig több mint 40 cm hullott. Kékestetőn a maximális hóvastagság 45 cm volt, amely egyben 63 éves napi rekordot döntött meg. Még ezen is túltett a Bükkben mért érték, Bánkúton 80–90 (!) cm között változott a hótakaró vastagsága.

A rendkívül vastag hóréteg kialakulásában fontos szerepet játszott, hogy az Alföld keleti felében magas nedvességtartalmú levegő áramlott észak felé. A hegvek déli oldalánál az orografikus eredetű feláramlási kényszer erősítette a ciklonban egyébként is meglévő jelentős feláramlást, így e két hatás eredményeként intenzíven és hosszú órákon keresztül havazott. A hónap legnagyobb 24 órás csapadékösszege ehhez a ciklonhoz köthető. Április 19-én Mátraszentimrén 88 mm-nek megfelelő víz gyűlt össze a mérőhengerben. Országos átlagban is kiadós – mintegy 20 mm – esett.

A korábbi hetek szokatlanul enyhe időjárásának hatására a növények és fák már a hegyvidékeken is feléledtek téli álmukból, és zöld leveleket hoztak. Erre hullott rá a rendkívüli mennyiségű hó, amely a fagy-pont közeli hőmérsékletben igen latyakosnak bizonyult, ezért nagy mennyiségben tapadt rá az ágakra, levelekre, illetve a légkábtelekre. A havazás alábbhagyásával az

Északi-középhegységben is viharossá fokozódott a szél, ez végül tömeges fakidőlésekhez vezetett a Mátrában és a Bükkben.

Április 19-én és 20-án az országos átlaghőmérséklet mindössze 3 fok volt, amely 8 fokkal maradt el a sokévi átlagtól. A következő hajnal hidegnek bizonyult, 21-én éjszaka több helyen fagyott, Kékestetőn $-7,1$ °C-ot mértek, amely a hónap legalacsonyabb hőmérsékletének és egyben napi hidegrecordnak számít.

A hónap hátralevő részében intenzív melegedés indult meg, április 27-én már a hónap legmagasabb hőmérsékletét – $27,7$ °C-ot – regisztrálták Dombegyházon. A hónapot egy hullámzó frontzóna átvonulása zárta, amelyből országos átlagban mintegy 5 mm hullott.

Áprilisban a legtöbb csapadék (133,3 mm) Mátraszentimrén, míg a legkevesebb (10,9 mm) Nemeskisfaludon esett. A középhőmérséklet mintegy 1,5 fokkal volt alacsonyabb a sokévi átlagnál.

Május

Bár a hónap első napjai az átlaghőmérsékletet tekintve nem sokkal maradtak el a sokévi átlagtól, a hónap legalacsonyabb hőmérsékletét mégis ebben az időszakban, május 1-jén Zabarón regisztráltuk, ahol hajnalra $-3,2$ °C-ig hűlt le a levegő. Az első dekád meglehetősen csapadékosnak bizonyult, több napon és több helyen volt zápor, zivatar. Ennek oka, hogy Észak-Európa felett anticiklon alakult ki, így a ciklonok és frontok délebbi pályára kényszerültek. Május 3–7. között minden nap esett az eső, a

Dél-Alföldet kivéve jelentős mennyiségű csapadék hullott, nem volt ritka a 20 mm-t meghaladó napi csapadékösszeg.

Az észak-európai magasnyomás május 6-án feloszlott, helyére észak felől sarkvidéki levegő érkezett. Ez a hideg légtömeg a következő napokban elárasztotta Közép-Európát, hazánkat május 8–9-én több hullámban érte el. Május 9-én a legmagasabb hegycsúcsainkon átmenetileg havazás váltotta az esőt, így például Bánkúton is havazott +1 fokban. A hideg levegő nyugalomba került, ezért a következő két éjszakán erősen lehűlt a levegő, mindkét alkalommal megdőlt a napi hidegrecord. Május 10-én Koroncón $-2,5$, május 11-én Zabarón $-2,4$ fokig süllyedt a hőmérséklet.

Amilyen gyorsan jött, úgy el is ment a hideg, két nap alatt mintegy 10 fokkal emelkedett a csúshőmérséklet. A kitolódott hideg időszak következtében az idei ún. konvektív szezon viszonylag későn kezdődött. Sok helyen csak április végén jelentek meg az év első zivatarai. A légköri feltételek először május közepén lettek adottak heves zivatarok kialakulásához. Május 12–14. között sokféle fordult elő zivatar. A zivatarokat néhány helyen felhőszakadás kísérte. Egy ilyen felhőszakadásból május 12-én Nyírmadán 90 mm eső zúdult le, amely a hónap és egyben a tavasz legnagyobb 24 órás csapadékösszege. Május 13-án Gyöngyöst heves jégeső sújtotta – 63 mm csapadék hullott –, de a Duna-Tisza közén is számos helyen okoztak károkat a zivatarok. Szintén ezen a napon Debrecen térségében egy EF0 besorolású (a skála legalacsonyabb fokozata) tornádó észlelték.

A hónap utolsó csapadékos időszaka május 23–24-én volt. A jellegtelen nyomási mezőben zápor, zivatar egyaránt kialakult, néhol jégesőről is érkezett jelentés. Némely zivatarokat ismét felhőszakadás kísért, így például május 23-án Budapest belvárosában 44 mm-t regisztrált a mérőműszer, de Kékestetőn 54, Zabarón 55, Sárvaron pedig 58 mm-t mértek. Perkátn egy ún. nem mezociklonális tornádó kialakulását észlelték.

Május csapadékmentes, melegedő idővel búcsúzott. A hónapot mintegy keretbe foglalta az 1-jén Zabarón mért $-3,2$ °C legalacsonyabb és a 31-én Szikáncson regisztrált $33,5$ °C legmagasabb hőmérséklet. A legkisebb havi csapadékösszeg (12 mm) Méhkeréken, a legmagasabb (202 mm) Parádón került regisztrálásra.

2017 tavaszáról elmondhatjuk, hogy a szokatlanul enyhe márciusnak áprilisban meglett a börtje: havazás, fagy és viharos szél egyaránt előfordult, a növényi kultúrákban jelentős károk keletkeztek. Májusban az időjárás a melegedő idő mellett egyre inkább a zivatarok, illetve a felhőszakadás, jégeső dominált.

A világító tölcsérgomba

LOCSMÁNDI CSABA–VASAS GIZELLA

Az Év gombája megtisztelő címet 2017-ben egy dekoratív megjelenésű, ám mérgező gombafaj, a világító tölcsérgomba kapta. Ez már a tizenegyedik alkalom, hogy megválasztják az év gombáját. A gyilkos galóca kivételével eddig mérgező gombafaj még nem volt közöttük. Ezen az aránytalanságon kívánt változtatni 2016-ban a Magyar Mikológiai Társaság azon javaslata, amely szerint a következő év gombája mérgező faj legyen. Az interneten bonyolított végső szavazáson a sáttántinóru (*Rubroboletus satanas*), a farkastinóru (*Caloboletus calopus*) és a világító tölcsérgomba (*Omphalotus olearius*) maradt még versenyben. Végül – talán nem is véletlenül – toronymagasan ez utóbbi, hazánkban elterjedt, gyakori, feltűnő gombafaj került ki a versenyből győztesen.

A gomba rendszertani helye

A világító tölcsérgomba, az *Omphalotus olearius* (DC.) Sing. a bazidiomycoták (Basidiomycota) törzsébe, a csiperkefélék (Agaricomycetes) osztályába, a csiperkefélék (Agaricales) rendjébe és jelenleg az Omphalotaceae családba tartozik. Latin neve azonban az idők során sokat változott. A fajt 1815-ben *Agaricus olearius* néven a svájci botanikus, *Augustin Pyramus de Candolle* írta le elsőként, nevének rövidítése: DC, ami az érvényes nevezéktan szabályai szerint ma is zárójelben szerepel a fajnevén után. A csiperke (*Agaricus*) nemzetségnév nem meglepő, hiszen abban az időben a legtöbb lemezsgombát a csiperke (*Agaricus*) genuszba sorolták. Jellegzetesen lefutó lemezei alapján a XIX. század második felében a laskagombákhoz került, majd 1933-ban *Maire* a gombát, feltűnően tölcsés megjelenése miatt, a tölcsérgombák (*Clitocybe*) nemzetségébe helyezte át. A fajt az amerikai mikológus, *Singer* új nemzetségbe (*Omphalotus*) tette, és ő adta a jelenleg is érvényes nevet (*Omphalotus olearius*) a gombának. Leírásának helyességét a későbbi, már a jelen évszázadban elvégzett DNS-szekvenálvizsgálatok is megerősítették.

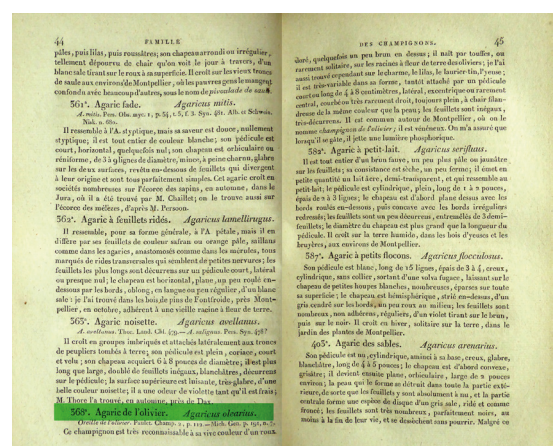
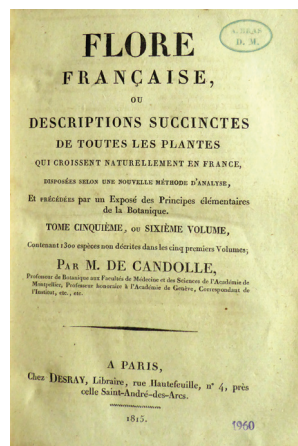
Európában az *Omphalotus* nemzetségben két fajt tartanak számon. Amíg Dél-és Közép-Európában – a mediterrán és



Világító tölcsérgomba (*Omphalotus olearius*) csoportos termőestei faanyag közelében (Locsmáncsi Csaba felvételei)

a kontinentális térségben – a melegkedvelő világító tölcsérgomba (*Omphalotus olearius*) honos, addig Észak-Európában – főleg az atlantikus területeken – a hozzá nagyon hasonló, Észak-Amerikából leirt és ott gyakori, *O. illudens* (Schwein.) Bresinsky & Besl található.

A Flore Française 6. kötetének címlapja, ebben szerepel a világító tölcsérgomba első leírása



A termőtest

A kalap 4–15 cm széles, közepe már fiatalon is benyomott, majd hamar bemélyed és végül mélyen tölcséressé válik, széle sokáig aláhajló, bőre narancssárga, narancsvörös, rókaszínű, szárazabb időjárás esetén halványabb árnyalatú, de nedvesen vagy idősen rozsdabarna, barnásfekete is lehet, sőt előfordulhat, hogy megfeketedik, felülete selymesen fénylő, benőtten, sugarasan szálas.

A lemezek mélyen lefutnak a tönkre; sürűn állók, de a kalap szélen gyakran rövid, köztes lemezeket is láthatunk, amelyek nem érik a tönköt; fiatalon élénk narancssárgák, idővel azonban krémsárgára kifakulhatnak.

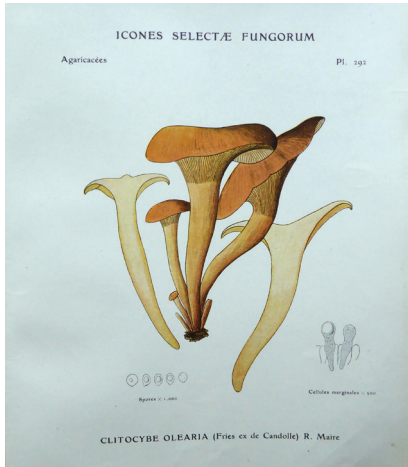
A tönk 4–15 cm hosszú, 0,5–2 cm széles; lefelé elvékonyodó vagy orsó alakú; színe narancssárga, narancsvöröses; felülete hosszasan szálas.

A hús a kalapban puha, a tönkben szivós, rostos; narancssárga színű; szaga nem jellegzetes, íze kissé savanykás. A gomba teljes sötétségben gyengén világíthat (luminoszkalhat).

A spórák csaknem kerekdedek, 5–7 x 5–6 µm nagyságúak; csírapórusuk nincs; felületük sima. A gomba spórapora halvány sárga színű.

Júniustól októberig terem, de elsősorban augusztusban és szeptemberben találkozhatunk vele lomberdőben, korhadó fatuskók tövében vagy gyökereken, leggyakrabban tölgyféléken, főleg csertölgyön, de ritkán gyertyán és bükk

Itt még *Agaricus olearius*ként írta le a világító tölcsérgombát De Candolle 1815-ben



A Clitocybe nemzetségbe is tartozott a világító tölcsérgomba (Konrad & Maublanc: Icones selectae fungorum, Párizs, 1924–1937.)

faanyagán is. Többnyire csoportos megjelenésű, a tápanyagtól és az időjárási körülményektől függően egy-egy nagyobb csoport akár 40 termőtestet is fejleszthet, azonban esetenként magányosan is nőhet. Hazánkban gyakorinak mondható.

A világító tölcsérgomba illudint és feltételezhetően muszkarint is tartalmazó, mérgező gombafaj. A gomba elfogyasztása után 15 perc–4 óra múlva jelentkeznek az első mérgezési tünetek hányás, hasmenés, verejtékezés, nyálfolyás formájában, amelyekhez alacsony pulzusszám is társul. A tünetek jelentős része az erősen mérgező illudinnak tulajdonítható, amely a szeszkviterpének csoportjába tartozó, citotoxikus, alkiláló hatású vegyület. Az *Omphalotus*-fajokban többféle illudinmolekula is található, ezek a vázhoz kapcsolódó funkciók csoportokban különböznek egymástól. Az illudin-S-molekulából egy felszintetikus, tumorgátló hatású vegyületet, irofulvént állítottak elő.

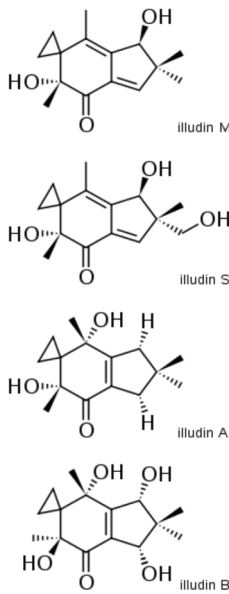
Miért világít a tölcsérgomba?

Teljes sötétségben a világító tölcsérgomba friss termőteste, sőt még a faanyagot átszövő gombafonalak összessége, a micélium is világíthat. A termőtest különböző részeinek fényintenzitása között azonban eltérést figyeltek meg: a kalap pereme és a lemezek éle élénkebben világít. Csak a megfelelő állapotban levő termőtestek képesek a fény ki-

bocsátására, nem szabad sem túl száraznak, sem túl nedvesnek lenniük, sőt a különböző fajokon termő példányok is eltérő erősséggel világíthatnak. A gomba fényjelenségét a biolumineszcencia okozza, amely elterjedt jelenség az élővilágban. A világon hozzávetőlegesen 80 bazídiumos gombafaj, főleg trópusi kígyógombák biolumineszcenciájáról számoltak be. Hazánkban 10 olyan gombafajt tartanak számon, amely képes a fényki-bocsátásra. Közülük legismertebb a világító tölcsérgomba és a gyűrűs tuskógomba (*Armillaria mellea*), utóbbinak azonban csak a korhadó faanyagot átszövő micéliuma világíthat a sötétben.

A biolumineszcenciában három vegyület tölt be kulcsszerepet: a luciferáz enzim, annak szubsztrátja a luciferin-molekula, továbbá a luciferin enzimatikusan oxidált formája, az oxiluciferin, amely már képes a fényki-bocsátásra. A folyamat első lépésében a luciferin prekursora (hiszpidin) „töltődik fel” energiával, azaz redukálódik enzimatikusan luciferinné (3-hidroxi-hiszpidin), amely a második lépésben a luciferáz enzim hatására oxidálódik, oxiluciferinné alakul és közben fényt bocsát ki.

Az eddig vizsgált magasabb rendű világító gombákban – így a világító tölcsérgombában is – ugyanaz a „gombaluciferin” (3-hidroxi-hiszpidin) található, amelyet a közelmúltban sikerült izolálni és azonosítani. Molekulaszerkezete teljesen eltér más világító élőlényekből eddig kimutatott, összesen nyolc, különböző luciferin-vegyülettől. Az eddigi kutatások azt valószínűsítik, hogy a 3-hidroxi-hiszpidin, ill. annak oxidált formája idézi elő valamennyi magasabb rendű gombafaj biolumineszcenciáját.



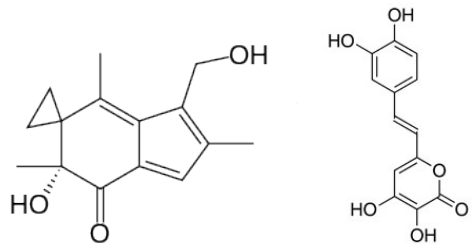
Az illudin molekulacsalád

A világító tölcsérgomba-hoz hasonló fajok

A világító tölcsérgombát a gyakorlatlan gombász több gombafajjal is összetévesztheti. Ennek a mérgező fajnak elsősorban a kiváló ízü, árusítható sárga rókagomba (*Cantharellus cibarius*) az ehető gombapárja. A két fajt azonban kis odafigyeléssel nem nehéz egymástól elkülöníteni. A sárga rókagomba termőteste sohasem narancssárga, narancsvörös színű. Tönkre lefutó termőretele a világító tölcsérgombától eltérően nem lemezes, hanem a kalap aljából alig kiemelkedően, vastagon eres,

továbbá fehér húsá feltűnően kellemes, kaj-szibarack-illatú. A két faj termőhelye is eltér egymástól, míg a sárga rókagomba többnyire egyesével, mindig talajon nő, gyökérkapcsolt gombafaj, addig az év gombája csoportosan, faanyagon termő, korhadékbonító faj.

A világító tölcsérgomba termőtestének színe, tölcséres kalapformája, lefutó, gyakran villásan elágazó lemezei hasonlíthatnak az ehető, narancsvörös álrokagombáéhoz (*Hygrophoropsis aurantiaca*), azonban ennek a fajnak kalapja a világító tölcsérgombától eltérően nem csupasz, hanem nemezes, bársonyos felületű. Nem lomberdei, hanem jellegzetesen fenyőerdei faj, sohasem fejlődik nagy csoportokban, többnyire egyesével



Az irofulvén szerkezeti képlete

Gombaluciferin (3-hidroxi-hiszpidin)

nő talajon, faanyagon, esetleg tobozon.

A kezdő gombagyűjtő összetévesztheti a világító tölcsérgombát a mérgeanyagot nem tartalmazó, de az étkezésre nem ajánlott, hasonló színű és formájú, szintén mélyen lefutó lemezű rozsdasárga tölcsérgombával (*Paralepista flaccida*). Ez utóbbi faj inkább összettel jelenik meg. Termőestei talajon, avarmaradványokon egyesével található, gyakran seregesen vagy boszorkánykörökben, elmentében az év gombájával, amely többnyire csoportosan, faanyagon vagy annak közelében, gyökereken terem.

Az arany-sárga lánggomba (*Gymnopilus junonius*) színe, lomberdei termőhelye és csoportos megjelenése alapján hasonlíthat a világító tölcsérgombára. Lemezei azonban nem lefutóak, tönkjén jellegzetes, hártvány gallér látható. A gomba keserű íze és retetkszaga miatt étkezésre alkalmatlan. ☞

Az *Omphalotus olearius* (DC.) Sing. (1946) legfontosabb szinonim elnevezései a mikológiai szakirodalomban

Agaricus olearius DC. (1815), *Agaricus illudens* Schwein. (1822), *Agaricus olearius* subsp. *phosphoreus* Battarra ex Pers. (1828), *Pleurotus olearius* (DC.) Gillet (1876), *Clitocybe olearia* (DC.) Maire (1933).

Párhuzamos életek

Különleges születési évfordulók 2017-ben

Első rész

RADNAI GYULA

Plutarkhosz a Párhuzamos életek – Bioi paralleloi – címet adta csaknem kétezer évvel ezelőtt írt művének, mely magyarul Párhuzamos életrajzok címmel jelent meg a XX. században, Máthé Elek fordításában.

A most megjelenő háromrészes cikksorozatnak a célja olyan tudóstanárok életének egymás mellé állítása, akik ugyanabban az évben születtek 100, 150 vagy éppen 300 évvel ezelőtt, de más-más országban, más-más környezetben éltek le életüket, bontakoztatták ki tehetségüket. A párba állított életpályák egyike mindig valamelyik magyar tudóstanárré, de ezt minden esetben megelőzi egy-egy olyan nevezetes, világhírű természettudós életének felidézése, aki ugyanabban az évben született. Elkerülhetetlenül adódik az összehasonlítás, nemcsak a két személy, de a két ország akkori állapota között is.

Mi indokolja a 300 évre történő visszatekintést? Idén január 1-jén a bécsi újévi koncert közvetítések hangzott el, hogy *Mária Terézia* éppen 300 éve született. Ekkor merült fel bennem a kérdés: vajon volt-e olyan tudós itthon vagy bárhol a világban, aki egy évben született Mária Teréziával? A História Tudósnaptár szerkesztőjének, Vámos Juditnak a segítségével sikerült kiderítenünk, hogy szerencsére volt ilyen magyar tudós, valamint azt is, hogy a Nagy Francia Enciklopédia egyik nevezetes szerkesztője is egyidős volt Mária Teréziával...

Jean le Rond d'Alembert (1717–1783)

A nevét kissé nehéz kimondani, de ha már sikerült („dálamber”), leírni még nehezebb. És ez a hosszú keresztnév – mi lehet a „Jean le Rond” magyar megfelelője? 1717. november 16-án egy gondosan betakargatott csecsemőt találtak Párizsban, a Keresztelő Szent János Körtemplom (St-Jean-le-Rond) lépcsőjén. A kisfiút az akkori szokásoknak megfelelően Jean Baptiste le Rondra keresztelték, de nem került lelencházba, mert a templom üvegesének felesége vállalta a gondozását. Később kiderült, kik is a kisfiú igazi szülei, akik azonban természetesen nem voltak házasságban, és mindegyiküknek saját családja volt. A biológiai apa magas rangú kato-



Mária Terézia
(1717–1780)

natiszt volt, aki azután igyekezett anyagilag gondoskodni gyermekéről anélkül, hogy törvényesen vállalta volna az apaságot.

Először egy magániskolába írták be a fiút, majd egy janzenista kollégiumba, ahol vallásos, human nevelést kapott. Végül is jogi, ügyvédi diplomát szerzett 21 éves korában. (A janzenizmus egy Hollandiából induló, a kálvinizmussal rokon teológiai mozgalom volt, amely élesen szemben állt a jezsuitizmussal és sok híve volt francia értelmiségi körökben. A legismertebb janzenista *Blaise Pascal* (1623–1662) francia matematikus volt, de párizsi tartózkodása idején állítólag még II. Rákóczi Ferenc is rokonszenvezett a janzenizmussal.)

D'Alembert matematikai tehetsége már középkorban feltűnt, de csak akkortól figyeltek fel rá igazán, amikor 22 éves korában, egy akkor széles körben elfogadott francia matematika-tanönyv hibáit taglaló tanulmányt küldött be a Tudományos Akadémiának. Sokirányú tehetségét mutatja, hogy egyidejűleg szívesen fordított latin klasszikus irodalmat. Matematikából felállította a végtelen sorok konvergenciájára vonatkozó hányadoskritériumot, fizikából a három test-problémával és a folyadékok



Jean le Rond d'Alembert
(1717–1783)

áramlásával foglalkozott, ezután 24 éves korában beválasztották a Tudományos Akadémiába. 26 éves korában jelent meg az a tanulmánya, amelyben a newtoni mechanikát a tehetetlenségi erők bevezetésével formálisan mintegy a statikára tudta visszavezetni. A *Johann Bernoulli* (1667–1748) által 1717-ben, d'Alembert születése évében a statikára felírt összefüggést, mely szerint egy mechanikai rendszer egyensúlya

esetén a virtuális munkák összege zérus, a tehetetlenségi erők bevezetésével kiterjesztette mozgásban lévő, dinamikai rendszerekre. Azt is megmutatta, hogy a kényszererők virtuális munkáinak összege is zérus, ha ezek bizonyos feltételeknek eleget tesznek, például nem függnék a sebességtől.

Azt az összefüggést, amelyet ő a mechanikai rendszer „kinetikai egyensúlya” feltételének nevezett, ha nem is az általa felírt formában, de máig tanítják a műszaki és tudományegyetemen, és d'Alembert-elvnek nevezik.

Az erő fogalmának használata a fizikában még egyáltalán nem volt egyértelmű a XVII. században, amint erre *Max von Laue* (1879–1960) is felhívta a figyelmet a nálunk Svékus Olivér fordításában 1960-ban megjelent kötetében, „A fizika története” című könyvében. Jó példa rá a kinetikus energia, melyet még a XVIII. és XIX. században

is sokszor „eleven erő”-nek nevezték. Nem csoda, hogy még a XIX. század végén is olyan mechanikakönyv írásába fogott *Heinrich Hertz* (1857–1894), amely sehol se épített az erő fogalmára, és még a XX. században is találkozhattunk olyan elméleti indíttatású fizikaoktatási kísérletekkel, amelyekben az erőt legfeljebb másodlagos, kevésbé fontos fogalomként vezették be.



Denis Diderot
(1713–1784)

D’Alembert szellemes, éles eszű vitapartner volt, hamar felfigyeltek rá társasági körökben. Így ismerte meg és hamar barátjává fogadta a nála négy évvel idősebb *Denis Diderot* (1713–1784) is, aki felkérte, hogy segítsen a Nagy Francia Enciklopédia megindításában, szerkesztésében. Ez a munka igazán kedvére való volt, és nyolc éven át ő lett az Enciklopédia matematikai és természettudományos cikkeinek szerkesztője, miközben ő maga is több mint ezer cikket írt az évek során a több kötetesre nőtt sorozatba. Nevezetes az általa írt „Előljáró beszéd”, amelyet *Simonyi Károly* oldalakon át idéz „*A fizika kultúrtörténete*” c. munkájában. Itt d’Alembert a francia felvilágosodás szellemi megalapozóiként említi nemcsak *Francis Bacon* (1561–1626) és *John Locke* (1632–1704) munkásságát, de *René Descartes* (1596–1650) és *Isaac Newton* (1643–1727) filozófiai nézeteit is. Az angol felvilágosodás nézeteivel valószínűleg *Voltaire* (1694–1778) ismertette és barátokoztatta meg, aki d’Alembert-ben látta szellemi örökösét.

Késégtelen, hogy d’Alembert egész életében féltékenyen őrizte szellemi függetlenségét, még a látszatát is el akarta kerülni annak, hogy királyok és császárok, vagy akár valamelyik egyház elfogult szolgálatát vessék szemére. Érdekelte a filozófia, voltak is saját filozófiai publikációi, de a széles körben folyó filozófiai vitákat igyekezett kívülről, és lehetőleg felülről nézni. Voltaire biztatására írta meg Genf-ről szóló tanulmányát az *Enciklopédia* 7. kötetében, amelyben a genfi kálvinistákat nagyvonalúan besorolta a szocinianisták közé. (Szocinianistának lehet tekinteni például a Dávid Ferenc alapította erdélyi unitárius egyházat; ez a vallási irányzat érdekes módon lengyel és angol földön talált követőkre a XVIII. és XIX. században.) A felháborodott genfi lelkészek tiltakozásának hatására – akikhez még a genfi születésű *Jean-Jacques Rousseau* (1712–1778) is csatlakozott –

d’Alembert 42 éves korában lemondott az Enciklopédia további szerkesztéséről, bár ezzel elvesztette Diderot barátságát.

Akkor már tagja volt a berlini és a londoni akadémiáknak (Royal Society), és nemcsak tagja, de 55 éves korától fogva titkára is volt a Francia Akadémiának. Matematikai és fizikai dolgozatain kívül külön említést érdemelnek komplex zenei dolgozatai, melyekben nemcsak a húrok rezgéseinek matematikai elméletét tárgyalta a parciális differenciálegyenletek általa kidolgozott módján, de sajátos zeneelméletet is alkotott, miközben a híres párizsi zeneszerző, *Jean-Philippe Rameau* (1683–1764) műveit elemezte. Akadémiai titkárként emlékbeszédek sorát tartotta olyan kiváló francia akadémikusokról, mint a mechanika első variációs elvét felállító *Charles Montesquieu* (1689–1755). (D’Alembert példáját követte Párizsban a következő évszázadban *Francois Arago* (1786–1853), akinek titkári emlékbeszédei azután a Magyar Tudományos Akadémia vezetése számára szolgáltak követendő példaként.)

Szabadelvű szabadgondolkodó maradt egész életében. 50 éves volt, amikor nevelőanyja meghalt, ettől kezdve egy írónő volt lelki támasza, és sokak által dicséret jótékonyágának sugalmazója. Soha sem nősült meg, nem alapított családot. Felkarolta és szívesen támogatta viszont az ifjú tehetségeket élete utolsó éveiben is, amikor már sokat betegeskedett. A francia forradalom kitörése előtt 6 évvel, 66 évesen hunyt el meggyőződéses függetlenségű – *Simonyi Károly* szerint a filozófiai pozitívizmus előfutáraként. Temetését nem kísérte semmilyen egyházi szertartás, jelöletlen tömegsírba temették.

Weiss Ferenc (1717–1785)

Az 1526-os mohácsi vésztől kezdve egészen Buda 1686-os felszabadításáig tartó másfél évszázados török uralom idején a Magyar Királyság területe a Tisza felső folyásától kezdve Pozsonyon át délre, egészen az Adriai-tengerig, Fiuméig húzódtott. Fontos megemlíteni, hogy ezen a területen – Habsburg kormányzás mellett és állandó háborúskodások közepette – a XVI. és XVII. században is érvényesülhetett a

nyugati kultúra hatása. Északon a Lengyel Királysággal, északnyugaton Morvaországgal, nyugaton az osztrák örökös tartományokkal voltunk határosak. Az akkori Magyar Királyság területe alig volt kisebb, mint a mai Magyarország 93 ezer négyzetkilométeres területe.

Mária Terézia uralkodása idején (1740-től 1780-ig) a már felszabadult Magyarországnak ez az északkéleti része továbbra is megtartotta kulturális vezető szerepét, és itt csaknem rendíthetetlennek látszott a katolikus jezsuita rend befolyása az oktatásra és a kultúra terjesztésére. Ékes példája ennek az 1635-ben alapított nagyszombati jezsuita egyetem (az ELTE elődje), melyet Mária Terézia csak a rend 1773-as feloszlata után négy évvel költöztetett át Budára.

Nem lehet véletlen, hogy az a magyar tudós, aki a nagyszombati csillagászatot szinte a semmiből fejlesztette európai hírűvé, maga is Nagyszombatban (ma: Trnava) született, egy szitakészítő mester egyetlen fiaként, 1717-ben.

Magánéletéről keveset tudunk, azt is leginkább *Vargha Domokosné* (1931–2010) kutatásából, aki feldolgozta a korában híres, ismert és elismert tudós Egyetemi Könyvtárban megőrzött és 1990-ben, ill. 1992-ben nyomtatásban is kiadott levelezését.

Weiss Ferenc a jezsuitákhoz járt iskolába, itt fejlődött ki a tudomány és a költészet iránti lelkes érdeklődése. 16 éves volt, amikor maga is felvételét kérte a rendbe. Tanulóéveiben – ezt is Vargha Domokosné-től tudjuk – sorra bejárta a rend különböző házait. 20 éves koráig Szokolcán (Skalica) a rendi tanárképző hallgatója volt, ahová 26 éves korában tért vissza maga is tanítani, miután előtte Selmečbánya (Banška Štiavnica), Kassa (Košice) és Zsolna (Žilina) jezsuita kollégiumaiban működött 1–1 évig. Ez a gyakori áthelyezés bevett gyakorlattá vált a jezsuitáknál. Újabb két év kassai tanárkodás után Grazban tanult három évig teológiát, és 32 éves korában itt szentelték pappá.

Újabb néhány év szakolcai tanári működés után, 36 évesen lett a nagyszombati jezsuita egyetem tanára. Az első két évben csak matematikát tanított, majd első tanára lett az akkor megalakult nagyszombati jezsuita tanárképzőnek. Tanári működésével párhuzamosan – a rend támogatásával – létrehozta a nagyszombati csillagvizsgálót. Ebben három évvel fiatalabb rendtársa, *Hell Miksa* (1720–1792) volt segítségére, aki már 1751 óta szorgalmazta obszervatórium alapítását az egyetemen, és aki nemsokára a bécsi csillagvizsgáló igazgatója lett. A tanárképző, majd a csillagvizsgáló igazgatójaként



**Hell Miksa
(1720-1792)
Lappföldön,
ottani népviseletben**


Weiss Ferenc is megállapodhatott végre Nagyszombatban, s az elkövetkező két évtizedben fokozatosan fejlesztette az obszervatóriumot az észlelő csillagászat szakmai körökben méltán elismert kutatóhelyévé.

Fontos volt, hogy Weiss Ferenc a nagyszombati egyetem nyomdájában évente latinul kiadatta észleléseik

eredményeit, sőt ezek a bécsi Teréziánium évkönyvében németül is megjelentek. Az általa is figyelemmel kísért egyik legfontosabb csillagászati esemény a Halley-üstökös visszatérése volt 1759-ben, valamint a Vénusz-átvonulás 1761-ben és 1769-ben. Emellett rendszeresen megfigyelték a holdfogyatkozásokat, az üstökösök mozgását és a csillagfedéseket.

Az obszervatórium külföldi csillagász látogatói, akikkel Weiss Ferenc egyébként levelezést folytatott, elismeréssel és tisztelettel fordultak felé. Köztük volt például a fiatal *Johann Bernoulli* (1744–1807), valamint a milánói, párizsi és a stockholmi csillagvizsgáló igazgatója, és Bécsből természetesen Hell Miksa.

Amikor a pápa 1773-ban feloszlatta a jezsuita rendet, Mária Terézia királyi rendelettel „államosította” az egyetemet. Az 1777-es Budára költözés után az aktív és tevékeny Weiss Ferenc – most már nem jezsuita, hanem királyi csillagász – Budán a volt királyi vár négyszögletes tornyát alakította át Hell Miksa segítségével csillagászati (és meteorológiai!) megfigyelő állomássá. A műszereket, távcsöveket részben Nagyszombatból hozták át, részben más, volt jezsuita obszervatóriumokból kapták, például Mainzból. Az új obszervatórium 1780-ra készült el, és 1781-ben már innen tudták követni a *William Herschel* (1738–1822) által felfedezett új bolygó, az Uránusz pályáját a csillagos égen.

Weiss Ferenc Budán halt meg 1785-ben. Két évvel élte túl d'Alembert-t és öt évvel Mária Teréziát. 1785-ben már az egyetem se Budán működött, mivel Mária Terézia halála után fia, az új császár 1784-ben átköltöztette a várból a Ferenciek terére, a királyi kúria azóta lebontott épületébe. Ennek emlékét őrzi a mai Kúria/Curia utca Budapesten. Ez azonban már egy másik történet. 

A Magyar Királyság újralfedezése

BABINSZKI EDIT–KÖBÁNYAI PÉTER–GÁSPÁR ANITA

A Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat Földtani Szakkönyvtárának gyűjteményében található régi földtani, természettajzi témájú könyveket bemutató sorozatunknak ebben a részében a katona-tudós Luigi Ferdinando Marsigli Duna-monográfiáját vesszük górcső alá. Marsigli 1726-ban, Amszterdamban megjelent, hatkötetes műve a térség átfogó bemutatásának igényével készült. A kétszáznál is több rézmetszettel illusztrált monográfia rendkívüli részletességgel, tudományos alaposággal elemzi a korabeli Magyarország népeit, földrajzi, biológiai, régészeti érdekességeit, bányászati és ásványtani viszonyait. Hazánk legnagyobb földtani szakkönyvtárában a sorozat 1744-ben, Hágában kiadott, francia nyelvű változata található meg.

Luigi Ferdinando Marsigli 1658-ban született Bolognában, grófi családban. Szülővárosában, valamint Páduában és Rómában tanult, magántanulóként.

Elsősorban a természettudományok érdekelték és nem csupán a tudomány művelését, hanem a tudás terjesztését, oktatását is fontosnak tartotta. 1682-ben katonai pályára lépett, I. Lipót császár hadseregébe jelentkezett Bécsben. Altsztként Győrbe került, ahol a vár és a Rába folyó védelmének megerősítésén dolgozott. Javaslatai elnyerték felettesei tetszését, akik újabb feladattal bízták meg: a Rába, a Rábca és a Hanság vidékét is járja be és tegyen javaslatot ezek védelmére. Megszállottan készítette egyik térképvázlatot a másik után... – valahol itt kezdődött a több mint 40 évvel később kiadott Duna-monográfia története.

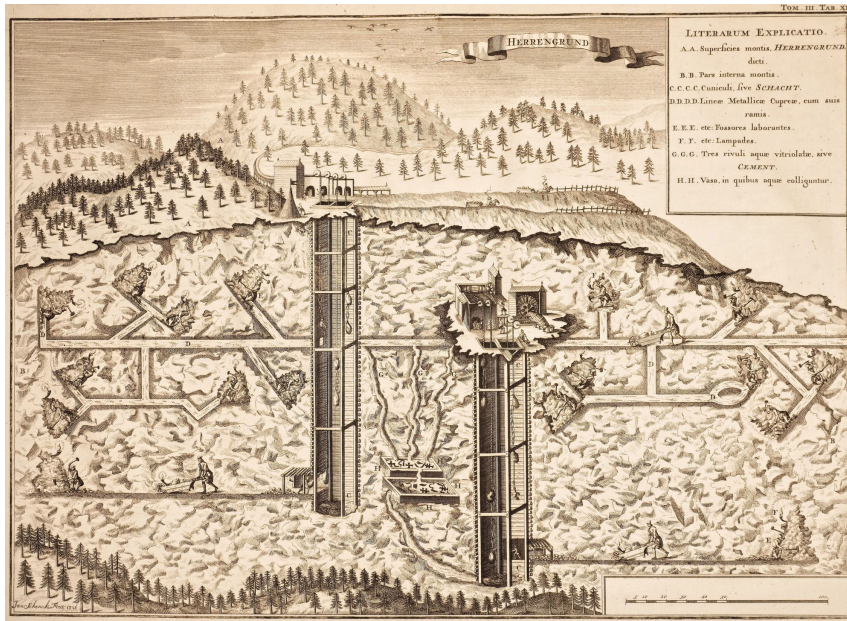
Marsigli hadmérnökként terveket, vázlatokat, térképeket készített Párkány, Esztergom, majd Buda várának a visszafoglalásához is. Ekkor jött rá, hogy a Dunakanyart a korábban készített térképek hibásan ábrázolják. Ő volt az első, aki helyesen rajzolta meg ezen a szakaszon a Duna futását, Esztergom utáni észak-déli irányát. Tudós kíváncsisága élete minden percét kitöltötte: Buda visszafoglalása után az égő romok között rajzolt, jegyzetelt, a vár jelentősebb épületeinek helyeit helyszínrajzokan rögzítette és mentette Mátyás könyvtárának megmaradt Corvináit is.

A polihisztor Marsigli tudomány iránti tiszteletét és elkötelezettségét támasztja alá, hogy ha olyan tudományterületre tévedt, amelyről tudása nem



Az ásványokról és bányásatról szóló harmadik kötet címlapja

volt elegendő, akkor rögtön az adott terület szaktekintélyéhez fordult. A Duna-monográfiában sem csak saját megfigyelései kaptak helyet. Sőt! Európa minden szegletéből gyűjtötte az ismereteket: magyar, osztrák, német, svájci, angol, holland tudósok és művészek



A herregrund (selmecbányai) rézbánya működését ábrázoló metszet

adataira, munkáira támaszkodott. A sorozat előszavában ezt írja: „Ezt a távoli, rejtett világot... bárbar ismeretlenségéből elsőként én emeltem ki; ezért úgy érzem megbocsátható, ha nem mindent tártam fel, és nem mindig maradéktalanul.”

A monográfia első kötetében a Duna mente népeit, valamint földrajzi, vízrajzi viszonyait ismerteti. Könyvének első részében, *A Magyar Királyság földrajzában* így foglalja össze a magyarok honfoglalását, egy nyugati szemével: „Mivel a Duna – ezen mű főszereplője – Kahlenberg szomszédságában lévő eredetétől a Fekete-tengerig Magyarországon és a Magyar Királysághoz tartozó különböző országokon és tartományokon át tör magának utat, helyénvalónak láttam, hogy magáról a Magyar Királyságról is szóljak... A Magyar Királyság, ha a gyökeréig és egészen a kezdetekig megyünk vissza, részben annak a zsarnok Attilának köszönheti létét, aki katonáival mindent meghódított, előzőltte Pannóniát, felállította benne királyi székhelyét, végül Pannónia nevét Hungariara változtatta.

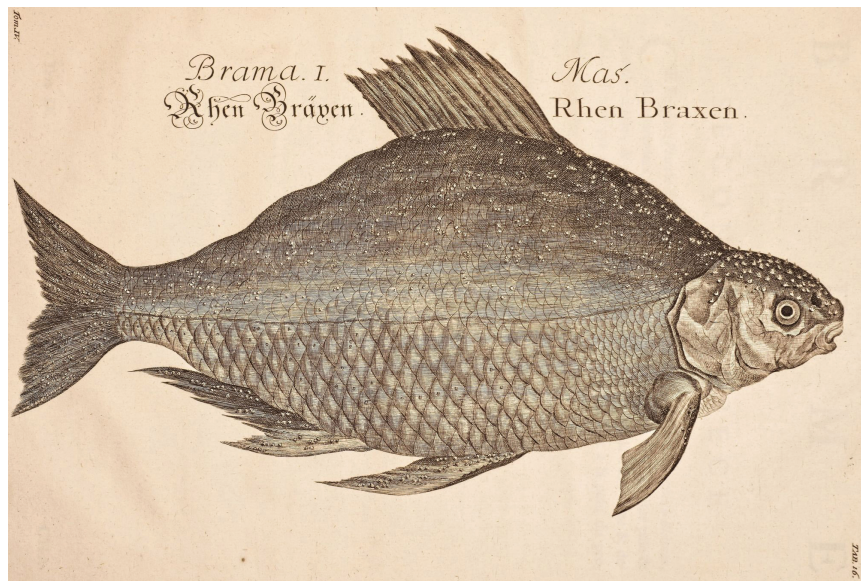
Miután pedig Attila meghalt, utódai, – akik erőszakkal és fegyverrel szerezték uralmukat –, viszálykodással tönkretették az országot, majd kevés kivétellel – akik Erdély székhelyföldi tartományában hátramaradtak –, visszatértek barbár hazájukba. Bizonyos idő elteltével – azon szkitáknak az utódai, akik Attila uralkodása idején jöttek be –, nem felejtve el a magyar föld gazdagságát és termékenységét, elhatározták, hogy visszatérnek, így a hét ve-

zér irányításával lábukat és uralmukat megvetették Erdélyben.”

A történelmi rész után a Duna átnéze-ti, áttekintő térképét, az egyes szakaszok részlet térképeit, a mellékfolyók térképét, a Duna szelvényrajzait találjuk. Mivel térképei pontosításához csillagászati megfigyeléseket is végzett, ezért a kötetben egy csillagászati észleléseket tar-

A harmadik kötet a Duna mentén található ásványokról, bányákról szól. Ez egyben az első bányászati, tematikus atlaszunk is. Marsigli a császár ajánlásával leereszkeszthetett a felvidéki bányák mélyére, ahol közvetlen megfigyeléseket végzett: „A hegy felszínét Selmec városa foglalja el, és azoknak az aknáknak a sokasága, melyeket fa ácsolatokkal fedtek le a mesteremberek. Lent a mélyben a munkások az ércet bőr zsákokba rakják, amelyeket emberek vagy lovak hajtott kerekek segítségével húznak a felszínre. ... Éjjel-nappal szivattyúzzák a vizet, amivel ha felhagynának, lehetetlenné válna a kitermelés. Az első lépés a vizek összegyűjtése. Csatornákon tavacskába vezetik, ahonnan igyekeznek újabb csatornákon a hegyen kívülre juttatni.”

Marsigli Duna-monográfiájának negyedik kötete a folyóban és mellékfolyóiban élő halakat mutatja be. A Dunában és annak mocsaraiban élő halakat négy csoportra osztja: folyami halak, folyóvízben élő tengeri halak, folyami és mocsári halak, valamint kövek között élő halak. Minden csoportról részletes leírást ad, sőt néhány halat még fel is boncolt és ezek anatómiai rajzát is közli. Leírásai nagy részét saját tapasztalataiból meríti, jó példa erre a csuka bemutatása: „Márciusban ikrázik, amikor is feljön a mélyből, többnyire ugyanis a nádasokban húzódik meg. Ez idő tájt szinte vak és annyira meg van zavarodva, hogy gyakran, amikor a felszín-



Dévérkeszeg

talmazó rész is helyet kapott. A monográfia második kötetében a Duna mentén található régészeti leleteket, főként a római korból ránk maradt emlékeket mutatja be.

közeliében tartózkodik, pusztán kézzel ki lehet emelni a vízből. Ezt én magam is saját szememmel láttam a Bécsnél folyó Dunában. Körülbelül egy 4 kg súlyú csuka a felszínen lebegett, és miután a köre kifec-



Mocsári teknős



A Duna vizei mentén élő madarakat bemutató kötet címlapja



Gólyafészek és tojás



Pézsmaréce

kendezte számos ikráját, nem riadt meg és menekült el, amikor két ember csónakkal közeledett hozzá, hanem annyira el volt kábulva, hogy pusztá kézzel csónakjukba emelhették, ahonnét, miután nem ügyeltek rá, magához térve, a folyóba vetette magát, és elmenekült.”

Az ötödik kötetben a Duna vizei mentén élő madarakat és azok fészkeit részletezi. A fészkelőhelyek gondos bemutatására és lerajzolására előtte senki nem fordított ilyen nagy figyelmet. A kötetben 59 madár- és 15 madárfészek-ábrázolás található, mind művészi kivitelben. A sorozat hatodik kötete vegyes megfigyeléseket tartalmaz: a Duna forrásait, vízse-

besség-méréseket, a Duna mentén honos növényeket, négy lábúakat, rovarokat, a barométerrel és hőmérővel végzett megfigyeléseit, méréseit.

Bár Marsigli fő műve már 1703-ra elkészült, végül csak 1726-ban adták ki Hágában, latinul. Teljes címe magyarul: *A magyarországi és balkáni Duna geográfiai, asztronómiai, hidrográfiai, történelmi és fizikai megfigyelésekkel megvilágítva és hat kötetbe szerkesztve Luigi Ferdinando Marsigli gróf, a párizsi, a londoni és a montpellier-i tudós társaságok tagja által.*

Ha valaki még többet szeretne tudni a sorozat keletkezésének körülményeiről, valamint az első kötetről, annak ajánljuk De-

ák Antal András, *A Duna fölfedezése* című nagyszerű munkáját, amelyben Marsigli hagyatékát levéltári forrásokra támaszkodva dolgozta fel. A cikkben szereplő részletek a könyvből is e munkából valók. ¶

A mű legszebb oldalai, metszetei nagy felbontásban megtalálhatók a www.mfgi.hu/hu/kovekeskonyvek címen.

Irodalom

Deák A. A. 2004: A Duna fölfedezése. – Vizügyi Múzeum, Levéltár és Könyvtár gyűjtemény, 439 p.

A Nap szigete: Anguilla

KÉRI ANDRÁS

Anguilla, a Sombrerótól Marie Galantéig húzódó Szélcsendes-szigetek legészakiabb tagja, a Kis-Antillák külső, üledékes mészkőből felépülő, száraz és lapos szigetivébe tartozik. A nevet viselő tengeri homokpadból emelkedik ki a tíz lakatlan sziget és zátony alkotta kis szigetcsoport közepén. Legközelebbi szomszédjától, a kettős, francia-holland fennhatóságú Saint Martin/Sint Maarten szigetétől, délről egy 7–10 km széles tengeri átjáró választja el, amely hajóval mindössze 30 perc alatt átszelhető.

A 25x6 km-es szigeten 33 vakítóan fehér homokú strand húzódik 56 km hosszon, melyek közül Meads Bay az egyik legkedveltebb. Anguilla egyharmada csupasz mészkő, fele alacsony bozótos, a többi részét vékony talajréteg fedi. Mindössze 15 %-a művelhető, de csak 5 %-át hasznosítják. Legmagasabb pontja a Crocus Hill 65 m. Trópusi szavanna éghajlatán az átlaghőmérséklet 27 °C, amely évi 900 mm csapadékkal párosul. Vízfolyásai nincsenek, így édesvize sem. A sziget belsejében sós vizű tavakat találunk gazdag madárvilággal. A legnagyobb a Lake Valley, a 6500 lakosú székhelye, The Valley közelében, amely az egyetlen város. Sóját a hollandok termelték ki a XVII. században, amely évente 2–3 hajórakományi volt. A ma is folyó sólepárlás és finomítás központja Sandy Ground. A mélyvizű kikötőből és halászfaluból komp visz át a fehér homokú parányi, 270x75 méteres Sandy-szigetre, melynek közkedvelt étterme mindössze 15 percnyre van. A szigetvilág peremén fekvő Anguillán (91 km²) mindössze 15 500 lakos él (2016), 95%-uk protestáns. Egyetlen jelentős kikötője Road Bay.

Anguilla első bevándorlói az arawakok i. sz. 600-tól lakták, melyről 40 ismert lelőhely tanúskodik. Az indiánok a mészkőbarlangok falán faragványaikkal – Fontaine barlangjában rajzaikkal – örökítették meg ittlétüket. Ők hozták be Dél-Amerikából a zöld leguánt és a fekete teknőst. Másik elmélet szerint a zöld leguánok 1995-ben jelentek meg Anguillán egy hurrikán után, amely valószínűleg Guadeloupe szigetéről sodorta át őket, s így népesítették be. Az ilyen mindent letaroló szélviharok korábban 50 évente jöttek, így a szigeteknek volt idejük magukhoz térni a pusztítás után. Mindkét elképzelés egyszerre is lehetséges. Az arawakok több állat betelepítésében is részt vettek a szigetről

szigetre vándorlásaik során, de az is biztos, hogy a hurrikánok is aktív szerepet vállaltak a növény és állatvilág elterjesztésében. Az indiánoktól származik a sziget – alakjára utaló – neve Malliouhana, melynek jelentése nyílhegy vagy tengerikígyó. Mai nevét (Anguilla, angolna) a francia Pierre Laudonnaire-től kapta, mások szerint a spanyolok nevezték el így.

ezért ácsmesterséggel és hajóépítéssel szereztek maguknak hírnevet. Az 1790-es években létesítették az első cukornádültetvényeket. A XIX. században már a Dél- és Közép-Amerika felé tartó brit hajók állomása volt. A század közepén, Anguilla legtávolabbi, 54 km-re fekvő Sombbrero szigetéről (5 km²) 30 éven át gyanót termeltek ki az amerikaiak, hogy műtrágyát állítsanak elő. Nincs kikötője, az egyet-



Légi felvétel a sziget nyugati részéről

Mások szerint az angolnára emlékeztető szigeten Kolumbusz (1493) semmit sem talált, csak békét és nyugalmat. Ez utóbbit kínálja a luxusturizmusra berendezkedett és legfőképp ebből élő sziget. Ma már a karibi világban is kevés olyan hely van, amely ne hemzsegne a turistáktól. A korallokkal övezett, alacsony, töredezett koralltábla kisszámú lakosságának is csak szerény megélhetést nyújthatott, ezért jelentős volt a kivándorlás. A feltételezések szerint 20 ezer anguillai élhet az anyaországban és az Egyesült Államokban. Különösebb érdeklődést sohasem tanúsítottak iránta. Az angol telepések az 1650-es évek elején Saint Kittsről, majd később Antiguáról és Barbadosról népesítették be. 1683-ban már afrikaiak is éltek itt. Csak a XVIII. században került átmenetileg francia kézre (1796), de a szigetvilág többi tagjához képest történelme nyugodtnak mondható. Hosszú időn át a csempészek és a kalózok főhadiszállása volt. Az itt lakók a sovány és homokos talajon csak nehezen biztosíthatták megélhetésüket,

len helyen, ahol partra lehet szállni, egy 10 m magas fémlépcső vezet fel a nagyon gyér növényzetű szikla tetejére.

Az elhagyatott Anguillát még önálló gyarmati státuszra sem méltatták, mert 1825-ben Saint Kitthez csatolták. Mostoha sorsára utal az is, hogy gyarmat volt a gyarmaton belül, a Saint Kitts-Nevis-Anguilla államszövetség részeként. 1967-ben lépett ki ebből a rákényszerített béklyóból, mert az anyaországból érkező fejlesztési alapokból, segélyekből alig részesült, és mert nem kívánt a későbbiekben függetlenné váló ország részévé válni. A szigetlakók összetartották a Saint Kittsről itt állomásozó rendőri különítményt és hazaküldték őket. Először az amerikai kormányhoz fordultak, hogy vegye át a sziget irányítását, de ők nem akartak beavatkozni a brit belügyekbe. Ezután a sziget egyszemélyes népszavazást tartott, melyen kimondták Saint Kittstől való elszakadásukat. Azonban a britek nem vették komolyan a helyieket és nem voltak hajlandók teljesíteni kérésüket, hogy még véletlenül



Csakugyan trópusi paradicsom

se kaphassanak függetlenséget. Mivel semmiféle eredményt sem értek el tárgyalóikkal, Anguilla, forradalmat hirdetve, az elválás évében egyoldalúan függetlenné nyilvánította önmagát. A szigetlakók elégedetlenségét használta ki egy telekspekulációval foglalkozó csoport. Házakat gyűjtött fel, megfélemlítette a helyi lakosokat, fegyveres bandát toborzott. Kihasnálták az anguillaiak függetlenség iránti vágyát, hogy így felvásárolhassák a földeket. A helyiek hazafiasságát használták fel arra, hogy leplezzék tevékenységüket. Nagy-Britannia megtorlásul két évre teljesen magára hagyta a szigetet, majd tekintélye visszaállítására érdekében, 1969 márciusában mini invázió vetett véget a rövidéletű önállóságnak. A több mint 300 brit ejtőernyős és tengerészgyalogos nem ütközött ellenállásba, s a helyiek visszakerültek a brit fennhatóság alá. A lakosság a parton a haderő érkezését üdvözlő szavakkal és koktéllal várta. Az anyaországbelieket kész helyzet elé állították és így ma-

radhattak a birodalom fennhatósága alatt, pedig London szívesen megszabadult volna tőlük. Az elfelejtett szigeten 1970-ben még nem volt se villany- és vízvezeték, se kiépített csatornarendszer, de telefon sem. Az Anguillához tartozó, tőle 13 km-re fekvő Dog szigetet (2,07 km²) az Egyesült Államok szemelte ki magának. Ide akarták áthelyezni a Puerto Ricóhoz tartozó Culebra-szigeti tűzérési gyakorló bázist, melyért cserébe jelentős segítyt ígértek a brit birtok felvirágztatásához. A tervből szerencsére nem lett semmi. Az 1970-es évekig a sókitermelés és finomítás volt a legfontosabb iparág. 1974-ig



A sóleparlás évszázadok óta folyik

a Karib térség egyik legjobb, luxuskategóriájú fürdőhelyei. Büszkék 6 tengeri parkjukra, 7 hajóroncsoshoz való merülő helyükre, az Arawak Indián Múzeumukra, a karibi szigetvilágban elmaradhatatlan augusztusi karneváljukra és az egyetlen fennmaradt ültetvényes házukat is nagyon becsben tartják. A helyi konyha ízeire – és egy kis merülésre – vágyók a közeli Scilly Cay Gorgeous nevű éttermében elégíthetik ki kíváncsiságukat, ahova vízitaxival juthatnak el. Az első golfpálya 2006-ban épült, amely amerikai tulajdonban van. Második legnagyobb szigetének, a Scrub-szigetnek (7,8 km²) nagy része magánbirtok.

Ma a turizmus mellett jelentős bevételeket könyvelhet el mint offshore adóparadicsom, de a külföldön dolgozók hazautalásai és a bélyegkiadás is a szigetet gazdagítja. Anguillán juhok és kecskék legelnek, s ez utóbbi húsa a helyiek között nagy népszerűségnek örvend. A mezőgazdaság (kukorica, zöldségfélék, édesburgonya, rizs, jamszgyökér) és a rákhalászat elsősorban a helyi igények kielégítésére törekszik. 🐟



Karnevál Sandy Groundon

A botanika szeretetre méltó művelője

100 éve született Priszter Szaniszló

ISÉPY ISTVÁN

Ritkán adatik meg, hogy olyan valakinek a születése 100. évfordulójáról emlékezhet meg az ember, akít személyesen is jól ismert. Priszter Szaniszló 85. születésnapját a Magyar Természettudományi Múzeum zsúfolásig megtelt termében ünnepeltük. Az akkor már 20 éve papírforma szerint „nyugdíjas” éveit élő ünnepeltet köszöntő résztvevők soraiban az egyetemi hallgatók és a hófehérhajú kortársaknak szinte minden korosztálya képviseltette magát.

Öt évvel később, 90. születésnapján – szerényebb keretek között – a Fűvészkertben, utolsó munkahelyén köszöntöttük fel, volt közvetlen munkatársai körében. Beszélgetés és közös emlékek felelevenítése után tettünk egy sétát a kertben, majd az üvegházakban. A sok látnivaló után, a talán a nála fiatalabbakat is elfárasztó járás után, kilépve a párás, meleg üvegházból, néhány dézsa Bougainvillea mellett haladtunk el. Éppen akkor pótoltuk sok növény jeltábláját, amire nagyon büszkék voltunk. Örömmük azonban nem tartott soká. Szaniszló megszólalt: „Ejnye, ejnye, gyerekek – sajtóhiba! Javítsátok: a második az pontos 'i', csak az első 'y'! Merthogy a család neve: csodatölcsérfélék, azaz tudományos, latin nevén helyesen írva: Nyctaginaceae.” Örömmel nyugtáztuk, hogy bár az idő múlik, a sajtóhibák éles szemű órének szellemi frissessége töretlen, semmit sem változott!

Ki is volt Priszter Szaniszló? Csaknem évszázados életútja Temesváron indult 1917 szeptemberében. Budapesten érettségizett, majd a határos szülői tanácsra az akkori nevén Pázmány Péter Tudományegyetem joghallgatója lett. Mint diák, a római és a büntetőjog mellett, érdeklődésének eleget téve, gyakran látogatta a Bölcsész Karon a növénytan különböző szakterületeinek előadásait.

1940-ben jogi diplomát szerzett. Kezdetben banktisztviselőként dolgozott. Sejthető volt azonban, hogy nem ez lesz a végleges életpálya számára. 1938-tól már a Magyar Biológiai Társaság Botanikai Szakosztályának a tagja. A II. világháború frontját járva, hadifélszerelésében jutott hely *Jávorka: Magyar flórájának is!* S hogy ennek gyakori használatára sor kerülhetett, azt első tudományos közleményei tanúsítják: *Adatok a Déli Hargita flórájához* (1944), ill. *A Szamos-part hordaléknövényzete* (1947).

Később, a háború dúlta Budán, lakása közelében, a Vérmezőn kínálkozott lehető-

ség arra (hisz távolabbra még egy botanikus sem merészkedhetett), hogy a bombatölcsérek, épületek romhalmazainak „ruderáliái” tanulmányozza. Rövidesen bejárta az egész törmelék borította fővárost, felkutatva annak gyomflóráját. Hamarosan megszületett az *Amaranthus* (disznóparéj) nemzetséget fel-



Az újjáépülő pálmaház az ELTE Fűvészkertjében (1965). Középen Soó Rezső professor, balra Kaposvári Ferenc főkertész, jobbra Priszter Szaniszló egy. docens, a kert új munkatársa

dolgozó tanulmánya (1953), s egy életre szóló elkötelezettsége a behurcolt (adventív) és őshonos gyomnövények kutatása iránt. Az e témákban megjelent legjelentősebb munkái közül néhány: *A Vérmező gyomnövényzete az 1945–1950. években* (1951), *A hazai gyomnövényzet változásai 1945 óta* (1953).

Időközben banktisztviselői tevékenységét befejezte a tudomány és a botanikus nemzedékek legnagyobb örömeire. 1950-től tanársegéd lett a budapesti Kertészeti és Szőlészeti Főiskola (mai nevén Agrártudományi Egyetem Kertészettudományi Kara) Növénytan Tanszékén, majd 1957-től Keszthelyen, az Agrártudományi Főiskola Állat- és Növénytan Tanszékén a növénytan részleg vezető docense. 1964-től kerül a budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetem Növényrendszertani és Növényföldrajzi Tanszékéhez tartozó Botanikus Kertbe.

Tudományterületek úttörője

Több mint fél évszázadon keresztül folytatott céltudatos kutatótevékenységét soha nem zökkentette ki menetéből a tudomány egy-egy betörő divatirányzata. Szívós kitarással művelt témái közül azonban nem egy később az érdeklődés közép-pontjába került. Így történt ez az adventív, betelepült gyomnövények kutatásával kapcsolatban is. Idehaza elsőként ismerte fel a gyomnövények kutatásának fontosságát, az adventív gyomok veszélyt rejtő terjedését.

1957-ben védte meg „*Magyarország adventív növényeinek ökológiai-areálgeográfiai viszonyai*” címen megírt kandidátusi disszertációját a Magyar Tudományos Akadémián. A világ azonban csak jóval később „figyelt” fel az agresszíven terjedő növényfajok fenyegető hatására. Az első nemzetközi konferenciát, amelynek témája az inváziós növények – találó magyar nevéükön özönnövények – ökológiájának kutatása és terjedésük megakadályozási módszereinek kidolgozása volt, csak 1992-ben rendezték meg, de azóta két évente.

Priszter Szaniszló a hazai természetvédelem területén is úttörő munkát végzett. Már az 1970-es években felhívta a figyelmet a hazai flóra és a vegetáció változásaira, elszegényedésére, és a halaszthatatlan feladatok megkezdésére. *Kovács Margittal*, a gödöllői Agrártudományi Egyetem Növénytan Tanszékének vezetőjével elsőként adtak listát Magyarország védelemre szoruló növényfajairól és növénytársulásairól. Ezek az 1975-ben és 1977-ben megjelent tanulmányok (*A flóra és a vegetáció változása Magyarországon az utolsó 100 évben. Védelmet kívánó növényfajaink és növénytársulásaink*) mintegy 400 hazai növényfaj védetté nyilvánítását javasolták, közülük 40 faj megóvására azonnali intézkedést vártak. Mindezt tették akkor, amikor Magyarországon még mindössze egyetlen növényfaj, az erdélyi hérics, az



Sokat kutatott, kedvelt vidék volt Priszter Szaniszló számára a Villányi-hegység. Csak ott él hazánkban a magyar kikerics (*Colchicum hungaricum*)

Adonis hybrida (akkori nevén volgamenti hérics – *Adonis volgensis*) élvezett faji védelmet. Amikor a hetvenes évek derekán elkészült az 1976–1990 közötti, 15 évre szóló távlati természetvédelmi program, aminek eredményeképpen az időszak végére a természetvédelem oltalma alatt álló területek kiterjedése az eredetinek mintegy ötvenszeresére emelkedett, az 1982-es új természetvédelmi rendelet gyakorlatilag az ő munkásságuk alapján, 340-ben állapította meg a védett és fokozottan védett növényfajok számát.

Az MTA biológiai tudomány doktora fokozatot 1992-ben nyerte el életművének szintézise alapján: „*A magyar flóra ismerete; hozzjárulás és történeti áttekintés*”.

A Fűvészkert igazgatója

Priszter Szaniszló a lehető legjobb időben érkezett az ELTE Botanikus Kertjébe. Első fűvészkerti éveiben (1964 és 1965) újult meg romjaiból a híres Pálmaház. A külföldi botanikus kertekkel ápolt széleskörű nemzetközi kapcsolatait, személyes ismeretségeit felhasználva az újjászülött üvegház hamar benépesült trópusi növényekkel. Emlékezetes úti élmény maradt számunkra, amikor az 1960-as évek végén az akkori NDK-ból, a Halle-i Botanikus Kert ajándéknövényeivel megrakottan utaztunk hazafelé, sok más között a fiatal óriásbambusz- (*Dendrocalamus giganteus*) csemetével, mely nevét igazolva, járművünk teljes hosszát betöltötte, gépkocsivezetőnk nem kis bosszúságára.

Néhány évvel azután, hogy Soó Rezső professzort követte az akkoriban már az Egyetem külön szervezeti egységként működő Fűvészkert igazgatói státuszában, az 1771-ben alapított intézmény jeles évfordulóhoz érkezett. 1971-ben a Kert 200 éves jubileuma alkalmából tudományos ülésza-

kat szervezett külföldi (Leipzig, Wrocław, Bratislava, Hamburg, Praha-Pruhonice) meghívott megszervezése akkoriban, az 1970-es évek elején, korántsem volt egyszerű feladat. A nemzetközi konferencián nemcsak a szakemberek, hanem a nagyközönség számára is részletes áttekintést adott a bicentenáriumát ünneplő Fűvészkert mozgalmas történetéről.

Botanikatörténet

Priszter Szaniszlónak köszönhető, hogy hasonló kiadásban kezünkbe vehetjük a „Winterl-indexet”, a Botanikus Kert 1788-ban kiadott első magkatalógusát, ami egyben Közép-Magyarország első flóraművének is tekinthető, és amelyet a Magyar Királyi Egyetem első vegytan és botanika professzora, a kert alapítója, első igazgatója, Winterl Jakab írt. A teljes címén *Index Horti Botanici Universitatis Hungaricae, quae Pestini* (A Pesti Egyetemi Botanikus Kert Indexe) összesen 1656 növényfaj nevét sorolja fel, és kínálja magját cserébe a többi botanikus kertnek. Igazi értékét azonban az adja, hogy 26, a tudomány számára új, Winterl által leírt növényfaj rézmetszetekben elkészített rajzát is bemutatja. Igaz, nevet nem adott nekik, csak megjegyezte, hogy a nemzetiségen belül új fajt talált. Ilyen volt pl. egy új meténgfaj, a *Vinca nova* species, aminek csak később tanítványa, Kitaibel Pál ad nevet: *Vinca herbacea*.

Priszter Szaniszló az irattárat rendezve, valamint a levéltárakban fellelhető dokumentumokat feldolgozva, több tanulmányt kitevő ismeretanyaggal gazdagította szakirodalmunkat a Fűvészkert első igazgatóinak, így a már említett Winterl Jakabon kívül Kitaibel Pál, Haberle Károly, Sadler József, a botanika első hazai tudós művelőinek az életéről, munkásságáról.

Mindig nyitott, éles szemmel járt. Ennek köszönhető, hogy egyetemünk egyik folyósóján, a hely hiányában raktározásra összekészített holmik között festményeket talált, melyek a Növénytani és Vegytani Tanszék és a Botanikus Kert első több mint egy évszázadának professzorait ábrázolták. A képek azóta a Fűvészkert kastélyépületének nagytermét díszítik Winterl Jakabtól Jurányi Lajosig, 1771-től 1905-ig.

Szintén figyelő tekintetének köszönhetően akadt rá egy alkalommal az Akadémiai Nyomda raktárában *Jávorka Sándor és Csapody Vera: A magyar flóra képekben – Iconographia florum Hungaricae* címen 1934-ben megjelent kötet nyomdai kliséire, 4017 nyövény fekete tusrajzára és 40 színes táblájára, a Kárpát-medence, ill. a kárpáti, pannoniai, valamint részben az illyr és mediterrán flóra növényeit bemutató ábrákra. Ezzel lehetőség nyílt arra, hogy az akkoriban már antikvár forgalomban is csak elvétve beszerezhető eredeti mű, igaz most „*Iconographia florum partis austro-orientalis Europae Centralis*” címen (Közép-Európa délkeleti részének flórája képekben), de új kiadást érhesen meg. Így a szerzőpáros híressé vált, felbecsülhetetlen értékű munkája még Soó Rezső (rendszertani és nomenklaturai helyesbítések) és Csapody Vera közreműködésével a II. világháború után született botanikusnemekedék számára is megismerhető, használható lett. Az új kiadás szerkesztése mellett Priszter Szaniszló írta hozzá a bibliográfiát



A 90. születésnapján a Fűvészkertben

ismertetőt, a bevezető tudnivalókat, a szakszótárt és a névmutatókat. Az új kiadás valódi értékét hangsúlyozza, hogy számos délkelet-közép-európai faj azóta is egyedül ábrázolása itt tekinthető meg.

A botanikai szaknyelv művelője, növénynevek gyűjtője

A botanika magyar szaknyelvének tökéletesítése érdekében 1961-ben jelent meg „*A növényszervtan terminológiája*” című magyar–latin–német nyelvű szakszótára, mely a morfológiai, rendszertani tudományok nélkülözhetetlen segédkönyve. Csapody Vera rajzai jelentősen hozzájárulnak az alaktani szakkifejezések megértéséhez.

Priszter a botanika népszerűsítése, a magyar nyelv művelése szempontjából fontosnak tartotta a tudományos latin mellett

a hazai növények lehető legtöbb magyar nevének összegyűjtését, megismertetését. Csapody Verával összeállították a magyar népi növénynevek gazdag gyűjteményét: *A magyar növénynevek szótárát* (1966). Ebből megismerkedhetünk a magyar nyelv növénynévadás terén is tapasztalható páratlan gazdagságával, összesen 9000 növénynévvel. A szerzők a gyermekláncfűnek pl. 38, a tavaszi kankalinnak, a burgonyának 19–19 népi nevét gyűjtötték össze.

Növényneveink – magyar-latin szógyűjtemény címen 1986-ban megjelent szótára a hivatalosan elfogadott magyar növényneveket és latin megfelelőjüket sorolja fel, összesen 16 000 nevet. A hazai természetes flóra növényein kívül megtehatjuk belőle a természetet, valamint az utóbbi évtizedek szakirodalmában előforduló trópusi, szubtrópusi fajok magyar és latin neveit, rendszertani besorolásukat. Egy évtizeddel később ennek jelentősen bővített kiadása látott napvilágot ugyancsak Priszter Szaniszló munkája nyomán, mintegy 50 000 faj magyar és latin neveivel.

A Magyar Tudományos Akadémia Helyesírási Bizottságának tagjaként összeállította a magyar növénynevek helyesírási szabályait, amely önálló füzetben (1983), valamint a Növényneveink fejezeteként jelent meg (1986).

Társszerzők közreműködésével elkészítette Európa mintegy 1200 taxont (fajt, alfajt, változatot) számláló fájnak és cserjének 8 nyelvű (latin, angol, francia, német, magyar, olasz, spanyol, orosz) szótárát (1983) is.

A szerkesztő

Páratlanul aktív szerkesztői tevékenysége nevezetes eseménnyel indult. A vácrátóti „Biológiai Állomás és Természetvédelmi Parkban” megrendezett, a hazai növényföldrajzi kutatásoknak új irányt szabó 1950. évi „szimpózium”-án elhangzott előadásokat az ő jegyzetei és szerkesztése alapján adták ki 1953-ban.

Több mint négy évtizeden át (1959-től 2000-ig) szerkesztette, név- és tárgymutatókkal látta el a Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Osztálya által elindított „Magyarország Kultúrflórája” sorozatot, mely négy kötetének (1962, 1971, 1978, 1990) szerzője, társszerzője

volt, valamint további 31 kötetbe írt fejezeteket. Ezekkel együtt összesen 70 kötetet szerkesztett, amihez hozzátartozott a név- és tárgymutatók összeállítása is.

A Magyar Biológiai Társaság lapjának, a Botanikai Közleményeknek technikai szerkesztője 1954 és 1973 között, a szerkesztőbizottság tagja maradt még egészen 2000-ig.

Működésének egyik legnagyobb teljesítménye Soó Rezső „szinopszisének”, *A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve* I–VI. kötetének szerkesztése, név- és tárgymutatóinak összeállítása. A szerző halála után ő állította össze és adta ki 1985-ben a 7. kötetet, amely az első hat kötet adatainak összesítése, vagyis a „mutatók mutatója”. Ez többek között felsorolja a kiadványban megemlített mohák, edényes virágtalan



A kétszínű tulipán (*Tulipa tarda*) hagymáit a Tien-Sanból hozta haza saját gyűjteményébe és a Fűvészkertbe

növények, valamint nyitva- és zárwatermők mintegy 30 000 érvényes és szinonim nevét, valamint Soó Rezső tudományos munkásságának teljes bibliográfiáját.

A mutatók készítésénél figyelembe kell vennünk azt a tény, hogy abban az időben (1964–1985) még nem állott ott mindenkinek az asztalán a számítógép. Nem állt rendelkezésre az „excel” program. Működött viszont a „Priszter-féle” excel, vagyis a megszámlálhatatlan mennyiségű kis kartonkártya, melyekre felírta a címszavakat, s aztán azokat elképesztő gyorsasággal és tévedhetetlen pontossággal rakta a legkülönbözőbb szempontok szerint ábécésorrendbe!

Egyedülálló szerkesztői, lektori képességei mellé kiváló diplomáciai érzék is párosult. Csak így érhetett el eredményt Soó és Kárpáti 1968-ban megjelent növényhatározójának ügyében. Ennek a kiadványnak sajnos nem ő volt a lektora. Így csak a már régóta várt határozó megjelenése után tudta mintegy 30 gépelt oldalon felsorolni – a minden bizonnyal a kéziratban – bennmaradt hibákat, amelyek, miként azt könyvismer-

tetőjében írja: „az egyébként kiváló határozókönyv használhatóságát helyenként korlátozzák”. Az udvarias megfogalmazás nem volt hatástalan; bár kiváltotta az első szerző heves rosszallását, a következő évben a Biológiai Tanítás-ban, majd 10 évvel később a Botanikai Közleményekben napvilágot láthattak a helyesbítések.

Szívígye volt a botanikai ismeretek népszerűsítése. Számos cikke jelent meg az Élővilág, a Búvár, az Élet és Tudomány, a Természet Világa, ill. a TermészetBúvár hasábjain.

A Csapody-körnek mint előadó, gyakori vendége volt, ahol utazásairól tartott élményt jelentő diavetítéses előadásokat.

A fáradhatatlan flórakutató

Ahogy a kézirathegyek lapjain – abban az esetben, ha azokat Priszter Szaniszló, a lektor végiglapozta – nem maradt fölösleges vessző, pontosvessző, kötőjel, gondolatjel sem, de ahová kellett, oda került is; mint botanikus, ugyanolyan éles, tévedhetetlen szemmel járta a hegyek, dombok, síkságok világát.

A hazai adventív flóra kutatása mellett figyelme elsősorban a Dél-Dunántúlra terjedt, de munkássága a Balkán, valamint Kis- és Közép-Ázsia flóráját is számos adattal, új ismerettel gazdagította. Sajtát, páratlan gondossággal ápolt kertjében több száz *Sedum*, *Sempervivum*, valamint hagymás és gumós fajból, változatból álló gyűjteményt tartott fenn évtizedeken keresztül. Kerti gyűjteményében, többek között a Balkánon, Kis- és Közép-Ázsiában tett utazásai során, eredeti élőhelyeken gyűjtött közel 200, főként geofiton faj és változat fenológiai fázisainak adatait 40 éven át figyelte meg, illetve jegyezte fel hetente. Óriási értékű adatbázist teremtett a drasztikus klímaváltozásokat hozó körünk kutatásai számára. Az adatokat feldolgozó első tanulmányoknak még ő is társszerzője volt.

„Amit eddig csináltam, azt mindent szakmai szeretetből, hogy úgy mondjam, szinte hobbiból tettem” – mondta 85. születésnapján a köszöntésekre válaszolva. A botanika a régiek szerint a „*scientia amabilis*”, vagyis a szeretetre méltó tudomány – ennek volt szeretetre méltó művelője Priszter Szaniszló.

Születésének 100. évfordulóján úgy emlékezünk rá, mint a hazai botanika történelmi múltjának, jeles alakjainak megismerésére, tiszteletére, a flóra változásainak nyomonkövetésére, a botanika magyar szaknyelvének ápolására tanító tudósra, a fáradhatatlanul elemző, rendszerező kutatóra, a szerény, csendes szavú, mindig harmóniát kereső emberre.

A tudomány színre lép

NYERGES GYULA

Nemzetközi oktatási konferenciának adott otthont a nyáron Debrecen. A rendezvényre 30 ország 450 külföldi jött el, a természettudományok különböző területeit tanító pedagógusok, hogy bemutassák egymásnak kedvenc kísérleteiket, saját fejlesztésű oktatási anyagaikat, eszközeiket. Az összejövetel (nevezzzük inkább fesztiválnak) azonban sokkal több volt egy átlagos konferenciánál. Természetesen a résztvevők itt is tartottak plenáris előadásokat számítógépes prezentációval és szekciós előadásokat is, de a lényeg a kiállítás volt.

A kezdeményezés nem új keletű. 2000-ben rendeztek először hasonlót, akkor még csak a fizikát oktató tanárok számára *Physics on Stage* címmel, melyet a vezető európai kutatóintézetek szerveztek az EU támogatásával. A programot általában két évente rendezik meg. A harmadik *Physics on Stage* után vetődött fel a szervezőkben a gondolat, hogy a többi természettudományos tárgyat oktató pedagógusoknak is helye lenne a rendezvényen. 2005-től már *Science on Stage (SonS)* címen futottak a programok. 2007-ben azonban véget ért az a projekt, melynek keretében az EU a fesztivált is támogatta. Mivel rendkívül sikeres volt, a résztvevők úgy gondolták, nem szabad a programot befejezni. Németország vállalta is a következő fesztivál megszervezését, majd létrejött a *Science on Stage Europe* nevű civil szervezet a további konferenciák megszervezésére.

Sajnálatos tendencia, hogy a tanulóifjúság érdeklődése egyre kisebb a fizika és más természettudományos tárgyak iránt. Különböző országok felméréseiben látjuk, hogy a tantárgyak kedveltségi rangsorát gyakran a fizika és a kémia zárja. Márpedig, ha valamit nem szeretünk, akkor a tanulás hatékonysága és az elért eredmény is elmarad a képessége-

ink alapján várhatótól. Ez a későbbi továbbtanulás, pályaválasztás szempontjából is meghatározó lehet. A modern társadalom számára nélkülözhetetlen a tehetséges mérnökök, orvosok stb., és könnyű belátni, hogy szükség van a képzésükben közreműködő jól képzett oktatók munkájára is. Mit tegyünk azonban, ha a fiatalok nem szeretik a természettudományokat? Szeretnénk meg velük! Hogyan? Az biztos, hogy táblára rótt képletekkel nem fogunk tömegeket megnyerni az ügynek, és erőmérővel vonszolt kiskocsival is csak keveseket. Ma a pör-

látszik, megosztják azt a kollégákkal is. Erre utal a *Science On Stage Europe* jelmondata: tanároktól tanároknak.

A debreceni találkozón is ingyenes volt a részvétel, a korlátozott férőhelyek miatt azonban pályázat útján, a legtöbb tagállam esetében nemzeti válogatón dőlt el, hogy kik vehetnek részt a fesztiválon. Három kategóriában lehetett a pályázatot benyújtani: kiállítás, műhely és színpadi bemutató.

A *standokon* egy asztal állt rendelkezésre, ahol a kiállítók bemutathatták kísérleteiket. Az asztalokat paravánok választották el egymástól, ezek szolgálták a poszterek elhelyezésére is, de vetítőfelületnek is alkalmasak lehettek. A fesztivál résztvevői pedig végiglátogatták egymás kiállításait, megnézték a bemutatókat, eszmét cseréltek módszerekről és eszközökről. A *műhelyek* kb. egy-egy osztálynyi résztvevővel, és 40–50 perc időtartammal leginkább egy tanítási óra emlékeztettek. Az iskolapadba ültetett pedagógusok kézzel



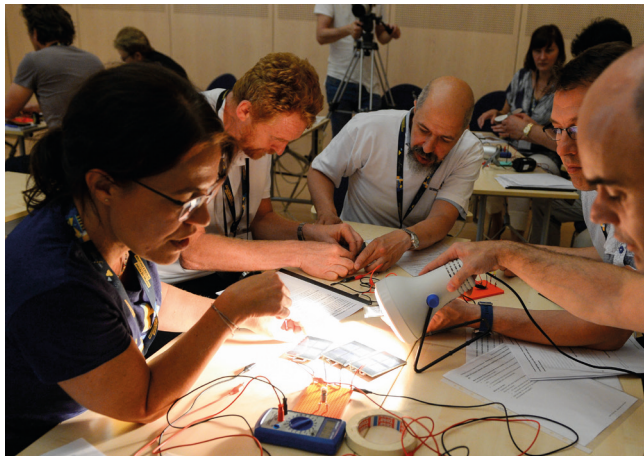
A magyar delegáció (Forrás: SONS2017.eu)

gős videotartalmak, interaktív eszközök és virtuális valóság mellett nehéz labdába rúgnunk. Az egyik lehetséges út, hogy mi is felhasználjuk az oktatás során ezeket az eszközöket. (Ilyen például a MIAZMA című számítógépes kalandjáték, melyet olvasóink is ismerhetnek, hiszen 2015. áprilisi számunk DVD-melléklete volt, de letölthető az Atomki honlapjáról is, az angol verziót pedig éppen a SonS2017-en mutatták be Debrecenben).

A másik – és soha nem mellőzhető – módszer, hogy megmutassuk: a virtuális valósághoz képest a „valódi valóság” sokkal érdekesebb. Erre próbálnak különböző recepteket kitalálni a világ tanárai, és ha valamelyik módszer beválni

kézzel adták a bemutatott didaktikai eszközöket, vagy maguk is kísérletezhettek velük. A leglátványosabbak természetesen a *színpadi bemutatók* voltak. Elhangzott pár hagyományosnak tekinthető konferencia-előadás is, de ezek voltak kisebbségben. Az előadóknak ugyanis valóban sikerült „színpadra állítani” a tudományt. Megelevenedtek a tudománytörténet nagy pillanatai, vagy látványos kísérletek pörögtek egymás után.

A program június 29-én délelőtt a Kölcsey Központban kezdődött a regisztrációval. A délután a kiállítási standok berendezésével telt, majd a nyitónyitványosság következett. A vendéglátók nevében Papp László polgármester köszöntötte a megjelenteket,



Az iskolapadba ültetett pedagógusok kézzel kézzel adták a bemutatott didaktikai eszközöket
(Forrás: SONS2017.eu)

majd az NMI képviseletében *Palkovics László* államtitkár, *Martin Kern*, az Európai Innovációs és Technológiai Intézet igazgatója, valamint *Szilvássy Zoltán*, a Debreceni Egyetem rektora, mondott beszédet. Az igazi szakmai program másnap kezdődött.

Ízelítőként had említsek meg néhány projektet. Természetesen szubjektív a válogatás, más szerzők biztosan másképp szemezgettek volna a kínálatból.

Két svájci fiatalember magaslégköri ballonkísérleteket „hozott” a fesztiválra. A meteorológiai ballonra a hagyományos időjárás mérő helyett kamera, GPS-vevő, és rádió került, továbbá egy kabalafigura, „akinek” az utazását rögzítették a műszerek. Ez önmagában is roppant izgalmas, de nem egyedülálló a világon, hasonló projektre itthon is találunk példát. Ebben az esetben viszont egy teljes általános iskolai oktatóprogram épül a kísérlet köré. A gyerekek megismerkedhetnek a léggömbök, az ejtőernyő, a GPS működésével, valamint a fedélzeti műszerekre ható extrém környezeti feltételekkel (alacsony hőmérséklet és nyomás, vagy a földet érés előtti gyorsulás) és az ezek elviseléséhez szükséges óvintézkedésekkel. Mindezt játékosan, lufit és pillécukrot helyezve a vákuumtartályba, vagy ütésálló burkolattal megóvva az emeleti ablakból kihajított tojás „életét”.

Egy francia csapat marokkói partnerével közösen napenergiával működő lepárló-bereendezést készített. Egy műholdvevő parabolaantenna felületét tükröző anyaggal, és ennek fókuszában helyezték el a „fazekat”, melyben különböző növényi olajok kivonását tudják elvégezni. (Ezek kozmetikai és egészségügyi alkalmazása hagyományos az észak-afrikai országban.) A berendezés nem igényel tüzelőanyagot és áramot sem, így szén-dioxid sem keletkezik, és bár-

hol üzemeltethető. A keletkezett termékek kiváló minőségét laborvizsgálatok bizonyítják.

A tudományos színdarabok közül a csehek szkeptikus darabja váltott ki zajos tetszést. Az egyik (ezoterikus beállítottságú) főszereplő betéved egy laboratóriumba, ahol egy tudós kísérletek sorával cáfolja az egyes téveszméit. A darab lendületes, vidám, és közben a gyanútlan közönség észre sem veszi, hogy nagyon át van verve; vígjáték

helyett fizikaoktatásban részesül.

Természetesen a vendéglátók sem maradhattak ki a programokból, a Kossuth Lajos Gyakorló Gimnázium darabjában a tudo-

azonnal bevezethető. És aki ezt választotta, nem is csalódott. Van ott egyebek között interaktív terepasztal, tükör-labirintus, felfújható planetárium, a bátrabak pedig kipróbálhatják a drótkötelen egyensúlyozó kerékpárt is.

A részecskefizika szerelmeseit az Atomkiba várták, ahol az is kiderült, hogy az ottani eredmények nem csupán a fizikaórán, hanem számos más diszciplína oktatásában is hasznosak lehetnek.

A Református Kollégium Nagykönyvtára ritkaságain keresztül bepillantást enged hazánk történelmébe és tudománytörténetébe is. Persze, egy villámlátogatás csupán arra elegendő, hogy elhatározza a vendég: ide feltétlenül vissza kell térni, lehetőleg hosszabb időre.

A National Instruments nem kutatóintézet, hanem ipari üzem, de termékeik megjelennek a laboratóriumokban és egyre gyakrabban az iskolai szertárak polcain is. DebrecenAneobarokk főépületet is.

Szombatra nyílt napot hirdettek a szervezők. Ekkor bárki szabadon ellátogatható a rendezvényre. Jöttek is szép számmal, főleg



Látogatók a kiállításon (Forrás: SONS2017.eu)

mánytörténet nagy pillanatai elevenedtek meg, néha a szereplők saját szavait idézve, máskor fiktív párbeszédekben. Az érveket – mint ahogy hajdanán is – kísérletek igazolták. De az elmúlt századok tudósain kívül az atomok is megszólaltak. A fesztivál az épület falán kívül is folytatódott.

A vendégsereg fakultatív programok segítségével ismerkedhetett meg a vendéglátó város tudományos életével. A legnépszerűbb helyszín az Agóra Tudományos Éléményközpont volt. Nem véletlenül, hiszen itt lehetett a legtöbb kísérletre, játékra, módszerre számítani, ami a mindennapi oktatási gyakorlatban

pedagógusok, de vakációzó csoport és sok család is megfordult a Kölcseyben.

A szigorúan vett szakmai programokon felül nem feledkezhetünk el a kiegészítő tevékenységekről sem. Megalakult például a fesztiválkórus. A dalos kedvéket minden reggel a nyitás előtt várták próbára. A repertoáron ismert művek alkalmi szövegátíratai szerepeltek. A dalárda fellépésére az utolsó napon került sor.

A gálaest egészen különleges helyszínen, a Nagyerdei Stadion VIP szektorában zajlott. A vacsorára várva színvonalos folklórműsoron vehettünk részt, a vacsora után pedig szökökút-mozit is láthattunk.



Kísértetek a színpadon (Forrás: SONS2017.eu)

A fesztivál vasárnap ért véget. Délben kezdett a záróünnepség, melynek legfontosabb pontja természetesen a díjak kiosztása volt. (Persze a fesztivál igazi nyertesei azok voltak, akik megismerkedhettek a díjazottak projektjeivel.) A zsűrit még utoljára a színpadon is megoldoztatták egy bővízkocka-kirakó verseny erejéig. A kihívó

egy lego-robot volt, ami (vagy aki?) fölényesen meg is nyerte a versenyt. *Pálinkás József* elnök (Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal), valamint *Sükösd Csaba* elnök (Science on Stage Hungary) búcsúztak a vendégektől. A stafétabot szimbolikus átadásával zárult a program, két év múlva Portugália ad otthont a „Stage”-nek.

Önzetlen segítség külföldi iskoláknak

Iskoláinknak kevés lehetőségük van arra, hogy előfizessenek a természettudományok oktatását segítő folyóiratokra, például a Természet Világára. Különösképpen igaz ez a határainkon túli magyar tannyelvű középiskolákra, liceumokra. Minden korban akadnak azonban önzetlen emberek, akik segíteni szeretnének, és segítenek is, mert fontosnak tartják a természettudományos kultúra terjesztését.

Örömmel tudatjuk, hogy nyolc határainkon túli iskolába szeptembertől egy évig jár majd a Természet Világa, mert számukra folyóiratunkat előfizette az Eötvös Loránd Tudományegyetem Simonyi Károly-díjas fizikaprofesszora. Szerettük volna kiírni a nevét, de ő ettől szerényen elzárkózott. Nem a nevem fontos, hanem az, hogy az iskolák megkapják a folyóiratokat – mondta.

A szépeplékü Simonyi Károly szelleme él itt tovább.

Az iskolák, ahová szeptembertől megérkezik a Természet Világa:

Bartók Béla Elméleti Liceum, Temesvár,

Kölcsey Ferenc Főgimnázium,
Szatmárnémeti,

Baróti Szabó Dávid Iskolacsoport, Barót,

Németh László Elméleti Liceum, Nagybánya,

Benedek Elek Pedagógiai Liceum,
Székelyudvarhely (Románia).

Tornaljai Gimnázium, Tornalja,

Selye János Gimnázium, Révkomárom
(Szlovákia).

*Bolyai Tehetséggondozó Gimnázium és
Kollégium*, Zenta (Szerbia).

E SZÁMUNK SZERZŐI

DR. BABINSZKI EDIT geológus, PhD, tudományos főmunkatárs, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest; BESENYEI ÁDÁM egyetemi docens, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Matematikai Intézet, Alkalmazott Analízis és Számításmatematikai Tanszék, Budapest; BIRI-KOVÁCS BEÁTA tudományos segédmunkatárs, MSc, ELTE, TTK, Kémiai Intézet, MTA–ELTE Peptidkémiai Kutatócsoport, Budapest; DR. BODÓ ÁGNES PhD, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Matematikai Intézet, Alkalmazott Analízis és Számításmatematikai Tanszék, Budapest; GÁSPÁR ANITA informatikus könyvtáros, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest; DR. HARANGI SZABOLCS tanszékvezető egyetemi tanár, ELTE Közettan-Geokémiai Tanszék, Vulkanológiai Kutatócsoport, Budapest; DR. ISÉPY ISTVÁN botanikus, az ELTE fűvészkert ny. igazgatója, Budapest; DR. KÉRI ANDRÁS egyetemi docens, Budapesti Gazdasági Egyetem, Kereskedelmi, Vendéglátó-ipari és Idegenforgalmi Kar, Budapest; KISS KRISZTINA kémia szakos BSc-hallgató, ELTE, TTK, Kémiai Intézet, MTA–ELTE Peptidkémiai Kutatócsoport, Budapest; KÖBÁNYAI PÉTER geográfus, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest; DR. LOCSMÁNDI CSABA muzeológus, Magyar Természettudományi Múzeum Növénytára, Budapest; DR. MEZŐ GÁBOR tudományos tanácsadó, az MTA doktora, ELTE, TTK, Kémiai Intézet, MTA–ELTE Peptidkémiai Kutatócsoport, Budapest; NÉMETH GÉZA szerkesztő, Természet Világa, Budapest; NYERGES GYULA csillagász, TIT Planetárium, Budapest; DR. OLÁHNÉ SZABÓ RITA tudományos munkatárs, PhD, ELTE, TTK, Kémiai Intézet, MTA–ELTE Peptidkémiai Kutatócsoport, Budapest; PÁTKAI ZSOLT meteorológus, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest; DR. RADNAI GYULA egyetemi docens, ELTE TTK, Anyagfizikai Tanszék, Budapest; DR. TRÁJER ATTILA PhD, MTA–PE Limnológiai Kutatócsoport, Veszprém; DR. VASAS GIZELLA főmuzeológus, Magyar Természettudományi Múzeum Növénytára, Budapest.

Októberi számunkból

Almár Iván: A Szputnyik–1 startjának előzményeiről. Hatvan évvel az űrkorszak kezdete után

„Nem tekintem a kutatás hasznosságát szégyennek”. *Gombosi Tamás* űr-plazmafizikussal, az MTA külső tagjával beszélget *Both Előd*

Frey Sándor–Farkas Péter–Grenczy Gyula: Copernicus, Sentinel és Magyarország



(2017. szeptember)

A LESZÁLLÁS HELYE: ISMERETLEN

Nemcsak történeti érdekessége, hanem magyar vonatkozása miatt is érdemes ismertetni a *Sky and Telescope* cikkét az elsőként a Holdba csapódó űrszondáról, a szovjet Luna-2-ről. A 390 kg tömegű szonda egy 81 cm átmérőjű, hermetikusan zárt műszer-tartály volt, amelyből különböző antennák álltak ki. Az 1959. szeptember 12-én Bajkonurból indított űreszközön magnetométer, sugárzásmérő számlálókat és mikrometeorit-detektorokat helyeztek el, emellett a Luna-2 magával vitt több darab rozsdamentes acél-emblémát a szovjet címerrel, amelyeket a Hold felszínén, a becsapódás helye környékén szándékoztak szétszórni. A szovjet illetékesek közleménye szerint a Luna-2 szeptember 13-án 21:01 világidőkor, 38 és fél óras repülés után 3,3 km/s sebességgel becsapódott a Hold felszínébe. A becsapódás helyeként a *Mare Imbriumot* (Esők tengerét) jelölték meg, vagyis a tenger kiterjedését tekintve a hely megadása nem volt különösebben pontos. Nem is lehetett, mert a becsapódás sebességének 1 m/s bizonytalansága 250 km-es eltérést jelentett a Hold felszínén, míg a pálya irányának meghatározásában az 1 ívmásodperces bizonytalanság további 200 km hibát jelentett a hely azonosításában.

A szonda útját az akkori legnagyobb rádiótávcsővel, az angliai Jodrell Bank Observatórium 75 méter átmérőjű, minden irányba forgatható antennájával követték, a szonda mozgásáról pedig folyamatosan közleményeket adtak ki. Ennek köszönhetően a becsapódás várható időpontja közeledtével több száz csillagász és amatőr csillagász irányította távcsővét a Holdra, abban a reményben, hogy megpillantanak valamilyen, a becsapódásra utaló jelet. Aznap a Hold fázisa utolsó negyed és telihold között járt, kevesebb mint négy nappal holdtölte előtt, vagyis a jelenséget a holdfelszín megvilágított részén kellett észrevenni. A legtöbben semmit sem láttak, hét megfigyelőnek azonban szerencséje volt, ők hitelt érdemlő észleléseikről számoltak be. (A lap cikke a következőkben hármat idéz közülük, de rajtuk kívül a hét sikeres megfigyelő között volt *Ill Márton* is, aki a Bajai Csillagvizsgálóból látta a jelenséget. – szerk.)

Egyikük, *Hugh Percy Wilkins*, egy neves brit holdészlelő a tekintélyes *Nature* hasábjain arról számolt be, hogy a becsapódás várható időpontja körül 30 cm-es tükrös távcsővével, 300-szoros nagyítással a

Mare Tranquilitatis, a Mare Serenitatis és a Mare Vaporum (Nyugalom tengere, Derülttség tengere és Párak tengere) környékét pásztázta. A becsapódás bejelentett, várható időpontjában semmit sem látott, azonban másfél perccel később, 21:02:23 világidőkor a nem hivatalosan a Schneckenbergnek nevezett alakzat (körkörös vetődéssel körülvett hegycsúcs) közelében fényes pontot, körülötte pedig sötét gyűrűt figyelt meg, mint ha a por felhevült és felkavarodott volna. Wilkins beszámolója szerint a jelenség néhány másodpercig tartott. Ugyancsak Angliában az ismert tudománynépszerűsítő, *Patrick Moore* 32 cm-es tükrös távcsővével figyelte a Holdat. Wilkins megfigyelésével tökéletes összhangban, ugyanabban az időpontban és helyen, vagyis a Schneckenberg közelében, hasonló látványról számolt be. Moore azonban megjegyezte, hogy „a jelenség olyan bizonytalan és annyira a láthatóság határán volt, hogy dőre-ség lenne teljes bizonyossággal kijelenteni a bekövetkezését”.

A cikkben idézett harmadik sikeres megfigyelő *Lovas Miklós*, aki akkor az MTA Csillagvizsgáló Intézete fiatal munkatársa volt. Lovas 18 centiméteres lencsés távcsővel figyelte a Holdat, ő olyan okulárt választott, amellyel a Hold képe kitöltötte a látómezőt. A cikk Lovas fél évszázaddal későbbi visszaemlékezését idézi, aki arról számolt be, hogy körülbelül hat másodperccel a szonda rádióadásának megszakadása, vagyis a vélhető becsapódás után, 21:02:30-kor hirtelen sötét folt jelent meg, amely lassan tágult és halványodott. Az egész jelenség körülbelül húsz percig tartott. Lovas szerint azonban a jelenség a Mare Imbrium délkeleti pereménél, az Archimedeskráter közelében, a Palus Putredinis (rothadás mocsara) területén tűnt fel, vagyis több száz kilométerre attól a helytől, ahol Wilkins és Moore a felfénylést látták. További érdekesség, hogy a megadott időben a franciaországi Pic du Midi Observatórium 60 cm-es refraktórával fényképeket készítettek a Holdról, azokon azonban semmit sem lehetett látni.

Moore később elutazott Moszkvába, ahol tanulmányozta mások észleléseit, és konzultált a szovjet szakemberekkel. Megállapította, hogy a jelenségek leírása és az észlelők által megadott helyek annyira eltértek egymástól, hogy ez „megerősített abban, hogy valójában egyikünk sem látta a tényleges becsapódást”, úgynevezett „várakozási torzítás” csapdájába eshettek. A becsapódások fizikájára vonatkozó modern számítások is azt mutatják, hogy a Hold megvilágított részén nem lehetett volna észrevenni a Luna-2 becsapódását. Érdekes tovább, hogy bár a becsapódásokkal foglalkozó szakembereknek súlyos kétségeik vannak Lovas Miklós leírásának pontosságát illetően, mégis a Luna-2 becsapódási helyeként a szakirodalomban általában az általa meg-

jelölt Palus Putredinis szerepel. Legújában az amerikai Luner Reconnaissance Orbiter (LRO) holdszonda nagyon részletes felvételeit is áttanulmányozták. A képeken nem kevesebb mint 32 a Holdba csapódott vagy a Holdra leszállt űreszköz nyomát sikerült megtalálni – a Luna-2 azonban nem volt köztük, sem a keletkezett krátert, sem a kibott törmelék-takarót nem találták.

PeerJ

(2017. július)

DÍNÓ-TERRORIZÁLÓ KROKODIL MADAGASZKÁRON

Mintegy 165 millió évvel ezelőtt, a középső-jurában Madagaskár még nem vált el teljesen Indiától és Afrikától, hanem szoros kapcsolatban állt az egykori Gondwana szuperkontinens részeivel. A főemlősök és a virágos növények még nem jelentek meg, de a vidék tele volt látványos dinoszauruszokkal és egyéb hullókkal, melyek egymással versenyeztek földön és levegőben egyaránt. Azonban minden itt settenkedő, ugráló és dübörgő állatnak kellő tiszteletet kellett tanúsítani a napégette terület megkérdőjelezhetetlen csúcsragadozója felé. A *Razanandrongobe sakalavae* egy hatalmas szárazföldi krokodil-rokon volt, melynek jelenlététől retteggett minden itt élő állat.

A krokodil töredékes fossziliáit egy olasz és francia paleontológusokból álló kutatócsoport írta le a közelmúltban. A Razanának becézett fajt több mint egy évtizeddel ezelőtt ismertették először a szakirodalomban, de a hiányos leletek miatt eddig bizonytalan volt a faj rendszertani hovatartozása. Mostanáig nem volt egyértelmű, hogy egy masszív, hús-évi Theropoda dinoszaurusz volt, vagy pedig más csoportba tartozó hulló. A most leírt leletek is ugyanazon a területen kerültek elő ÉNy-Madagaskáron, mint a korábbiak. Az állkapcsok és fogak alapján kiderült, hogy a Razanandrongobe sakalavae („óriás ősgyík a Sakalava régióból”) a mai krokodilok és aligátorok rokona volt.

A Razanának olyan masszív hústépő fogazata volt, hogy talán még a *T. rex* is elszégyellhette magát mellette, ezért kissé meglepő, hogy a fosszília nem egy ragadozó dinoszauruszhoz tartozott. Am ez a faj egy olyan korban élt, amikor a krokodilok evolúciós vonala a mainál sokkal gazdagabb és változatosabb volt, és a családjuk tele volt olyan fajokkal, amelyek nem haboztak bárkit és bármit megtámadni. A Razana a Notosuchiához tartozott, amely krokodilcsoport néhány igen fontos tulajdonságban különbözött a ma élő

közele rokonoktól. Ezek közül az egyik legfontosabb, hogy a Notosuchiák a szárazföldi élethez alkalmazkodtak. Lábaik egyenesek voltak, és a testük alatt helyezkedtek el, így a krokodiloktól szokatlan módon, futva tudták áldozataikat üldözni. Jellemző volt rájuk a megemelt koponya, így jobban hasonlítottak a Velociraptorra, mint egy laposfejű mocsári szörnyre. A Notosuchiák erőszakos ragadozók voltak, melyek a mezozoikum második felében egész Gondwana területén elterjedtek, de az eddig ismertek közül egyik sem volt olyan félelmetes, mint a madagaszkári faj.

A Razanandrongobe hatalmas volt, talán nagyobb az összes többi ismert Notosuchiánál. A töredékes megtartás miatt nehéz meghatározni a pontos méretét, de az jól látható a koponyatöredékekből, hogy méretben kimagaslott a kortárs madagaszkári faunából, melynek olyan csúcragadozói voltak, mint a karscú, bibircsókos fejű abelisauriák, és a borotvafogú ceratosaurusok, melyek elérték egy kisebb teherautó méretét. A Razanandrongobe mosógép méretű fejjel rendelkezett, egy sor recézett, banán méretű foggal felszerelve. Ezek a fogak elég ellenállóak és erősek voltak ahhoz, hogy a Razana képes volt szétzúzni és felfalni a csontokat és inakat az áldozatok húsos darabjaiból. Ez az ijesztő zabagép volt a legnagyobb és legfélelmetesebb ragadozó ebben az ökoszisztémában, ami a tápláléklánc tetején lévő Theropoda dinoszauruszokat is könnyedén le tudta győzni.

A dinoszauruszokra vadászó és azokkal táplálkozó egyéb hiülők képe nem illik bele a hagyományos elképzelésbe, mely szerint 135 millió éven keresztül az összes szárazföldi környezetet a dinoszauruszok uralma alatt volt. Az egyre sokasodó leletek azonban arra utalnak, hogy a különböző csoportok közötti kapcsolatok ettől sokkal árnyaltabbak és változatosabbak voltak. Miközben a dinoszauruszok valóban kiemelkedtek és változatosak voltak a jura és kréta időszakokban, a táplálékhálózat második vonalában már jóval nagyobb volt a mozgáster. A Razanandrongobe is egy példa a dinoszauruszok uralmának semmibe vételére, de más ősi krokodilok is követték ezt a példát. A Sebecosuchiák (a Notosuchiák közele rokonai), mint például a Baurusuchus szintén kisebb dinoszauruszokkal táplálkoztak a kréta időszak során Brazíliában. Az afrikai szuperkrokodil, az iskolabusz méretű Sarcosuchus szintén dinoszauruszokat ölt és fogyasztott. A szárazföldi krokodilok olyan jól érezték magukat, hogy Dél-Amerikában évmilliókkal túléltek a dinoszauruszok eltűnését is. Még az éppen csak megjelent emlősök is megmutatták néha a foguk fehérjét. A 130 millió éves Repenomamus gyomrában bébi dinoszauruszokat találtak fosszilizálódva. A Beelzebufo, a valaha ismert legnagyobb békafaj nem sokkal a Razana után élt Mada-

gaszkáron. Ez a húsevő faj akkora lehetett, mint egy strandlabda, és majdnem bizonyosan evett bébi dinoszauruszokat is. A Razana tökéletesen illik ebbe az új mezozoos világképbe, ahol a tápláléklánc nem volt olyan egyoldalú, mint korábban gondolták.

bild der wissenschaft

(2017. július)

MENNYIT JELENT AZ EGÉSZSÉGES ÉLETMÓD?

Megéri egyáltalán? Mennyivel hosszabb életet és jobb egészséget eredményez ténylegesen az alapvetően egészséges életmód? Egy statisztikai tanulmány segítségével most kiderült, hogy jelentős nyereségről van szó: a nem dohányzó, csak mérsékelten alkoholt fogyasztó és nem nagyon túlsúlyos emberek várható élettartama hét évvel hosszabb, mint az átlagnépességé. S nem csupán az életévek száma növekszik, hiszen a nyert évek többségét az emberek jó egészségi állapotban tölthetik.

Ne dohányozz, ne légy túlsúlyos és csak mérsékelten fogyassz alkoholt – ez a három szabály az egészséges életmód alapja, hangsúlyozzák újra és újra. Az eddigi kutatásokból az is egyértelműen kiderül, hogy a fent említett magatartásformák jelentősen megnövelik a várható élettartamot és számottevően javítják az egészséget. Ezeket a szempontokat azonban általában egymástól elválasztva vizsgálták. A szóban forgó tanulmány ezzel szemben első alkalommal ezeknek a szabályoknak a kumulatív hatását vizsgálta mind a várható élettartamra általánosan, mind a fizikai korlátok nélkül töltött időre vonatkozóan.

Mikko Myrskylä, a Max Planck Demográfiai Kutató Intézet munkatársa és Neil Mehta, a Michigan Egyetemről a vizsgálathoz egy, az USA-ban készült hosszú távú tanulmány – az úgynevezett Egészség és Nyugdíj tanulmány – adatait elemezték. A tanulmányhoz az adatokat 1998 és 2012 között gyűjtötték, melyek több mint 14 ezer 50 és 89 év közötti személytől származtak. A vizsgálat résztvevőit két évente kérdezték meg testi adataikról, egészségükről és viselkedésükről. Azokat az egyéneket, akik testtömegindexe kevesebb, mint 30 volt, a „nem túlsúlyos” kategóriába sorolták. Azok, akik életük során kevesebb mint 100 cigarettát szívtak el, a „nemdohányzó” kategóriába kerültek. Az alkoholfogyasztást a kutatók a következőképpen határozták meg: azok a férfiak, akik kevesebb, mint 14 alkoholtartalmú italt fogyasztottak hetente, valamint azok a nők, akik ugyanebben az időtartamban kevesebb, mint hét alkohol-

tartalmú italt fogyasztottak, mérsékelt alkoholfogyasztóknak számítottak.

A kutatók ezen kívül rögzítették, hogy az egyes vizsgálati személyek milyen életkorukban váltak fizikailag gyengébbé, meddig éltek ezzel a romlással, és mi volt a várható élettartamuk. A második lépésben pedig összehasonlították ezeket az eredményeket egyrészt az össznépesség adataival, másrészt a különösen magas kockázatú egyének eredményeivel.

A statisztikai elemzésnek köszönhetően nyilvánvalóvá vált, hogy akik betartják a három alapszabályt, hét évvel magasabb várható élettartamot nyerne, mint az átlagnépesség. Myrskylä szerint gyakran a gyógyászatban végbemenő fejlődést tekintik az egészségesebb és hosszabb élet kulcsának, de a tanulmány segítségével bizonyítást nyert, hogy az egészséges életmód, ami nem kerül semmibe, elegendő ahhoz, hogy nagyon hosszú és egészséges életnek örvehdhessünk.

Különösen szembetűnő volt a különbség a várható átlagos élettartam terén a legkockázatosabb és legkevésbé kockázatos csoportban: azok a nők, akik soha nem voltak túlsúlyosak, soha nem dohányoztak, és csak mérsékelten ittak alkoholt, azok átlagosan tizenkét évvel éltek tovább, mint azok a nők, akik a fenti szempontból egészségtelenül éltek. A férfiak esetében a különbség a két csoport között tizenegy év volt.

Az adatokból az is kiderült, hogy a három vizsgált egészségtelen magatartás nemcsak a várható élettartamot befolyásolja, hanem összefügg velük a korábban fellépő fizikai romlás is. Különösen igaz ez túlsúly esetén: az ezzel küzdőknek számolniuk kell azzal, hogy életük hosszabb idejét kell fizikai korlátok között élniük.

Myrskylä megjegyzi továbbá, hogy a legpozitívabb eredmény, hogy az egészséges életmóddal nyert éveket is egészségben élhetjük. A kutatók azt is hangsúlyozzák, hogy az eredmények rámutatnak arra is, hogy mennyire fontos összpontosítani a megelőzésre. A hatékony egészségpolitikai intézkedések segíthetnének a lakosság nagyobb részének, hogy rájöjjenek az egészséges életmód tanulmányban is igazolt előnyeire, s törekedjenek annak elérésére.

SCIENTIFIC AMERICAN

(2017. június 26.)

PÁLMAFÁK IHLETTE ÓRIÁS SZÉLERŐMŰ

Több kutatóintézet és egyetem közreműködésével tervezik az USA-ban azt a forradalmian új szélerőmű-típust, amelynek

50 MW teljesítményű változatának 500 méteres tornya magasabb lesz az Empire State Buildingnél is, így méretével és teljesítményével is világszerte lesz a szélenergia-technika egyik legjelentősebb példája. A turbina rugalmas rotorlapátjait a pálmafák viharban elhajló törzsei ihlették. Ha például egy hurrikán érkezésekor viharos szél éri a rotort, a lapátok nem sérülhetnek meg, mivel a széliránynak megfelelően ívesen összecscukódnak, ráadásul ebben a formában is képesek lesznek tovább termelni az áramot. A ma működő szélenergia-erőművek ellenszélben üzemelnek, az új típust viszont hátszélre tervezik, s ez teszi majd lehetővé, hogy a tengerpartoktól nagyobb távolságban fújó erősebb szelek erejét kihasználva épüljenek fel a hajlékony lapátú rotorokkal felszerelt turbinák. Ellenszélben működő erőműveknél a problémát pont a túl erős szél jelenti, mivel ez a turbina felé nyomja a rotorlapátokat, így egy jelentősebb vihar képes a rotort összetörni (vagy a már megtörtént esetek szerint a teljes felépítményt a generátorral együtt ledönteni a toronyról). Ennek megakadályozására a szélenergia-erőművek szerkezetek igen nehezek, ezért drágák is. Mivel a lapát hosszának megduplázásával a kinyerhető energia mennyisége megnégyszeresedik, ezért egyre hatalmasabb lapátokkal látják el a mai erőműveket is, a jelenlegi legnagyobb (hagyományos) szélenergia-erőmű rotorlapátjai 88,4 méter hosszúak.

A hátszélben működés esetén a könnyű és tövükből elhajolni képes lapátok segítségével a szélviharok okozta kár kiküszöbölhető, ezért olyan helyre is telepíthető az erőmű, ahol az alapszél eleve erősebb és bármikor előfordulhatnak orkán erejű viharok is. A hajlékony lapátok alkalmazkodóképessége

a karbantartási költségekre is jótékonyan hat majd, kisebb mértékű anyagfáradást várnak az új rendszertől. A partoktól mért nagyobb távolság a kihasználható jelentősebb szélerejű zónákban kedvező hatást tekintve is kedvezőbb helyzetet teremt; a tervek szerint az új típusú erőműveket a partoktól 80 km távolságban szeretnék majd felépíteni.

Az új szélenergia-erőmű kifejlesztésében a Virginiai Egyetem, az Illinoisi Egyetem, a Coloradoi Egyetem, a Nemzeti Megújuló Energia Laboratórium és a Sandia Nemzeti Laboratórium kutatói vesznek részt, a munkájukhoz tanácsadóként hozzájárul számos energiaipari nagyvállalat is, pl. a General Electric vagy a Siemens. Ez utóbbi vállalatok feladata a projektben a gazdasági hatékonysággal kapcsolatos felmérés, a piacutatás és ez irányú gyakorlati tanácsadás.

A projekt célja, hogy 2025-re olyan szélenergia-erőművek épüljenek, amelyekkel az energia előállítás költsége 50%-kal alacsonyabb lesz a hagyományos szélenergia-erőművekhez képest. Az 50 MW-os erőműben a rotorlapátok hossza 200 méteres lesz, ezek ultrakönnnyű volta és speciális formája, szerkezete lehetővé teszi, hogy a szél irányához, erejéhez igazodva a lapát elhajolhasson. A Sandia Nemzeti Laboratórium tervezi az új típusú erőmű szerkezetét s az elképzeléseik szerint az extrém méretű rotorlapátokat több darabból lehet majd összeszerelni, így ezek a hatalmas méretek is hatékonyan legyárthatóak lesznek és az építés helyére is tudják szállítani majd őket. Ez a jelenlegi szélenergia-erőművek előállítási és üzembe helyezési költségeihez képest 50%-os csökkentést is jelent.

Az Illinoisi Egyetem aerodinamikai szakértői a lapátok formájának tervezésén dolgoznak, a lapátok széllel találko-

zó felületének kiötlése és ezek tesztelése a feladatuk. A rotorlapátok viselkedését, a szélre adott válaszközpontjait irányító rendszert a Coloradoi Egyetem és a Coloradoi Bányászati Egyetem szakemberei és hallgatói tervezik és számítógépes modellezéssel tesztelik. A tervezési-tesztelési folyamatok során különböző szélviszonyokkal vizsgálják a működést, és ellenőrzik a kinyerhető energia mennyiségét is az adott viszonyok között. A modellfutások már igazolták, hogy a hajlítható rotorlapátoknak köszönhetően az ilyen erőmű könnyedén ellenáll majd a hurrikánokkal érkező szél hatalmas erejének is.

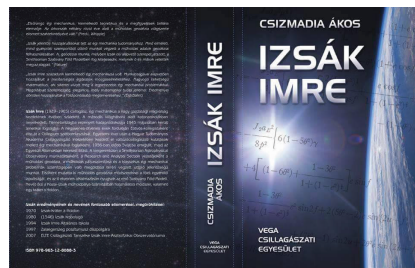
A tervezési folyamatokat méretarányos élő modellezés is követi hamarosan: a következő három év célja, hogy egy 12 emelet magasságú toronyra szerelt prototípust Colorado hegyei közötti szélenergia-erőmű-tesztfáron vizsgáljanak majd. A sikeres tesztek követően a part menti vizekre építendő erőművek ki tudják majd használni azt a hatalmas energiát, amit az ott fújó erős szelek biztosítanak, s a jelenlegi partközeli szélenergia-erőműveknél 50%-kal olcsóbban tudnak villamos energiát előállítani majd.

Az új típusú szélenergia-erőmű neve SUMR (Segmented Ultralight Morphing Rotor – Szegeztelt Ultrakönnnyű Alakváltó Rotor), a fejlesztésre kapott összeg meghaladja a 3,5 millió dollárt, s része egy összesen 125 millió dolláros, energetikai újításokra szánt, 41 egyedi projektet finanszírozó rendszernek. A SUMR projekt weboldalán (<https://sumrwind.com>) további adatokat és érdekességeket olvashatunk a tervezett szélenergia-erőművekről.

KÖNYVSZEMLE

CSIZMADIA ÁKOS: Izsák Imre (Vega Csillagászati Egyesület, Zalaegerszeg, 2017)

A hasonló szituációkban várva várt postával érkezett a címről *Csizmadia Ákos* áprilisában megjelent csillagászat-történeti munkájának tiszteletpéldánya. A VCSE gondozta kiadvány nemcsak a maga 580 oldalas, keményborítós fizikai valójában vastag, információiban és adattartalmában nem különben. Főszereplője a zalaegerszegi gyökerű, az akadémiai Csillagászati Intézetben dolgozó, majd az '56-os forradalom után pályáját a Smithsonian Astrophysical Observatory-ban kiterjesztő, tragikusan fiatalon elhunyt csillagász, *Izsák Imre* (1929–1965). A svábhelyi obszervatóriumban az ottani tudományos profiljának megfelelően először változócsillagokkal, továbbá égi mechanikai problémákkal foglalkozott. Az Egyesült Államokban a műholdas geodézia, a műholdak



pályaszámítása és a klasszikus égi mechanikai problémák számítógépes megoldása jelentette munkásságának fő irányát. A szerző a rá jellemző alaposággal és tudománytörténeti affinitással, valamint természettudományos vonatkozásban kellő hitelességgel, ismereti Izsák családi hátterét, tanulmányait, asztronómiai és geodéziai szakmai munkásságát, s az emigráció éveit. Mindezt nem pusztán tények száraz közlésével, események laza láncolatának felvázolásával teszi, hanem egy koherens,

a műfajtól elvárt tényszerűsége és pontossága ellenére élvezhetően olvasmányos tudománytörténeti munka formájában tárja olvasói elé.

E sorok írójának – ez irányú elkötelezettsége miatt – különösen érdekesnek és tanulságosnak bizonyult az Izsák ismeretterjesztő munkásságát igen részletesen bemutató fejezet. A művet kiterjedt családi levelezés, továbbá unikális képanyag közzé teszi teljessé. Az ezret is meghaladó hivatkozás között *Csizmadia Ákos* megtisztelő módon említi ezen ismertető szerzőjének egy-egy (Sztróky Kálmánról, továbbá Zerinváry Szilárdról szóló), Izsákkal is kapcsolatba hozható csillagászat-történeti kötetének megállapításait. Az *Izsák Imre* című kiadvány a Vega Csillagászati Egyesület vcse@vcse.hu e-mail címén, (nem egyesületi tagoknak) 2500 Ft plusz postaköltség ellenében rendelhető meg.

REZSABEK NÁNDOR

XXVI. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

A Lánycsók–Marázai-patak

CSÖTÖNYI VIKTOR

Szent László ÁMK Vízügyi Szakgimnázium, Baja

A szülőföldemen áthaladó kicsiny patakot a mai térképek Lánycsók–Marázai-patak névvel jelölik. Az első térképeken még Mühlbach néven szerepel, ami abból származik, hogy egykor több vízimalom állt a patak mentén. Mára ezek eltűntek, megszűntek. A patak fő ága Geresdlnaknál ered, majd néhány kisebb ág csatlakozik hozzá. Több víztározón keresztül folyik, melyeket duzzasztással hoztak létre. Ezek többségét haltenyésztésre és öntözésre használják. Nehezen megközelíthetőek, ami részben előny, részben hátrány: a szabadidős tevékenységek szempontjából érintetlen tájban több lehetőség van a jelenleginél. Munkámmal bemutatom a település és az itteni vizek történetét. Remélem, ezzel is hozzájárulok ahhoz, hogy a vidék ismeretebbé váljon.

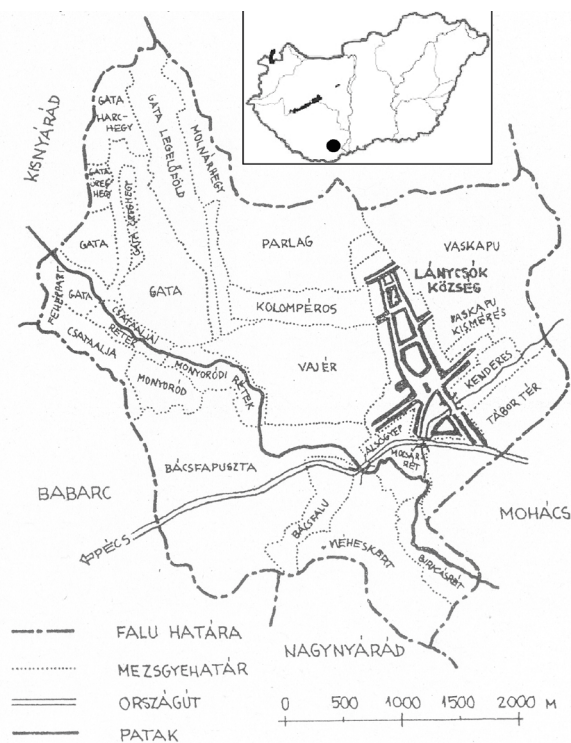
Településtörténet

Lánycsók a Dunántúli déli részén, Baranya megyében található. Mohácstól 5–6, Pécestől pedig 36–37 kilométerre fekszik (1. ábra). A régészeti leletek szerint a település több mint 4000 éve lakott, ami annak köszönhető, hogy kedvező a földrajzi fekvése: itt található a Dunántúli-dombság és a Duna-sík lapálya. Az ilyen helyek megtelepedés szempontjából mindig kedvezőek voltak. Az első feljegyzés (okleveles említés) 1093-ból származik, amelyben I. László király az oklevél szerint Lanchuk falut a pécsi püspökségnek adományozta (további 9 évszázadig tartozott hozzá). A község érdekes nevének származása Stettner László kismonográfiájának 12. oldala szerint: „A szájhagyomány szerint Lánycsóknak nevezték hajdanában a falut, mert lett volna három leánytestvér; kik e vidéket örökségképpen kapták,

és rajta megosztotak. Ezeknek egyike vörös hajú volt és a most is létező Vörösmarton lakott és Márthának hívták, a másik igen vigkedélyű volt, és Villányban (mely a megyei schematizmus szerint Vigleánynak is neveztetett) tartotta lakását, a harmadik meg itt lakott volna. A három testvér, talán mivel Vigleány a vörös hajú Márthát kigúnyolta, vagy másképpen az örökösödés miatt összeharagultak és sokáig a legnagyobb haragban voltak egymással, végre itten összeharagultak kibékültek, honnét e név Lánycsók egy ismeretlen korig megmaradt.” [1]

Stettner véleménye szerint ez igencsak meszeszerű, és szerinte a település nevének eredetére megbízható válasz nem adható. Mivel a honfoglalás előtti, VIII. századtól kezdődő idők régészeti leletei alapján a tájon kimutathatók szláv telepek, tőlük is eredhetett a már említett 1093-as adat alapján akkori formájában a név.

Az 1526-os mohácsi csata idején itt állomásozott a magyar hadsereg élelemellátási egysége, a vereség után számos környező falu – köztük Lánycsók is – elpusztult, de később újjáépült a község. A nem közvetlenül a csatatéren fekvő települések



1. ábra. Lánycsók és határa, valamint a terület elhelyezkedése Magyarországon

közül néhány fennmaradt, és később néptelenedett el, rájuk Lánycsók egyes hátrészeinek nevei emlékeztetnek, ilyen Bácsfapuszta (Bácsfalú), Gata, Mogyoród. Mások egyenesen a mohácsi csatára utalnak, mint Csanaalja, Harchegy és Táborter. A török kézre került területen fekvő falu létezéséről a defterekből tudunk bizonyosan, és csak a 1687-es nagyharsányi ütközet után szabadult fel a település. Abban az időben, egészen 1752-ig rác (szerb) lakossága volt a falunak.

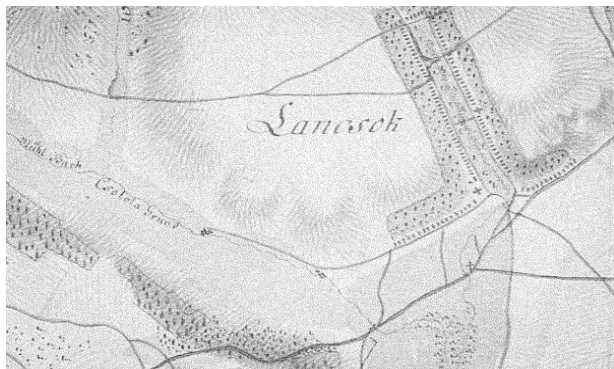


2. ábra. Lánycsók életének fontos helyei: iskola, kálvária, templom, temető

A falu népességének nemzetiségi összetétele Klimó György pécsi püspök 1760-as telepítése nyomán változott meg, aki Hosszúhetényből magyarokat, Mohácsról és más környékbeli falvakból sokácat telepített be. Az ebben az időben érkező németek nem szervezeten, hanem a szomszédságban fekvő községekben családonként jöttek, és a XIX. század közepére már a lakosság közel felét adták.

Az első világháborúban 69 lánycsóki lakos vesztette életét, akiknek emlékére 1923-ban emlékművet állítottak. 1918 és 1921 között Baranya vármegye és a település szerb megszállás alatt állt, amelynek megszűnése után csökkent a nemzetiségileg hozzájuk tartozó lakosság száma, mivel sokan átköltöztek a Szerb–Horvát–Szlovén Királyságba. 1927-ben megindult Lánycsók villamosítása, több egyesületet alakítottak ebben az időben.

A második világháború végén Mohács német parancsnoksága Lánycsókra tette át székhelyét. Bácsfalu-dűlőben megpróbálták feltartani a szovjet csapatokat, de november 26-án a szovjetek elfoglalták a falut. Ekkor több ház és a községháza le-



3. ábra. Az I. katonai felmérés térképének részlete

égett, romba dőlt. A második világháború lánycsóki halottainak száma 98 volt. A háború után a település csak nehezen

idején 2701 fő élt a településen: közülük akkor a munkaképes lakosság száma 1480 fő volt, negyedük a vidék megélhetését elsősorban biztosító mezőgazdaságban dolgozott. A legutóbbi népszámlálás szerint a lélekszám 2422 fő, akik 2/3 részben magyarnak vallották magukat (2. ábra).

A Lánycsók–Marázai-patak malmjai

Az I. katonai felmérés térképén (3. ábra) a vízfolyás megnevezése Mühl Bach (magyarul Malom-patak vagy Malom-

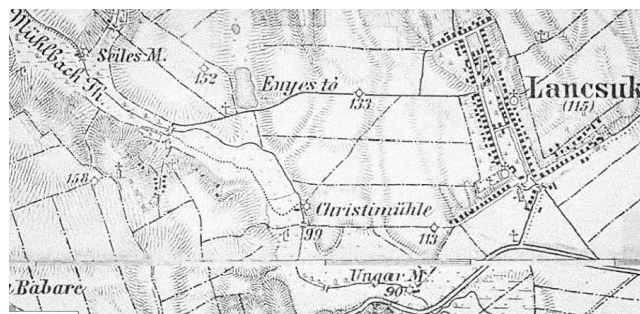
árok), mellette kicsit félreérthetően (ugyanerre utalóan) szerepel a Csolota Grund (magyarul Csolota-telek vagy Csolota-föld) felirat. Előbbiből kitűnik, hogy a Malom-patak mentén több vízimalom működött. A Baranya földrajzi neveivel kapcsolatos Pesti János szerkesztette kiadvány [2] Lánycsókra vonatkozó anyagában Gata határrésznél egykori tulajdonosáról elnevezve szerepel a Folk-malom, a Gatai-malom (más elnevezéssel Christi-malom). Az említettek-

re utalhatott Stettner László munkájának 20. oldalán: „Ekkor már két vízimalom van a falu határában, ezeknek nyomai ma is láthatók a Gata dűlőben.” [1] Pesti János munkája szerint ezektől délkeletre Bácsfapuszta határrészen az Égett-malom (vagy Kereszt-malom) és a Magyar-malom örölt. A leírtak jól mutatják, hogy abban a korban – a XVIII. század utolsó évtizedeiben – több vízimalom működött ezen a vidéken. Utóbbi utalás – a Csolota Grund – a „Csolota vagy azelőtt Csolotának nevezetett szőlőhegy” ([2] II. kötet, 354. oldal) jelzi, hogy azon a részen szőlőt termesztettek.

Az I. és II. katonai felmérés térképészleteit összehasonlítva elmondható, hogy



4. ábra. A II. katonai felmérés térképének részlete



5. ábra. A III. katonai felmérés térképének részlete

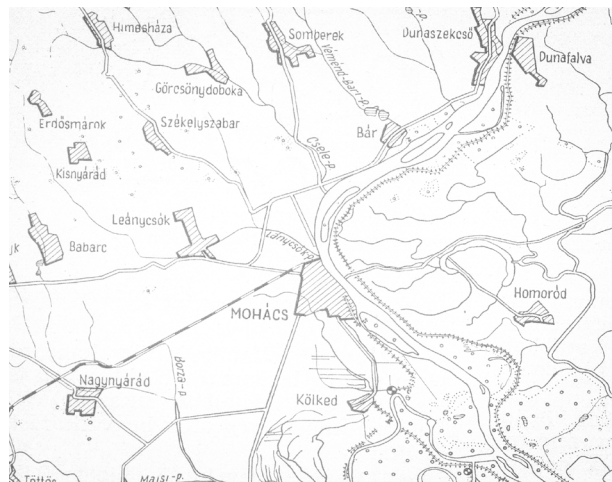
Lancsok = Lantsuk, továbbá az újabban Seilis-, Christen- és Lantsuk-malom neve szerepel a település határában a mappán (4. ábra).

Az előzőhöz képest kisebb elnevezésbeli változások figyelhetők meg a III. felmérés vonatkozó részén: Lantsuk = Lancsuk, Seiles-malom, Christinmühle (Christin-malom), Ungar-malom (Magyar-malom) (5. ábra).

A történeti adatok és a közölt térképek alapján a Lánycsók–Marázai-patak leírása, jellemzése leginkább a vízimalmokon keresztül lehetséges, hiszen elődeink jól felismerték a vízrajzi és terepadottságokban rejlő lehetőségeket, amelyeket igyekeztek ki is használni. Várady Ferencz könyve I. kötetének 629. oldalán a következőket írta:



6. ábra. A XIX. századi térképen Liptódtól induló patak Lánycsók és Mohács mellett Kölked felé tart



7. ábra. Az 1970-es években készült térképen a patak Leánycsók mellett folyik tovább és Mohácstól északra torkollik a Dunába

„Már 1190-ben, mikor megyénkben több-féle iparág volt meghonosodva s az akkori ipari fejlettséghez képest nagy terjedelemben űzve, a malom-ipar a legjövendelműbb ipar volt, mit kétségen kívül bizonyít az, hogy az összes iparágak közt a malom-ipar volt az, melytől a templomi szabályok szerint a pécsi püspökségnek tizedet kellett adni. A fogyasztás növekedése által egyre fokozódó jövedelem, a megyénkben rendelkezésre állott vízi hajtóerő malmaink számát rohamosan szaporította s ezek közt a XIV. században már nem egy nagyobb malmunk volt, mely az akkori időben jelentékeny értéket képviselt.” [3]

A török idők után a vármegyében a vízfolyások alkalmas helyein számos malom épült, amelyek a későbbiekben a hengersizékek elterjedésével – az 1880-as évekre – egyre nehezedő feltételek közé kerültek: „... a patak-malmok közt azonban nagyon kevés volt a malom-technika igényeinek csak legkisebb részben is megfelelően berendezve.” – írta Várady Ferencz könyvének 630. oldalán a következőkkel együtt. „E patak-malmok mint az egyes gazdaságok tartozékai létesítetvén, számuk fölötte elszaporodott s részörlésre is dolgozván, csak megnehezítették a jobb berendezésű malmok helyzetét, melyeknek tulajdonosai így tartózkodtak a költséges újításokat malmaikban fogantatni. Az iparkamara a mozgalmat három irányban indította meg s a reformmunkálatokat kiterjesztette a gőzmalmokra általában, a pécsi tettyei forrás által hajtott vízimalmokra s végül a megyében lévő mindenemű kis malmokra.

A kisebb malmok kezdetleges berendezésének megszüntetésére irányult

mozgalom ha nem is a remélt, de határozott s itt-ott szép eredményre vezetett. ...

Az egyszerű vízimalmoknál tett a vízkerekek száma 728-at, melyek 1465 lóerőt képviseltek, malomkőjártok száma 745-öt. Ezek közül bérbe volt adva 149, eladásra örölt 80, vámra 386.” [3]

Levéltári források

Lánycsók és Mohács környékéről a vízrendezések kapcsán tudni kell, hogy az 1800-as évek végén kialakult árvizek után Mohácson és attól délre – Kölked környékén – jelentős területeket öntött el a víz, például az 1897-es árvíz az addigi töltést átszakította, és 7500 hektáron lett a víz az úr. Ennek nyomán alakították meg 1899-ben a Mohács–Kölkedi Ármentesítő Társulatot. Mindjárt a működés kezdetét követően megmagasították a töltéseket és Mohács belterületi részén közel egy ki-

Mohácstól északra helyezte, a régi patakmedret pedig belvízcsatornává alakította át (6–7. ábra).

További helyi források hiányában újabb adatok szerzésének szándékával felkerestem a Környezetvédelmi és Vízügyi Levéltárt, ahol a munkatársak segítségét kérve jutottam újabb információkhoz.

Baranya vármegye alispánja 9000/1905. számú határozatában engedélyezte 50 évre a püspöki uradalomnak Lánycsók határában (Bácsfapusztán) tervezett birkauszató vízhasználatát és a kapcsolódó létesítményeket. Az engedélyes jogosulttá vált a megépítendő vízi művek üzemeltetésével minden év május és augusztus hónapjaiban legfeljebb 14–14 napra a vizet felduzzasztani. A helyszíni bejárásra, tervezézésre meghívták az érdekelt három lánycsói malom tulajdonosait, Varga Istvánt és Jánost, Eschker Jánost és Burghardt Fülöpöt, továbbá arról is meggyőződtek, hogy a duzzasztás a parti birtokosok érdekeit sem sérti.

A Lánycsók–Marázai-patakmal kapcsolatos további adat, hogy a vármegye alispánja 12450/1942. számú határozatában engedélyezte a vízfolyásba torkolló 447 méter hosszú vízlevezető árok létesítését és fenntartását, amely a községhez tartozó Lótér és faiskola mellett halad el, feladata a Német és Rác utcák vadvízeinek elvezetése. Számoltak azzal is, hogy a Lánycsók–Marázai-vízfolyás nagyvizei a vízlevezető csatornában visszaduzzasztást okoznak, azonban az árokmeder melletti kétoldali földdepóniát elegendőnek ítélték a víz földekre történő kiömlésének megakadályozására.

A vármegye alispánja az akkori tulajdonosok Müller Ferenc és Miksa kérelmére 542/1913. számú határozatában járult



8. ábra. A Lánycsókhoz közeli tó vízleeresztő szilipél

lométer hosszú partvédő betonfalat építettek. A folytatásban a területre érkező külvizeket igyekeztek csökkenteni: addig a Lánycsók felől érkező patak a Kölked melletti mocsarakban veszett el, 1902-ben azonban a társulat a torkolati szakaszát



9. ábra. A patak medrét mezőgazdasági művelésű szántóföldek övezik

hozzá az említettek tulajdonát képező vízimalom működésének megszüntetésére, műszaki berendezéseinek felszámolására és vízi műveinek eltávolítására. Az iratból a felszámolás tényleges oka nem derült ki, valószínűleg az elavult berendezések felújításra szorultak, és üzemeltetésük nem biztosította a megfelelő gazdaságosságot.

Ugyancsak vízhasználat megszűnéséről ad hírt az alispán 10225/1926. számú véghatározata, amely Varga György marázai lakos VII/5. vízikönyvi számú malmának felszámolásáról szól. Nyilván a malomüzem befejezésének okai hasonlóak lehettek, mint az előző esetben.

A patak felsőbb (Lánycsóktól északra fekvő) részén sok vízimalom működött, amelyek a XIX. században épültek és magánemberek tulajdonában voltak. Többségükben gabonát őröltek, de darálásra is használták őket. Lánycsóknál három malom járt, az emlékezet szerint az egyik Varga Jánosé és Istváné, a másik Eszker Jánosé és egy további Burghardt Fülöpé volt. A XX. század

első évtizedeiben a levéltári adatok példái alapján akkori tulajdonosaik által kérvényezetten és kapcsolódó alispáni határozattal felszámolták őket. Sajnos, napjainkra már csupán a levéltárakból lehet információkhoz jutni róluk.

A teljes hosszt tekintve, a későbbi szabályozások során 7 víztározót alakítottak ki, a laikus szemlélő számára ezek a patak méretéhez képest elég nagyoknak tűnnek, ám bejárásaim

során úgy tapasztaltam, minden rendben van velük (azaz vízfeltöltöttségük megfelelő, műtárgyaik jó állapotban vannak). Közülük a Lánycsóki halastó nevű víztározó fekszik szülőfalumhoz legközelebb (8. ábra). Az említett víztetekhez kapcsolódó vízkormányzás jelentős hatással van a patak vízhozamára, amelynek vízszintje nyáron a vízviszátartás miatt alacsony, ősszel és tél elején a leeresztések miatt magasabb, tavasszal az egyes tározók feltöltésének megfelelően változó.

Mindezek mellett a Lánycsók-Marázai-patak lakóhelyem környezetének vízfolyásaként az itt honos élővilág zöld folyosója, amely fontos szerepet tölt be élőhelyeik megőrzésében és a fajok változatosságának megtartásában (9–10. ábra). Bízom benne, hogy ez a jövőben is így lesz, és ehhez munkámmal hozzájárulhatok.

Az írás szerzője diákpályázatunk Önálló kutatások, elméleti összegzések kategóriájában az Élet és Tudomány folyóirat különdíjasa.



10. ábra. A patak egy szakasza napjainkban (A szerző felvételei)

Irodalom

- [1] Stettner László: Lánycsók község helytörténete. Lánycsók, 1979.
- [2] Pesti János: Baranya megye földrajzi nevei I–II. Pécs, 1982.
- [3] Várady Ferencz: Baranya múltja és jelenje. Pécs, 1896.
- [4] Ihrig Dénes: A magyar vízszabályozás története. Budapest, 1973.
- [5] Környezetvédelmi és Vízügyi Levéltár, 1044 Budapest, Duna sor 15.

Lovak és más négy lábú állatok jármódjai és ábrázolásai

TIHANYI KATA

Bibó István Gimnázium, Kiskunhalas

Vándorló őseink lóháton érkeztek a Kárpát-medencébe, ahol gyorsaságukkal és minden irányba zúduló nyilaikkal félelmet keltettek az ott lakókban. A lovakra már akkor egyenrangú társakként tekintettek a magyarok, tenyésztették őket, és nagy lóállományt hajtottak magukkal. Később a könnyűlovasság és a huszárok sikerei múltak a lovak és lovasaik kitarásán, együttműködésén. A ló mondáink, legendáink és népdalaink gyakori szereplője, a magyarok számára jelkép, nemes tulajdonságok megtestesítője.

A XXI. századra a lovak eltűntek az emberek mindennapi életéből. Felkapjuk a fejünket egy lovas rendőr láttán, tömegeket vonzanak a lovas rendezvények, nyaraláskor kedvelt időtöltés a lovas kocsikázás, miközben egyre kevesebb ismerettel rendelkezünk róluk. Tapasztalatainkat könyvekből, filmekből, múzeumokból szerezzük. Vajon mennyire hitelesek e források, ha a lovak mozgásáról, jármódjairól van szó?

Kutatásom során arra voltam kíváncsi, hogy a játéktárgyak, képeskönyvek és rajzfilmek mennyire ábrázolják valósághűen a lovak járását.

Kutatások

Korábban már többen tanulmányozták a négy lábú mozgását. A lovakkal kapcsolatosan Eadweard Muybridge skót származású észak-amerikai fotográfus ért el nagy áttörést. 1878-ban, 12 egymás mellé

állított kamerával fotósorozatot készített egy előtte elhaladó, vágatató lóról. A felvételekből kiderült, hogy vágta közben a ló négy lába akkor van egyszerre a levegőben, amikor maga alá húzza (1. ábra), és nem akkor, amikor kinyújtja azokat, ahogyan azt sok korabeli illusztráción ábrázolták (2. ábra). A Pennsylvania Egyetem laboratóriumot és felszerelést biztosított Muybridge számára kutatásai folytatásához. Ennek eredményeként 1887-ben jelent meg a 11 kötetes *Animal Locomotion* című könyvsorozata, amelyben mozgó emberekről és állatokról készített képsorozatok található-

vagyis Muybridge úttörő munkássága után a művészek egy része ismerte és figyelembe vette Muybridge eredményeit.

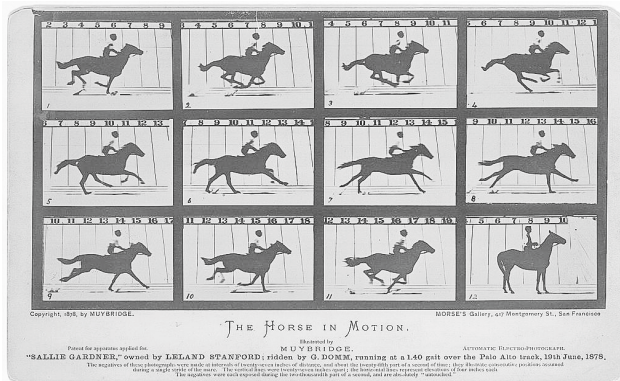
A lovak mozgásformái

A lovaknak négy fő jármódja van: járás, ügetés, poroszkálás, vágta. [6, 7] Lassú járáskor a ló három lába, gyors járáskor pedig három vagy kettő lába éri a talajt. A járás sebességétől függetlenül, a lovak mindig meghatározott lábsorrendet használnak: ha az egyik oldali hátsó lábukkal lépnek, azt mindig az azonos oldali első láb követi, majd a másik oldali hátsó láb, végül az első láb, és így tovább.

Ennek képlete: BH–BE–JH–JE, ahol BH a bal hátsó láb, BE a bal első, JH a jobb hátsó és JE a jobb első. E lépéssorrend biztosítja a legnagyobb stabilitású maximális állászilárdságot a ló számára. Mi emberek is e lépéssorrendet használjuk, amikor kisgyerekként a vízszintes talajon vagy padlón mászunk. Általában 9–10 hónaposan leszünk képesek arra, hogy e bonyolult mozgáskoordinációt megvalósítsuk. Megfelelően fejlett

stabil a két láb-alátámasztási állapota. A poroszkálás az ügetésnél nagyobb mozgássebességet tesz lehetővé, de lassúbb, mint a vágta, a lovasnak pedig kényelmesebb, mert függőlegesen kevésbé ráz, helyette inkább oldalra billeg. Egy kutatásban [8] 90 ló DNS-ét vizsgálták meg a Kr. előtt 6000-tól a XI. század végéig terjedő időszakból származó csontleletekben, arra keresvén választ, hogy miért csak bizonyos lovakra jellemző a poroszkálás. Kiderült, hogy a poroszkálás jármód használata genetikai okokra vezethető vissza. A 850–900-as évek között Angliában született két lónál génmódosulást találtak. Az enél később született 13 vizsgált lóból pedig 10-nél mutatták ki az érintett DMRT3 gén változását. Ez a gén olyan fehérje termelődését idézi elő, amely a lábak mozgásának koordinálására van hatással. Az izlandi ló néven emlegetett fajta, amely feltehetően a vikingek által Izlandon nevelt lovak leszármazottja, ma is hordozza e gént, és előszeretettel, kitűnően poroszkál. Poroszkálásra nemcsak a lovak, hanem sok más állatfaj (például kutya, farkas, teve, elefánt, zsiráf, medve, orrszarvú) is képes.

A vágat három patadobbanás jellemzi. Elsőként az egyik hátsó lábát teszi le a ló, amivel előre nyomja magát. Utána az azonos oldali első és a másik hátsó láb egyszerre érinti a talajt, amiket a másik mellső láb követ (1. ábra). Például, ha a BH lábát mozdítja először a vágatkozó ló, akkor utána a BE és JH lába következik, végül a JE lába zárja a mozgásciklust.



1. ábra. Muybridge 1878-ban készített fotósorozata egy ló és lovasának vágatjáról (Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Eadweard_Muybridge)

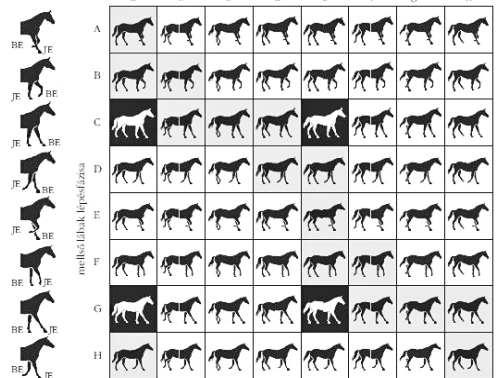
ak. Kutatási eredményei azonban sokáig nem tükröződtek a négy lábú állatokot ábrázoló művészeti alkotásokban.

Magyar biofizikusok megvizsgálták, hogy az 1887 előtt és után készült festmények, domborművek, grafikák és lovasszobrok művészeti járásábrázolásai mennyire felelnek meg a valóságnak. [1–5] Azt tapasztalták, hogy a hibaarány 84%-ról 58%-ra csökkent az 1887 után készült alkotások javára,

kéz-, láb- és hátzomzatra van szüksége egy babának ahhoz, hogy ellenőrzés végtagjait a megfelelő sorrendben mozgatva, a testsúly áthelyezésével tudjon előre haladni. A mászás az agyféltekék megfelelő fejlődését is segíti. Muybridge nemcsak az állati, hanem az emberi mozgás iránt is érdeklődött, így mászó gyermekről is készített fotósorozatot.

Ügetéskor a ló az átlós hátsó és első lábát egyszerre lendíti, így e mozgásformánál két lába érinti egy időben a talajt. Ha a BH és JE lábait mozdítja először, akkor a JH és BE lábait következnek. Az ügetés előnye, hogy nagy stabilitást biztosít, hátránya viszont, hogy a ló hátsó lábával ráléphet a mellsőre. A lovak úszáskor is e mozgásformát alkalmazzák.

Poroszkálva a ló akkor megy, ha azonos oldali lábait egyszerre lendíti előre. Ekkor nem fordulhat elő, hogy hátsó lábával az első lábára lépne, viszont az ügetéshez képest kevésbé



3. ábra. A négy lábú járásábrázolások vizsgálatára használatos járásmátrix [7]. Balról jobbra haladó lovak mellső és hátsó lábait lépésfázisának 8x8-as járásmátrixa, amelyben a sorok a mellső lábpar, az oszlopok pedig a hátsó lábpár 8-8 eltérő helyzetét tartalmazzák. Egy adott cellában a cella sorszámához tartozó mellső lábpar áll párban a cella oszlopának megfelelő hátsó lábpárral. A négy lábú járás ábrázolása valóságghú, helyes fázisainak a fekete és szürke cellák felelnek meg, míg a fehér cellák nem valóságghú, helytelen fázisok



2. ábra. Muybridge-korabeli hibás ábrázolás: a vágatkozó lónak mind a négy lába kinyújtva van a levegőben, de a valóságban ilyen nem fordul elő (Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Eadweard_Muybridge)



4. ábra. Gróf Andrássy Gyula lovasszobra (http://www.orszagalbum.hu/grof-andrassy-gyula-lovasszobra_p_94913): helytelen járásábrázolás (járasmátrix *Bd* cellája)

A négylábú járás illusztrációinak vizsgálata

A **3. ábra** járasmátrixának felhasználásával négylábú állatokról készült 22 szakkönyvi [9] illusztrációt vizsgáltam meg, s döntöttem el, hogy helyesek vagy helytelenek.

A **4. ábra** lovasszobrának ábrázolása helyes lenne a *Ba*, *Bb*, *Cd* vagy *Dd* kombinációkban. Az **5. ábra** lovainak helytelen járásábrázolása a járasmátrix *Fe*, *Ff*, *Gh* vagy *Hh* celláiba eső módon lenne javítható. A **6. ábra** antilopjának helytelen járásábrázolása például a járasmátrix *Ga*, *Gg*, *Bb* vagy *Cb* cellájába eső variációval is helyessé tehető.

Az általam vizsgált 22 járásábrázolásból 10 volt helytelen. Ebből a *Gb* kombináció kétszer jelent meg, a többi



5. ábra. Thomas Gooch festménye 1782-ből: helytelen járásábrázolás (járasmátrix *Fh* cellája) (https://hu.m.wikipedia.org/wiki/Fájl:Thomas_Gooch_-_Marcia_Pitt_and_Her_Brother_George_Pitt,_Later_2nd_Baron_Rivers,_Riding_in_the_Park_at_Stratfield_Sa..._-_Google_Art_Project.jpg)

nyolc eltérő helytelen kombináció egyszer. A fennmaradó 12 járásábrázolás helyesnek bizonyult. Háromszor jelent meg a *Ba*, két-két esetben az *Fe*, *Ff* és *Hh* variáció. A hibarány $12/22 = 45\%$ volt.

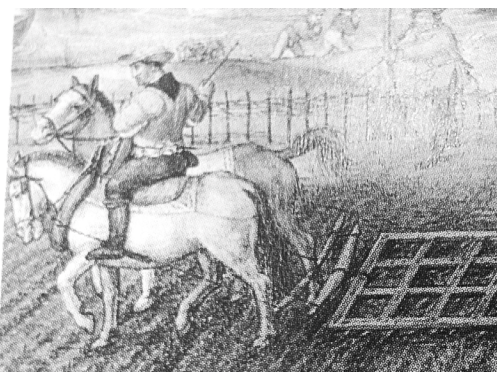
A gyerekek rendkívüli módon érdeklődnek az állatok iránt, imádják lapozgatni a képeskönyveket, órákat töltenek a televízió előtt rajzfilmeket nézve. A mai gyerekek nagy többsége nem jár múzeumokba, ahol lehetősége lenne közelről is megismerni egy-egy kitömött állatot. A va-



6. ábra. Wilhelm Kuhnert festményén az antilop járását helytelenül ábrázolta (járasmátrix *Gb* cellája) [9]

don élő állatokkal is előbb találkozik mesekönyvekben, ismeretterjesztő képeskönyvekben, játékalatok formájában és rajzfilmekben, mint az állatkertben vagy a természetben. A mesékben ábrázolt állatok mozgása nem mindig egyezik a valósággal. Gyakran nem állatokra, hanem sokkal inkább emberekre jellemző mozdulatokkal, arckifejezésekkel ruházzák fel az állatokat annak érdekében, hogy érdekesebbek legyenek a gyerekek számára. Vajon az emberi tulajdonságoktól eltekintve a négylábú meseállatok járása helyesen van ábrázolva?

Egy könyvtárban tett látogatásom során 26 négylábú-ábrázolást vizsgáltam meg mesekönyvekben. 11 volt jó és 15 rossz, ami 58%-os hibaráttát jelent. 18 illusztráció járás közben ábrázolta a lovat, amiből csak 6 volt jó, s ez 66%-os hibaráttának felel meg. Három ügétést ábrázoló kép helyesnek bizonyult, míg öt vágatózó lóból kettőt ábrázoltak helyesen.



7. ábra. Boronát húzó lovak festményen (Hans-Peter von Peschke: A középkor – Mi Micsoda 90. kötet, 34. oldal): helytelen járásábrázolás (*Bd*)

A mellső lábak esetén a járasmátrix *B* és *F* sorába eső járásábrázolás fordult elő leggyakrabban (11-szer), tehát olyanok, amelyeken a ló egyik mellső lába nyújtva volt, míg a másikat kissé előre hajlította. Ezekből csak 3 volt helyes. A *C*, *D*, *G* és *H* sorokban volt 1–1 kép, amelyek közül csak 1 volt hibás. Az *E* sorban lévő 3 járásillusztráció mindegyikét helytelennek ítéltm. A hátsó lábaknál 6 kép a *d* oszlopban fordult elő, 4 kép esett az *a* oszlopba, 3 pedig a *h*-ba, míg 1–1 kép jutott a *b* és *e* oszlopba. Három járásillusztráció a *Bd* cellába esett (**7. ábra**), ami helytelen ábrázolásmód. E rajzokon a ló két átellenes lábát kissé előre emeli, míg a másik két lábával a talajra támaszkodik. Helyes kombináció a *Ba*, *Bb*, *Cd* vagy *Dd* járásábrázolás lehetne (**8. ábra**).

64 játékgúra mozgásábrázolását is megvizsgáltam, azok közül 35 volt helyes, ami $29/64 = 45\%$ hibaráttát eredményezett. 5 ügétéses játékgúraból 3 volt jó, míg 9 vágatózóból 4-et ítéltm jónak. A meserajzokhoz hasonlóan a já-



8. ábra. Járó lovak festményen (Sylvia von Heereman-Unterberg & Thea Roß: Kis lovasok nagy könyve, 8. oldal): helyes járásábrázolás (járasmátrix *Ba* cellája)

rásátrix *B* és *F* sorához tartozott a legtöbb játékgúra, amelyeknek majdnem a fele helyes volt. A mellső lábakat tekint-

ve az *A*-t kivéve minden sorban előfordultak járásvariációk. A hátsó lábak esetében minden sorra volt példa. Az *Ff* cellába esett a legtöbb (7) helyes járásábrázolás. Második helyen a *Bd* cella állt 6 játékgúrával, helytelen ábrázolásmóddal.

Összegzés

Az általam vizsgált 90 járásábrázolásból 44 (49%) helytelen volt. 8 ügetésből 2 (25%) volt helytelen, 14 vágtaból pedig 8 (57%) helytelen ábrázolás fordult elő. A **9. ábra** szerint az ügetést a legkönnyebb helyesen megjeleníteni, ezt követi pontosságban a járás, a sereghajtó pedig a vágta ábrázolása. Összesen 112 esetet vizsgáltam, amiből 58 (52%) volt helyes és 54 (48%) helytelen. A **10. ábra** a saját kutatási eredményeimet veti össze az ELTE kutatócsoportja eredményeivel [1–5]. A statisztikailag nem szignifikáns különbség az eltérő mintaszámmal magyarázható. Mintámban a leggyakoribb helyes ábrázolás a járásmátrix *Ff* cellájába esett, míg a legtöbb helytelen illusztráció a *Bd* cellába. A mellő lábakat a *B* és *F* állásban jelenítették meg legtöbbször, a hátsó lábak legjellemzőbben *d* állásúak voltak. Végül kiderült, hogy a gyerekek által nézegetett játékgúrák és mesekönyvek járásábrázolásai csak félig (51%) felelnek meg a valóságnak.

Rajzfilmek mozgásillusztrációinak vizsgálata

Vizsgálódásaim utolsó területe a rajzfilmek világa volt. A mesekönyvek illusztrációival és a játékgúrákkal szemben a filmekben nemcsak egy-egy kiragadott pillanatot, hanem egész mozdulatsoportokat láthatunk. Lassításban vizsgáltam meg 26 rajz-, illetve animációs filmet, amelyek 1937 és 2013 között készültek. Eredményeimet **táblázatban** foglaltam össze.

35 rajzfilmbeli járásábrázolásból mindössze 9 (26%) bizonyul helytelennek. E hibaarány jóval kisebb, mint a régebbi állóképeké. Jellemzően az 1990-es évek előtt készült rajzfilmekben bukkanunk hibákra. A 9 helytelen ábrázolásból 5 járás, 4 pedig vágta volt. Többször előforduló hibának bizonyult, hogy a ló járt ugyan, de lábait az ügetésre jellemző módon mozgatta, vagy vágta az első két és hátsó két lábát egyszerre emelte. Így a vágásra jellemző mozgásciklusbeli három patadobbanás helyett csak kettőt hallhatnánk.

Gyakori volt, hogy az egyik rajzfilmjelenetben helyes volt a mozgásábrázolás, a másikban pedig már hibás. A *Bambi* című rajzfilmben például másodperceken belül helyes és helytelen lépéssorrend váltot-

| Film címe | Mozgásforma | Helyes/helytelen | Gyártás éve |
|--------------------------------|-------------|------------------|-------------|
| Hófehérke és a hét törpe | járás | helyes | 1937 |
| | járás | helyes | |
| Bambi | járás | helyes | 1942 |
| | járás | helytelen | |
| Csipkerózsika | ügetés | helyes | 1959 |
| Lolka és Bolka | járás | helytelen | 1964 |
| | vágta | helytelen | |
| Rumcájsz | járás | helytelen | 1967 |
| | vágta | helytelen | |
| Lúdas Matyi | ügetés | helyes | 1979 |
| | járás | helyes | |
| Don Quijote | járás | helyes | 1979 |
| | vágta | helyes | |
| Aladin és a csodalámpa | vágta | helyes | 1982 |
| Lucky Luke- Irány a vadnyugat | vágta | helytelen | 1983 |
| | járás | helytelen | |
| Ico, a bátor lovacska | ügetés | helyes | 1983 |
| | vágta | helyes | |
| | járás | helyes | |
| Lolka és Bolka a vadnyugaton | vágta | helytelen | 1986 |
| | járás | helyes | |
| Oroszlánkirály | járás | helyes | 1994 |
| | ügetés | helyes | |
| Fekete szépség | járás | helyes | 1994 |
| Irány Eldorádó | járás | helyes | 2000 |
| Shrek | járás | helyes | 2001 |
| Szilaj, a vad völgy paripája | járás | helyes | 2002 |
| | ügetés | helyes | |
| | vágta | helyes | |
| Legelő hősei | járás | helyes | 2004 |
| Bibi és Tina – A kísértetlovag | járás | helyes | 2004 |
| Eperke - Lovas kaland | járás | helyes | 2004 |
| Horseland | járás | helytelen | 2006 |
| Khumba | járás | helyes | 2013 |

Táblázat. A vizsgált rajz- és animációs filmek adatai

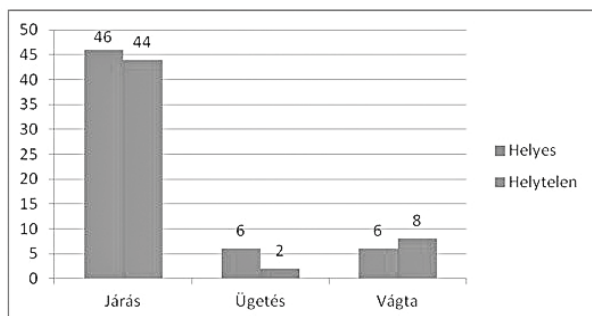
ta egymást. A 35 rajzfilm közül 21-ben fordult elő járásábrázolás, amelyekből 16 (76%) volt helyes. Itt is igaznak bizonyult, hogy az ügetés a legegyszerűbben ábrázolható mozgásforma: a vizsgált 5 ügetés mind helyes volt. A vágta 50%-ban felelt meg a valóságnak.

A modern technika hatásai a járásábrázolásokra

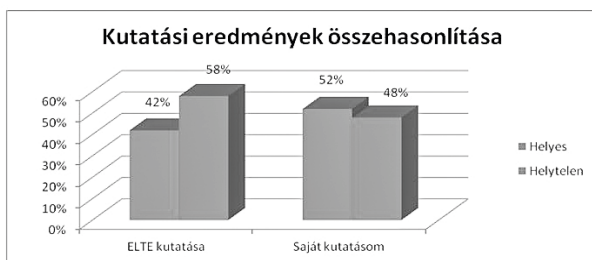
A rajzfilmbeli helyes járásábrázolások nagy aránya arra enged következtetni, hogy a mai számítógépekbe már való-

ságú állatmozgások vannak betáplálva, így különösebb utánajárás nélkül tudják a filmkészítők helyesen megalkotni a négy-lábú karakterek mozgását. A valószínű ábrázolásra való törekvés kezdetén a mozgásokat valódi színészekkel vették fel, majd a filmkockákon lecserélték őket rajzfilmfigurákra. Ez volt a *rotoscoping* eljárás. Így készült például Walt Disney Hófehérke és a hét törpe című rajzfilmje.

Később világító diódákat (LED-eket) helyeztek el a színészeknek a mozgás szempontjából kulcsfontosságú pontjain és két kamera képéből határozták meg a pon-



9. ábra. Mozgásábrázolásokon belüli helyes-helytelen arány a vizsgált mintában



10. ábra. Kutatási eredmények összehasonlító diagramjai

tok kétdimenziós térbeli koordinátáit. Napjainkban jelölőket (markereket) használnak hasonló célra. A markerek lehetnek fekete, fehér vagy színes, gömb alakú tárgyak, amiket a mozgó objektum jellegzetes pontjaihoz (ember esetén például csukló, könyök, térd) rögzítenek, és e pontok mozgását követik nyomon. Így a valódi mozgás azonnal digitális mozgássá alakítható át.

Az 1990-es években kialakult eljárást *motion capture*-nek nevezik, és ez állatokon is alkalmazható. Az első háromdimenziós *motion capture*-t vágató lóról 2011 augusztusában készítették Kaliforniában. E felvétel helyszíne 15 km-re található attól az ügetőpályától, ahol Eadweard Muybridge 130 évvel korábban a híres, úttörő kétdimenziós felvételeit készítette. E technika

hátránya, hogy igen költséges, mivel speciális eszközök és környezet szükséges a megvalósításához. A filmkészítésen túl a számítógépes játékoknál is alkalmazzák e technikát. A *motion capture* újabb megoldásaiban optikai, elektromágneses, elektromechanikai vagy rádiófrekvenciás és ultrahangos rendszereket is alkalmaznak.

Utószó

Kutatómunkám egy nagyobb projekt része, amelyben volt iskolám (Kiskunhalasi Fazekas Mihály Általános Iskola) tanuló – ahol diákmentorként szoktam segíteni – egy 15 perces oktatófilmet készítettek a lovak mozgásáról (<http://www.halamedia.hu/index.php/online-hirek/koezelet/18279-a-lovak-jarmodjat-kuttattak>).

Az írás szerzője diákpályázatunk *Biofizika kategóriájának második díjasa*.

Köszönetnyilvánítás: Hálás vagyok egykori általános iskolai fizikatanáromnak, Nagy-Czirok Lászlóné Kiszi Magdolna tanárnőnek az általa nyújtott szakmai segítségért, folyamatos mentori tevékenységért. Köszönöm a Pereszlényi Ádámtól és Sipos Györgytől kapott Wilhelm Kuhnert-féle számos járásábrázolást.

Irodalom

[1] Horváth G., Csapó A., Nyeste A., Gerics B., Csorba G., Kriska Gy. (2009): Járásábrázolások – hibákkal. *Természet Világa* 140: 302–305

[2] Horváth G., Csapó A., Nyeste A., Gerics B., Csorba G., Kriska G. (2009): Erroneous quadruped walking depictions in natural history museums. *Current Biology* 19 (2): R61-R62 + electronic supplement (doi: 10.1016/j.cub.2008.12.011)

[3] Farkas E., Horváth G., Boncz I., Kriska Gy. (2012): Az ősember helyesebben ábrázolta a négylábúak járását, mint a modern művész: Hibás művészeti járásábrázolások az őskortól napjainkig. *Fizikai Szemle* 62: 12–20 + címlap

[4] Horváth G., Farkas E., Boncz I., Blahó M., Kriska G. (2012): Cavemen were better at depicting quadruped walking than modern artists: Erroneous walking illustrations in the fine arts from prehistory to today. *Public Library of Science ONE* 7 (12): e49786 (doi:10.1371/journal.pone.0049786)

[5] Vajda B., Horváth G. (2013): Hazai kutatások lovas témában II. Lábsorrend a múzeumokban: A magyar biofizika eredményei a lovas ábrázolások vizsgálatában. *Lovas Nemzet* 19 (8): 59–61

[6] Horváth G. (1986) Négy lába van a lónak... A járás statikai és dinamikai elemzése. *Természet Világa* 117: 547–552 + címlap

[7] Horváth G. (2009): Biomechanika: A mechanika biológiai alkalmazásai. Egyetemi tankönyv, 3. átdolgozott, bővített kiadás, 368 o., ELTE Eötvös Kiadó, Budapest

[8] Wutke S., Andersson L., Benecke N., Sandoval-Castellanos E., Gonzalez J., Hallsteinn-Hallsson J., Lougas L., Magnell O. (2016): The origin of ambling horses. *Current Biology* 26 (15): R697-R699

[9] Kern P. (1907): Katalog 3. Galerie G., Heidelberg, 36. o.: <http://www.winterberg-kunst.de/img/auc/KatalogKuhnertneu.pdf> (Elenantilope Aquarelle/Gouache 26,5 × 37,8 cm signiert „Wilh. Kuhnert“ 1907, WVZ Nr. 3551)

Az UV-sugárzás káros hatása a növényekre

ENGEL BOTOND-INCZE ÁRON

Bolyai Farkas Elméleti Liceum, Marosvásárhely, Románia

Az ultraviola (UV) fény a nem ionizáló elektromágneses sugárzás szűk része, amely a Nap sugárzásának 8–9%-át tartalmazza. Az UV-tartományt három részre szokás osztani: (i) az UV-C (200–280 nm) nagyon káros a szervezetre, de teljesen elnyeli a légkör; (ii) az UV-B (280–320 nm) csak 1,5%-át képezi a teljes szinkép-

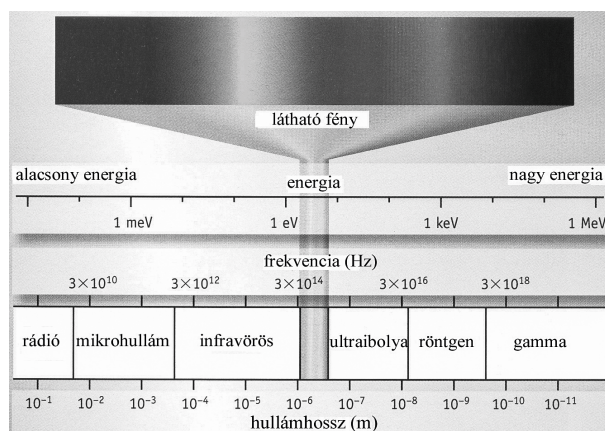
nek, de mivel egy része lejut a földfelszínre, számos káros hatást okozhat a növényekben, állatokban és az emberben; (iii) Az UV-A (320–400 nm) 6,3%-át képezi a beeső napsugárzásnak, és a legkevésbé veszélyes része az UV-nek. A légköri ózónréteg hatásosan kiszűri a rövidhullámú (280 nm-nél rövidebb hullámhosszú) UV-sugárzást [1].

Az ózónréteg a sztratoszféra ózontartalmú része. Az ózon a Föld légkörében az UV-sugárzás hatására keletkezik. Az UV-sugarak a légköri O₂-molekulákat különböző oxigénatomokra bontják, amelyek oxigénmolekulákkal O₃ ózónmolekulává egyesülnek. Az ózónmolekula UV-sugárzás elnyelésével egy oxigénmolekulára és egy oxigénatomra bomlik. E folytonos ciklus hozza

létre a légkör ózonrétegét. A normál sztratoszférában százezer oxigénmolekulából 1 ózonmolekula. [2]

A bioszféra számára az egyedüli jelentős energiaforrás a Nap sugárzása. Ennek 45–50%-a fény, 40–45%-a hőszugárzás és 1–5%-a UV. Az UV-fény a D-vitamin kialakulásához szükséges, de biológiai szempontból roncsoló.

A mesterséges UV-forrásokat két fő csoportba sorolhatjuk: (i) A gáz- vagy gőztöltésű kisülési lámpákban a sugárzás akkor keletkezik, amikor az elektromos áram valamely gázon vagy gázzal kevert fémgőzön folyik keresztül. (ii) A fluoreszcens fénycsővet tartalmazó lámpák lényegében alacsony nyomású higanygőzlámpák. A kibocsátott spektrum a csövet belülről borító foszforvegyületekből származik, amelyek kémiai szerkezetüktől függően specifikus hullámhosszú UV-sugárzás kibocsátására képesek. [3]



Az elektromágneses színekép

Az UV-sugárzás hatásai az élővilágra

Az UV-sugárzás a DNS-t károsíthatja. Az UV-B és UV-C mutációkat és DNS-fehérje keresztkötéseket okozhat a sejtekben. A fehérjékben levő diszulfidhidak UV-B-sugárzás hatására felszakadhatnak, így a fehérjék funkciója is károsodhat, főleg akkor, ha a kötéseket a fehérjék aktív részein találhatók. [1]

A földfelszínt érő UV-sugárzás mennyisége változik a nap során. Legmagasabb értékét dél körül éri el, amikor az égen nincs felhőtakaró. Az UV-index számértéke 1-től 10-ig terjed: minél nagyobb ezen index, annál nagyobb annak valószínűsége, hogy az UV hatására sérül a bőr vagy a szem. Az UV-B-sugárzás az egészségre ártalmas. Leégést, súlyosabb esetben rákos elváltozást okozhat, károsítja a szemet és gyengíti az immunrendszert.

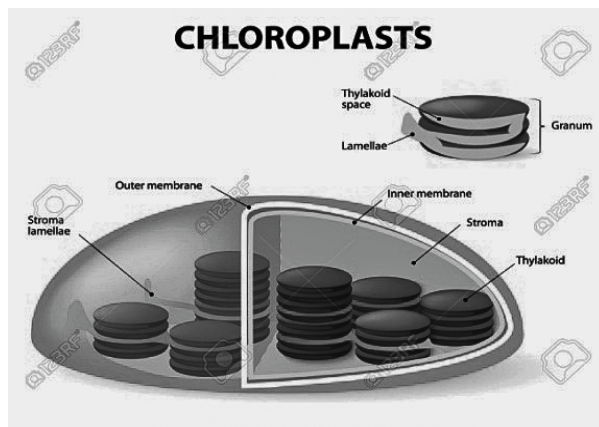
Ha az UV-C-sugárzás eléri a földfelszínt, számolnunk kell káros biológiai hatásaival, például a bőr gyulladásával, ké-

sői pigmentálódásával, felső rétegének megvastagodásával és a szem irritálásával. Az UV-B-sugárzás felelős a fény okozta rákképződésért, valamint a fény immunrendszert gátló hatásaiért. Ugyanakkor ezen UV-tartomány nélkülözhetetlen a D-vitamin szintéziséhez. Az UV-A-sugárzás legfontosabb biológiai hatásai a bőr azonnali barnulása és pigmenttartalmának sötéttedése. Az UV-A is kelthet bőrpírt és gyulladást, ha túl hosszú ideig éri bőrünket, továbbá rákkeltő hatása is van. [3]

Több mint 300 növényfaj tanulmányozásával arra a következtetésre jutottak, hogy 50%-uk érzékeny, 20–30%-uk mérsékelten érzékeny, és a maradék nem érzékeny az UV-B sugárzására. Az UV-B hatásainak legtanulmányozottabb területe a fotoszintézis. A fotoszintézist végző sejtsejtszervecske a kloroplastisz. Az UV-besugárzás következményei közé tartozik a 2. fotokémiai rendszer (PSII) sérülése, a Rubisco-enzim aktivitásának csökkenése, a szén-dioxid kisebb mértékű megkötése és oxigén fejlődése.

Anatómiai változások is megjelennek a levélben: a szárazanyag- (keményítő és klorofill) tartalom csökkenése, változások a levél vastagságában és anatómiájában, valamint változások a sejtfalban, amelyek közvetlenül érintik a növény teljes fotoszintézisét. [1]

Az UV-B-sugárzás oxidatív stresszhelyzetet idéz elő, fokozza a fotoninhibíciót. Hatására megnő a szabadgyökök (OH, CH₃ stb.) mennyisége, de nem keletkezik szinglet oxigén (aktív oxigénforma). A szabadgyökök elleni védekezés jelül UV-B hatására nő az aszkorbinsav mennyisége. Az UV-B hatására inaktiválódik



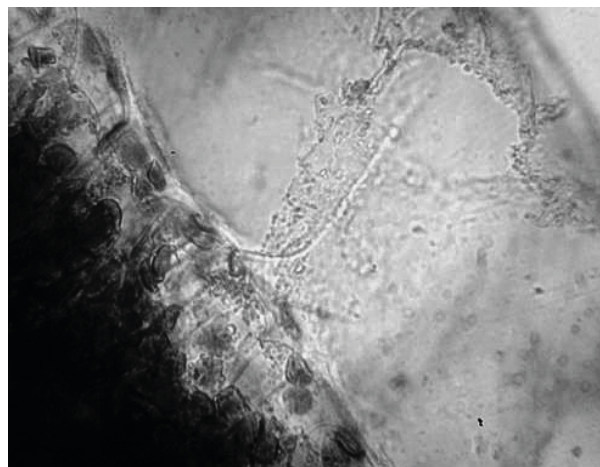
A kloroplastisz szerkezete

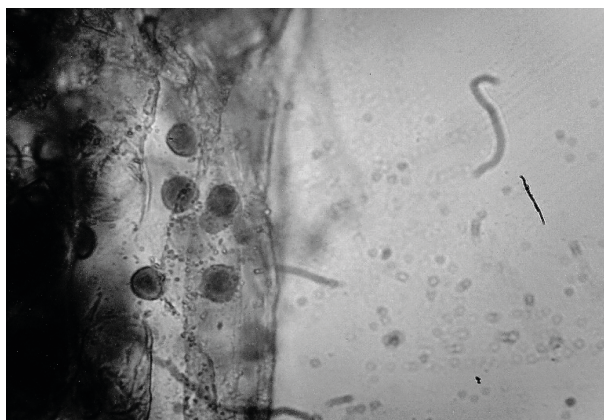


Az UV-lámpa és a tanulmányozott fokföldi ibolya

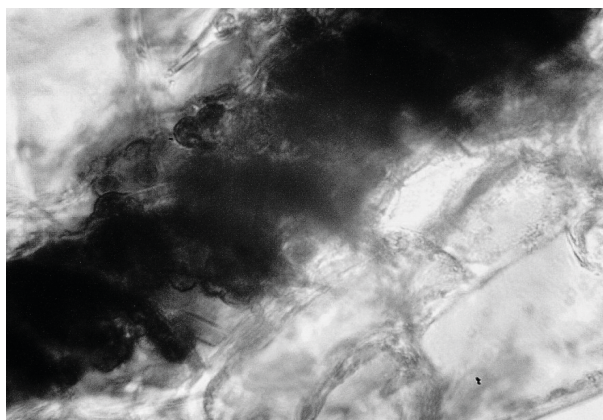
és leválik a vízbontó komplex, lebomlanak a klorofillkötő fehérjék, a pigmentek, a plasztokinon-molekulák, degradálódik a reakciócentrum, a sztrómában pedig a Rubisco-enzim bomlik le elsőként, ugyanakkor indukálódik a védő hatású flavonoidok enzimeinek képződése, a kék fény pedig serkenti az UV-károsodás javítását. [4]

A kontrollmetszet

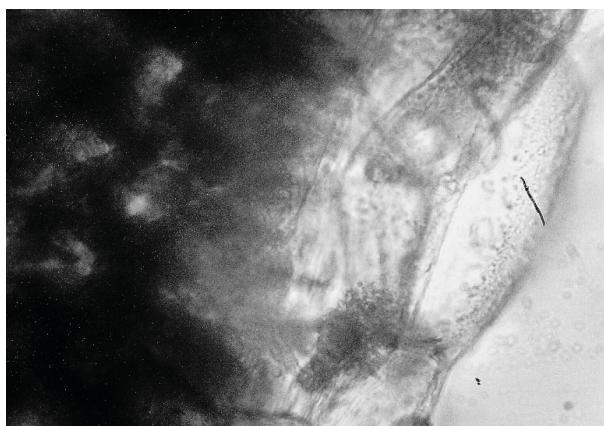




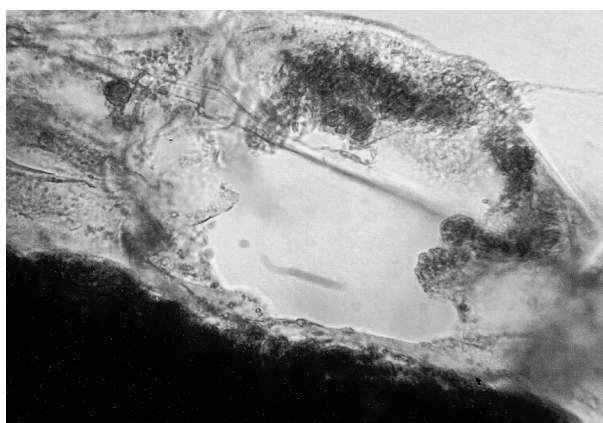
Az 5 perces besugárzás után készített metszet



A 20 perces besugárzás után besugárzott metszet:
antociánfelhalmozódás az epidermisz sejtekben



A 10 perces besugárzás után készített metszet:
antociánfelhalmozódás az epidermisz sejtekben



A 20 perces besugárzás után besugárzott metszet:
ozmiofilikus csapadék az epidermisz sejtekben



A 10 perces besugárzás után készített metszet:
plazmolízis

Kísérlet

Dolgozatunk célja az UV-B által okozott elváltozások vizsgálata növényi szövetekben. Vizsgálatunk tárgyául a fokföldi ibolyát választottuk, mivel trichómái vannak és magashegységről származó szobanövény, így kíváncsiak voltunk, hogy ellenállónak bizonyul-e az UV-sugárzással szemben. A fokföldi ibolya (*Saintpaulia*)

gítségével, a besugárzásokat 5, 10 és 20 percig végeztük. Minden besugárzás után metszeteket készítettünk a besugárzott levelekből, és megfigyeltük a trichómák szerkezetét, a trichómákbeli citoplazmaáramlást, a plasztiszok szerkezetét és méretét a kontrollmetszethez viszonyítva. A plasztiszok méretét a mikroszkóp kamerájának segítségével mértük meg. Statisztikai összehasonlítást végeztünk a plasztiszok méretét tekintve

az árvasalán-virágúak rendjébe, a csuporkafélék (*Gesneriaceae*) családjába tartozó növényfajta. A fokföldi ibolya élőhelye az 1500 m körüli átlagos magasságú tanzániai Usambara-hegységben található. [5]

A növényt UV-B-sugárzásnak tettük ki egy UV-B-lámpa segítségével, a különböző megvilágítások után. Az összehasonlítás szignifikanciáját páros t-próbával végeztük a kontrollhoz képest az SPSS statisztikai programmal. Minden besugárzáskor hőmérsékletet is mértünk, hogy az elváltozások mértékét ennek függvényében is értelmezni tudjuk.

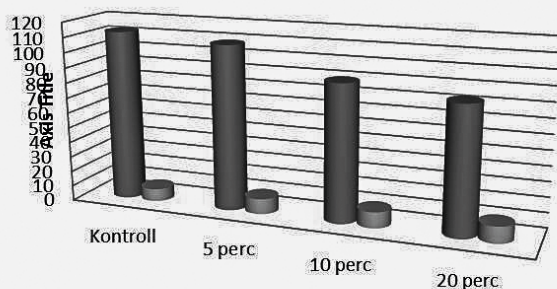
Az összehasonlítás szignifikanciáját páros t-próbával végeztük a kontrollhoz képest az SPSS statisztikai programmal. Minden besugárzáskor hőmérsékletet is mértünk, hogy az elváltozások mértékét ennek függvényében is értelmezni tudjuk.

Eredmények

A kontrollmetszetet szobahőmérsékleten UV-B-sugárzás nélkül készítettük. Az 5 perces besugárzás után, amikor az UV-B-sugárzás értéke 8, a hőmérséklet pedig 24 °C volt, nem észleltünk lényeges változásokat a kontrollhoz képest. A citoplazmaáramlás megfigyelhető volt a trichómákban, a plasztiszok átlagos mérete csökkent, de nem volt szignifikáns méretváltozás a kontrollhoz képest ($p_1 = 0,285$ a plasztiszok hossza, $p_2 = 0,247$ a plasztiszok szélessége esetében).

A 10 perces megvilágítás után, amikor az UV-B-sugárzás értéke 8, a hőmérséklet pedig 28 °C volt, a plasztiszok mérete is jelentősen csökkent ($p_1 = 0,000$, $p_2 = 0,026$), és plazmolízist is megfigyeltünk a növényi sejtekben. Ekkor már megfigyel-

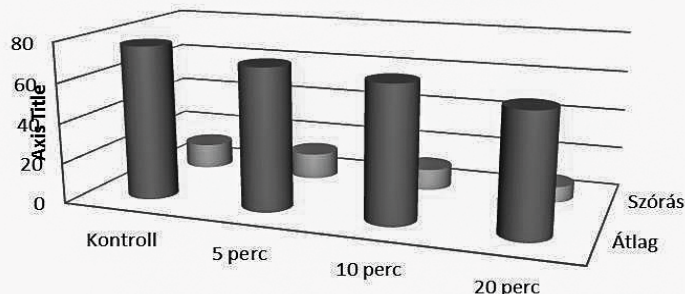
Átlag és szórás változása



| | Kontroll | 5 perc | 10 perc | 20 perc |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ■ Átlag | 112.7972222 | 108.7205882 | 90.018 | 83.49421053 |
| ■ Szórás | 8.199524954 | 10.01911141 | 10.45690216 | 10.86703236 |

A szélességek átlagának és az átlagok szórásának változása a besugárzás időtartamának függvényében

Átlag és szórás változása



| | Kontroll | 5 perc | 10 perc | 20 perc |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ■ Átlag | 76.86388889 | 70.60588235 | 67.272 | 59.93947368 |
| ■ Szórás | 12.63399715 | 13.0175646 | 10.60702409 | 7.87625579 |

A hosszúságok átlagának és az átlagok szórásának változása a besugárzás időtartamának függvényében

Paired Samples Test

| | Paired Differences | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|----------------|-----------------|---|-----------|-------|----|-----------------|
| | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean | 95% Confidence Interval of the Difference | | t | df | Sig. (2-tailed) |
| | | | | Lower | Upper | | | |
| Pair 1 HosszúságK- Hosszúság5 | 3.32353 | 12.38130 | 3.00291 | -3.04235 | 9.68940 | 1.107 | 16 | .285 |
| Pair 2 HosszúságK- Hosszúság10 | 22.450875 | 12.718265 | 3.179566 | 15.673790 | 29.227960 | 7.061 | 15 | .000 |
| Pair 3 HosszúságK- Hosszúság20 | 29.09412 | 12.96138 | 3.14360 | 22.42999 | 35.75825 | 9.255 | 16 | .000 |
| Pair 4 SzélességK- Szélesség5 | 6.03118 | 20.69573 | 5.01945 | -4.60959 | 16.67194 | 1.202 | 16 | .247 |
| Pair 5 SzélességK- Szélesség10 | 9.601625 | 15.557948 | 3.889487 | 1.311380 | 17.891870 | 2.469 | 15 | .026 |
| Pair 6 SzélességK- Szélesség20 | 16.80412 | 17.18798 | 4.16870 | 7.96687 | 25.64136 | 4.031 | 16 | .001 |

Kétszélű párosított T-próba az SPSS statisztikai program segítségével

hető volt az antocián felhalmozódása az epidermiszsejtekben a növényi sejtek védekezésének következtében.

A 20 perces besugárzás után, amikor az UV-B-sugárzás értéke 9, a hőmérséklet pedig 30 °C volt, a trichómák sejtjeiben ozmiofilikus csapadékot észleltünk, jelentős volt az antocián felhalmozódása, továbbá a plasztiszok szerkezete és mérete

is megváltozott. A plasztiszok méretének csökkenése szintén szignifikánsnak bizonyult ($p_1 = 0,000$, $p_2 = 0,001$).

A plazmolízis és ozmiofilikus csapadék jelenléte az UV-B besugárzás időtartamával jelentősen növekedett. A növények úgy az UV hatására, mint a hőmérséklet növekedésével egyre nagyobb mennyiségű vizet veszítettek, így

a sejtthártya fokozatosan levált a sejt-falról, kezdetben nem teljes, majd teljes plazmolízis volt megfigyelhető, fokozatosan a sejtek visszafordíthatatlan elváltozását okozva. Védekező mechanizmusként az antocián felhalmozódását figyeltük meg. Vizsgálataink során ugyanazt a szobanövényt használtuk, más-más területeit megvilágítva. Annak ellenére, hogy a lámpa irányítható volt, a szórt fény az egész növényre kiterjedhetett, így az időtartamokat összegezve is értelmezhetjük a nagyfokú változást.

Az 5 perces megvilágítás kivételével minden méretváltozás szignifikánsnak bizonyult. Minden besugárzás után átlagosan 15 plasztisz hosszúságát és szélességét mértük meg. A mikroszkóp kamerája képpont mértékegységet használ, így mi is ezt választottuk mértékegységként. A plasztiszok méretének átlagát és az átlagok szórását grafikusán ábrázolva láthatóvá vált a plasztiszok méretének csökkenése a besugárzás időtartamának függvényében.

Következtetések

Vizsgálataink során az UV-B sugárzás károsnak bizonyult a fokföldi ibolya számára: a különféle sejtservecskék közül a kloroplastiszok a legérzékenyebbek az UV-B-re. A kloroplastiszok mérete szignifikánsan, arányosan csökkent a besugárzás időtartamának növekedésével. Az UV-B által besugárzott növények vízhiányban szenvedtek, aminek következtében plazmolízis volt megfigyelhető a növényi sejtekben és ozmiofilikus csapadék keletkezett a vakuólum membránja mellett.

Az utóbbi időben megfigyelhető volt az időjárás-jelentésekben, hogy a Föld felszínére érkező UV-sugárzás mértéke nő. Ez károsnak bizonyul mind a növények, mind az állatok és az ember számára. A növények többsége helyhez kötött, ezért nem tud elmenekülni a növekvő UV-sugárzás elől.

Az írás szerzője diákpályázatunk Biofizika kategóriájának első díjasa.

Irodalom

- [1] Hollósy F. (2002): Effects of ultraviolet radiation on plant cells, *Micron* 33: 179-197
- [2] http://www.kisalfold.hu/mosonmagyarovari_hirek/karos_napsugarzas_veszelyben_a_novenyek/2058524/
- [3] <https://hu.wikipedia.org/wiki/%C3%93zorn%C3%A9teg>
- [4] Fodorpatáki L. (2004): A növények fotoszintézise. Kriterion, Kolozsvár
- [5] [https://hu.wikipedia.org/wiki/Afrikaiibolya_\(n%C3%B6v%C3%A9nyfaj\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Afrikaiibolya_(n%C3%B6v%C3%A9nyfaj))

A királynőnek is teljesítenie kell?

SZŐCS BORÓKA

Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely, Románia

Méhanya, méhkirálynő. Mennyi különleges, emberi tulajdonsággal ruhazza fel neve a méhanyát, amelyben ott rejlik az életet adó és irányító szerep. Meddig tartanak a méhanya korlátai, és milyenek életének törvényszerűségei?



Munka közben

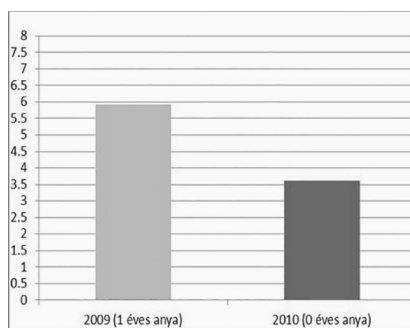
Méhészetünkben a szüleim 2007 óta figyelik a méhanyákat, 2009-től pedig le is jegyzik velük kapcsolatos észrevételeiket. 2011-ben szüleimhez csatlakozva én is részt veszek a családi méhészet munkájában, amit azóta nagyon megkedveltem.

A feljegyzésekben sok adat szerepel, például, hogy milyen kórokozó elleni és serkentőszereket alkalmazunk, hány keretet használunk fel, mekkora fias keretek száma, az anya színe, ami meghatározza a korát stb. Dolgozatomban a 2009–2015 közötti adatokat használtam fel. 2009-ben 31 családot figyeltünk meg, 2015-ben már 101 családdal dolgoztunk. A családok száma minden évben növekedett. Az anyák teljesítményét figyelve próbáltam ellesni, hogy élete miként változik meg a természet és családja érdekei, törvényei előtt. Így megfigyeltem, hogy peterakása hogyan alakul az év során, és kora, állapota, valamint környezete mennyire befolyásolja petéző képességét.

1. ábra.

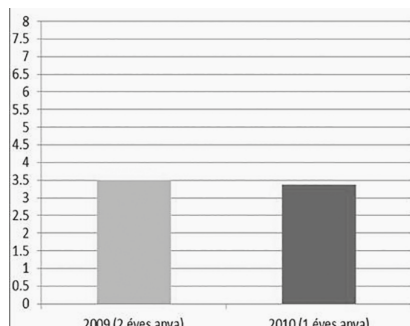
| Fehér | Sárga | Piros | Zöld | Kék |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ... | ... | ... | 2004 | 2005 |
| 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010* |
| 2011* | 2012* | 2013* | 2014* | 2015* |
| 2016 | 2017 | ... | ... | ... |

Észrevételeim nem mindig esnek egybe a szakirodalomban találtakkal, vagy a méhészek között terjedő megállapításokkal, de annál inkább erősítik csodálatomat a természet harmóniája, megújuló képessége iránt.



2. ábra.

Szüleim 2004 óta méhészkednek, így a méhekkel töltöm majdnem minden hétvégémet, nyáron velük megyünk „nyaralni”. Közöttük nőttem fel, már ők is a család részei. Sokat vagyok így a méhekkel, és nagyon sok érdekességet figyeltem meg viselkedésükkel kapcsolatban, nagyon foglalkoz-



3. ábra.

tat a méhészet. Szüleim tanácsára az iskola mellett elvégeztem egy egyéves méhésztanfolyamot és sikeresen levizsgáztam.

A méhcsalád életét megfigyelve különösen megragadtak a méhanyák. Tudjuk, hogy minden családban egy anya van, és a család összes tagja az ő leszármazottja (neve: anya, királynő). Az anyák teljesítményét figyelve kíváncsi voltam arra, hogy léte mennyire függ korától, vagy teljesítményétől?

Hipotézis

„Arról, hogy meddig tekinthetjük az anyát fiatalnak, illetve olyannak, ami még képes megfelelni az eredményes terme-

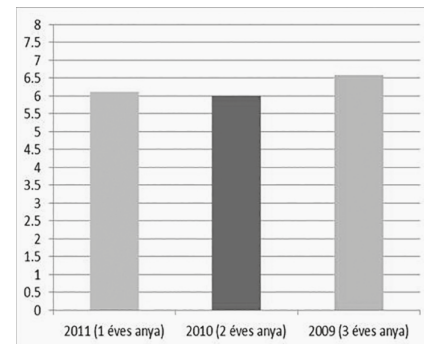
lés kívánalmainak, a vélemények megoszlanak” – írja *Faluba Zoltán*. Éppen ezért két kérdést tettem fel:

1. Kora mennyire befolyásolja petéző képességét?
2. A méhkirálynő léte mennyire függ korától?

Anyag és módszer

Az *Apis mellifera carnica carpatica* fajhoz tartozó, termelő méhcsaládokat figyeltem meg. Minden családban vannak dolgozó méhek, herék és egy anya (ritkán 2–3 is). Megfigyeléseimet Szentgericén, a saját méhészetünkben végeztem.

A vizsgált családok ún. termelő családok, amelyeket rakodókaptárban tartunk, ahol a fészekben 10 normál hideg építményű, nagy keret van, nyáron dupla mézürrel, 10



4. ábra.

normál feles kerettel. Egy kaptárban egy család van. A családok az évnek és szezonnak megfelelő tartástechnológiában részesülnek. A méhek állandó telephelye Szentgericén, a Nyárad mentén van, ahonnan 2014 óta az állomány egy részét elvisszük vándorolni (repcére, akárcra, hársra, napraforgóra és a hegyekbe). Nyár folyamán vándorlás alatt és az állandó helyen tartózkodó méheket is megfigyeltük, majd késő ősszel megfelelőképpen teletelttük el, így az összes család átlagban 6 kereten telet.

Serkentőszerek, amelyeket használunk: profofil (a Bukaresti Méhészeti Kombinát által előállított gyógynövénykészítmény), teák (fehérüröm, csalán, fokhagyma, vad csombor).

Parazita elleni szerek: varaket, tak-tik, mavrirol nevű, hazánkban forgalomban levő készítményekkel védekeztünk.

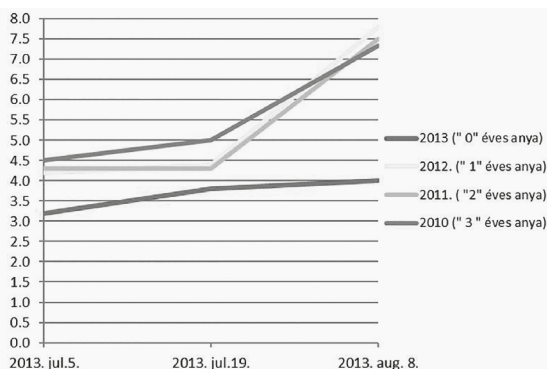
Az anyák teljesítményét a fiaskeret által határoztam meg.

A kísérlet

A megfigyelések kora tavasztól késő ősziig tartanak. (Télen nem szabad kibontani a kaptárt, hiszen kárt okozhatunk vele. Kint legalább 10–15 °C-nak kell lennie ahhoz, hogy kibonthassuk őket. A megfigyeléseket rendszeresen és alaposan kell végezni.)

2009-től festjük az új (0 éves) anyákat az évnak megfelelő anyajelölő színnel. Egy világszerte ismert módszerrel, a fehér, sárga, piros, zöld, kék színek ismétlésével (1. ábra). Ennek a rendszernek köszönhetően meg tudjuk határozni a méhanyák korát. Ugyanakkor könnyebben is megtaláljuk a méhanyát a sok méh között.

Megfigyeléskor sokkal könnyebb, ha párosával dolgozunk, hiszen az egyik figyel, és segítje írja az észrevételeket, információkat. Amit figyelni, jegyezni szoktunk: - időpont, helyszín; kaptár, keretek, fias keretek száma; méhanya színe; rendellenességek, érdekességek; serkentőszerek; parazita elleni szerek.



5. ábra.

2009-től minden adatot bevezettem az excel programba. Mivel 2009-ben még hiányosak az adataim, ezért főleg a 2010–2015-ös adatokat vettem figyelembe, és ezekkel dolgoztam.

Miután bevezettem az adatokat az excel táblázatba, a méhanyák színe alapján tömbösítettem, hogy könnyebb legyen a számolás.

Eredmények

Mivel több éves adat (2010–2015 közötti adatok) feldolgozásáról van szó, ezért éves bontásban adom meg az eredményeket. Kezdetben 53 családot vizsgáltunk, majd ez folyamatosan nőtt, amíg 101 családra bővült a méhállomány, ebből 91 méhcsaládot vizsgáltam. Folyamatosan történt a természetes vagy mesterséges anyacsere.

2010-ben 53 családot vizsgáltam. Tavasszal az összes családnál zöldre festett (egyéves, 2009-ből származó) anya volt. Ebből május–július folyamán 37 családnál történt természetes vagy mesterséges anyacsere. Ez az állomány 69%-át tette ki. A 2. ábrából kitétni, hogy a zöld (egyéves) anyák jobban teljesítenek, mint a kék (nulla éves) anyák.

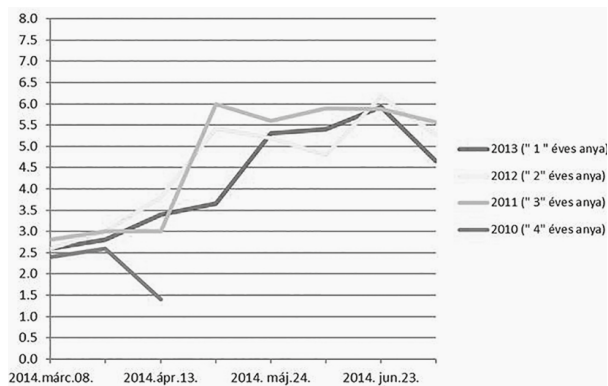
2011-ben 50 méhcsaládunk volt, amelynek 68%-ánál (34 családnál) volt kék anya. Ez azt jelenti, hogy a fiatal anyák 8%-át veszítettük el, a kétéves anyák mind átteleltek. Ebből az évből egyetlen mérési adatom van az anyák teljesítményét illetően, amely szerint a zöld (most már kétéves) anyák jobban teljesítettek, mint a kék (3. ábra).

2012-ben a 16 zöld anya még mindig megvan és teljesít. Ezzel szemben a kék anyáknak csak 26,5%-a tudott megfelelően teljesíteni 2012-ben, és 73,5%-át vagy maguk a méhek, vagy mi lecseréltük még az előző év során. Ebből az évből is csak egy adatom van az anyák teljesítményét illetően, amely szerint a zöld (most már hároméves) anyák átlaga a legmagasabb. A megmaradt kétéves, kék anyák teljesítménye elmarad mind a háromévesekétől, mind az egyévesekétől (4. ábra).

2013-ban méhállományunk megújult. Csak 8 családban maradtak a régi, most már háromévesnek számító kék anyák. A fehér anyák 84%-a maradt meg. Teljesen eltűntek a 2009-es (zöld) anyák, akik négyévesek lettek volna. Helyükben 10 egy éves anyát találunk, de az állomány legnagyobb részébe ez évi, piros anyák kerülnek. Amint a grafikonból kitétni, a legfiatalabb anyák teljesítménye ebben az évben nem érte utol a megmaradt 2012-es, 2011-es és 2010-es anyák petéző képességét (5. ábra). A hároméves kék anyák nagyobb teljesítményt mutatnak egészen júliusig, de augusztusban felülmúlják őket az egy- és kétéves anyák.

2014-ben veszteségek nélkül teleltek családjaink, és méhállományunk kibővült 91 családra, 29 tavalyi raj vásárlásával, amelyekben 2013-as, piros anyák voltak. Így állományunk két részre oszlott: 60 családdal vándoroltunk akácra, hársra, napraforgóra; ezek a családok intenzívebb termelésbe kerültek, 31 család pedig a tartalék szerepét töltötte be, és az állandó szentgericei telephelyen maradt.

Vándoroltatott családok
Szinte egész éven át a 2011-es, fehér (hároméves) anyák teljesítettek a legjobban. 4 négyéves anya is áttelelt, de a



6. ábra.

nemzedékváltás próbáját már nem állta ki. Az egy- és kétéves anyák teljesítőképessége hasonló volt.

Mivel egész tenyészdő alatt, márciustól szeptemberig sikerült követnem az anyák petéző képességét, jól érzékelhetővé vált a fiasítás május–júniusi kiterjedése, majd határozott hanyatlása szeptemberben, ahogy az anya peterakásával a család egyedszámát a vegetációs állapot után igazítja. A májusi virágbőséget a nagyszámú egyed segítségével tudja kihasználni a család, majd a szeptemberi élelemforrások megcsappanását a család egyedszámának csökkenése kíséri (6. ábra).

Otthoni családok

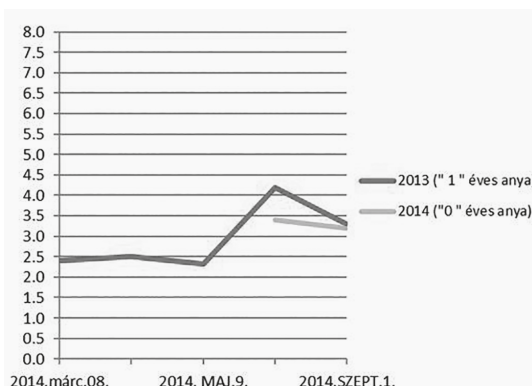
Az otthon maradt 31 család 42%-ánál került sor anyacsere. Amint az adatokból is kitétni, a gyengébben teljesítő anyák maradtak az állandó telephelyen, és szinte a fele anyacsere is szorult. Az alulteljesítő leváltása után egyértelműen megugrott az egyidősnek számító egyéves anyák átlagteljesítménye (7. ábra).

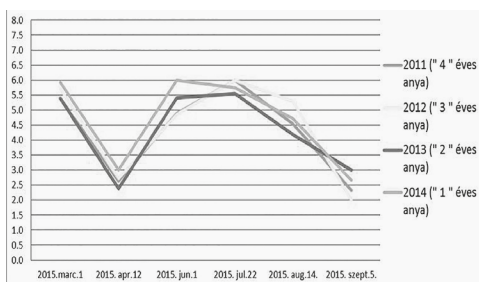
2015-ben 61 családdal vándoroltunk. Az immár 3 éves, sárga anyák 30%-a, a négyéves, fehér anyák 38%-a morzsolódott le.

Vándoroltatott családok

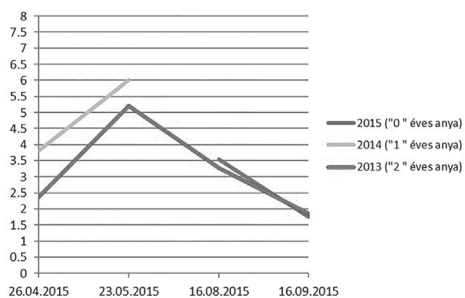
Az egyéves zöld anyák mutatkoztak a legjobban teljesítőknél. Alig érezhető különbség a két-, három- és négyéves anyák között. Ebben az évben sikerült kora tavasztól

7. ábra.

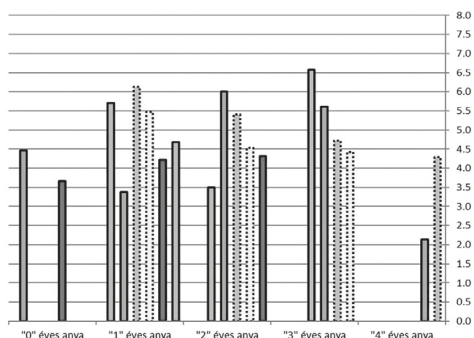




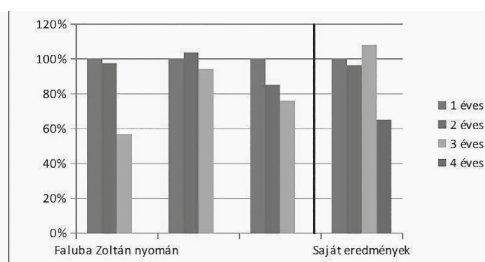
8. ábra.



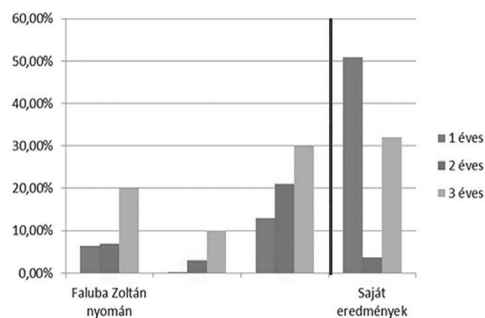
9. ábra.



10. ábra.



11. ábra.



12. ábra.

őszi végigkísérni az anyák petező képességét. Láthatjuk, amint mindegyik család megküzd a nemzedékváltás nehézségeivel, és e kritikus pont után lendületesen ível a fiasítás mértéke, az anya korától függetlenül, szinte ugyanolyan ritmussal, dinamikával, és követi a növényvilág fejlődését (8. ábra).

Othoni családok

Ismét az egy- és két éves, zöld és piros anyák közül kerültek ki méhállományunk leggyengébben teljesítő anyái. Ezeket 88%-ban, illetve 53,5%-ban leváltottuk az év folyamán (9. ábra).

Következtetések

A hipotézisben megfogalmazott kérdésre sikerült választ kapni a kutatás során. Ha összevetjük a különböző évjáratok különböző korú anyáit, akkor megállapíthatjuk, hogy: A nyomon követett, kiválóított egy-, két-, illetve három éves anyák peterakó képessége inkább függ egyéb tényezőktől, mint az anya korától.

1. Egyazon évben, a különböző korú anyák képesek hasonló teljesítmények megvalósítására, viszont a harmadik életévük után az anyák peterakó képessége visszaesik, és a család az anya lecserélése mellett dönt.
2. Az új (0 éves) anyák petező képessége függ a gondját viselő család erősségétől. Ha párzása, elfogadtatása sikeres, teljesítménye megegyezhet az egy-, két-, illetve három éves anyákéval, de azt nem múlta fölül.
3. A nyomon követett, kiválóított, akár intenzív termelésben tartott családok anyái koruktól függetlenül képesek nagyon egyöntetű teljesítmények megvalósítására.

A 10. ábrán jól látható, hogy a kék, piros és zöld anyák teljesítőképességére az jellemző, ami általánosan jellemzi a szociális rovarok teljesítőképességét (minél idősebb, annál jobban teljesít). Míg a fehér és sárga anyáknál szemmel látható a csökkenés, ami ellentmond az előzőeknek (a méhkirálynő fiatal korában teljesít jobban).

Másik fontos következtetésem az, hogy kora előrehaladtával a létének esélye csökken (természetes körülmények között), de az ember az első éves anyákra gyakorolja a legnagyobb szelekciót.

Két fő következtetésemet összevetve a szakirodalomban találtakkal, a következő különbségeket és hasonlóságokat állapítottam meg:

A peterakó képességet figyelve *Faluba Zoltán* könyvében hasonló eredményeket találunk. Ami eltérő, hogy nálunk a négy éves anyák is teljesítenek, míg *Faluba Zoltán* kutatásai alapján azok nem teljesítenek (11. ábra). (*Faluba Zoltán* a 4 éves anyákat nem is vette figyelembe, mert túl idősek, de mi azokat is vizsgáltuk.)

Az anyavesztéseket figyelve az egy éves anyáknál találunk különbséget, de ez érthető, hiszen a kutatás során mesterséges anyacsere is történik, míg a *Faluba Zoltán* kutatása csak a természetes anyacsere-t veszi figyelembe. Éppen ezért érthető az eltérés, hiszen ha észrevettük, hogy az új anya „hibás”, akkor nem hagytuk, hogy megélje a második, harmadik, negyedik életévet (12. ábra).

Tervek

Mivel a méhanyák teljesítményét nagyon sok tényező befolyásolja, már egy kis eltérés esetén (pl. egy másik méhészt más serkentőszereket használ) is más eredmény kaphatunk. Ezért a jövőre nézve szeretném más méhészetét is megfigyelni, és összehasonlítani az eredményeket. Ugyanakkor tovább figyelem saját méhészetünkben a méheket.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom szüleimnek és családomnak, Szöcs Józsefnek, Szöcs Editnek és Szöcs Tamásnak, mentoraimnak, Tófalvi Melinda Máriának és dr. Markó Bálintnak, vezető tanárnőmnek, Szatmári Enikő Katalinnak, hogy segítségemre voltak pályázatom elkészítésében.

Az írás szerzője diákpályázatunk Önálló kutatások, elméleti összefoglalók kategóriájának harmadik díjazása.

Irodalom

Faluba Zoltán (1987): A méhanya nevelése, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
 Faluba Zoltán (1983) Méhek, méhészkedés, Mezőgazdasági Könyvkiadó
 Lampeitl, Franz (2010): Méhészek könyve, Mezőgazda Kiadó, Házunk táján sorozat
 Örsi Pál Zoltán (1989): Méhek között, Börze Kft. Budapest
 Vasile Alexandru et al. (2007): Manualul Apicultorului, Asociatia crescatorilor de albina din Romania Bucuresti
 Szöcs József méhészfüzete (lejegyzett adatokkal)

Internetes forrás

https://www.google.ro/search?q=fisker&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMI5lj86uOQYQIVyY4sCh0kxA0f#tbm=isch&q=m%C3%A9h+fiás+keret&imgre=GaeCnuv2yZC4XM%3A

A XXVII. Természet–Tudomány Diákpályázat kiírása és verseny szabályzata

Útmutató a diákpályázat benyújtásához

A Természet Világa tudományos ismeretterjesztő folyóirat diák-cikkpályázatán indulhat bármely középfokú iskolában 2017-ben tanuló vagy végző diák, hárainkon belülről és túlról.

A pályázat kétfordulós.

Első forduló:

Az előválogató színhelye a diákcikk-pályázatokat benyújtó iskola. Időpontja: 2017. október 25.

Második forduló:

A döntőbe került pályázatok zsűrizésének színhelye a Természet Világa folyóirat szerkesztősége. Időpontja: 2018. február 15-ig.

A pályázat terjedelme **8000–20 000 betűhely** (karakterszám, szóközökkel együtt), tetszőleges számú illusztrációval. A kéziratot három kinyomtatott példányban kérjük. 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 és elérhetőségét. A helyi (iskolai) fordulón továbbjutó dolgozatok benyújtásának (postai feladásának) határideje mindegyik kategóriában **2017. október 31.** A pályázat beadható személyesen (1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.), vagy postán (1444 Budapest, 8. Pf. 256.).

A PÁLYÁZAT FELTÉTELEI

1. Alapvető követelmény, hogy a cikke olvasható, stilisztikai és helyesírási szempontból kifogástalanok legyenek. Kérjük a felkészítő tanárokat, sziveskedjenek e tekintetben is útmutatást adni ta-

nítványainknak. 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. A pályamunkák végén kérjük a felhasznált irodalmat és forrásmunkákat megjelölni. A szó szerinti idézetek forrásának fel nem tüntetése etikai vétség, és a dolgozatnak az értékelésből való kizárásával jár.

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

Díjazás:

1 db I. díj

2 db II. díj

3 db III. díj.

A díjazottak értékes jutalomban részesülnek.

A zsűri döntésével több, arra érdemes írásra különdíj is kiadható.

A pályázat díjait 2018 márciusában adjuk át a nyerteseknek, akiknek nevét folyóiratunkban és honlapunkon közzé tesszük. A bírálóbizottság által színvonalasnak ítélt írásokat 2018-ban lapunkban folyamatosan megjelentetjük. A kiemelkedő pályamunkák diák szerzőinek a feldolgozott témában történő további elmélyüléséhez szerkesztőbizottságunk tagjai és más felkért szakemberek nyújtanak segítséget. Kérjük tanár kollégáinkat, hogy tehetséges diákjaikat bátorítsák a pályázatunkon való részvételre, s tanácsaikkal nyújtsanak segítséget a témák kidolgozásához és feldolgozásához.

PÁLYÁZATI KATEGÓRIÁK

Természettudományos múltunk felkutatása

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). Évfordulós pályázatunkra szívesen várunk dolgozatokat a 2017. év neves évfordulós személyiségeiről is.

2. A dolgozat írójának tágabb környezetéhez kapcsolódó tudományos vagy műszaki intézmények története, tudóstársaságok története, eredeti dokumentumok bemutatásával.

3. 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.).

Díjazás:

1 db I. díj

2 db II. díj

3 db III. díj.

A díjazottak értékes jutalomban részesülnek.

A zsűri döntésével több, arra érdemes írásra különdíj is kiadható.

Önálló kutatások, elméleti összefoglalók

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

Az elméleti összefoglalóknak is önálló kutatásokon kell alapulniuk. Azoknak javasoljuk, akik örömmel mélyednek el a rendelkezésükre álló megbízható és naprakész adatok végeláthatatlan tárházában, és képesek onnan elővarázsolni, bemutatni a Természet Világa olvasóinak a tudomány újdonságait.

A sikeres pályázat feltétele, hogy a pályázók a könyvtárakban, a világháló révén, a laboratóriumi-gyakorlati látogatások alkalmával és más módon szerzett értesüléseiket a származás pontos megjelölésével forrásként használják fel, és ott kerüljék el a saját alkotás látszatát. Kérjük, hogy a diákok és a felkészítő tanárok a Természet Világát tekintsék a dolgozat első nyilvános megmérettetési lehetőségének.

Ebben a kategóriában *biofizikai-biokibernetikai* témájú dolgozatok különdíjban részesülhetnek, ezzel *Varjú Dezső* (1932–2013), a magyar származású biofizikus, a Tübingeni Egyetem egykori biokibernetika tanszékének (emeritus) professzora, folyóiratunk segítője emlékét ápoljuk.

A kultúra egysége különdíj

A *Simonyi Károly* (1916–2001) akadémikus által alapított különdíjra a 2017-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. Olyan pályamunkákat várunk elsősorban, amelyek egy természettudományos eredmény és valamilyen művészi alkotás vagy humán tudományos eszme közti kapcsolatot tárják fel. Megmutatkozhatnak ezek akár egy alkotó életében, akár egy gondolat kialakulásában.

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, szobrászat–statika, zene–matematika, építészet–fizika, kémia, biológia stb.).
3. Egy huszadik századi polihisztor. Olyan, már nem élő ember életének és munkásságának bemutatása, akinek tevékenységében, illetve műveiben megvalósult a kultúra egysége. Érdemes külön figyelmet fordítani a természettudományok történetének kutatóira, valamint azokra, akik születésének vagy elhunytának centenáriumáról is megemlékezhetünk az adott évben.

A három ajánlott kérdéskörön túl a fiatalok természetesen bármely más önállóan választott témával is pályázhatnak. 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, II. díj, III. díj, valamint a zsűri döntésével több, arra érdemes írásnak különdíj is kiadható.

Matematikai különdíj

A különdíjra az alábbi irányelvek vonatkoznak:

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

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, előadásban stb.).

A leírtak 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.

Martin Gardner (1914–2010) amerikai szakíró, a matematika kiváló népszerűsítőjének emlékét őrzi ez a különdíj.

Díjazás: I. díj, II. díj, III. díj.
Ebben a kategóriában különdíjban részesülhetnek azok a dolgozatok, melyek arra mutatnak rá, hogy a természettudományok területén milyen segítséget

nyújthat a számítógép, a számítógépes szimuláció. Ebben a különdíjban a diákpályázat más kategóriáiban benyújtott dolgozatok is részesülhetnek, olyanok, amelyek számítógépes alkalmazásokat mutatnak be, számítógépes szimulációt használnak. A különdíj *Nicholas Metropolis* (1915–1999), görög származású amerikai elméleti fizikus és matematikus, folyóiratunk segítőjének emlékét őrzi.

Orvostudományi különdíj

Az orvostudomány témakörében a következő irányelvek alapján lehet pályázni.

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

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

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

4. Semmelweis születésének 200. évfordulója alkalmából a *Semmelweis Egyetem* különdíjakat ad át Semmelweis életével, tudományos munkásságával, tanainak elfogadottá válásával, előzményeivel és következményeivel foglalkozó, egyéni megközelítésű és általános érdeklődésre számot tartó következtetéseket tartalmazó tanulmány készítőinek. Előnyben részesülnek azok a pályázatok, melyek az ismert életrajzi adatok összefoglalásán túl saját gondolatokat, következtetéseket tartalmaznak jól fellépített és szerkesztett olvasmányos mű formájában. Semmelweis életének és kutatásainak vizsgálatán túl pályázni lehet Semmelweis munkásságát megelőző, vagy követő, de annak szerves részét képező tudományos, társadalmi, pszichológiai stb. kérdéseket analizáló művel is.

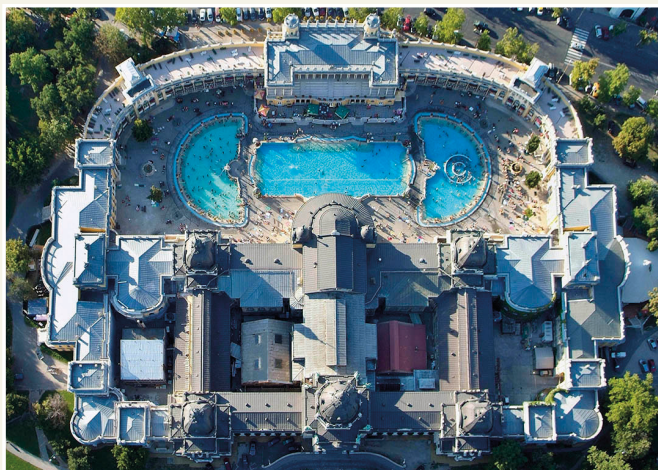
Díjazás: I. díj, II. díj, III. díj, valamint a zsűri döntésével több, arra érdemes írásnak különdíj is kiadható.

A *Természet–Tudomány Diákpályázat pályázat kiírását a Természet Világa számaiban közzéljük, illetve olvashatók a folyóirat honlapján is.*

Magyarország a levegőből



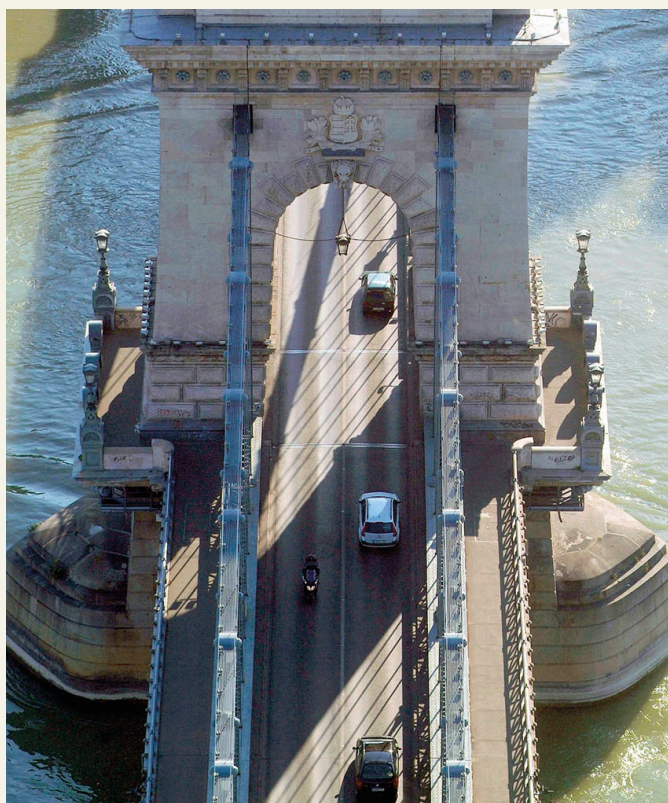
A fertői Eszterházy-kastély



A Széchenyi-fürdő



Lőrinci piac



Lánchíd árnyékkal



Orosháza



Szent István Bazilika

Ewald Gerhardt, Vasas Gizella, Locsmáncsi Csaba

Gombászok kézikönyve

720 oldal

5900,- Ft

Cser Kiadó, 2017

Minden, amit szinte az összes gombafajról tudni kell!

Vasas Gizella és Locsmáncsi Csaba alapos munkája, valamint a több mint 1000 remek kép egyetlen szakmai kérdést sem hagy válasz nélkül.

A Gombászok kézikönyve 1333 gombafaj közérthető, lényegre törő leírását tartalmazza, ezekből 1013 fajt színes felvételeken is bemutat. A német szerző, Ewald Gerhardt könyvének mostani kiadása dr. Vasas Gizella és dr. Locsmáncsi Csaba elismert mikológusok munkájának köszönhetően a legújabb magyar és latin fajneveket is tartalmazza, a társszerzők az anyagot átdolgozták magyarországi viszonyokra, további hazai gombafajokkal, hazai elterjedési, gyakorisági, védettségi és veszélyeztetettségi adatokkal bővítették. A Gombászok kézikönyve elsősorban a gyakorlati gombaismeretek átadására helyezi a hangsúlyt, terepen is jól használható, ezért minden gombásztársunk fontos segédeszköze lehet.

A Cser Kiadó webáruházában 15 % kedvezménnyel vásárolható meg: **5015,- Ft**



1114 Budapest, Ulászló u. 8.
www.cserkiado.hu
E-mail: info@cserkiado.hu
Telefon: +36 (1) 386 9019



nka
Nemzeti Kulturális Alap