

JÁTÉKOS KROKODILOK • TROMBÓZIS-TERÁPIA • ELFÜSTÖLT Y-KROMOSZÓMÁK

LXX. évfolyam ■ 9. szám ■ 2015. február 27.

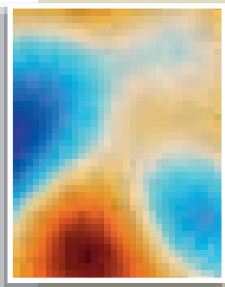
Ára: 350 Ft

Előfizetőknek: 300 Ft

# ÉLET és TUDOMÁNY

Adószámunk: 19002457-2-42

A NAGY  
BUMM  
NYOMÁBAN



Címlapon: A CMB polarizációja a *Tovább tartott a sötétség* című cikkünkhöz

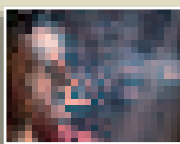
259 Első kézből

• LED-KONFERENCIA

Hollósy Ferenc

• TOVÁBB TARTOTT A SÖTÉTSÉG KORSZAKA

Gajzágó Éva



• ELFÜSTÖLT Y-KROMOSZÓMÁK

Illyés András

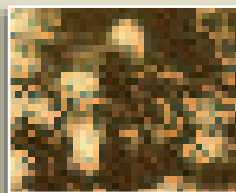
262 A globális éghajlatváltozásról – kicsit másképp



MIÉRT OLVADNAK A JÉGSAPKÁK?

Gelencsér András

265 Sztálin hosszú keze



TROCHIJ LIKVIDÁLÁSA

Hegedűs Péter

268 Interjú Szabó Józseffel

ENERGIATERMELÉS EGY ÜSTÖKÖS FELSZÍNÉN

Trupka Zoltán

270 Egészség=egész-ség?

TÚ A SZÉNAKAZALBAN

Ötvös Ferenc

272 Röntgensugárzás az ökotoxikológia szolgálatában



TALAJSZENNYEZÉSRŐL ÁRULKODÓ

FONÁLFÉREG

Sávoly Zoltán

Hrács Krisztina

274 KÖNYVSAROK

275 Új irányok a trombózis terápiájában

TROMBOLÍZIS

Varjú Imre

277 ÉT-etológia

JÁTÉKOKAT A KROKODILOKNAK!

Kubinyi Enikő

278 Csillagnaptár



MÁRCIUS

Lőrincz Henrik

281 Adatok és tények

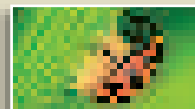
A FOGYASZTÓI ÁRAK, INFLÁCIÓ ALAKULÁS

Andrejcsik Linda

282 A tudomány világa

• TÖBB MINT 2 MILLIÁRD ÉVE VÁLTOZATLAN

G. É.



• VÍRUS OKOZZA A KATICÁK BÉNULÁSÁT

Jurecska Laura

• PENTAGRAFÉN

G. É.

• A TENGEREK SZINTJE GYORSABBAN EMELKEDIK

Mangel Gyöngyi

• KOLUMBIAI KLÍMAKUTATÓK AZ ANTARKTISZON

285 REJTVÉNY

Schmidt János

286 ÉT-IRÁNYTÚ

Bánsághy Nóra

287 A hátlaton

KISVIRÁGÚ HUNYOR

Bajomi Bálint

## Kedves Olvasónk!

Idén is megjelent a felhívás a kiemelkedő matematika- és fizikatanári teljesítményt elismerő *Ericsson-díjra*.

A díjat általános vagy középiskolákban fizikát vagy matematikát oktató pedagógusok nyerhetik el.

A matematika és fizika népszerűsítéséért járó díjat 2 matematikát és 2 fizikát tanító pedagógus részére ítélik oda. Azok kaphatják, akik tanítványaikkal aktívan bekapcsolódtak a Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok vagy az ABACUS folyóiratának pontversenyeibe, vagy a tanítás mellett évek óta a legtöbbet teszik a tantárgyuk iránti érdeklődés felkeltéséért és megszerettetéséért.

A matematika és fizika tehetségeinek gondozásáért elnyerhető díj szintén 2 matematikát és 2 fizikát tanító pedagógus teljesítményét ismeri el. Azok kaphatják, akiknek a tanítványai a legjelentősebb hazai vagy nemzetközi egyéni versenyeken, például a Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok vagy az ABACUS versenyein; vagy a TIT Kalmár László, Varga Tamás, Zrínyi Ilona, Arany Dániel matematikaversenyek,

matematika vagy fizika OKTV, Öveges József, Jedlik Ányos, Mikola Sándor, Szilárd Leó fizikaversenyek, a Nemzetközi Matematika Diákolimpia vagy a Fizika Diákolimpia, a Kürschák József Matematikai Tanulóverseny vagy az Eötvös Loránd Fizikaverseny valamelyikén a 2009-2010-es tanévtől kezdődően elnyerték az első öt díj egyikét.

A díjakat a MATFUND Középiskolai Matematikai és Fizikai Alapítvány ítéli oda, a Bolyai János Matematikai Társulat és az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Ericsson-díjbizottságainak ajánlása alapján. A díjazandókra írásos javaslatot nyújthatnak be szakmai és társadalmi szervezetek, a javasolt tanár tevékenységét ismerő kollégák, tanítványok. *Pályázat csak a különböző kategóriák Pályázati adatlapjain* nyújtható be, kizárólag e-mailben, elektronikus formában. Az adatlap letölthető a [www.komal.hu](http://www.komal.hu) vagy a <http://www.ericsson.hu/ericsson-dij-2015/> internet címről. Ha a korábbi években már javasolt tanár nem kapott díjat, a felterjesztést (hivatkozva a már beküldött jellemzésre, esetleg kiegészítve azt) meg lehet ismételni.

A beérkezési határidő: 2015. április 1. E-mail cím: [matfund@komal.hu](mailto:matfund@komal.hu).

A SZERKESZTŐSÉG

## LED-konferencia



Hatodik alkalommal rendezte meg idén a Magyar Elektrotechnikai Egyesület Világítástechnikai Társasága a világítódiodákkal, közismert rövidítéssel a LED-ekkel foglalkozó konferenciáját az Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karán 2015. február 3–4-én.

A LED-konferenciasorozat 2010-ben azzal a céllal indult, hogy a Világítástechnikai Társaság szervezésében egy új technológia fejlődését, alkalmazását nyomon követve összegyűjtse a hazai LED-kutatókat, -fejlesztőket, -gyártókat, -forgalmazókat, és lehetőséget biztosítson számukra eredményeik, tapasztalataik kicserélésére vagy az éppen aktuális műszaki-gazdasági kérdések megvitatására.

A 2014. évi fizikai Nobel-díj odaítélése három japán kutatómérnöknek a kék LED megalkotásáért már önmagában jelzi a téma aktualitását, ám az idei LED-konferencia több jeles esemény és évforduló miatt is kiemelt figyelmet érdemel. Ez a LED-konferencia ugyanis már a hatodik a sorban.

A Világítástechnikai Társaság pedig mérföldkőhöz érkezett: idén ünnepli fennállásának 20. évét. S mindezen rendezvényekre 2015-ben, a Fény Nemzetközi Évében kerül sor.

A mostani kétnapos rendezvényen a közel 200 fős hallgatóság előtt összesen 32 szerző 22 előadása hangzott el változatos témákat felölelve. Az előadások során szó volt többek között a LED-es lámpatesteket érintő szabványváltozásokról, a 2014-ben bevezetett ENEC+ európai uniós LED-modulról és az új lámpatest-tanúsítási rendszer követelményeiről. Majd fontos gyakorlati kérdések következtek a LED-es lámpatestek valós élettartamát és műszaki adataik összehasonlíthatóságát elemző előadásokban.

Az előadók meggyőző érveket hoztak fel arra, hogyan különböztessük meg a mérésen, a tudományos és a mérnöki módszereken alapuló adatokat a katalógusok olykor túlzó, és marketingízű adataitól, megvédve

ezzel a felhasználók LED-ekbe fektetett bizalmát. A LED-ek új beltéri és belsőépítészeti alkalmazásait illetően is izgalmas megoldásokról számoltak be a szakemberek. Ilyen ígéretes terület lehet a LED-es lámpákkal megvalósítható látható fénnel történő kommunikáció, amelynek előnyei beltéri alkalmazások esetén például beltéri helymeghatározásnál is kihasználhatók.

Egy irodaház beltéri LED-világítástervezésének folyamatát is nyomon követhettük, amely értékes tapasztalatokkal és mindenki számára megszívlelendő tanácsokkal szolgált: jól tervezni csak megfelelő kommunikációval és megfelelő tartalmú kiindulási adatokból lehet és érdemes.



Kezddés előtt a szekcióvezetők, előadók, hallgatók...

A konferencia első napjának igazi színfoltja volt a Pannon Egyetem, Virtuális Környezetek és Fénytani Kutatólaboratórium munkatársainak beszámolója a vatikáni Sixtus-kápolna freskói számára tervezett LED-világítás sikeres beállításáról. Az öt országot felölelő, és hat partnerből álló, OSRAM vezette konzorcium tagjaként a magyar csapat feladata az volt, hogy helyszíni mérések alapján a LED alapú lámpatestek által kibocsátott fény színképét optimalizálják, és a világítás finomhangolását is megvalósítsák. A feladat sikeres megoldása nemcsak a szakma elismerését vívta ki, hanem azt is „fényesen” igazolta, hogy a LED-ek ma már alkalmasak kiváló minőségű, a műalkotásokat nem károsító világítás létrehozására.

A LED-ek kültéri és közvilágításban észlelhető térhódítására is több szép hazai és nemzetközi példát hoztak az előadók. Az egyik ilyen izgal-

mas megoldás az adaptív közvilágítási rendszer, amelyet tavaly próbáltak ki a gyakorlatban Szentendrén. Egy hazai fejlesztésű LED-es fényforrásból és a hozzá kapcsolódó mozgásérzékelős kültéri világításvezérlőből álló adaptív rendszer jelentősen csökkentheti a világítás energiafelhasználását a biztonsági tényezők befolyásolása nélkül.

A vasúti térvilágításban, sportpályákon, valamint a reptülotereken és helikopter-leszállópályákon alkalmazott LED-es világítási megoldások előnyeit, hátrányait, létjogosultságát taglaló előadások kellő szakmai megfontoltságra intettek az új technológiák régi rendszerekbe történő beillesztésekor.

Élénk szakmai vita bontakozott ki a LED-es közvilágítás hazai korszerűsítését hátráltató tényezők megbeszélésekor. Az előadásban szó esett az uniós pályázati feltételekről, hogy mire fektetik a hangsúlyt, melyek a pályázatok kötöttségei, mennyire érvényesülhetnek szakmai elvárások, mi a tervező és a kivitelező felelőssége, illetve a nehézségeket leküzdve lesz-e jobb és szabványosabb világítás Magyarországon? Mindenesetre a LED-es lámpatestek korszerűsítésének, túlfeszültség-védelmének, illetve a közvilágítási rekonstrukciók fényszennyezésének modellezéssel kibővített együttes vizsgálata jó lehetőséget kínál arra, hogy a világítási rendszereket és a városi világítás megújítását objektív módon minősítsék, és javaslatokat tegyenek a rekonstrukciók tervezéséhez.

Az elmúlt évi kedvező fogadtatása alapján, a konferenciát kísérő kiállításnak – a kiállítók és a kiállítás bemutatásának – külön programblokkot biztosítottak a szervezők. A konferencián megjelent 10 kiállító cég szakemberei élénk érdeklődés mellett mutatták be legújabb fejlesztéseiket és műszaki megoldásaikat.

A rendezvény tiszteletére jelentette meg a Világítástechnikai Társaság a jubileumi, 10. Világítástechnikai Evkönyvét, amely a konferencia előadásaihoz kapcsolódó anyagokon túl olyan érdekes és tudást gyarapító tanulmányokat közöl, amelyek bizonyíthatnak az olvasók érdeklődésére.

**HOLLÓSY FERENC**

**KOZMOLÓGIA** **Tovább tartott a sötétség korszaka**



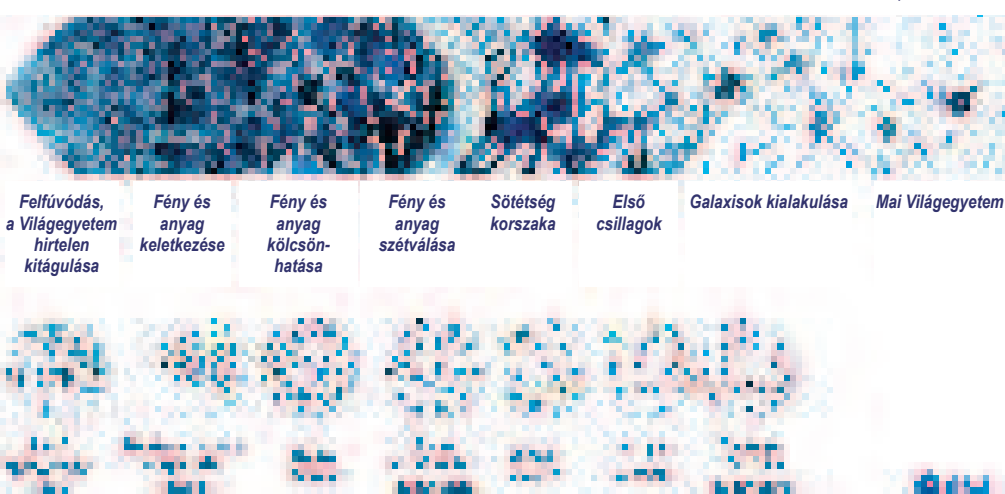
Az Európai Űrügynökség (ESA) Planck-műholdja 2009 óta vizsgálja a Világegyetem egészét betöltő kozmikus mikrohullámú háttérsugárzás (CMB) jellemzőit a teljes égbolton. A sugárzás polarizációjáról most nyilvánosságra hozott új, minden korábbinál finomabb felbontású térképe alapján megállapítható, hogy a sötétség korszaka mintegy 100 millió évvel tovább tartott, illetve az első csillagok 100 millió évvel később születtek, mint eddig feltételezték. Ez a látszólag szerény korrekció egyúttal egy korábban súlyosnak tűnő rejtélyt is megold.

Mai tudásunk szerint a Világegyetem története 13,8 milliárd évvel ezelőtt a Nagy Bumm-mal (Ősrobbanással) vette kezdetét. Korai forró és sűrű időszakáról való ismereteink legfőbb forrása a 380 ezer évvel a Nagy Bumm után létrejött mikrohullámú maradványsugárzás, a CMB, amely a Világegyetem azóta bekövetkezett tágulásának köszönhetően ma kitölti a teljes Univerzumot. A sugárzás hőmérséklet-eloszlásában ma kimutatható parányi hőmérséklet-ingadozások a sugárzás keletkezésekor meglévő sűrűségfluktuációknak feleltethetők meg, amelyekből a későbbiek során a csillagok, galaxisok és galaxishalmazok születtek.

A CMB polarizációjának eloszlása – amelyet a Planck megfigyeléseiből mostanra sikerült a teljes égboltra kiterjedően feltérképezni – további információkat tartalmaz a Világegyetem korai szakaszáról.

Néhány másodperccel a Nagy Bumm után a Világegyetemet sűrű, forró plazma (főként elektronok és protonok), továbbá fény (fotonok) és neutrínók töltötték ki. A nagy sűrűség miatt az elektronok és fotonok ütközései annyira gyakoriak voltak, hogy a fotonok képtelenek voltak valamilyen irányban szabadon haladni, ahhoz hasonlóan, ahogy egy világítótorony fénycsóvjája sem tud sűrű ködön áthatolni.

10<sup>-32</sup>sec    1sec    100sec    380 000 év    300–500 millió év    évmilliárdok    13,8 milliárd év



A Világegyetem története: a felső sorban a Világegyetem nagyléptékű szerkezetének fejlődése, az alsó sor betétképein a megfelelő időszakban végbemenő mikroszkopikus folyamatok

A Világegyetem tágulásával azonban a helyzet enyhült, a „kozmosz köd” oszlani kezdett és az ütközések ritkábbá váltak. Ennek két fontos következménye volt: az elektronok és a protonok semleges atomokká állhattak össze, a fotonok pedig szabadon terjedhettek. Ezt látjuk ma a CMB-ben.

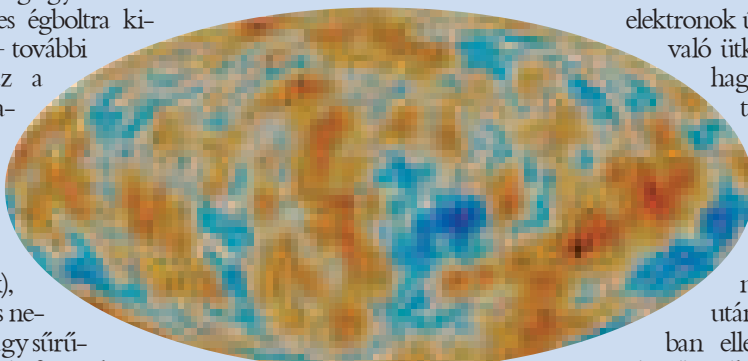
A korábbi ütközések azonban nyomot hagytak a fotonok polarizációjában: erről a CMB polarizáció-eloszlásában ma megfigyelhető apró fluktuációk hordoznak olyan információt, amelyből a Világegyetem fő paraméterei (kora, tágulásának üteme, anyagi összetétele) a korábbi számításoktól függetlenül eljárásal szintén meghatározhatók. Az ennek alapján most elvégzett elemzések megerősítik mindazokat az értékeket, amelyeket korábban a CMB hőmérséklet-eloszlásának fluktuációjából kaptak, ezen túlmenően azonban még egy további kérdésre is választ adnak:

mikor ért véget a Világegyetem „sötét korszaka”, illetve mikor gyulladtak ki az első csillagok?

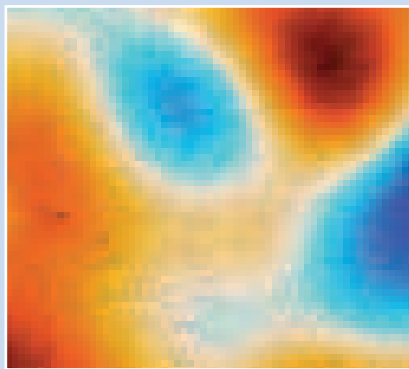
Korábbi becslések szerint ez mintegy 450 millió évvel a Nagy Bumm után következett be. A mostani új elemzésből azonban ennél 100 millió évvel több, azaz 550 millió év adódik. Bár ez a Világegyetem teljes életkorához (13,8 milliárd évhez) viszonyítva látszólag csekély különbség, jelentősége azonban messze nagyobb ennél, ugyanis segít feloldani egy korábbi ellentmondást.

Az első csillagok fénye a gázfelhők semleges atomjaival ütközve egyre több atomot ionizált, azaz tépett szét újra protonokra és elektronokra: ezzel kezdetét vette a reionizáció időszaka, amelyről a távoli galaxisok és kvazárok megfigyeléséből eddig azt tudtuk, hogy a Nagy Bumm után 900 millió évvel ért véget. De hogy pontosan mikor kezdődött, az csak a CMB polarizációjának elemzéséből állapítható meg, amelyen a reionizáció megindulása (azaz a szabad elektronok újbóli megjelenése és a velük való ütközések) ugyanígy nyomot hagyott, mint korábban a fotonok szabaddá válása előtti utolsó ütközések.

A Planck korábbi, még pontatlanabb adataiból úgy becsülték, hogy a reionizáció nagyjából 450 millió évvel a Nagy Bumm után kezdődött. Ennek azonban ellentmondtak a Hubble-űr-távcső mélyégbolt-felmérései, amelyek alapján megbecsülhető volt a Világegyetemben legkorábban létrejött galaxisok száma, amelyek 300–400 millió évvel a Nagy Bumm után kezdtek formálódni. Ezeknek a teljesítménye azonban mesz-



A kozmikus mikrohullámú háttérsugárzás (CMB) új, teljes égboltra vonatkozó térképe a Planck-műhold megfigyelései alapján. A színek a hőmérsékletingadozásokat, a vonalas mintázat a polarizáció irányultságát jelzi.



A CMB polarizációja felnyitva:  
az égbolt 5 foknyi részlete

KÉPEK: ESA/PLANCK COLLABORATION

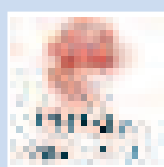
szé nem lehetett elegendő ahhoz, hogy mindössze 450 millió év alatt véget vessenek a sötétség korszakának, ezért a reionizáció folyamatának magyarázatához a csillagok mellett egyéb, egzotikusabb energiaforrások feltételezésére is szükség lett volna.

Ezt a problémát jelentős mértékben mérsékli a Planck új polarizációs térképének elemzése, amely szerint a reionizáció 100 millió évvel később indult meg, ám nagyobb ütemben, így ennek magyarázatához már elegendő a legősibb csillagok és galaxisok tevékenysége.

Más szempontból is jó hír, hogy a sötétség korszaka 100 millió évvel később ért véget, mert ez egyúttal azt is jelenti, hogy az első csillagok és galaxisok időben ennyivel közelebb kerültek hozzánk, s így fényük nagy valószínűséggel már az űrtávcsövek következő nemzedékével – elsőként a 2018-ban üzembe álló James Webb-űrtávcsövel – láthatóvá válhat.

Forrás: [www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Planck/Planck\\_reveals\\_first\\_stars\\_were\\_born\\_late](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Planck/Planck_reveals_first_stars_were_born_late)

## ORVOSTUDOMÁNY



### Elfüstölt Y-kromoszómák

A férfiakban megtalálható Y-kromoszóma szerepéről eddig biztosan tudtuk, hogy részt vesz a nem meghatározásában, génjeinek épsége pedig fontos a nemzőképesség szempontjából: ha bizonyos kromoszómáriszletek hiányoznak, akkor jelentősen csökkenhet vagy akár meg is szűnhet a spermiumok termelődése. Lehetséges azonban, hogy az Y-kromoszóma ennél sokkal szélesebb körben befolyásolja a férfiak szervezetének működését, így az elvesztése is többféle, eddig nem ismert következménnyel járhat. Minderre egy új kutatás eredményei alapján következtetnek a szakemberek, amelyet összesen 6 ezer

férfi bevonásával végeztek a svéd *Uppsala Egyetem* kutatói *Jan Dumanski* vezetésével. Ugyanez a kutatócsoport egy korábbi, 2014-ben a *Nature Genetics*-ben megjelent tanulmányában már kimutatta, hogy minél kevesebb Y-kromoszóma van jelen a vizsgált férfiak vérésejtjeiben, annál nagyobb eséllyel halnak meg fiatalabb korban (átlagosan 5,5 évvel korábban, ha a vérésejtjeik 20 százalékából hiányoznak az Y-kromoszómák). Sőt, nemcsak az életük lesz rövidebb, hanem – az Y-kromoszómáikat nagyobb részben megőrző férfiakhoz képest – a rákos megbetegedések egyes típusainak kockázata is megemelkedik, akár a négyszeresére. Dumanski és munkatársai a *Science*-ben megjelent cikkükben azt is leírták, hogy az Y-kromoszómák elvesztése egyértelműen összefügg a dohányzással, a kromoszómavesztéses mértéke pedig arányos az elszívott cigaretták számával. Eszerint minél többet dohányzik valaki, annál több olyan vérésejtje lesz, amelyből eltűnik az Y-kromoszóma.

A szakemberek az Y-kromoszóma elvesztéséért esetleg felelőssé tehető többi faktort – életkor, magasvérnyomás, cukorbetegség, alkoholfogyasztás, LDL- és HDL-koleszterin, testsúly és a sportolási szokások – is figyelembe vették, a kromoszóma vérésejtjeiből történő eltűnése azonban minden esetben a dohányzással függött össze a leginkább. Azoknál viszont, akik egy ideje már megszokták a dohányzást, nem tapasztalták az Y-kromoszómák eltűnését.

A kutatócsoport feltételezése szerint – bár az ok-okozati kapcsolat még nem bizonyított – az Y-kromoszómák dohányzás miatt történő elvesztése lehet a felelős azért, hogy a dohányzó férfiak esetében magasabb a légzőszervrendszeren kívüli daganatok előfordulási aránya, mint a szintén dohányzó nőknél. A rákgyakoriságokban mutatkozó nemek szerinti eltérésekre – vagyis a gyakoribb daganatos megbetegedésekre a férfiaknál – eddig nem igazán volt magyarázat, és lehet, hogy ezeket az eltéréseket részben az Y-kromoszómák elvesztése okozhatja.

Annak magyarázatára, hogy az Y-kromoszómák eltűnése – amelyet most csak a vérésejtjeiben vizsgáltak, de más sejteket is érinthet – hogyan függhet össze a férfiak rákkockázatának növekedésével, kétféle mechanizmust is felvázoltak a kutatók. Az első szerint a dohányzás többféle kromoszóma-rendellenességet is kivált a sejtekben, amelyek

köziül az Y-kromoszóma véletlenszerű elvesztése csak az egyik esemény. A férfi nemi kromoszóma eltűnése eszerint egy semleges, utazó mutációnak tekinthető, amely a kromoszómák hibás szétválásának tendenciáját jelzi a sejtosztódások során. A dohányzás ebben az esetben ezt a jelenséget fokozza, és ez összefügg a férfiak megnövekedett rákkockázatával. (Az utazó mutációk olyan génhibák, amelyeknek nincs szerepe a rosszindulatú daganatok kialakulásában.)

A másik feltevés szerint viszont ok-okozati kapcsolat áll fenn az Y-kromoszómák vérésejtjeiből történő eltűnése és a rák kialakulása között. Mindez a férfiak szervezetében újonnan megjelenő daganatsejteknek az immunrendszer általi felgyegetésével hozható összefüggésbe. Ezt a hipotézist három daganatmentes, 91 éves férfi vérésejtjeinek vizsgálatával próbálták alátámasztani. Náluk azt tapasztalták, hogy a CD4+ T-sejtjeikben – amelyeknek a tumorsejtek felismerésében és az elpusztításukra irányuló immunválasz beindításában van fontos szerepük – kisebb arányban hiányoztak az Y-kromoszómák, mint a vérésejtjeik két másik, szintén vizsgált típusában. A három idős férfi CD4+ T-sejtjei tehát jól végezték a feladatukat, és sikerrel megakadályozták a tumorok kialakulását. A hiányzó Y-kromoszómákkal rendelkező CD4+ T-sejtjeik ezzel szemben növelhetik a rákkockázatot, hiszen kevésbé képesek ellátni a daganatok elleni védekezésben betöltött szerepüket. Ezt a feltételezést természetesen még nagyobb mintaszámon is igazolni kell.

Az Y-kromoszómák elvesztése és a rák kialakulása közötti ok-okozati kapcsolat tehát még bizonyításra vár, az viszont egyértelműen kiderült, hogy egy teljes mértékben megelőzhető rákkockázati tényező – a dohányzás – összefügg az Y-kromoszómák vérésejtjeiből történő eltűnésével.

„Az Y-kromoszóma elvesztése a különféle daganatsejtek leggyakoribb mutációtípusai között szerepel, sőt lehet, hogy a tumorokban összességében ez fordul elő a leggyakrabban. Nemrég azonosították, hogy az Y-kromoszómán a daganatok kialakulását elnyomó, úgynevezett tumorszupresszor gének is találhatóak, amelyek eltűnése ugyancsak összefügghet a rákkockázat növekedésével” – mondta Jan Dumanski, aki érezhetően azt szeretné, ha az ok-okozati kapcsolat bizonyosodna be a későbbiekben.

Forrás: <http://www.sciencemag.org/content/347/6217/81>

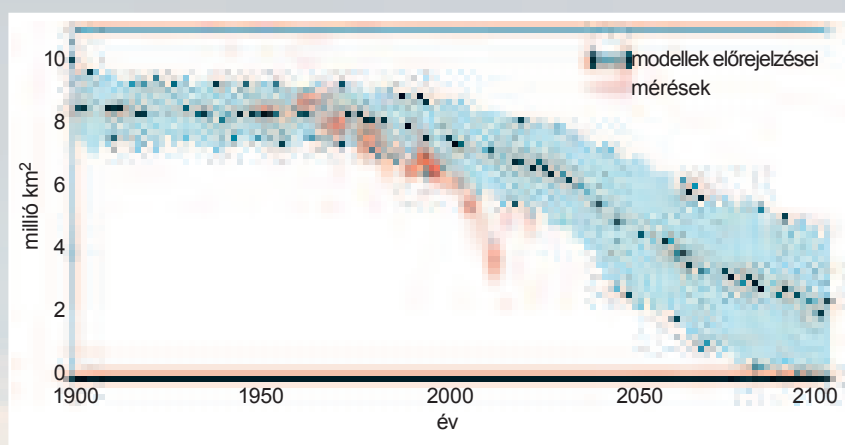
# MIÉRT OLVADNAK A JÉGSAPKÁK?

Napjainkban a közvélemény a globális éghajlatváltozás – elterjedtebb, de pontatlan nevén a globális felmelegedés – jeleit szinte kizárólag a Föld felszíni átlaghőmérsékletének emelkedésében keresi. A földi átlaghőmérséklet az elmúlt 150 év alatt kb. 0,6 °C-ot emelkedett az 1961 és 1990 közötti időszak, az éghajlati alapskála átlagértékéhez képest. Ez talán nem tűnik jelentősnek ahhoz, hogy bárkiben is aggodalmat keltsen – van azonban a Földnek olyan régiója, ahol az eddig bekövetkezett változások, köztük a hőmérséklet emelkedése az átlagnál lényegesen jelentősebbek.

**E**z a terület pedig az Arktisz, az északi sarkvidék. Az itt található mérőállomások adatai alapján például 2006-ban az áprilisi átlaghőmérséklet +12 °C-kal haladta meg az éghajlati átlagot. Ezen adatoknál is látványosabb a tengerjég visszahúzódása a nyári időszak végére. A tengerjég minimális kiterjedése a műholdas mérések kezdete óta 8,3 millió km<sup>2</sup>-ről napjainkra 5 millió km<sup>2</sup> alá csökkent. Legkisebb kiterjedését 2012 különösen meleg nyarán érte el, a tengerjég 2012. szeptember 16-án mindössze 3,41 millió km<sup>2</sup>-t borított. A tengerjég vastagságából is jelentősen veszített: míg 1980-ban átlagosan 3,6 méter vastag volt, addig 2008-ban már csak 1,9 méter. Különösen aggasztó, hogy az éghajlati modellek, amelyek a jövőbeni éghajlatváltozás előrejelzésére szolgálnak, még visszamenőleg sem tudják pontosan leírni a jégtakaró állapotváltozásait. Az éghajlati modellek többsége szerint a jég kiterjedésének a megfigyelthez képest sokkal lassabban kellene csökkennie, a jégtakaró egy részének még ezen évszázad végére is meg kellene maradnia. A műholdas észlelések szerint azonban a nyári jég vészesen fogy: egyes kutatók szerint már a 2040-es években eltűnhet nyaranta a tengeri jég az Arktisról.

## A hó sötét oldala

Az úszó jég eltűnése nemcsak a jegesmedvék és más élőlények élőhelyét fenyegeti, hanem a Föld bolygó globális energiaforgalmára is közvetlen hatással van. A hó- és jégfelszín ugyanis rendkívül hatékonyan veri vissza a világtű



Az Arktisz tengeri jégének minimális kiterjedése műholdas megfigyelések adatai és éghajlati modellek számításai alapján

felé a Naptól érkező sugárzást: ez a vakító jelenség – ami szélsőséges esetben hóvakságot is okozhat – minden téli sportot kedvelő ember számára ismert. Ha a jég elolvad, és helyette a beérkező napsugárzás a tengerfelszínnel találkozik, akkor a fény visszaverődésének határfoka már lényegesen kisebb, következtetésképpen a felszínen jóval több fényenergia nyelődik el. Négyzetkilométerenként az elnyelt átlagos többleteljesítmény 250 MW, azaz egy közepes méretű hőerőmű névleges teljesítménye. Az elnyelt többletenergia hatására a tengerfelszín és a levegő is melegszik, ami hozzájárul a jég gyorsabb olvadásához, további vízfelületek szabaddá válásához és további többletenergia elnyelődéséhez. Ezt az önmagát erősítő folyamatot pozitív visszacsatolásnak nevezzük. Az ilyen természetű folyamatokkal kis kezdeti beavatkozással viszonylag rövid idő

alatt nagy változásokat lehet elérni. Tavasi hóolvadáskor egy verőfényes napon bárki kipróbálhatja, hogy milyen gyorsan olvad a hóréteg sötét felszínrel érintkező oldala.

Az elmúlt 2 millió évben a nagy eljegesedések és a köztes melegebb időszakok (interglaciálisok) váltakozásait a sarkvidék felől kiinduló hasonló visszacsatolások mindkét irányban hatékonyan működtek, kiváltó okai pedig a Föld Nap körüli keringésében szabályszerűen ismétlődve (periodikusan) bekövetkező, csillagászati léptékben csekély mértékű változások voltak. Legnagyobb szerepe a Föld keringési pályájának 100 ezer évente történő megváltozásának volt: a legutolsó, 115 ezer éve kezdődő jégkorszakot az indította el, hogy a Föld elliptikus pályája kissé módosult, és a Föld pályája legtávolabbi pontjának közelében (nyaranta) egyre

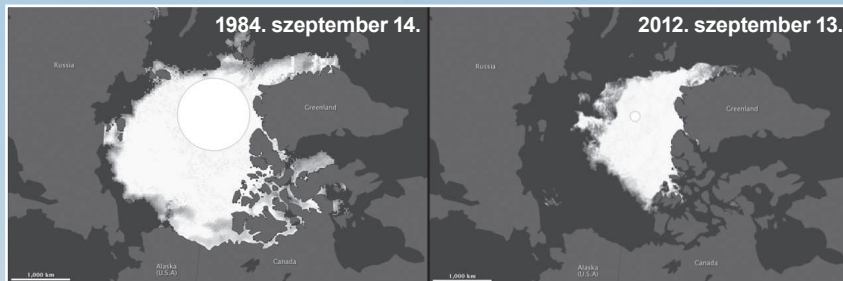
kevesebb sugárzás érte az északi sarkkör vidékét. A változást már négyzetméterenként <math><1\text{ Watt}</math> sugárzási teljesítménycsökkenés is képes lehetett megindítani. Ennek következtében a télen képződött jég később és kevésbé tudott megolvadni, egyre nagyobb területen verte vissza a Nap sugárzását, amelynek következtében egyre kiterjedő régió egyre kevesebb energiához jutott. A csökkenő hőmérséklettel a légkörben a vízgőz, a szén-dioxid és a metán koncentrációja is csökkent, ami gyengítette a természetes üvegházhatást és további hőmérsékletcsökkenéshez vezetett.

A folyamatot természetesen a Naptól való távolság további növekedése és az ebből adódó egyre kisebb nyári besugárzás is erősítette, sőt később ennek a hatása lett a legnagyobb. A részben öngerősítő folyamat végén Európa nagy részét körülbelül az 55. szélességi fokig (a mai Lengyelország déli határáig) 3-4 kilométer vastag jégtakaró borította, ami véglegesen mindössze 9 ezer évvel ezelőtt tűnt el. Eltűnését éppúgy, mint a kialakulását a Föld keringési pályájának újbóli változása, a nyári besugárzás intenzitásának újbóli növekedése és az általa megindított ellentétes irányú visszacsatolási folyamatok okozták.

Láthatjuk tehát, hogy a jégtakaró öngerősítő folyamatai mennyire meghatározóak voltak a földtörténeti közelmúltban Földünk éghajlatváltozásainak megindításában. Az éghajlatot hosszabb ideig tartó barátságtalan jégkorszakok (Magyarországot ekkor tundra borította), és rövidebb időtartamú melegebb időszakok váltakozása jellemezte (jelenleg is egy ilyen, egyelőre ismeretlen okból meghosszabbodott kellemes éghajlatú időszakban élünk).

### Szennyezett sarkok

Az Arktisz vidéke már korántsem a tiszta levegő birodalma, amint az még az első felfedezők útleírásaiban szerepelt. Az 1950-es években a kanadai Arktisz fölött áthaladó repülőgépek pilótái figyeltek fel arra, hogy a tél végi,

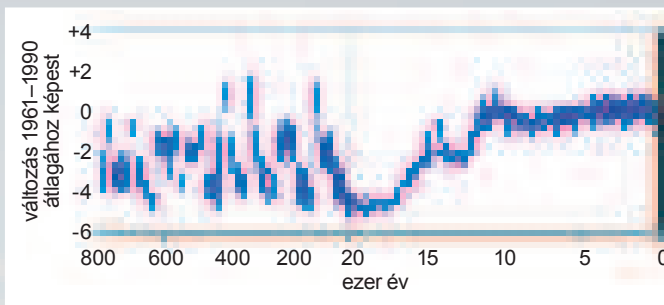


**Az arktiszi tengeri jég minimális kiterjedésének változása műholdfelvételeken kevesebb mint 20 év alatt**

kora tavaszi hónapokban az Arktisz hatalmas területeit tartós, szabad szemmel is jól megfigyelhető szmog borítja. De még legalább két évtizednek kellett eltelnie ahhoz, hogy nyilvánvalóvá váljon, ez a szmog ténylegesen a környező kontinensek területéről odaszállított és megrekedt levegőszennyezés. Megtalálhatók benne a kén-

illetve a jég által elnyelt sugárzási energia mennyisége megnövekszik, ami növeli a hőmérsékletet és elősegíti az olvadást. Ez egybevág azzal a hétköznapi megfigyeléssel, mely szerint a piszkos hó gyorsabban olvad, mint a vakítóan tiszta.

Tavasszal, illetve nyáron a meteorológiai viszonyok miatt a kontinensek felett a levegőszennyezés még könnyebben elérheti az Arktiszt. A tavaszi hónapokban a koromrészecskék fő forrása a Kelet-Európában elterjedt mezőgazdasági hulladékégetés. Az Arktisz felett az eddig megfigyelt legnagyobb koncentrációjú szmog 2006 tavaszán alakult ki a balti államokban, Fehéroroszországban és Ukrajnában égő mezőgazdasági tüzek füstjéből. Különösen meleg és száraz nyarakon a Kanadában és Oroszországban szinte meg-



**Az Antarktisz rekonstruált felszíni hőmérséklete az elmúlt 800 ezer évben a Dome Concordia-kutatóállomáson mélyített jégfúrások alapján készült mérési eredmények alapján**

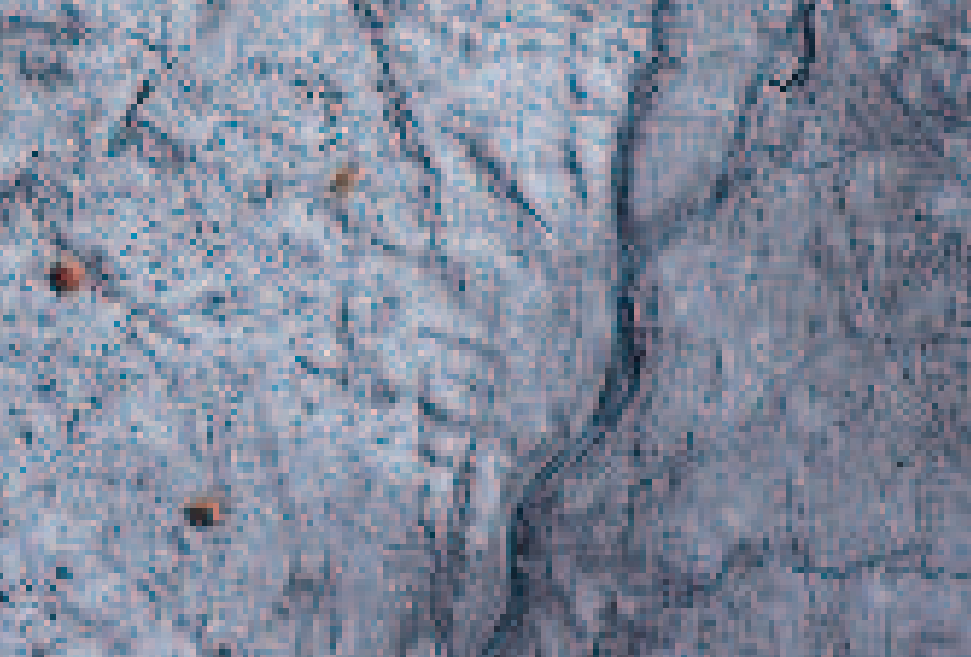
dioxid átalakulásából származó szulfát-, a nitrogén-oxidokból származó nitrátrészecskék, valamint jelentős mennyiségben korom.

A tökéletlen égésből származó koromrészecskék rendkívül hatékonyan képesek elnyelni és hőenergiává alakítani a napsugárzást, amit a levegő gázneve alkotói átengednek: 1 gramm koromrészecske a légkörben 1 hét alatt egy átlagos magyar háztartás egyheti energiaszükségletét megtermeli! De a korom még azt követően is hatékony fényelnyelő anyag marad, miután kiülepedett a légkörből a hó- vagy jégfelszínre. A korommal szennyezett jégfelszín napsugárzás-visszaverő képessége (albedója) a korom koncentrációjától függően jelentősen csökken: már 25 nanogram/gramm koncentrációban (25 az egymilliárdhoz arányban) is 2%-kal csökkenti a jégfelszín albedóját. Ennek következtében a hó,

fékezhetetlenül tomboló hatalmas erdőtüzek füstje okoz a sarkkörön belül súlyos levegőszennyezést. A sarkvidék hőmérséklete nyaranta a globális átlagnál legalább kétszer gyorsabban emelkedik, az erdőtüzek gyakorisága és kiterjedése folyamatosan növekszik. Ez is egyfajta öngerjesztő folyamat, pozitív visszacsatolás. 2014 nyarán Kanadában háromszor akkora területen pusztítottak erdőtüzek, mint az elmúlt 25 év átlaga. Az erdőtüzek drámai következménye Grönland gleccsereinek még a média ingerküszöbét is elérő feketedése volt, amely minden korábbi rekordot megdöntött.

### Nincs termosztát

De hol tartunk most? A konzervatív, a legújabb megfigyelések eredményeivel még nem számoló tudományos számítások szerint az Arktisz tengeri jegének és Grönland gleccsereinek átlagos fel-



**Nagy felbontású műholdas felvétel szennyezett hófelszínről és a mellette felállított kutató táborhelyről**

színi koromtartalma 10–50 ng/g, az ebből számított elnyelt többleteljesítmény  $+0,3 \text{ W/m}^2$ . Ha ehhez hozzávesszük az üvegházhatású gázok koncentrációjának növekedéséből a régióra számítható többletsugárzási teljesítményt ( $+0,4 \text{ W/m}^2$ ), ezek együttes összege már megközelíti azt az értéket ( $<1 \text{ W/m}^2$ ), ami a múltban képes volt jelentős éghajlatváltozásokat megindítani és pozitív visszacsatolási mechanizmusokat aktiválni. Ahhoz kétség sem férhet, hogy manapság az égési folyamatok alapvetően emberi tevékenységhez kötődnek, még a hatalmas erdőtüzeket is – szándékosan vagy gondatlanul – az ember idézi elő. Így a levegőszennyezésen keresztül, alapvető és könnyen belátható fizikai összefüggések révén az emberiség már napjainkban is akkora hatást gyakorol a sarkvidék sugárzási energiamelegére, mint azt korábban a drámai éghajlatváltozásokat elindító csillagászati tényezők tették. Csak éppen lényegesen rövidebb idő alatt. A földtörténeti múltban több száz évre volt szükség hasonló mértékű teljesítményváltozás eléréséhez, mint ami most néhány évtized alatt bekövetkezett. A változás iránya is szokatlan. Az elmúlt 800 ezer évben interglaciálisok után mindig lehűlés következett: korábban még nem volt példa arra, hogy egy interglaciális további felmelegedés kövessen (sőt még arra sem, hogy a magasabb hőmérséklet tartósan fennmaradjon, a legutóbbi 11 ezer év, a holocén kivételével).

A különbség abban is megnyilvánul, hogy míg korábban a hőmérsékletváltozásokat az üvegházhatású gázok koncentrációjának változása mintegy 800 év időeltolódással követte, addig napjainkban az üvegházhatású gázok koncentrációjának növekedése megelőzi a hőmérséklet emelkedését. Az üvegházhatású gázok koncentrációjának növekedése egyértelműen az ember tevékenységének következménye. A szén-dioxid és a metán légköri koncentrációja ezáltal kilépett az elmúlt 800 ezer évben (sőt vélhetően az elmúlt 15 millió évben) jellemző tartományból: a szén-dioxid jelenlegi koncentrációja 400 ppm (1 ppm = 1 milliommódrész), míg a negyedik században 170 és 310 ppm között változott. A metánra ugyanez az érték jelenleg 1,8 ppm, a korábbi tartomány 0,3–0,7 ppm. A számítások szerint azonban a sarkvidéken tapasztalható felmelegedést nem elsősorban az üvegházhatású gázok koncentrációjának növekedése okozza. A közvetlen levegőszennyezésből származó koromrészecskék szerepe legalább akkora, ha nem nagyobb, és egyre növekvő mértékben érvényesül a jégfelszín kiterjedésének zsugorodásához és más nagyléptékű kölcsönhatásokhoz köthető, részleteiben kevésbé ismert fizikai visszacsatolási folyamatok hatása is.

Az északi sarkvidék, noha szerepe nem elhanyagolható a Föld globális energiamelegének szabályozásában

sem (a hó- és jégfelszínről történő energia-visszaverődés a Föld felszínét elérő sugárzási energiameennyiség 6%-a), elsősorban az északi félgömb mérsékelt égövi és sarkvidéki területei időjárásának alakításában játszik meghatározó szerepet. A sarkvidéken lejátszódó folyamatok természetesen nem függetlenek a Föld más természeti rendszereinek működésétől sem, elsősorban az óceáni áramlásokkal vannak kölcsönhatásban. Az itt tapasztalható változások a Föld-légkör rendszer jövőbeni működését is befolyásolhatják.

Bolygónk éghajlati rendszerében tehát – legalábbis évtizedes-évszázados időskálán – nincsenek hatékony fékező-stabilizáló mechanizmusok (negatív visszacsatolási folyamatok), nincs jól működő földi „termosztát”. Más szavakkal az elmúlt 2 millió év nagy éghajlati ingadozásai arra tanítottak meg bennünket, hogy amikor az éghajlati rendszer kibillent adott állapottól, akkor öngerjesztő folyamatai révén még emberi léptékkel mérve is rendkívül gyorsan megszaladt. Márpedig a sugárzási mérleg egyensúlyát az emberiség máris jelentős mértékben megváltoztatta. Ez az emberiség által indukált vagy inkább kiprovokált jövőbeni éghajlatváltozás legnagyobb kockázata. Nem feltétlenül a közvetlenül belátható jövőben, az elkövetkező néhány évtizedben fognak jelentős változások bekövetkezni, de nemlineáris nagy rendszereknél a hirtelen változás sem kizárt. Ha több száz, vagy ezer év múlva áll csak be egy kedvezőtlenül szélsőséges éghajlati állapot, a jelen generációjának akkor is megkerülhetetlen az erkölcsi felelőssége. Csak egy dolgot tudhatunk biztosan: azt, hogy az éghajlati rendszer működéséről meglevő ismereteink rendkívül hézagosak, ezért a jövőbeni éghajlatváltozások mértéke és következményei egyelőre tudományos igénnyel és felelősséggel megjósolhatatlanok.

**GELENCSÉR ANDRÁS**

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



# TROCKIJ LIKVIDÁLÁSA

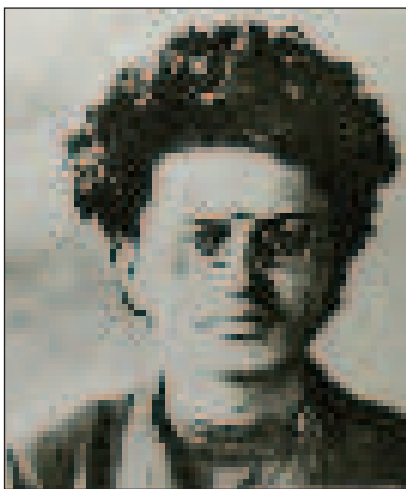
**A híres orosz emigráns kommunista, Lev Davidovics Trockij 1940. május 24-én úgy tért nyugovóra mexikói otthonában, hogy egy cseppet sem aggódott a biztonsága miatt. A 60 esztendős politikus négy évvel korábban kért politikai menedéket a tengeren túli országban. Joggal féltette ugyanis életét korábbi harcostársától, Joszif Sztálintól, a Szovjetunió első emberétől, akivel időközben végletesen megromlott a viszonya.**

**M**exikóváros egyik elővárosában, Coyoacánban egy festőművész barátja bocsátotta Trockij rendelkezésére azt a villát, amelyet valóságos erődítménnyé alakítottak át, hogy megvédhessék a zaklatott sorsú politikus életét. A rezidenciát magas kőfallal vették körül, amelynek egyetlen bejárata volt. Ráadásul a fémkaput is csak belülről, egy elektromos szerkezettel lehetett kinyitni. Emellett a nap 24 órájában képzett biztonsági emberek álltak őrségben, akik minden látogatót alaposan átvizsgáltak. Ilyen körülmények között a villa területére idegeneknek bejutni gyakorlatilag lehetetlen volt.

## Hajnali ostrom

Trockij bevett néhány szem altatót, hogy végre kipihenhesse magát, majd feleségével, Natáliával együtt ágyba bújtak. A szomszéd szobában unokájuk, Szeva aludt. Hajnali háromkor az egykori szovjet hadügyi népbiztos fegyverropogásra ébredt. Első pillanatban azt hitte, hogy petárdát gyújtottak meg odakint egy jeles mexikói ünnep alkalmából, ám hamarosan rá kellett döbennie, hogy ennél sokkal komolyabb dologról van szó. Az acélzsallal megerősített ablakon keresztül csak úgy záporoztak a géppisztoly-lövedékek a hálószobába, majd hirtelen egy gyújtóbomba landolt a padlón, amely azonban csak kisebb károkat okozott. Az idős házaspár azonnal a földre vetette magát, és elbújtak az ágy alá, hogy ott várják ki a támadás végét.

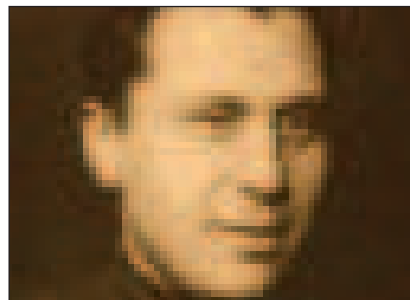
Öt perccel később néhány pillanatig síri csend ült a házra, majd rövidesen megjelentek az



A fiatal Trockij

örök. Megnyugodva vették tudomásul, hogy védencüknek haja szála sem görbült, pedig egy fel nem robbant repeszgránátot is felfedeztek a szobában. Még a keservesen síró Szeva is megúsza egy apró sérüléssel. Később összesen 76 lövedéket találtak a falba és a bútorokba fúródva. Trockij persze nagyon is tisztában volt azzal, hogy ki küldte a nyakára támadókat.

Lev Davidovics Bronstein 1879-ben látta meg a napvilágot egy oroszországi zsidó parasztember tanuján. Édesanyja unszolására Odesszában járt középiskolába, ahol kapcsolatba került illegális baloldali mozgalmakkal. Vezetői kvalitása idejekorán megmutatkozott, emiatt azonban a titkosrendőrség is megfigyelés alatt tartotta. Többször letartóztatták, majd szibériai száműzetésbe küldték. Itt ismerkedett össze a marxista elvtársakkal, és kötelezte el magát a forradalomnak. 1902-ben egy Lev Trockij névre kiállított hamis útlevelel Nyugat-Európába szökött.



Nahum Eitingon

Londonban ismerkedett össze Vlagyimir Iljics Leninnel, és bár felismerték egymás tehetségét, amikor a kommunisták két pártra szakadtak, Trockij szembe fordult a bolsevikokkal. Az első világháború kitörése után az Egyesült Államokba utazott, és csak közvetlenül az 1917-es oroszországi forradalom előtt tért haza. Az októberi bolsevik fordulatban már jelentős szerepet játszott, és tagja lett a Központi Bizottságnak is. Előbb külügyi, később pedig hadügyi népbiztosként tevékenykedett. Kitűnő szervezési képességeit főként a Vörös Hadsereg megteremtésében kamatoztatták. Ez a politikai aktivitás persze nem volt életbiztosítás a számára. 1922. július 17-én egy tiszti növendék lőtt rá egy Orelben tartott lőgyakorlaton, de a sofőrjét találta el.

A polgárháborúban aratott győzelem után Trockij bekerült az öttagú Politikai Bizottságba, és sokan Lenin örökösét látták benne. A forradalom vezetőjének halála után azonban alul maradt a jóval pragmatikusabb Joszif Sztálinnal szemben, és Trockij rövidesen teljesen elszigetelődött. Fokozatosan megfosztották politikai tisztségeitől, majd a pártból is kizárták. Végül 1929-ben családjával együtt kiutasították a Szovjetunióból.

Nyugati száműzetése során cikkével igyekezett leleplezni Sztálin könyörtelen rendszerét, amelyet a szovjet pártvezér természetesen nem tűrhetett, és titkosszolgálatát, az NKVD-t mozgósítva indított hajsztát ellene. Törökországban a háza égett le titokzatos módon, de Franciaországban és Norvégiában is folyton a nyomában voltak. 1936-ban ezért politikai menedéjért kért Mexikótól, de nem voltak illúziói afelől, hogy üldözői oda is követni fogják.

Sztálin a spanyol polgárháborút is megjárt Nahum Eitingon NKVD-s tisztet bízta meg Trockij likvidálásával. A Leonov álnéven tevékenykedő ügynök egész kis osztagot szervezett erre a célra. Vezetőjüknek a kommunista érzelmű mexikói festőművészt, David Alfaro Siqueirost jelölte ki.

### Úzött vad

Azon az 1940-es május végi éjszakán húsz főből álló, mexikói rendőregyenruhás osztag közelítette meg Trockij villáját Coyoacánban. A kapunál az amerikai Robert Sheldon Harte teljesített szolgálatot, míg a többi ór az igazak álmát aludta. A mai napig sem világos, hogy a férfi miért engedte be a támadókat a kapun, de minden bizonnyal rendőregyenruhájuk tévesztette meg őt. Később Harte holttestét egy meszesgödörben találták meg. A támadók elvágták a



Ramón Mercader



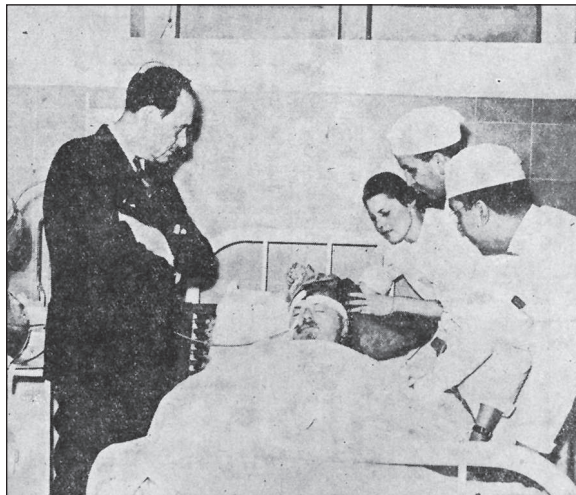
Sylvia Ageloff

telefonvezetékeket és a rendőrséget riasztó jelzőrendszer zsinórajait, aztán a kertből géppisztolytüzet zúdítottak az épületre. Tényleg csak a csodának köszönhető, hogy komoly sérülés nem történt. A mérénylők ugyan elmenekültek, de Siqueirost később elkapták. Kihallgatásán azt vallotta, hogy csak rá akart ijeszteni Trockijra, ezért nem emeltek vádat ellene.

Sztálin persze tájékozott a dühtől, hogy elszúrták az akciót, és Eitingont tette felelőssé, hogy többé ne hibázzanak. A titkosügynök ekkor taktikát váltott, és a nyers erőszak helyett a beférkőzés módszerét választotta. Saját szeretőjének

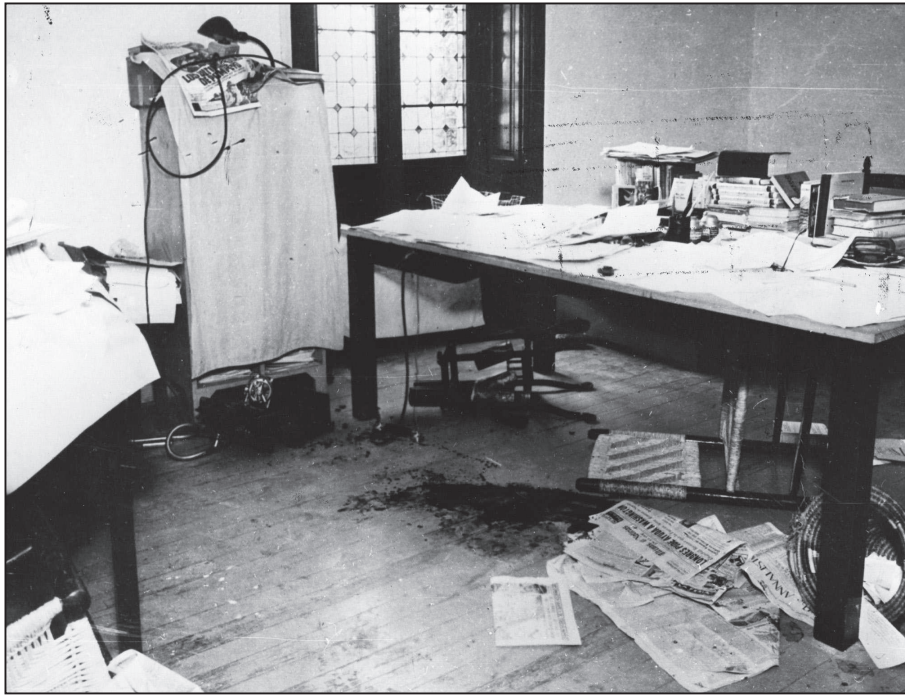
a fiát, a 26 éves spanyol Ramón Mercadert utasította, hogy kerüljön Trockij közelébe, aztán végezzen vele. A jóképű fiatalembernek ehhez először is el kellett csábítania az emigráns politikus titkárnőjét, Sylvia Ageloffot. A középkorú, teltkarcsú hölgy régóta levelezett Trockijjal, aki úgy elbűvölte őt, hogy feladta New York-i állását, elutazott hozzá Mexikóba, és felajánlotta a szolgálatait. Természetesen így szabad bejárása volt a villába is.

Ageloffot Párizsban, a Negyedik Internacionálé alapító kongresszusán mutatták be Jacques Mornard belga diáknak, aki rögtön udvarolni kezdett neki. A nő persze



A haldokló Trockij

Trockij feleségével és unokájával Mexikóban



A gyilkosság helyszíne

nem is sejtette, hogy a csábító valójában Ramón Mercader, a gyilkossággal megbízott szovjet ügynök. Nemsokára Trockijnak is bemutatta a férfit.

### Jégcsákány és tör

A szerelemtől elvakult lányban az sem keltette fel a gyanút, hogy újdonsült szeretője egy Frank Jacson névre kiállított kanadai hamis útlevelel érkezett Mexikóba, amit Mercader azzal magyarázott, hogy csak így menekülhetett meg a katonai szolgálattól. Nyár végéig többször is járt a villában, így alaposan fel tudta deríteni a terepet, és már csak a megfelelő alkalomra várt. Augusztus 8-án Mercader Sylviával együtt Trockijéknál teázott. Ekkor azzal állt elő, hogy cikkeket ír egy helyi kommunista lapba, és szeretné, ha vendéglátója átnézné azokat a megjelenés előtt. A politikusnak ugyan nem volt szimpatikus a fiatalember, de beleegyezett a dologba.

Augusztus 20-án a szokottnál is nagyobb volt a hőség, így a villát őrző katonák a szigorú parancs ellenére le-leheveredtek valamelyik árnyat adó díszfa árnyékába. Amikor a jól ismert gépkocsi kora délután begördült a kovácsoltvas kapu elé, azonnal felpattantak, de az ismerős arcot látva, motozás nélkül beengedték Mercadert.

Még az sem tűnt fel nekik, hogy a forráság ellenére hosszú esőkabát volt átvetve a karján. Pedig ha az előírás szerint átvizsgálják, megtalálhatták volna a fegyvereket, amit elrejtett: egy jégcsákányt, egy hosszú pengéjű tört és egy töltött pisztolyt.

Trockij a dolgozószobájába invitálta a férfit, és miután töltött neki egy pohár bort, régi történetekkel szórakoztatta. Vendége azonban egyre jobban feszengett. Tudta, hogy az íróasztal fiókjában töltött pisztoly lapul, és azt is, hogy az asztallap alá riasztógombot szereltek. Miután elég erőt merített az italból, előkotorta zsebéből az olvasásra szánt cikket, és odaadta Trockijnak. A házigazda mit sem sejtve fordított hátat neki, hogy a lapot a fény felé tartva, elolvashassa azt. Mercader csak erre várt, előhúzta kabátja béléséből a jégcsákányt, vendéglátója mögé lépett, majd teljes erőből lesújtott a koponyájára a szerzőszám tompa végével. Legnagyobb döbbenetére azonban áldozata állva maradt, és a következő pillanatban velőtrázó üvöltéssel vetette rá magát. Még a kezébe is beleharapott, de Mercadernek sikerült leráznia magáról. Trockij felesége később így emlékezett:

„A szomszéd szobában voltam, amikor egy rémisztő kiáltást hallottam. Lev Davidovics hirtelen megjelent az ajtóban. Arca véres volt, karjai ernyedten lógtak”. Trockij még suttogott valamit, aztán elterült a padlón.

### A Szovjetunió Hőse

Ekkorra az örök is felocsúdott, s a lármát hallva berontottak a házba. Amikor rájöttek, hogy mi történt, majdnem halálra verték Mercadert, de a vérező fejű Trockij leállította őket. Tudta jól, ha megölik, sosem tudtunk ki, hogy kitől kapta a megbízást. Még így is alaposan helyben hagyva adták át a mexikói hatóságoknak. Eitingonnak – aki a gyilkosság alatt több emberével a közelben várakozott,

hogy elmenekíthessék Mercadert – nem sokkal később sikerült elhagynia az országot. Trockij nem volt ilyen szerencsés. Fejsérülésébe másnap este belehalt. A boncolási jegyzőkönyv szerint a csákány 7 centiméter mélyen hatolt be a koponyájába és elérte az agyat is.

A tettesnél a fegyvereken kívül találtak egy írásos vallomást is, amelyben azzal vádolja Trockijt, hogy meg akarta gyilkoltatni Sztálint. Mercader sem a kihallgatásán, sem a bíróság előtt nem fedte fel igazi kilétét. Mindvégig ragaszkodott ahhoz, hogy belga állampolgár, és meggyőződéses kommunistának vallotta magát. Azt is kijelentette, hogy egyedül cselekedett, nem voltak segítői, sem megrendelői. Amikor az indokairól kérdezték, azt állította, hogy csalódott Trockijban, akit a nemzetközi baloldal árulójának tartott.

1943 áprilisában 20 év börtönre ítélték, és mivel semmi megbánást nem tanúsított, le kellett töltenie a büntetés nagy részét. Ekkorra már kiderült valódi személyazonossága, hiszen Moszkvában nyíltan ünnepezték, és távollétében Sztálin utasítására „a Szovjetunió Hőse” címmel is kitüntették. Mercader egy havannai kórházban halt meg 1978-ban.

HEGEDÜS PÉTER

# ENERGIATERMELÉS EGY ÜSTÖKÖS FELSZÍNÉN

a hét kutatója

**November közepén szállt le először ember alkotta eszköz egy üstökös felszínére. Bár a landolás nem a tervek szerint alakult, a szakemberek nem adták fel a reményt a folytatásra. A Rosetta-szonda leszállóegységének tápegységét a BME Űrkutató Csoportjában készítették. A rendkívül bonyolult szerkezetbe tízrétegű nyák-lemezt és több ezer alkatrészt építettek be. Ennek elkészítéséről és az űreszközök energiaellátásáról, illetve a Philae-vel kapcsolatos reményekről Szabó József mérnök-űrkutatóval beszélgettünk.**



**– Mérnökként fordult az űrkutatás felé vagy a világűr fordította műszaki irányba?**

– Eleinte csillagász akartam lenni. A 60-as évek közepén feljártam Kulin György előadásaira az Uránia Csillagvizsgálóba. Nyolcadikos koromban kiselőadást tartottam a világ keletkezéséről az osztályban. Aztán úgy alakult, hogy általános gimnáziumba jártam, majd a BME-re vettem fel. Itt találkoztam Redl Richárddal, Bánfalvi Antallal, és még hallgatóként, 1975-ben léptem be az Űrkutató Csoportba. 1979-ben, amikor végeztem, közel 3 évet dolgoztam a BHG-ban, ahol teljesítményerősítőket fejlesztettem TV-átjátszókhöz, nagyfrekvenciás adókhöz. Amikor a Halley-üstökös kutatását célzó VEGA-program beindult, az Űrkutató Csoportnál volt lehetőség bővítésre. Kikértek és 1982. május 1-jével vett át a BME. Azóta itt vagyok.

**– Mit készítettek a VEGA-kra?**

– A Plazmag (AEKI) és a Tünde (RMKI) nevű tudományos kísérletek kis- és nagyfeszültségű tápegységeit, valamint a televíziós rendszer

(RMKI) energiaellátó egységét is. Nálunk készült az űrszondák Bliszi-adatgyűjtője. Én a Tünde- és a TV-rendszer tápegységek konverterein dolgoztam. Menet közben tanultam meg sok mindent. Azóta számos programban vettünk részt.

**– Felsorolna néhányat?**

– A laborunk 18 sikeres starton van túl. Az első az Interkozmosz-15 volt 1976-ban. Azon repült az analóg digitális átalakító és adatgyűjtő tápegység. Sok más mellett részt vettünk egy globális adatgyűjtő rendszer (SSPI) megvalósításában, ami azt jelenti, hogy volt egy központi állomás Berlinben és 16 bójáállomást kezelte, amelyek bárhol telepíthetők voltak a Földön.

Gschwindt András – a csoport akkori vezetője – rádióamatőr kapcsolatai révén több kis holdra készítettünk BCR-egységeket. Sikeres start volt 1989-ben az Aktiv-24 is. Ez volt az utolsó IK-holdunk, ami azért is emlékezetes számomra, mert ez volt az első olyan indítás, amin részt vehettem. De volt NASA-startunk is. A 90-es években együttműködtünk a perugiai egyetemmel, ahol egy an-

tianyag-kutató spektrométer-tápellátó rendszer fejlesztésében vettünk részt, ami a Discovery-n repült 1998-ban.

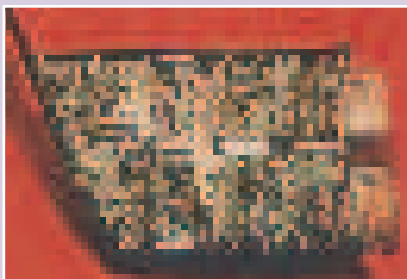
**– A VEGA sikere révén kerültek be a Rosetta-programba?**

– Ennél bonyolultabb a dolog. A VEGA idején huszonnégyen dolgoztunk a csoportban, a Rosettát hárman kezdtük: Bánfalvi Antal, Szimler András és én. Persze közben sok minden megváltozott. Volt egy rendszerváltás, a létszám az ötödére csökkent, az MTA költségvetési támogatását felváltották a pályázatok, azóta ezekből élünk. Megszűnt az Interkozmosz, az ESA-csatlakozáshoz pedig – mint láttuk – 25 év kellett.

Mi lényegében a német Max Planck Intézetten keresztül kerültünk be. Őket a DLR, vagyis a Német Űrügynökség vonta be a munkába. A 90-es években két KFKI-s magyar szakember, Apáthy István és Szemerei István is kint dolgozott. Az intézet vezetője, Rosenbauer professzor vonta be a magyarokat, aztán ahogy haladt a tervezés, velünk is konzultáltak és persze becszálltunk mi is. A lander teljes ener-

giaellátó-rendszer felelőse Szemerei István volt, aki a francia, olasz és német partnereket is koordinálta, mert a napelemek és az akkumulátor-egységet nem mi készítettük. Később egy ESA-pályázat után keresztelték át a landert Philae-re.

Bánfalvi Antal volt a főkonstruktor, a mechanikus és termikus tervezést ő, az elektronikáét Szimler András, Csurgai László és én végeztük. A



VEGA-TV tápegység

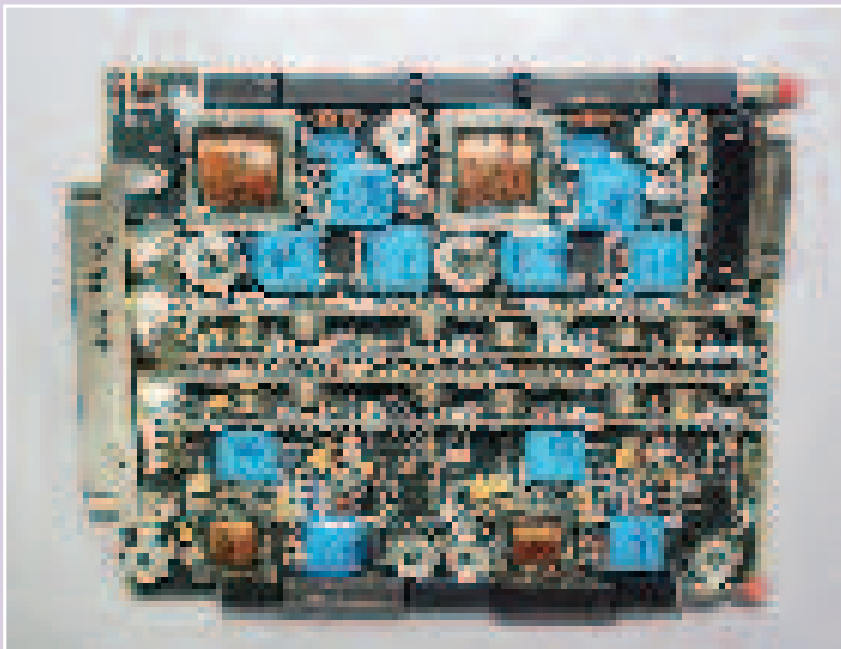
fő konstrukciós egységek fejlesztésébe a csoportból Rieger István és Kertész József kollegánkat is bevontuk. Bánfalvi Antal mindegyikhez értett, én tőle tanultam a legtöbbet. Csúcsidőben 15 mérnök dolgozott a nyakok tervezésén, figyelemre méltó mennyiségű elektronika van benne.

**– Mikori technikát képvisel a rendszer?**

– Gyakorlatilag a 90-es évek végét, de nem ez a lényeg. Hallgatóimnak gyakran mondom, hogy az űrkutatás nem a korszerűségről, hanem a megbízhatóságról szól. Nagyon sok alkatrészt kellett összeszerakni nagyon bonyolult rendszerbe és nagyon precízen.

Az 1 köbdeciméternél alig nagyobb berendezésben kb. 6000 alkatrész van. A panelek pedig nagyrészt tízrétegűek. A legsűrűbb az energiaszétosztó: 10x100x100 mm-es helyen 2600 alkatrész van. Azzal növeltünk felületet, hogy merőlegesen is tettünk nyaklemezeket, és ezek mindkét oldalán volt alkatrész.

Ami igazán elgondolkodtató, legálábbis számomra, hogy amit a 90-es évek második felében készítettünk, az most ott van az űstökös felszínén. A program hivatalosan a 90-es évek közepén indult és 20 évvel később ért célba. A mérések, majd a kapott adatok feldolgozása



PPS vezérlő- és fedélzeti számítógép tápegységek

eltart még akár 10 évig. Ez így összesen már 30 év, ami egy egész emberöltő!

**– Van-e különbség aközött, hogy földi vagy űreszközön dolgoznak?**

– Nincs. Ez persze így nem igaz, mert az űreszközöknek rendkívüli körülmények között kell működniük. Bírni kell az indításkor fellépő rázkódást, a világűr hidegét, kemény sugárzásokat stb. De az űrkutatási feladataink mellett, mindig voltak és vannak ipari megbízásaink. Bennem a feladatok nem szeparálódnak űrös vagy ipari csoportra. A különleges, egyedi munkák a földön is megtalálják az embert. Készítettünk már tápegységet mélyfúró szondaegységéhez rendkívüli termikus körülmények közé. A kollégák a csoportból egy lövésszimulátor-projektben golyóra szerelt adóvevőt készítettek. El lehet képzelni, hogy a vibrációs követelmények milyenek voltak. Atomeróműben talán erősebb sugárterhelés érheti az elektronikákat. Az emberbe is beültethető pacemakerek vagy diagnosztikai eszközök esetében jóval kisebb energiaigényű eszközöket kell használni, mint az űrben.

**– A Philae landolása nem úgy alakult, ahogy szeretnék volna, de a szakemberek szerint nem lehetetlen a felbresztése. Erre milyenek az esélyek?**

– Már az nagy siker, hogy leszállt, és ha rövid ideig is, de mért is. Az energiaellátás működött az űstökös felszínén, de ha nem kapnak elég fényt a napelemek, akkor energia sincs és a működés az elem kimerülése után leáll.

Többen abban reménykednek, hogy ha az űstökös közelebb kerül a Naphoz, több energiát kap a Philae, és ez esetleg elég lehet a felbresztéshez. Balázs András (MTA Wigner Központ) a Philae fedélzeti számítógép- és szoftverprogramjának egyik fejlesztője írt egy tanulmányt, amiben több feltételezett szituációt és cselekvéssorozatot is végiggondolt. Az elmúlt években készült szoftver energiatakarékos üzemmódba állítja a fedélzeti számítógépet, hogy optimalis energiafelhasználás mellett működtesse azokat a műszereket, amiket lehet. Sajnos a rövid napsütéses időszak miatt az akkumulátor használatáról le kell mondani. A csak napelemes üzemmód használatát vezérlő szoftvert még oda kell juttatni. Ehhez azonban megfelelő minőségű kommunikációra van szükség a Philae-vel, amihez viszont elegendő energia és a Rosetta-orbiter megfelelő működése elengedhetetlen. Valóban nem lehetetlen, de nagy attrakció lesz, ha megvalósul.

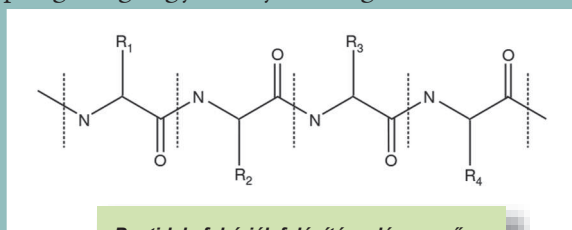
TRUPKA ZOLTÁN

# TŰ A SZÉNAKAZALBAN

Szervezetünk egy összetett, adó- és vevőegységek szövevénye által vezérelt mechanizmus. Talán nem merészség azt állítani, hogy a legbonyolultabb mechanizmusok egyike. A vezérlések egyik fajtája kémiai anyagokkal történik, az állandóan rendelkezésre álló vevőberendezések időnként jelzést kapnak egy-egy speciális molekula formájában, hogy elindítsanak egy biológiai folyamatot. A sok jelzés stabil összhangja pedig akkor valósulhat meg, ha egymást nem zavarják, vagyis egy-egy jelmolekula csak egyetlen, esetleg nagyon kevés másik vevőt tud befolyásolni.

Estünkben a vevők is molekulák, mégpedig fehérjék, *aminosavakból* álló biológiai makromolekulák. Szűkebben pedig olyan *receptorok* (érzékelő fehérjék), amelyek a sejtek felszínén helyezkednek el. Mivel a receptoroknak szerepük van a testünkben, természetesen létezik jelmolekula is hozzájuk és a gyógyszerek lényegében ezeknek a jelmolekuláknak a szerepét veszik át, vagy módosítják. Tekintettel arra, hogy a gyógyszer-molekulák idegen anyagok a szervezetben, nagyon fontos, hogy csak a kiválasztott receptorokon hassanak, vagyis szelektívek legyenek, ezért fejlesztenek ki újabb (és jobb) gyógyszereket folyamatosan, amit ma már nagymértékben segítenek a számítógépes módszerek. Egyre több receptor szerke-

zete ismert kísérletileg, illetve kielégítő pontossággal modellezhető, így elvileg bármely molekula alkalmazása egy bizonyos biológiai hatás ki-



**Peptidek, fehérjék felépítése: láncszerűen, azonos módon összekapcsolódó aminosavak alkotják, az ábrán az egyes aminosavakat szaggatott vonalak választják el**

váltására megbecsülhető a hatást kiváltó receptorhoz való dokkolhatóságával. Ez a gyakorlatban különböző problémák megoldására ad módot: egyik esetben új ligandumot

keresnek a receptorhoz kísérletileg még ki nem próbált molekulák között, ezt nevezik *virtuális szűrésnek*; a másik esetben pedig kísérletileg jól ismert ligandum és a receptor kölcsönhatásának molekuláris részleteit vizsgálják, ezt pedig a molekula továbbfejlesztésében lehet hasznosítani.

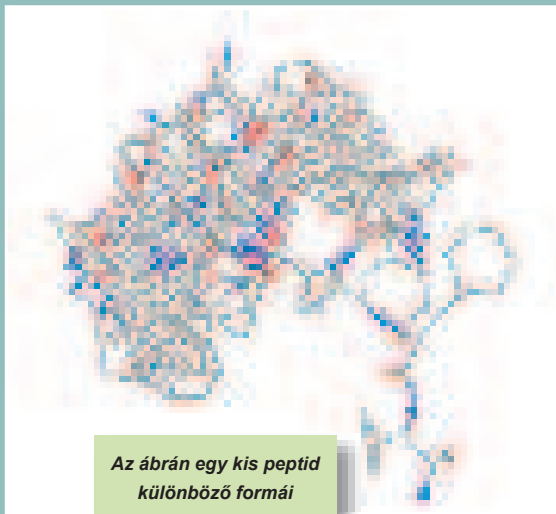
A virtuális szűrést már számos esetben alkalmazták sikerrel újabb hatásos vegyületek megtalálására: sok, úgynevezett molekula-adatbázis létezik, köztük olyan is, amiben több millió, kereskedelmi forgalomban is kapható molekula van már dokkolásra előkészített formátumban, így ezek dokkolással „kipróbálhatók” a kiválasztott receptorokon. Ennek az adatbázisnak előnye, hogy az alkalmasnak talált vegyület rögtön el is érhető egy vagy több gyártótól, és kísérletileg kipróbálható. Az adatbázisok hasznosságát mutatja, hogy a bennük elhelyezett molekulák között már találtak új, hatásos gyógyszerjelölteket, nemegyszer olyanokat, amelyek szerkezete nem is hasonlított a korábban ismert ligandumokéra. Természetesen ezzel általában még csak elkezdődik egy hosszú folyamat, aminek során a talált molekula szerkezetét tovább módosítják a hatás javítása érdekében. Mindenesetre a ligandum és receptor kölcsönhatásának atomi szintű ismerete sokkal céltudatosabb tervezést tesz lehetővé. Molekula-adatbázisok előállíthatók számítógépes programokkal is, amik bizonyos kémiai reakciók egymás után való alkalmazásával a kiinduló vegyületeken igen változatos szerkezetű mole-



kulák millióit hozzák létre. Ezek úgynevezett kombinatórikus vegyülettárak – ebben az esetben virtuálisan –, ezek között is lehetséges újabb ligandumot keresni a receptorhoz. Virtuális szűréssel találtak pl. rákos folyamatban részt vevő enzim működését gátló vegyületeket, a dokkolással potenciálisan hatásosnak talált molekulák közül kb. a felénél kísérletileg is bebizonyosodott a várt hatás, ami igen jó aránynak tekinthető. Egyre több, számítógéppel talált vegyületet ismerünk ma már más betegségek esetében is, így Alzheimer-kór elleni, gyulladáscsökkentő, HIV és más vírusok elleni, antibakteriális hatással rendelkezőket.

Érdeemes megjegyezni, hogy ugyanez a módszer fordítva is használható, amikor nem a receptorhoz keresnek új ligandumot, hanem ismert gyógyszer, vagy közismerten gyógyhatású (és garantáltan nem toxikus, ami nagyon fontos tulajdonság!) vegyülethez receptort, amivel lényegében azt kívánják elérni, hogy ugyanazt a gyógyszert más betegség ellen (is) lehessen használni. Ennek az az oka, hogy folyamatosan nő az új és ismert betegségek mechanizmusának megismerése, amikben más biológiai célpontok (pl. receptorok) szerepelnek, mint amire a meglévő gyógyszereket tervezték. Másik, igen fontos szempont persze, hogy egy új gyógyszer piacra kerülése 12–15 évig is eltarthat, a költségei pedig 1–1,5 milliárd dollárra rúgnak. Egy már gyógyszerként elismert anyag esetében mind az időtartam, mind a teljes költség jelentősen csökkenthető, ha csak a „biológiai célpont” változik, tehát célszerű kipróbálni az ismert gyógyszereket az új célponton. Azért hozzá kell tenni, hogy ha egy gyógyszer többcélú lehet, akkor sérül a szelektivitás elve.

Problémát jelenthet, ha a partnerek ismertek, de a részletek nem. Ez akkor merül fel, ha nem ismerjük pontosan a ligandum szerkezetét. Hogyan lehetséges ez, ha az előzőkben említett módon több millió ki nem



Az ábrán egy kis peptid különböző formái láthatók, amik kb. a molekula közepén vannak összefogva

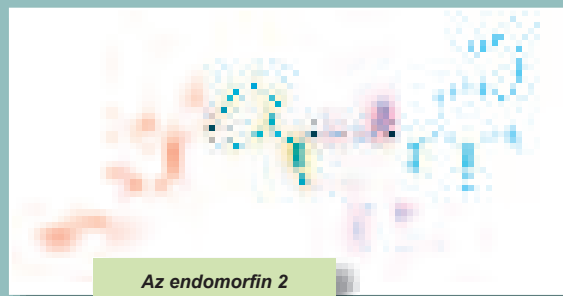
próbált vegyület közül is sikerrel lehet találni újakat? A jelenség oka a *flexibilitás*, vagyis az állandó, illetve kitüntetett szerepű molekulaalkat hiánya. Szabad állapotban (vízben vagy más oldószerben oldva)

sok száz, vagy néhány ezer kisebb-nagyobb mértékben különböző formát vehetnek fel. Ez a tulajdonság a biológiai rendszerekben elsősorban a *peptidekre* jellemző. Nagyon sok jelmolekula ebbe a vegyületcsoportba tartozik. Sajnálatos módon, a dokkolóprogramok nem képesek ilyen nagyfokú molekuláris mozgékonyt kezelni, ez a fajta feladat meghaladja a teljesítőképességüket.

Természetesen mindig van megoldás. Ha a dokkoló program nem képes „kitalálni” az aktív szerkezetet, létre kell hozni az összes lehetséges ligandumalakot, és egyenként dokkolni – mintha csak egy adatbázis lenne. Lehetséges a peptidet a receptor felületén hagyományos (és sokkal lassabb) molekulamodellézési eljárásokkal mozgatni, anélkül, hogy „célba nem ér”. Lehetséges összevetni hasonló hatású, de többé-kevésbé különböző szerkezetű ligandumok közös szerkezeti elemeit. Szokásos eljárás még a peptidek szerkezetét „merekviteni”, hogy az alakja könnyebben kiszámítható legyen.

Nézzünk egy konkrét példát ilyen típusú problémára a fájdalomcsillapítás te-

rületéről! Mivel a fájdalom, illetve csillapítása a mindennapjaink része, nagyon fontos, hogy az erre szolgáló gyógyszerek minél jobbak legyenek; ha nem megfelelőek, akkor sok nemkívánatos mellékhatást okoznak, aminek elkerülésére a receptorral való kölcsönhatásuk megismerése elkerülhetetlen. Háromféle ilyen receptor létezik bennünk, elnevezésük *miú*, *delta* és *kappa*, ezek közül most a *miú* receptorral foglalkozunk. A neki megfelelő természetes jelmolekula az *endorfin 2* nevet kapta (a név utalás arra, hogy ugyanazt a receptort aktiválja, mint a sokkal korábban ismert morfin). Ez rendkívüli szelektivi-



Az endorfin 2 szerkezete:

tással kötődik a receptorához, a másik két fájdalomcsillapító receptorhoz csak elhanyagolható mértékben, egyéb receptorokhoz pedig egyáltalán nem. Ideális fájdalomcsillapító lehetne, és mégsem az: mivel ugyanúgy aminosavakból épül fel, mint a fehérjék, emiatt tablettaként már a gyomorban megemésztenénk. Arra azonban kiválóan alkalmas, hogy a receptorral való kölcsönhatásának megismerése révén egyrészt mélyebb betekintést kapjunk a receptor működésébe, másrészt a hatást kifejtő szerkezet (az aktív szerkezet) ismeretében hasonló jó hatású fájdalomcsillapító kifejlesztésére nyílna lehetőség. Ami viszont rendkívüli nehézséget okoz az *endorfin 2* aktív szerkezetének meghatározásában az az, hogy nincs állandó alakja. Szerkezetének vizsgálatába igen sok munkát fektettek már, azonban a kérdés máig megválaszolatlan. Ennek oka valószínűleg az, hogy önmagában más alakot vesz fel, mint amikor összekerül a receptorral. Maradnak tehát az elméleti módszerek továbbra is versenyben.

ÖTVÖS FERENC

# TALAJSZENNYEZÉSRŐL ÁRULKODÓ FONÁLFÉRGEK



**Az ENSZ közgyűlése két éve a Talajok nemzetközi évének nyilvánította 2015-öt, december 5-ét pedig a Talaj világnapjának. Az „egészséges talajokat az egészség életért” felhívás a tudatos és fenntartható talajművelésre, környezetkímélő tápanyag-gazdálkodásra és nem utolsósorban a talajszennyezés elleni összefogásra kívánja terelni a figyelmet. Az OTKA által támogatott kutatásunk ez utóbbi ügyet szolgálja a**

**parányi talajlakó fonálférgek vizsgálatán keresztül.**

**A** tudományos és technikai fejlődés az elmúlt évtizedekben számos, korábban egymástól igen távolinak gondolt tudományterületet kapcsolt össze. Manapság már nem meglepő, hogy például régészeti kutatásokban fontos szerepet kapnak természettudományi szakemberek. Az orvostudományban is egyre nagyobb szerephez jutnak műszeres módszerek. A különböző biológiai minták vagy régészeti leletek már nemcsak műszeres laboratóriumok gyakori vendégei, hanem nagyobb létesítmények (kutatóreakto-

rok, részecskegyorsítók) is kínálnak mérési időt ilyen jellegű kutatások végzésére.

### Parányi modellszervezetek

A talajszennyező elemek koncentrációja a mai analitikai módszerek alkalmazásával rutinszerűen meghatározható. Az így kapott érték azonban még elég keveset mond a szennyező elem veszélyességéről, az élő szervezetre kifejtett hatásáról, hiszen az számos további paramétertől függ (például az adott anyag kémiai formája a talajban, biológiai hozzáférhetősége). Éppen ezért célszerű

alaposabb toxikológiai, ökotoxikológiai kutatásokat végezni, megvizsgálni az adott szennyező elem és az élőlények közti kölcsönhatásokat. Kutatásunk során erre a célra a talajlakó fonálférgeket választottuk, melyek nagy mennyiségben fordulnak elő: maréknyi talaj fonálférgek ezreit tartalmazhatja. Továbbá kulcsszereplői a talaj táplálékhálózatának, résztvesznek a növényi tápanyagok mineralizációjában.

Bár a fonálférgek között akadnak hatalmas, több méter hosszúságú példányok is, utóbbiak mind parazita életmódot folytatnak. A szabadon élők,

### CSÚCSTECHNOLÓGIÁVAL

A röntgensugárzás – 1895-ös felfedezése után – rögtön a tudományos érdeklődés középpontjába került, orvosi célokra már a XIX. században is alkalmazták. A röntgendiffrakció jelenségét 1912-ben ismerték fel, míg a röntgenfluoreszcens sugárzásnak a rendszámtól való függését 1913-ban írták le. A röntgendiffrakcióra egy szerkezetkutató módszer épül, melyet az anyagtudományban (fémek vizsgálata), földtudományokban (ásványok, kőzetek vizsgálata), valamint biológiai kutatásokban (fehérjék háromdimenziós szerkezetének meghatározása) manapság is előszeretettel alkalmaznak. A röntgenfluoreszcens spektrometria napjainkban is egy versenyképes analitikai kémiai módszer.

A röntgensugárzás abszorpciójáról maga *Röntgen* számolt be először, az abszorpciós él létezéséről szóló cikket 1913-ban publikálták, majd a következő évtizedben elvégezték az első röntgenabszorpciós spektrometriai vizsgálatokat. A modern röntgenspektrometriai módszerek lehetővé teszik a legkülönbözőbb eredetű, akár nagyon kis méretű (a milliméteres–mikrométeres mérettartományba eső) mintákban jelen lévő elemek mennyiségének, eloszlásának, sőt kémiai környezetének meghatározását.

Röntgenspektrometriai vizsgálatok során a minta által kibocsátott röntgensugárzást (röntgenemissziós spektrometria) vagy a minta röntgensugárzás elnyelési képességét vizsgáljuk (röntgenabszorpciós spektrometria).

*Röntgenemissziós* vizsgálatoknál a minta gerjesztése történhet töltött részecskék nagy intenzitású nyalábjával vagy röntgensugárzással, utóbbi esetben *röntgenfluoreszcens spektrometriáról* (XRF) beszélünk. A minta által kibocsátott sugárzás spektruma jellemző az adott minta elemösszetételére, egy bizonyos energiához tartozó csúcs megjelenése a spektrumban az adott elem jelenlétére utal, a csúcs nagysága pedig arányos annak mennyiségével. A kísérleti elrendezés kis megváltoztatásával az XRF-módszer alkalmassá tehető kis mennyiségű (néhány mikroliter folyadék, milligrammos, sőt akár mikrogrammos tömegű szilárd anyag) mintában akár csak nyomokban jelenlévő elemek vizsgálatára, ezen alapul a *totálreflexiós röntgenfluoreszcens spektrometria* (TXRF).

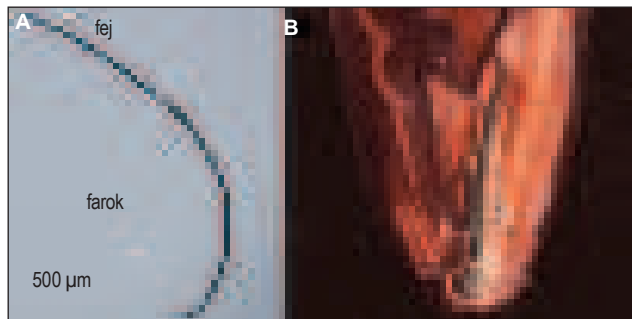
A gerjesztő sugárzás jól fókuszált nyalábban történő alkalmazása esetén mikrométeres felbontású elemtérképek készíthetők, erre alkalmasak a modern *elektronmikroszkópok*, illetve *szinkrotronok* nyalábjai. A szinkrotronok nagyméretű részecskegyorsítók (tárológyűrűjük átmérője több száz méter), melyben elektront gyorsítanak nagy sebességre, s a szinkrotron működése során rendkívül nagy intenzitású röntgensugárzás keletkezik.

Az elemeloszlási vizsgálatok mellett szinkrotronok segítségével röntgenabszorpciós mérések is végezhetők. Itt azt használjuk ki, hogy egy adott elem abszorpciójának mértéke, abszorpciós élének szerkezete függ annak kémiai környezetétől. Ezen alapul a *XANES* és az *EXAFS-spektrometria*.



K 81401  
PUB-I 114496





1. ábra. Kifejlett nőstény európai túfonálféreg fénymikroszkópos képe (A), valamint animált pásztázó elektronmikroszkópos felvétel a fejről és környékéről (B). Jól látszik a behúzott szájszurony és néhány talajszemcse.

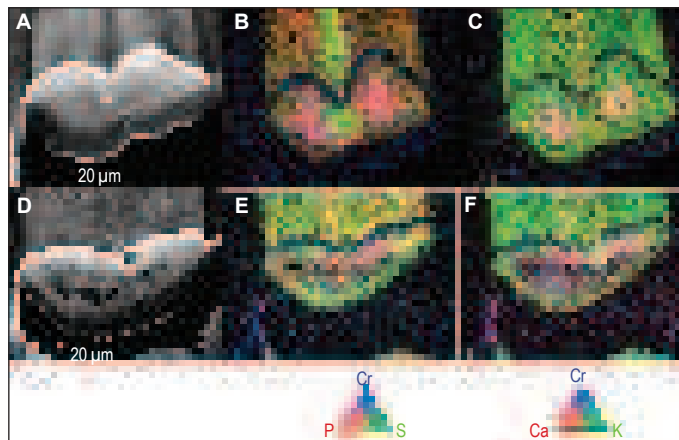
például a talajlakó fonálféregek mikroszkopikus méretűek (milliméteres tartományba eső testhossz, néhányszor tíz mikrométeres testátmérő, pár mikrogramm testtömeg). Érzékenyen reagálnak a külső körülmények megváltozására, ezért ökotoxikológiai vizsgálatok gyakori szereplői, potenciális *bioindikátorok*. Kis méretük ellenére életműködésük meglehetősen összetett, ezért modellszervezetként alkalmazhatók. Az ilyen kutatások során kisebb méretű, könnyen kezelhető biológiai rendszerek tulajdonságait vizsgálva szeretnénk többet megtudni komplexebb szervezetekben lejátszódó biológiai, biokémiai folyamatokról. A szabadon élő fonálféregek legismertebb

képviselője napjainkban a *Caenorhabditis elegans*, melyet modellszervezetként alkalmazva számos fontos tudományos kérdést válaszoltak meg a kutatók az elmúlt évtizedekben. Több ilyen kutatással is Nobel-díjat nyertek.

### Létfontosságú és mérgező

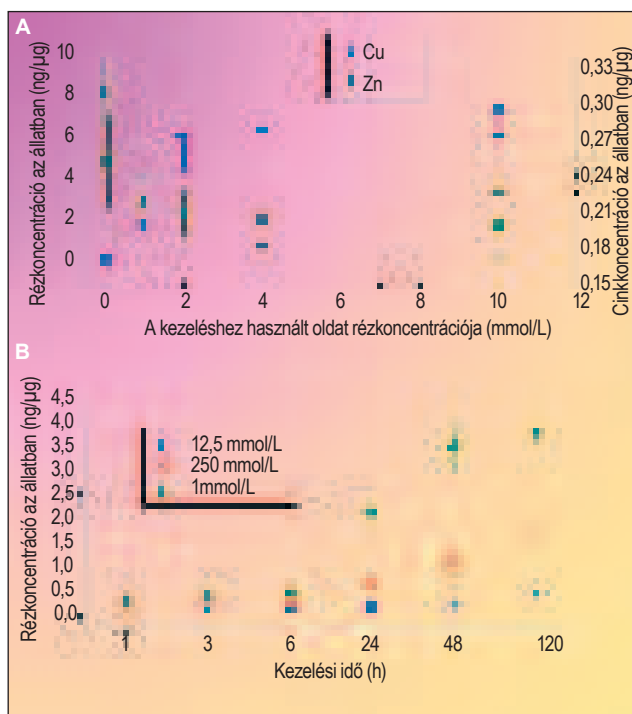
Munkánk során modern röntgenspektrometriai módszerekkel tanulmányozzuk talajszennyező mikroelemek hatását fonálféregre. „Kísérleti alanyunk” az európai túfonálféreg (*Xiphinema viittenezi*) kifejlett nőstényegyedei (1. ábra). Ez a faj igen elterjedt Európa nagy részén, hazánkban pedig a csoport domináns tagja. Mezőgazdasági, növényvédelmi

szempontból is fontos fajról van szó, hiszen olyan gyakori kártevő, amelynek sok tápnövénye van. Kutatásunk folyamán három talajszennyező elem hatását vizsgáltuk. A réz gyakori szennyezője a mezőgazdasági talajoknak a növényvédő szerek alkalmazása folytán. Korábbi tapasztalatok alapján a vizsgált állatok különösen érzékenyek a krómra, mely szintén fontos talajszennyező elem, toxikológ-

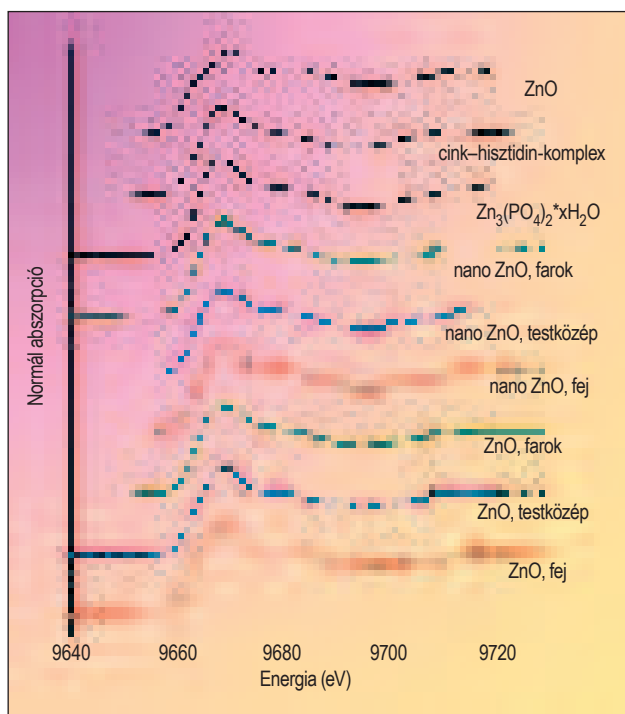


3. ábra Fókuszált ionsugaras megmunkálással készült keresztmetszetek a fej, illetve a testközép környékéről: elektronmikroszkópos felvétel (A; D), a króm, a foszfor és a kén (B; E), valamint a króm, a kálium és a kalcium (C; F) eloszlása

2. ábra. A rézfelvétel kezelési koncentrációtól (A) és kezelési időtől (B) való függése



4. ábra. Fonálféreg-minták (színes), valamint referenciavegyületek (fekete) XANES-spektrumai. A szaggatott vonalak az illesztett spektrumokat mutatják.



giai szempontból pedig kifejezetten érdekes, hiszen két leggyakoribb kémiai formájának toxicitása jelentősen eltér egymástól: míg a Cr(VI) rákkeltő, toxikus, addig a Cr(III) fontos nyomelem, esszenciálisan jelen van az élő szervezetben. Vizsgáltuk továbbá a cink hatását is, itt elsősorban ZnO-nanorészecskék toxicitására voltunk kíváncsiak, de az összehasonlítás céljából nagyszemcsés ZnO-dal kezelt állatokat is analizáltunk.

Az állatok elemtartalmát TXRF-spektrometriai módszerrel határoztuk meg. Egyedi mintákat vettünk alapul, kezelésként 3-5 darabot: a mérések megfelelő kivitelezéséhez a mintának a vizsgálendő anyagok kivüli részét két lépcsőben el kellett távolítanunk, s egy minta mérése körülbelül 10 percig tartott. Módszerünk 9 elem – P, S, K, Ca, Mn, Fe, Ni, Cu és Zn – koncentrációjának meghatározására alkalmas kezeletlen állatok esetében. A TXRF-mérések segítségével jól vizsgálható az elemfelvétel időbeli lefolyása, valamint függése a kezelés mértékétől, a koncentrációtól. Ezekre mutat példát 2. ábránk rezek kezelés esetén. Érdekes megfigyelni, hogy a rézfelvétellel párhuzamosan az állat cinktartalma csökken: az esszenciális cink leadása egyik következménye a réz toxikus hatásának.

### Kémia környezet

Biológiai minták esetén nagy körültekintéssel kell eljárunk, ha olyan vizsgálatokat végzünk, ahol fontos megőrizni a vizsgálendő elem eredeti eloszlását vagy kémiai formáját. Ehhez olyan minta-előkészítési módszert kell választani, mellyel a minta víztartalma eltávolítható, de az említett tulajdonságok megmaradnak. Ebből a célból a mintán folyékony nitrogénben történő gyorsfagyasztást végeztünk két percig, majd fagyasztva szárítottuk (liofilizáltuk) 72 óráig.

A legmodernebb elektronmikroszkópos berendezéseket ellátják fókuszált ionsugaras egységgel, mely a minta finom megmunkálását teszi lehetővé. Ezzel az eszközzel a fonálféreg-mintákban mesterséges keresztmetszeteket hozunk létre, majd azokat vizsgáljuk az elemek eloszlását. A Cr(VI)-ot tartalmazó  $K_2CrO_4$  oldattal kezelt állatban két helyen – fej és testközép környékén – alakítottunk ki keresztmetszetet (3. ábra). Az ezekről készített fel-

vételeken a króm mellett négy esszenciális elem: a foszfor, a kén, valamint a kálium és a kalcium eloszlása látható. A kén eloszlása jellegzetes képet mutat: nagy mennyiségben található a kültakaróban, mivel az állat kutikulája kéntartalmú fehérjét tartalmaz, valamint a szájszervben (zöld folt a B ábrarészleten). A króm inkább a belsőbb régiókban fordul elő. Megfigyelhető továbbá, hogy a foszfor, a kalcium és a króm eloszlása eléggé hasonló egymáshoz, erre utal a rózsaszín szín megjelenése az ábrákon. Valószínűsíthető, hogy a króm fő detoxifikációs útja a kalcium-foszfát részecskéken való megkötődés. A módszerrel tehát nemcsak az vizsgálható, hogy az adott szerveknek milyen szerepe van az elemfelvételben, hanem az is, hogy az egyes esszenciális elemeknek mi a szerepe a detoxifikációban.

A röntgenabszorpciós mérések közül a XANES-spektrometriás mérések folyamán a minta-előkészítés meg-egyezett az elemeloszlási mérések esetében alkalmazottal. Vizsgáltunk nagyszemcsés, valamint nano ZnO-szuszpenzióval kezelt állatokat, s három pozíciónál – fej, testközép és fark környékén – végeztük a méréseket. A minták spektrumát referenciavegyületek spektrumainak lineáris kombinációjával illesztettük (4. ábra). A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a kémiai környezet nagyon hasonló a két kezelés esetén: a cink jelen van ZnO-ként is, ugyanakkor részleges biotranszformáció megy át és főleg foszfát-, valamint hisztidintartalmú ligandumokhoz kötődik.

A cikkünkben bemutatott röntgen-spektrometriai módszerek számos toxikológiai, ökotoxikológiai kérdés megválaszolására bizonyultak alkalmasnak. Eddigi kutatásaink eredményeként bővítettük a szabadon élő fonálféreg mikroelem-háztartására vonatkozó ismereteinket és új információkhoz jutottunk egy fontos növényi kártevő faj nehézfémek iránti érzékenységevel kapcsolatban. A jövőben újabb talajszennyező elemek élő szervezetre kifejtett hatásának elemzését és további táplálkozási csoportokba tartozó fonálféreg stresszválaszainak vizsgálatát tervezzük.

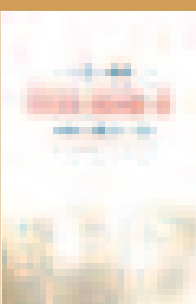
SÁVOLY ZOLTÁN  
HRÁCS KRISZTINA

## KÖNYVSAROK

Füves könyvek divatját éljük, lassan nincs könyvkiadó, amely ne tett volna legalább egy gyógynövényekről szóló könyvet a boltok polcaira. Rácz János könyve azonban merőben más a többitől, amit az is jelez, hogy a nyelvészeti munkákat megjelentető kiadónál látott napvilágot. Ráadásul három tudományterületet is felölel: 250 növény rövid botanikai bemutatása mellett azok élettani hatásáról, felhasználásáról, a népi gyógyomódról is olvashatunk, de legrészletesebb egy-egy növény nyelvészeti leírása. Így a számos névváltozat, népi elnevezés mellett a régies alakok is szerepelnek, s a növény magyar nevének eredetéről, közvetve a kultúrtörténetéről is sok érdekeset megtudhatunk. Például a vérzés- és fájdalomcsillapító hatású aggófű (*Senecio*) szokatlannak tűnő nevét a következőkkel magyarázza: „Az elnevezés a – már Pliniusnál is olvasható – latin *senecio*, a *senex* 'agg' kicsinyítő képzős nevének magyar megfelelője. Azért nevezik így, mert több fajnál a termés bóbíttája ősz haját idéz.” (Rácz János: *Gyógyhatású növények*. 2014, Tinta Kiadó, 250 oldal, 1490 Ft)



A szokatlan szerkezetű esszékötlet alcíme akár ez is lehetett volna: Négy öntövényű élet. Mert a három főszereplőn – Bartók Bélán, Seymour Benzeren és Barbara McClintockon – kívül maga a szerző Georg Klein, azaz Klein György is üstökös. Hiszen a Magyarországon született világhírű rákkutató, a svédországi Rákkutató Intézet megalapítója akár Nobel-díjas is lehetne, mint az ugrálógenek felfedezője, McClintock. A kísérleti növénye alapján gyakran „kukoricás hölgynek” is nevezett kutató munkáját és önmaga meghatározását jól szemlélteti a kutatótársának tett vallomása: „Tudod, amikor egy sejtet nézek, leereszkedem abba a sejtbe, belépek és körülnézek.” Hasonlóképpen – a gének, a molekuláris biológia szintjén – viszonyul munkájához a genetikus Benzer is, aki muslicák és más rovarokba „bújva” tett korszakalkotó felfedezéseket például a bennünk is tetten érhető biológiai óra mozgó rugóiról vagy a szem, az agy működéséről. Ők hárman egyszerű képlet: biológus beszélget biológussal. De hogy jön a negyedik géniusz közéjük: Bartók Béla? Tessék kézbe venni a könyvet, s megtudhatjuk a titkát, az ezerszálú összekötőkapcsot. (Georg Klein: *Üstökösök*. 2014, Corvina Kiadó, 280 oldal, 2990 Ft)



# TROMBOLÍZIS

**A trombózis esetében a terápiás megközelítés vagy az alvadék érpályából való eltávolítását – például szívinfarktus esetén –, vagy kémiai úton történő feloldását célozza. Ez utóbbit nevezik trombolízisnek, ami stroke esetén lehet hatékony. Vajon milyen tényezők határozzák meg a trombolízis hatékonyságát és hogyan lehet befolyásolni ezeket a tényezőket?**

**A** szív- és érrendszeri megbetegedések világszerte a halálloki statisztikák élén állnak. Ezen állapotok háttérben legtöbbször *trombózis*, vagyis az érpályán belüli véralvadék-keletkezés áll. A létrejött véralvadék (trombus) az ér keresztmetszetét részben vagy egészében elzárva az adott ér által ellátott szövetek véráramlásának, ezáltal oxigén- és tápanyag-ellátásának csökkenéséhez vezet. Amennyiben ezek a kedvezőtlen vi-

szonyok nem szűnnek meg néhány perc alatt, szöveti károsodás – az adott ér által ellátott terület elhalása – következik be. Ezen kórélettani folyamatok leggyakoribb megnyilvánulásai a *szívinfarktus* és a *stroke*: előbbi esetben a szívet ellátó koszorúérrendszerben, míg utóbbiban az agyi erekben keletkező trombus a kórkép okozója.

A terápiás megközelítés trombózis esetén vagy az alvadék érpályából való eltávolítását (például szívinfarktus esetén), vagy kémiai úton történő feloldását (ez a *trombolízis*, például stroke esetén) célozza. Munkacsoportunk érdeklődésének középpontjában az utóbbi módszer áll: arra vagyunk kíváncsiak, hogy milyen tényezők határozzák meg a trombolízis hatékonyságát, és miként lehet befolyásolni ezen tényezőket.

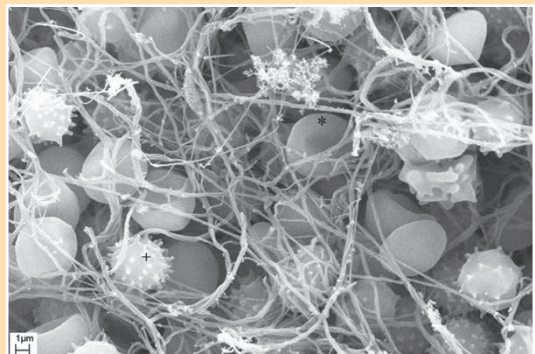
## Segítő saját rendszer

A trombolízis mint terápiás módszer a szervezet saját, alvadékokat feloldó rendszerét hívja segítségül. Ezen rendszer főszereplője a *plazmin*-fehérje, amely enzimnek a feladata az alvadék szerkezeti vázát alkotó fibrinháló kémiai hasítása. A fibrin plazmin általi emésztése az alvadék integritásának megszűnéséhez, illetve széteséséhez vezet. A plazmin azonban kétélű fegyver, mivel nemcsak a fibrinhálót, hanem annak a vérben megtalálható előanyagát, a *fibrinogént* is képes elbontani, ellehetetlenítve ezzel a későbbi sikeres vérzéscsillapítást is. Ezért szervezetiünk nem plazmint, hanem annak veszélytelen formáját, a *plazminogént* termeli. Ahhoz, hogy a plazminogén aktiválódjon, és plazmin képződhessen belőle, szükség van plazminogén-aktivátorra

is. Ezen aktivátor viszont csak akkor képes hatékonyan működésképpé tenni, vagyis plazminná aktiválni a plazminogént, ha már kialakult az alvadék, hiszen a sikeres aktiváció feltétele, hogy mind az aktivátor, mind a plazminogén az alvadék felszínén találkozzon.

Ez a rendszer a véralvadás beindulásával csaknem egy időben jön működésbe, ami jelzi a véralvadás szabályozásának összetettségét: ahhoz, hogy az élettani körülmények között beinduló alvadékképződés ne terjedjen túl a folyamatot beindító

*Betegből eltávolított artériás trombus pásztázó elektronmikroszkópos képe. A véralvadék vázát a hálózatszerűen ábrázoló fehérje, a fibrin alkotja. A felvételen számos sejt látható a \* a legnagyobb arányban előforduló sejtípust, a vörösvértestet, a + pedig fehérvérsejtet jelöli.*



**OLKA**  
83023  
PUB-I 114496

érsérülés helyén, szükség van az alvadékokat feloldó rendszer működésére is, amely a szükségesnél nagyobb mennyiségben keletkező véralvadék méretét megfelelő mértékben korlátozza. Utóbbi folyamathoz további biztosíték, hogy a fent említett plazminogén-aktivátor az ép, sérüléstől mentes érfaletti sejtekből kerül a vérbe, mintegy védve ezzel az érsérülésen kívül eső érszakaszokat a trombozistól.

Az egészséges állapotot az alvadékok létrehozó és alvadékokat feloldó rendszerek egyensúlya jellemzi. *Trombózis* esetén az egyensúly felborul, és az alvadékok létrehozó rendszer kerül fölénybe. A trombolízis mint terápiás beavatkozás során ezt elensúlyozandó, nagydózisú – a szervezetben termelődő mennyiséget meghaladó – plazminogén-aktivátort juttatunk a szervezetbe, amely a fentiekben részletezett módon, az alvadék felszínén kerül kölcsönhatásba a szervezet által termelt plazminogénnel és aktiválja azt, így a létrejött kóros alvadék, a *trombus* emésztése megkezdődhet.

### A fehérvérsejt szerepe

A trombus – a szerkezeti alapját képező fehérjévéz, a *fibrin* mellett – a keringésből származó, jelentős mennyiségű sejtet is tartalmaz, melyek közül a három leggyakoribb a vörösvértest, a vérlemezke, valamint a fehérvérsejt, a neutrofil. Utóbbi klasszikus értelemben a szervezet kórokozók elleni védekezésében résztvevő immunsejt, például egyes gyulladások kísérőjelenlégeként jelentkező genny fő tömegét ezen sejt teszi ki. Újabb kutatások azonban arra utalnak, hogy mind a trombusok keletkezésének, mind azok feloldódásának a folyamatát befolyásolni képes.

Bizonyos gyulladásos ingerek, leginkább kórokozók hatására a fehérvérsejt sejtmagi anyaga – a DNS és az ehhez kapcsolódó *hiszton*-fehérjék rendszere – fellazul, az azt körülvevő maghártya

felszívódik, ami a magi anyag és a sejtplazmában található, a kórokozók elleni védekezésben résztvevő számos fehérje, például *elasztáz* keveredését teszi lehetővé. A folyamat végén a fehérvérsejt sejtmembránja is felhasad, és ezáltal a keveredés során létrejött DNS-fehérje komplex a sejtet kívüli *extracelluláris* térbe jut, ahol ragadós „hálóként” viselkedve csapdába ejti a kórokozót. Ezen megfigyeléseken alapul az így létrejött háló elnevezése is: neutrofil extracelluláris csapda (*neutrophil extracellular trap*, rövidítve: NET).

A fertőzés helyén, egy adott szövet sejtközi terében a NET-ek jó szolgálatot tesznek a kórokozók immobilizálásában, ezáltal elősegítik azok további immunsejtek általi eltávolítását, megakadályozva a fertőzés tovaterjedését. Azonban amennyiben a neutrofil az érpályán belül éri gyulladást, a NET-ek a keringésbe kerülhetnek, ahol a kórokozók mellett vérlemezkéket, vörösvértesteket és egyéb sejteket, valamint fehérjéket (például véralvadási faktorokat) ejtenek csapdába, beindítva ezzel a véralvadás és trombusképződés folyamatát. Betegkekből eltávolított vérrögök immunfestéssel kezelt metszeteinek

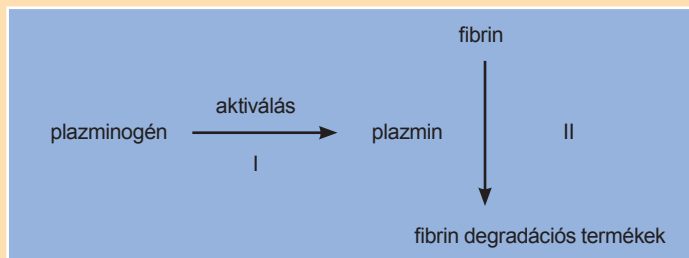
vizsgálata során megállapítottuk, hogy a NET-ek fő összetevői, a DNS és a hisztonok, megtalálhatók az artériás trombusokban. Így érdemesnek tartottuk megvizsgálni, vajon milyen hatással vannak ezen anyagok az alvadékok szerkezetére, illetve kémiai tulajdonságaira?

### Kísérletek és modellek

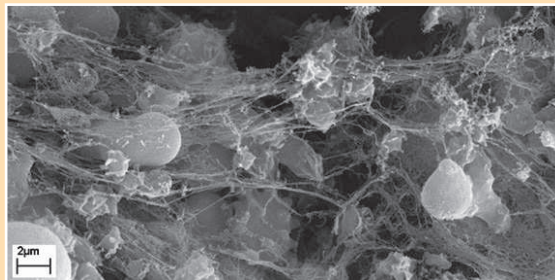
Kísérleteink során olyan trombusmodelleket hoztunk létre, melyek a véralvadék elsődleges alapvázat alkotó fibrin mellett DNS és hisztonfehérjék különböző arányú keverékeit is tartalmazták. Ezen alvadékokat szerkezeti és funkcionális vizsgálatoknak vetettük alá. Pásztázó elektronmikroszkópos felvételek elemzése során a fibrinszálak vastagodása volt megfigyelhető hisztonok jelenlétében, és ezt a tendenciát DNS hozzáadása fokozta.

A DNS emellett jelentősen csökkentette az alvadékok átjárhatóságát, valamint mechanikai erővel szembeni ellenállását, míg a hisztonok, illetve hisztonok és DNS kombinációja ellenkező irányú változást okozott: az alvadék mechanikailag stabilabbá, nyíróerőkkel szemben ellenállóbbá vált. Összességében elmondható, hogy a NET-komponensek markáns hatással bírtak a keletkező alvadék szerkezeti-mechanikai tulajdonságaira.

Ezen szerkezeti változások az alvadékok kémiai emésztéssel szembeni ellenállásának fokozódásával párosultak. Kísérleteink többségében a létrehozott alvadék emésztését a fentebb ismertetett plazminogén-aktivátor hozzáadásával indítottuk. Az alvadék feloldásának folyamatát többféle rendszerben követtük. Fluoreszcensen jelzett fehérjék: fibrinogén és plazminogén-aktivátor segítségével az emésztési frontvonal mozgását fluoreszcens mikroszkópia segítségével jellemeztük. Ezen vizsgálatok során a DNS és hisztonok képesek voltak késleltetni a front-



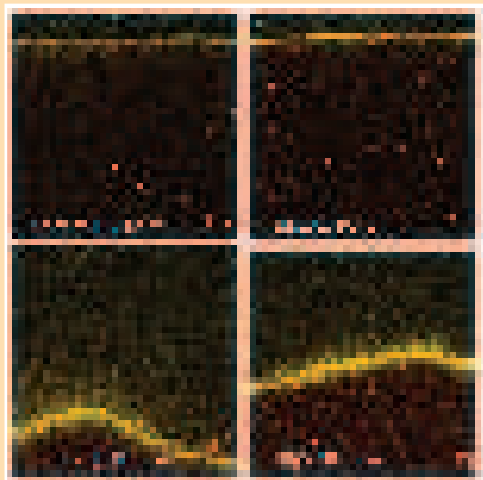
A fibrinháló feloldásának két lépése: plazminogén-aktiváció és fibrinemésztés



Fehérvérsejtek által termelt neutrofil extracelluláris csapdák (NET-ek) pásztázó elektronmikroszkópos képe

vonala mozgását, ami az emésztés hatékonyságának csökkenésére utal.

Ezt a megfigyelést megerősítette a fibrinháló fényszórását kihasználó turbidimetria módszere is, amelynek során a teljes alvadék létrejöttét és szétesését tudtuk követni. Ezen mérés során a vizsgált NET-alkotóelemek csökkentették az alvadék létrejöttéhez szükséges időt, és késleltették az alvadék plazmin általi emésztését. Az izolált NET-alkotók hatásának vizs-



*Emésztési frontvonal mozgása fluoreszcensen (pirossal) jelzett alvadékban.*

*A szintén fluoreszcens plazminogén-aktivátor sárga jelet ad, ez alkotja a lízisfrontot, mely lefelé haladva terjed az alvadék belsőbb régiói felé. Amennyiben az alvadék DNS-t tartalmaz, a frontvonal mozgása lelassul.*

gálata után aktivált fehérvérsejteket kevertünk az alvadékba tisztázandó, hogy az általuk kibocsátott NET-ek képesek-e reprodukálni a DNS és hisztonok által mutatott hatásokat. A NET-ek jelenléte nem csak igazolta, de mértékét tekintve meg is haladta az izolált NET-alkotók hatását: a feloldódáshoz szükséges idő csaknem kétszeresére nyúlt, amennyiben a modelltrombus NET-et tartalmazott. Ez a hatás részben ellensúlyozásra került, amikor a plazminogén-aktivátor mellett a DNS-hálót bontó fehérjét is adtunk az alvadékfeloldás indításakor.

### **Példamutató baktériumok**

Vizsgálataink arra utalnak, hogy olyan kórélettani állapotokban, amikor a fehérvérsejtek aktiváció-

jával kell számolni – például gyuladástól – a NET-ek a trombusok alkotórészeivé válva azok szerkezeti, mechanikai és kémiai tulajdonságait jelentősen képesek befolyásolni, összességében egy mind mechanikai erővel, mind terápiás feloldással szemben ellenállóbb trombus keletkezéséhez járulnak hozzá. Mindez felveti a jelenlegi terápiás beavatkozások kiegészítésének szükségességét: mérlegelendő lehet a jelenlegi protokoll (plazminogén-aktivátor adása) olyan



*Alvadékok képe háromórányi emésztést követően. A modelltrombusok feloldása plazminogén-aktivátor adása után három órával sem teljes, a nyíl szabad szemmel látható emésztési maradványra mutat. A jobb oldalon látható alvadék feloldásához plazminogén-aktivátor mellett DNS-bontó fehérjét is adtunk, ami a fenti jelenség megszűnését eredményezte.*

anyagokkal történő kiegészítése, amelyek a NET-ek által képviselt másodlagos, a fibrin melletti szerkezeti háló elbontásához járulnak hozzá. Erre alkalmasak lehetnek például a DNS-bontó fehérjék.

A baktériumok fegyvertárában szerepel saját, az emberben termelődtől eltérő plazminogén-aktivátor, melynek segítségével a véráramba bejutó kórokozó a terjedésének útját álló trombus feloldásig igyekszik. Emellett ugyanezen baktériumtörzsek DNS-bontó anyagot is termelnek, ami arra utal, hogy ezek az egysejtű organizmusok az evolúció során már kifejlesztettek olyan eszközöket, amelyek a trombusok komplex struktúráját több aspektusból is képesek támadni, és amelyek példaként szolgálhatnak új terápiás stratégiák kidolgozása során.

**VARJÚ IMRE**



## **Játékokat a krokodiloknak!**

Három fő típusa van a játékoknak, és mindegyiket úzik a krokodilok. Leggyakrabban tárgyakkal játszanak: falabdát, zajos kerámiadarabokat, vízszugarat, zsákmányt és a vízben úszó hulladékot említik a feljegyzések. A lokomotoros játékok közül a csúszdázás a kedvenc, közvetlenül a hullámszörfőzés és az áramlással úzás előtt. A szociális játékok közé sorolják, amikor a fiatalok a nagyobbak háttára kapaszkodva vitetik magukat és az újszülöttek párosodást mímelnek. Ismert egy olyan hímállat is, amelyik rendszeresen a há-



tán utaztatta párját, aki mellett élet-hosszig kitarzott.

De a krokodilok nemcsak egymással játszanak, hanem például vidrákkal és emberekkel is. Történt egyszer, hogy egy ember megmentett egy fejlövést kapott krokodilt. Nem is sejtette, hogy húsz éven át, az állat haláláig tartó barátság szövődik ezzel közöttük. Mindennapos volt a közös úszkálás és az ijesztgetős játék, amiben a krokodil fogcsattogatással, hátbatámadásokkal szórakoztatta társát. De azt is szívesen hagyta, hogy jó barátja vakargassa, megölelje, orron csókolja vagy a vízben forgassa.

Eddig nem ismertük ilyen jól a félelmetes krokodilok lágyabb vonásait. Bármilyen meglepő is ez, remekül illeszkedik ahhoz az elmélethez, hogy a játék univerzális, és nem csak gerinceknél, de akár még gerincteleneknél is előfordul, ha kellően komplex és rugalmas a viselkedésük. Nem kevésbé fontos tanulság az sem, hogy a fogságban tartott krokodiloknak érdemes játékokat is adni, hogy ne unatkozzanak.

**KUBINYI ENIKŐ**

# Csillagnaptár

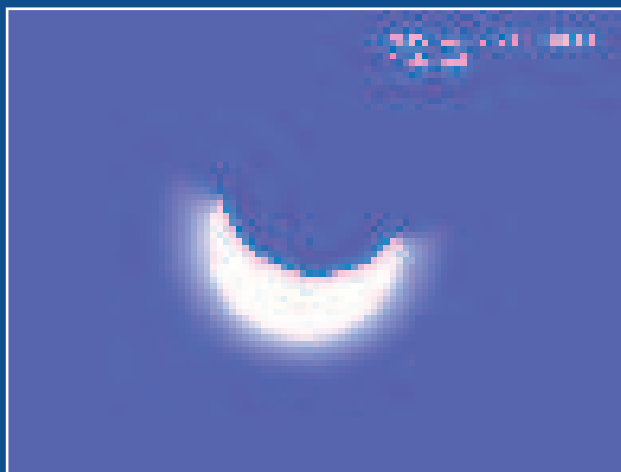
Március 20-án, a tavaszi napéjegyenlőséggel kezdetét veszi a csillagászati tavasz.

Az idej napéjegyenlőség pillanata ráadásul igen látványosnak ígérkezik.

Nézzük tehát, milyenek látjuk az eget március 15-én éjjel 21 órakor!

**NY**ugaton lassan búcsút inthetünk az egyre alacsonyabban feltűnő jellegzetes téli csillagképeknek. A nyugati látóhatár felett még felkereshető a Bika, a vörös színű Aldebarannal. Kissé felette az ötszög alakú Szekeres, legfényesebb csillaga a Capella. Aki eddig elmulasztotta megpillantani az Orion gyönyörű csillagködeit, az még bepótolhatja, de a hónap végétől már egyre nehezebb lesz megtalálni őket. A legismertebbek ezek közül a Nagy Orion-köd és a Lófej-köd. Az Orion övét bal kéz felé meghosszabbítva a földi égbolt legfényesebb csillagához, a Szíriuszhoz jutunk a Nagy kutya csillagképben. Az Orion felett az Ikrék fényes csillagpárja, a Castor és a Pollux fénylik. Ragyogásukat messze felülmúlja a most éppen a közelükben, a szomszédos Rák csillagképben elhelyezkedő Jupiter bolygó rendkívül fényes korongja. Megfigyelését bármekkora távcsővel rendelkezők számára ajánljuk. A bolygó körül keringő négy fényes hold (Galilei-féle holdak) mozgásának nyomon követése érdekes égi mechanikai felismerésekre vezethetnek (rezonanciák, kötött keringés). Északnyugaton a Kassziopeia és a Perszeusz süllyed egyre mélyebbre a horizonthoz a tavasz közeledtével. Az Ikréktől keletre, sorra következnek a jellemzően tavaszi állatövi csillagképek; a Rák, az Oroszlán és a Szűz. A Rák csillagképben egy halvány ködfoltocska tűnik fel a szabad szemmel fürkésző megfigyelő-

*A 2015. március 20-i részleges napfogyatkozás maximuma Budapestről nézve*



*A csillagos ég március 15-én 21 órakor*

*A Gemini-3 űrhajó legénysége, John Young és Virgil Grissom*



nek. Ez az M44-nyílthalmaz (Messier katalógus alapján). Latin neve Praesepe, ami jászolt, kaptárt jelent. Laza csillaghalmaz ez, amely már az ókorban is ismert volt. Az állatövi csillagképek alatt, a déli égbolt alján halvány csillagképek sorakoznak: az Egyszarvú, az Északi Vizikígyó, a Szextáns, a Serleg és a Holló. Kelet felé helyezkedik el az Ökörhajcsár, a Bereniké haja és a Vadászebek, kissé magasabbra a Nagy Medve (Nagy Göncöl) és a Hiúz. Észak felé a Sárkány, a Cefeusz és a Kis Medve (Kis Göncöl) csillagképeket kereshetjük.

A bolygók közül a Merkúr megfigyelésére ez a hónap nem kedvező. A hónap első napjaiban még megkísérelhető a felkeresése napkelte előtt a keleti látóhatár közelében, de csak alig egy órával kel a Nap előtt. Legközelebb áprilisban kereshetjük újra. A Vénusz estéről estére egyre magasabban látszik a nyugati égen. A hónap végén már több mint három órával nyugszik a Nap után. A Hold után az éjszakai égbolt legfényesebb égiteste, fényessége -4,0 magnitúdó. A Mars este a nyugati látóhatár közelében kereshető, fényessége 1,3 magnitúdó. Sötétedés után hamar lenyugszik. A Jupiter az éjszaka nagy részében látható, hajnalban nyugszik. Fényessége -2,4 magnitúdó. A Szaturnusz éjfél körül kel, az éjszaka második felében figyelhető meg. Az Uránusz a hónap első felében még

A Gemini-űrhajó  
Föld körüli pályán



A Gemini-3 fellövése



kereshető sötétedés után a halak csillagképben, kora este nyugszik. A Neptunusz a Nap közelsége miatt jelenleg nem figyelhető meg.

Március 20-án, az év első fogyatkozása alkalmával teljes napfogyatkozás lesz látható! Sajnos hazánk területéről csak részlegesnek fog mutatkozni, de a fogyatkozás mértéke jelentős. Magyarországról nézve a jelenség délelőtt (9:39-kor) kezdődik, késő délelőtt éri el maximumát (10:48) és dél körül ér véget (11:59). Zárójelben a Budapestre érvényes adatokat közöltük, Magyarország területén belül ettől akár 5 perces eltérés is lehetséges. Teljes napfogyatkozást a sarkvidéki tengerek térségében, Grönland keleti partjainál lehet majd látni. Budapestről nézve a fogyatkozás közepén a napkorong kb. 58%-a lesz takarásban, a Nap ekkor 40 fok magasan lesz a látóhatár felett. A Nap-Hold páros a Halak csillagképben fog ekkor tartózkodni, a Hold leszállo csomója közelében, közel a tavaszponthoz, azaz pont ekkor lesz a tavaszi napéjgyenlőség! Ilyen mértékű napfogyatkozás során a Nap fénye észrevehetően csökken, de ez nem túl feltűnő. Készüljünk a látványos jelenségre, hiszen hazánkból hasonló mértékű napfogyatkozás legközelebb csak 2022-ben lesz. Ne feledjük, hogy közvetlenül a Napba nézni a fogyatkozás teljes időtartama alatt veszélyes, a jelenséget csak speciális napszűrőn keresztül kövessük nyomon!

50 évvel ezelőtt, 1965. március 23-án Virgil Grissom és John Young sikeresen berepülte az első kétszemélyes amerikai űrhajót, a Gemini-3-at. Az űrversenyben a Gemini-űrhajó töltötte be a híd szerepét a Mercury-repülések és az 1967-ben indítani szándékozott Apollo-küldetések között. Az új űrhajó hatalmas előrelépést jelentett, hiszen ez volt az első igazi űrhajó, amelyikkel manőverezni és pályát változtatni lehetett a világűrben. Magát az űrhajót Gus Grissom keresztelte el Molly Brown névre, a Titanic katasztrófájának „elsüllyeszthetetlen” ragadványnevet kapott túlélőjéről. Ez volt az utolsó űrhajó, amelynek pilótája adhatott nevet. A Molly Brown háromszor került meg a Földet, és az űrhajósok kipróbálták az új hajtóműveket. Továbbá elfogyasztottak egy marhahúsos szendvicset is, amit Young csempészett a fedélzetre – az irányítóközpont nem kis bosszúságára.

LŐRINCZ HENRIK

# MEGÉRTHETŐ-ELÉRHETŐ FIZIKA

Az MTA Atommagkutató Intézet ([www.atomki.mta.hu](http://www.atomki.mta.hu)) mint önálló projektgazda a projekt 2013.01.01-2015.02.28. közötti 26 hónapos futamideje alatt a következő tevékenységeket valósította meg az elnyert 99 190 200 Ft támogatás felhasználásával.

## Utazó fizika

Az Atomki tíz fiatal munkatársa kísérletekkel tarkított, rendhagyó fizikaórával meglátogatta az Észak-Alföldi Régió hátrányos helyzetű kistérségeinek tíz középiskoláját. Minden félévben más témával utaztunk, melyek kapcsolódtak valamely jeles eseményhez vagy évfordulóhoz:

- 2013. tavasz: Víz (a vízügyi együttműködések nemzetközi éve kapcsán);
- 2013. ősz: Földünk természetes védelmi rendszerei (az ózonréteg felfedezésének 100. évfordulójára);
- 2014. tavasz: Hideg-meleg (300 évvel ezelőtt alkotta meg Fahrenheit a higanyos hőmérőt);
- 2014. ősz: Energia (300 évvel ezelőtt mondta ki Leibniz az energiamegmaradás törvényét).

Az előadások alkalmat adtak arra, hogy kitérjünk aktuális környezetvédelmi kérdésekre, miközben végső soron mindig az Atomki kutatási témáit ismertettük meg a közönséggel. A kísérletek egy része az iskolában vagy otthon is végrehajtható, más részük speciálisabb eszközöket és anyagokat kíván.

Minden előadásról videófelvétel készült, amely a YouTube videómegosztó portálon elérhető bárki számára.

## Interdiszciplináris workshop

Az utazó fizikával összhangban, de már tudományos szinten tárgyaltuk az adott félév témáját a négy, egynapos workshop alkalmával. Az Atomkiban folyó kutatási tevékenységet nem a saját kutatók, hanem más kutatóintézetek vagy ipari szereplők képviselői mutatták be az együttműködések keresztül. A hallgatóság is a legkülönbözőbb érdeklődési és szakterületről volt jelen, így a rendezvény valóban interdiszciplináris jelleget öltött. Az előadások remek hangulatúak és érthetőek voltak.

A délutáni látogatások és rövid mérések az Atomki laboratóriumaiban alkalmat adtak a közönségnek, hogy mélyebben betekintessen az itt folyó munkákba.

A rendezvények célja az volt, hogy bevonzzuk a további együttműködési lehetőségeket és partnereket az Atomki körébe.

## Weblap

Elkészült az Atomki új, akadálymentes weblapja, amely tudományos portálként gazdag informáci-

ót szolgáltat mind a szakemberek, mind a laikus érdeklődők számára. A portál különleges eleme a virtuális séta, amelyen keresztül az Atomki kiválasztott laboratóriumait lehet bejárni és megtudni, hogyan működik és mire jó. A VAÚ (a világ és az Atomki újdonságai) havi hírt a legújabb kutatási eredményekről.

## Atomki-kiadványok

Angol nyelvű részletes és magyar nyelvű rövid ismertető készült az Atomkiról, továbbá egy gyerekeknek szóló, gazdagon illusztrált fizikafüzet, amelyben egy kisfiú az apukájával folytat párbeszédet a mindennapokban tapasztalt jelenségekről és azok magyarázatáról.

## Interaktív multimédia

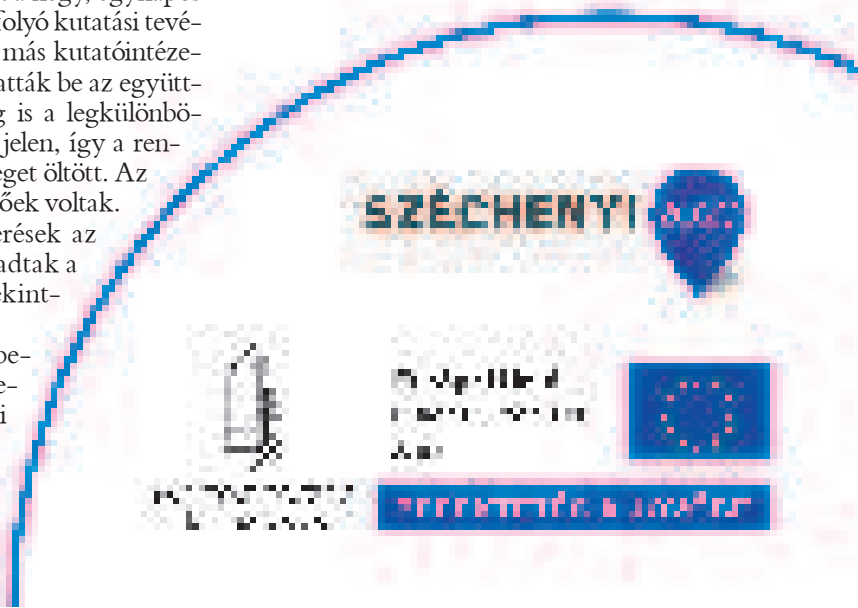
A Miazma című interaktív film egy kalandos nyomozás a titokzatos meteorit után, amelynek során a játékos tanul és gondolkodik, miközben megismerkedik az Atomki berendezéseivel, hiszen csak ezek segítségével oldható meg a rejtély. A DVD a Természet Világa áprilisi számának ingyenes mellékleteként lesz elérhető.

## Nemzetközi konferencia

A Nuclei in Cosmos nemzetközi konferencia felkészítő hete alatt egyetemi hallgatók, PhD-hallgatók és fiatal kutatók mélyedhettek el a Világűrben zajló magfizikai folyamatok megértésében.

KIRÁLY BEÁTA (s)

TÁMOP-4.2.3-12/1/KONV-2012-0057





## A fogyasztói árak, infláció alakulása

Az infláció mértéke az ezredforduló utáni években viszonylag széles skálán mozgott. A pénzromlás üteme az ezredforduló környékén megközelítette a 10%-ot, ezt követően 2007-ben volt a leggyorsabb (8,0%), elsősorban a gazdasági egyensúly helyreállítását célzó kormányzati intézkedések miatt. A gazdasági világválság kezdetén a keresletcsökkenés jelentősen erősítette a deflációs folyamatot, így 2009-ben 4,2%-ra lassult a pénzromlás üteme. 2010-ben a jövedékiadó-emelés, az egyre növekvő üzemanyagárak és a szélsőséges időjárás miatti termelés kiesés erősítette az árak növekedését, majd 2011-ben újra lassult az árszínvonal emelkedésének üteme (3,9%). 2012-ben – elsősorban az forgalmi adók emelése miatt – 5,7%-ra nőtt az infláció mértéke. 2013-ben és 2014-ben azonban a több lépésben végrehajtott energiaár-

az, hogy a rezsicsökkentés a fogyasztóiár-index mértékét jelentősen lenyomta, míg a maginflációba nem számít bele.

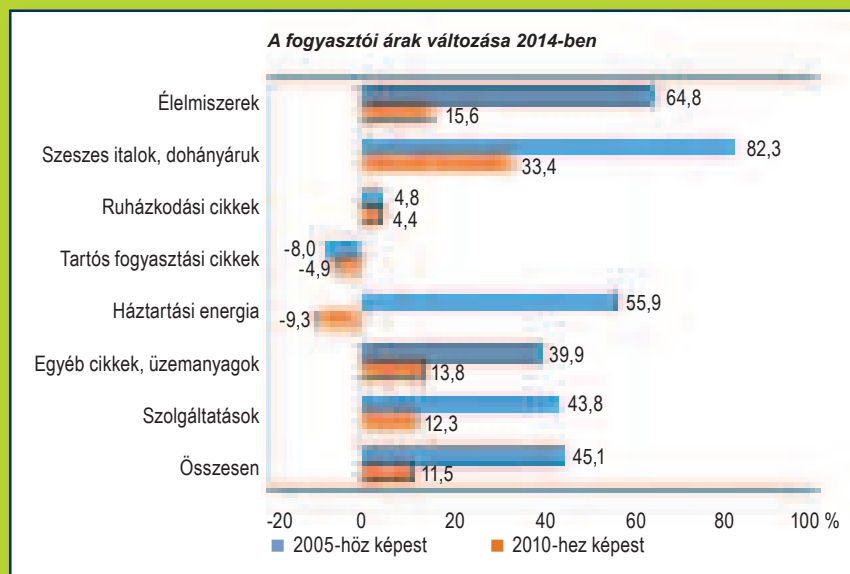
Hosszabb időtávon vizsgálva, a válságot megelőző 2005. évhez képest az infláció átlagos mértéke 45%-os volt. A fontosabb árucsoportok közül a legnagyobb mértékben a szeszesitalok, dohányárak drágultak (82%), melyhez az elmúlt években a dohánytermékek jövedéki adójának emelése, valamint a kiskereskedelmi árres növelése is hozzájárult. Ezen belül 2005-höz képest a dohánytermékek ára több mint duplájára emelkedett. Az élelmiszerárak szintén az átlagosnál nagyobb mértékben, 65%-kal drágultak. A háztartási energiaárak 2005-höz képest 56%-kal emelkedtek, bár az elmúlt két évben a hatósági intézkedések miatt mérséklődtek a számlák végösszegei. Az egyéb cikkek, üzemanyagok csoportjai 2005-höz viszonyítva 40%-kal nőttek, ezen belül a járműüzemanyagok 64%-kal drágultak. 2005-ben a benzinért (95-ös) 260 forintot, a gázolajért 252 forintot kellett fizetni literenként, 2012 óta azonban az árak 400 forint felé emelkedtek, és a gázolaj ára meghaladta a benzinét. 2014 utolsó hónapjaiban ugyanakkor az üzemanyagárak csökkenésnek indultak. A tartós fogyasztási cikkek ára – kisebb megszakítással – 2002 óta minden évben csökkent, 2005-höz viszonyítva 8,0%-kal kellett értük kevesebbet fizetni.

Az árváltozások a lakosság egyes csoportjait különböző mértékben érintik, az eltérő jövedelmi szintjük és részben ebből adódóan az eltérő fogyasztási szerkezetük miatt. Az elmúlt éveket tekintve jellemző tendencia, hogy az alacsony jövedelmű háztartások esetében az átlagnál magasabb az árváltozás (2005-höz képest +54%), míg az aktív, illetve a magasabb jövedelmű háztartásokat kisebb mértékben sújtotta az infláció (43,

illetve 40%). A nyugdíjasok fogyasztóiár-indexe 2005-höz viszonyítva is átlag felett, 52%-kal emelkedett. Ennek oka elsősorban az, hogy az alacsonyabb jövedelműek és a nyugdíjasok fogyasztási szerkezetében az átlagosnál magasabb az élelmiszerek, valamint a háztartási energia aránya, melyek fogyasztói árai 2005-höz képest az átlag feletti mértékben drágultak, így ezek árváltozása erőteljesebben befolyásolta a fogyasztóiár-indexüket.

Tágabb környezetünket vizsgálva, az Európai Unió (EU-28) egészében a harmonizált fogyasztóiár-index 2005 és 2014 között a hazánknál kisebb mértékben, mintegy ötödével emelkedett.

ANDREJCSIK LINDA



cökkentés jelentős mértékben fékezte a pénzromlást, így 2013-ben 1,7%-kal emelkedett, 2014-ben pedig 0,2%-kal csökkent az átlagos árszínvonal az előző évhez képest. 2014 folyamán – a lassan élenkülő fogyasztás mellett – az infláció fokozatosan lassult, amihez a szabályozott energiaárak csökkentése mellett a mérsékelt keresleti környezet, valamint a visszafogott külső infláció is hozzájárult.

A maginfláció – ami a fogyasztóiár-index különböző egy-egy hatásától (időjárás, világpiaci ármozgás, hatósági ár-intézkedések stb.) való megtisztításával jön létre – 2013-ban csaknem duplája volt az infláció mértékének, 2014-ben pedig 2,2%-os áremelkedést mutatott. Ennek oka elsősorban

# ÉLET & TUDOMÁNY

Megrendelhető a Magyar Posta Zrt. Hírlap Üzletágánál

Tel.: 06-80-444-444, fax: 06-1-303-3440, levélben: MP Zrt. Hírlap Üzletág, Budapest 1008, e-mail: hirlapelofizetes@posta.hu, továbbá személyesen a postahelyeken és a kézbesítőknel.

Előfizetési ár 2015-re belföldre: 1/4 évre 3900 Ft, 1/2 évre 7800 Ft, 1 évre 15 600 Ft

## Több mint 2 milliárd éve változatlan

Egy nemzetközi kutatócsoport olyan Emélytengeri mikroorganizmust fedezett fel, amely minden jel szerint változatlanul élte át az utóbbi több mint 2 milliárd évet, azaz sem morfológiájában, sem anyagcseréjében vagy egyéb életfunkcióiban a legcsekélyebb „evolúció” sem mutatható ki. Am a kutatók szerint – mint erről a *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* folyóiratban megjelent cikkükben beszámolnak – némileg paradox módon a parányi mikroba éppen ezzel a változatlansággal erősíti meg a darwini evolúció elméletét.

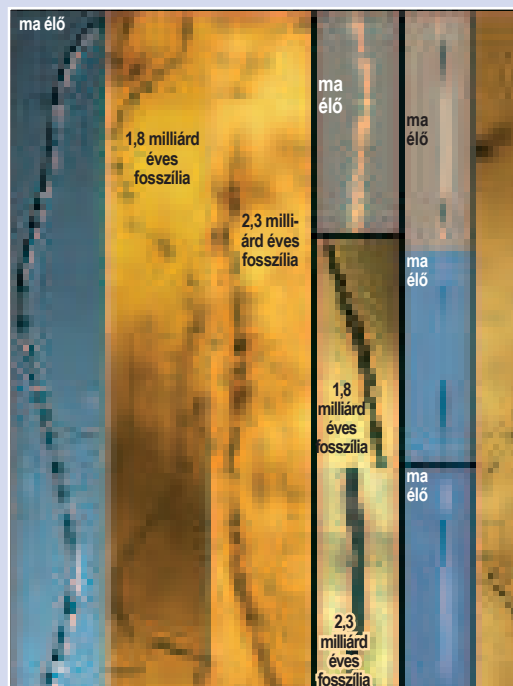
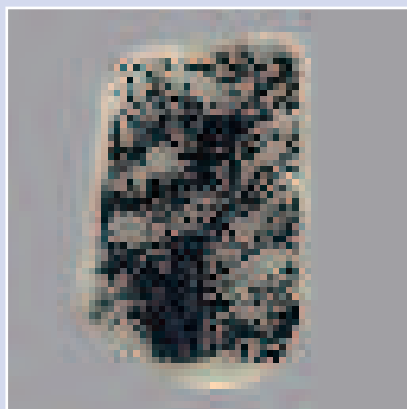
A Kaliforniai Egyetem (Los Angeles) paleobiológus professzora, J. William Schopf vezette kutatócsoport parányi kénbaktériumok 1,8 milliárd éve

Baktériumfossziliák (sötét nyomok) a 2,3 milliárd éves sziklamintában



fossilizálódott nyomait fedezte fel Nyugat-Ausztrália part menti szikláiban. A nyomok legmodernebb eszközökkel és eljárásokkal (köztük Raman-spektroszkópiával, amellyel a minták kémiai elemzését végezték, illetve lézeres pásztázó mikroszkópiával, amellyel a mikrobák térbeli képét rekonstruálták) történt vizsgálata során kiderült, hogy a mikrobák kísértetiesen hasonlítanak az ugyanezen a területen korábban feltárt, ám régebbi, mintegy 2,3 milliárd évvel ezelőtről származó fossziliákra, mi több, mindkettő megkülönböztethetetlen a chilei part menti iszapban ma is élő kénbaktériumoktól. „Első pillanatban meghökkentőnek tűnt ez a hihetetlen egyezés: egy olyan élőlényre bukkantunk, amely a Föld eddigi történetének mintegy felét kitevő időszakon át jöttányit sem változott” – mondta Schopf.

Baktériumfossziliák (sötét) az 1,8 milliárd éves sziklamintában



Ma is élő, illetve a két sziklamintában fossilizálódott kénbaktériumok összehasonlítása (KÉPEK: UCLA)

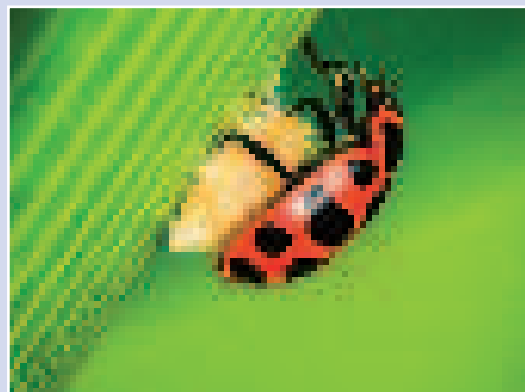
Bár első pillantásra úgy tűnhet, ez ellentmond a darwini evolúció elméletének, valójában erről nincs szó. Darwin a fajok eredetéről szóló fő művében ugyan értelem szerűen olyan példákra összpontosított, amelyekben a környezeti változások látványos módosulásokat (fejlődést) váltottak ki, s emellett szinte elsikkadtak azok a fajok, amelyeknél nem volt ilyen ok.

## Vírus okozza a katicák bénulását

A *Dinocampus coccinellae* nevű fürkészdarázs faj katicák testébe rakja petéit, amelyek három hét elteltével – a katica hasi oldalát átszakítva – lárvaként bújnak elő, majd a bogár lábai között bebábozódnak. A katica mindeközben nem pusztul el, sőt pöttyös kitinpáncéljával még hozzá is járul a fürkészdarázs ragadozókkal szembeni védelméhez.

A francia *Perpignan Egyetem* kutatói most arra is rájöttek, hogy a katica miért „engedelmeskedik” a betolakodónak: a darázs vírus-

sal fertőzi meg az agyát. A gazdaszervezet befolyásolására számos parazita alkalmaz vírusokat. A *Toxoplasma gondii* nevű egysejtű például úgy próbál bejutni a macskák emésztőszerv-rendszerébe, hogy a rágcsálókat fertőzi meg és megszünteti azok félelemérzetét a macskákkal szemben. A fürkészdarázs által bevetett vírussal fertőzés annyiban különleges, hogy a peték lerakása után a katica még hetekig a megszokott módon viselkedik, a lárvák előbújásakor azonban lebénul.



A *Nolwenn Dheilly* vezette kutatócsoport tagjai a katicabogarak agyában egy új, eddig ismeretlen

„A biológia alaptörvénye nem az állandó változás, hanem a fizikai és a biológiai körülmények változásaihoz való állandó alkalmazkodás – magyarázta Schopf. – Amennyiben a környezetben nem történnek ilyen változások, akkor nincs mihez alkalmazkodni, tehát az alaptörvény ez esetben – amit én szeretek null hipotézisnek nevezni – a változatlan. Jelen esetben kimutatható, hogy a vizsgált baktériumok környezeti feltételei az utóbbi 3 milliárd év során semmit sem változtak. Eppen ezért az szorulna magyarázatra, ha közben ők változtak volna.”

A kutatók által vizsgált legrégebbi, 2,3 milliárd éves fossziliák abból az időszakból származnak, amikor

a Föld légkörében emelkedni kezdett az oxigén szintje (ez a Nagy Oxidáció) és ezzel párhuzamosan az óceánokban jelentősen megnőtt a nitrátok és szulfátok (a kénbaktériumok fő tápanyagai) koncentrációja. Kimutatható, hogy azokon a területeken, ahol e kénbaktériumok hajdani elődei, illetve ma is élő utódai megtalálhatók, a létfenntartásukhoz és szaporodásukhoz szükséges környezeti feltételek az utóbbi 3 milliárd évben mindvégig változatlanul fennálltak.

(ScienceDaily)

RNS-vírust azonosítottak, melyről kiderült, hogy a *Iflaviridae* családba tartozik. A DcPV rövidítéssel jelölt új vírust a kifejlett fürkészdarázs a petéikkel együtt juttatja be a katicabogarak szervezetébe, de a vírus addig nem kezd el szaporodni, amíg a lárvák ki nem kelnek. Vélhetően a katicák immunrendszerének is szerepe van mindebben: az immunrendszer felismeri és megtámadja a DcPV-vírus által fertőzött sejteket és ezáltal saját maga okozza a rovar lebénelését pont akkor, amikor annak leginkább védekeznie kellene a kikelő lárva ellen.

(www.news.sciencemag.org)

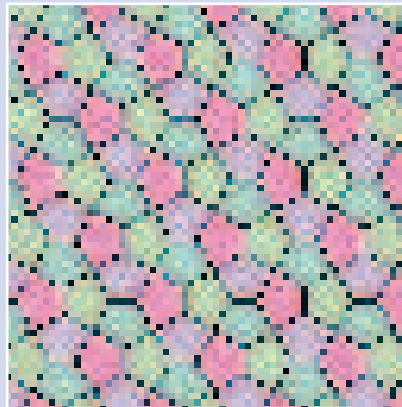
## Pentagrafén

Egy nemzetközi kutatócsoport a szén egy újabb allotróp módosulátát fedezte fel, igaz, egyelőre csak számítógépes szimulációval elméleti úton, a tényleges szintézis még hátravan. A grafénhoz hasonlóan egyetlen atom vastagságú 2D-s szénrács tisztán ötszögekből (pentagonokból) épül fel, nevét – pentagrafén – is e tulajdonságai nyomán kapta. Az új módosulattal tovább bővíülhet a szén viszonylag újabban felfedezett változatainak – fullerének, nanocsövek és grafén – köre. Az amerikai, japán és kínai fizikusokból álló kutatócsoport az ígéretesnek tűnő újabb módosulatról a *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* folyóiratban számolt be.

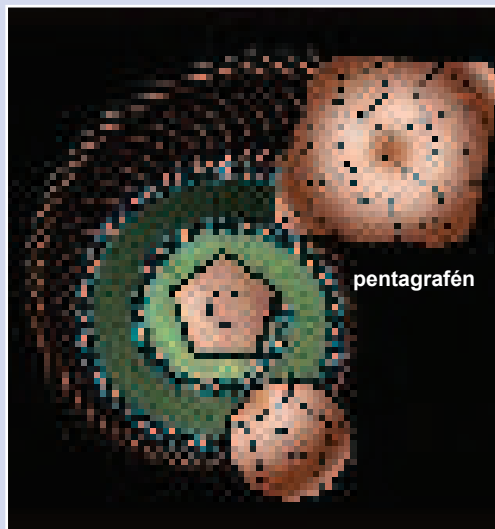
Mint azt Csién Vang, a Pekingi és a Virginiai Egyetem fizikusprofesszora, a kutatócsoport egyik vezetője elmondta, a pentagrafén ötletét egy véletlen élmény adta. Férjével egy pekingi étteremben ebédelve tűnt fel neki a falat borító különleges csempeminta, amely csupa ötszögből állt. (A síknak ez a hézagmentes lefedése a geometriában kairói pentagonális csempézés néven ismert, nevét a kairói utcák jellegzetes kövezetmintája után kapta.) „Egyből arra gondoltam, hogy egy hasonló, tisztán szénatomokból álló síkrács is stabil lehet, ezért lefényképeztem és a fotót elküldtem egyik tanítványomnak, hogy modellezze le” – mesélte a professzorasszony.

Már az első modellszámítások azt sugallták, hogy az egyszerű szerkezet létrehozható, és amennyiben sikerül előállítani, meglehetősen stabil lehet. Ez igazából nem is olyan nagy meglepetés, mert igaz ugyan, hogy a szén legtöbb ismert módosulata tisztán vagy többségében hatszögletű építőelemekből áll, de például a fullerénekben ezeket néhol ötszögű elemek kötik össze. Tisztán ötszögekből álló szerkezet azonban eddig nem volt ismert.

A kutatók ezt követően számítógépes szimulációval a pentagrafén szintetizálását, illetve a szerkezet néhány kiszámítható fizikai tulajdonságát is modellezték. Ennek során kiderült, hogy az új módosulat néhány tulajdonsága még a grafénét is felülmúlhatja: mechanikailag rendkívül kemény, ellenálló, továbbá 1000 kelvinig hőálló is.



Kairói pentagonális csempeminta



pentagrafén

A pentagrafén tisztán ötszögű elemekből áll

Emellett egyéb érdekes és szokatlan tulajdonságai is vannak, tette hozzá Puru Jena, a Virginiai Egyetem fizikaprofesszora, a kutatócsoport másik vezetője. Például a kiváló elektromos vezetőképességű grafénnel ellentétben a pentagrafén félvezető. „Ha egy grafénlemezt nanocsövé tekernek fel, akkor az a tekerés módjától függően fémes, vagy félvezető is lehet – mondta Jena. – A pentagrafénból feltekert nanocső azonban mindig félvezető tulajdonságokat mutat.”

Nyújtással szemben is nagyon különösen viselkedik. „Amikor a grafént nyújtjuk, az a húzás irányában megnyúlik, erre merőlegesen viszont zsugorodik. A pentagrafén ezzel szemben mindkét irányban nyúlni fog” – mondta Vang.

A következő lépés a pentagrafén tényleges előállítása lesz, amelyre máris van néhány elképzelésük, fűzte hozzá Jena. Ezt követően kerülhet sor az elméletileg megjósolt tulajdonságok ellenőrzésére, majd a lehetséges alkalmazások körére.

(ScienceDaily)

## A tengerek szintje gyorsabban emelkedik

Az elmúlt húsz évben a világ tengereinek szintje két és félszer gyorsabban emelkedett, mint a XX. század elmúlt nyolc évtizedében – ez olvasható a Nature-ben megjelent tanulmányban.

Korábbi becslések szerint a tengerek szintje átlagosan évi 1,5 milliméteres ütemben emelkedett. A New Jersey-i Rutgers Állami Egyetem és a Harvard Egyetem közös kutatócsoportjának számításai szerint 1901 és 1990 között ez az átlag kevesebb, csak évi 1,2 milliméter lehetett, míg most a tengerek szintjének átlagos emelkedési üteme minden évben 3 milliméter körüli érték.

A XX. századi tengerszint-emelkedés újraelemzése című új kutatás elsősorban a globális ár-ápály változás adataira alapuló számítógépes modellezést és statisztikai analízist használt. A kutatók célja elsősorban az volt, hogy az eddig hiányos adatokat kiegészítsék.

A földi éghajlat változásának irányát és hatásait vizsgáló, a különböző országok kutatóinak eredményeit összefoglaló nemzetközi



kutatócsoport, az Éghajlat-változási Kormányközi Testület (IPCC) most arra keresi a magyarázatot, hogy az utóbbi két évtizedben honnan származik az óceánba ömlő víz.

A múlt században elsősorban a hegyi gleccserek jegének olvadásából származó víz volt a tengerszint-emelkedés legnagyobb forrása – magyarázta jelentésében a kutatócsoport. Az 1993 utáni adatok viszont arra utalnak, hogy most a grönlandi és a déli-sarki jégsapka olvadásá vezet a gyorsabb tengerszint-emelkedéshez.

Az elmúlt húsz év adatai alapján úgy gondoljuk, hogy a grönlandi és

az antarktiszi jégolvadás jelentősen hozzájárult a tengerszint nagyobb mértékű emelkedéséhez – magyarázta Carling Hay, aki mindkét egyetem, a Rutgers és a Harvard doktori ösztöndíjas munkatársa, a Nature cikk társszerzője.

New Jersey számára azért is fontosak ezek a kutatások, mert az Egyesült Államok keleti partvidékén a tengerszint emelkedése gyorsabb, mint máshol. „A világtengerek szintjének az emelkedési aránya is fontos mutató, de igazán a helyi változások befolyásolják a part menti közösségek életét” – szögezte le Carling Hay.

M. Gy.



## KOLUMBIAI KLÍMAKUTATÓK AZ ANTARKTISZON

■ Történelme során első ízben indított Kolumbia expedíciót az Antarktiszra: a vállalkozás célja az éghajlatváltozás tanulmányozása, az ország biológiai sokszínűségének megőrzése és nagyobb szerepvállalás a fehér kontinens jövőjének alakításában. A nyolcvan test, közöttük kolumbiai tudósokat szállító hadihajó decemberben indult útjára, és márciusra várják visszatérését.



Az expedícióval tanulmányozhatjuk az Antarktisz és a mi éghajlatunk közötti összefüggést, megtanulhatjuk, hogyan szervezzük okosabban a halászatot a Csendes-óceán partjai mentén, és alaposabb ismeretekre tehetünk szert a vizeinkben születő bálnák megővéséről – mondta Juan Manuel Santos, a latin-amerikai ország elnöke a hajó indulásakor. A tudományos kutatósokon kívül az utazással Kolumbia meg szeretné erősíteni pozícióit az 1961-ben hatályba lépett, az óriás jégfelületet védő Antarktisz-egyezményen belül, amelyhez csak késve, az 1980-as években csatlakozott.

Az expedíció résztvevői között van Susana Caballero biológus is. A bogotai Andok Egyetemen tanító genetikus a púpos bálnák rejtélyének megoldását várja az utazástól, azaz arra kíváncsi, hogy a Csendes-óceán kolumbiai partvidékén megjelenő egyedek ugyanahhoz a fajhoz tartoznak-e, mint az antarktiszi vizeken élők. Az azonosságot a cetekből vett borminták segítségével akarják megállapítani. Az azonosítás segíthet a tengeri emlősök védelmezését célzó intézkedések kidolgozásában. A púpos bálnák megővása jelentős gazdasági kihívás Kolumbiának, mivel az állatok turisztalátványossággá váltak és becslések szerint évi 8 millió dollár (2,5 milliárd forint) bevételt hoznak az országnak.

(www.greenfo.hu)

## KERESZTREJTVÉNY

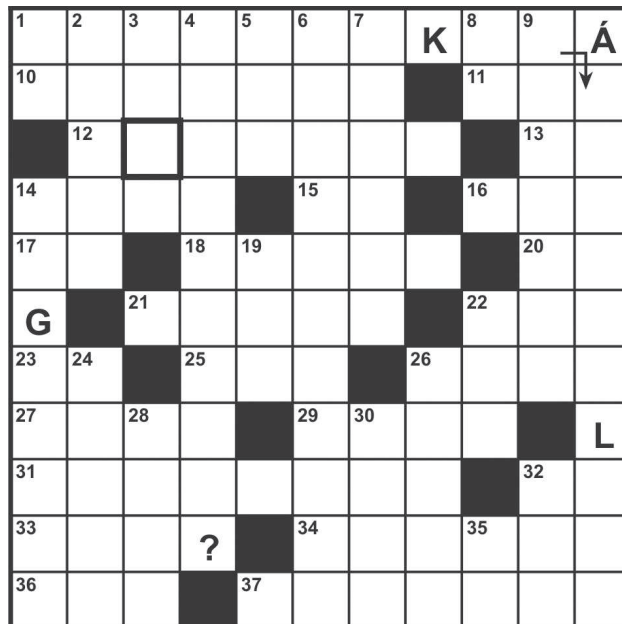
A logika világa népszerű sorozatában láttak napvilágot *Raymond Smullyan* fejtörői, matematikai játéka, szellemes meséi „nyolcvan év alatti gyermekeknek”, ahogy az *Alice Rejtélyországban* című kötetének 5., javított kiadása alcímében is ajánlja munkáját (*Typotex Kiadó*). Ebből kérjük 3 fejezet címét. A beküldők között a könyv 5 példányát sorsoljuk ki. Jó fejtést!

**Beküldési határidő:** a lapszám megjelenését követő második hét keddeje, 2015. március 10-e. **Beküldési cím:** Élet és Tudomány, Keresztrejtvény, 1428 Budapest, Pf. 47. vagy [eltud@eletstudomany.hu](mailto:eltud@eletstudomany.hu).

Minden rejtvényünkben találunk egy-egy bekeretezett négyzetet. Az e számban elkezdődő 13 hetes rejtvenyciklusunk végére a négyzetek betűi – helyes sorrendbe rakva – egy 150 éve született magyar ornitológus nevét adják ki. A név megfejtői között az Élet és Tudomány negyedéves előfizetését sorsoljuk ki.

**VÍZSZINTES:** 1. Az egyik fejezet címe. 10. Nem áll fel az előadás befejeztéig. 11. Szurkoló öröme vagy éppen bánata. 12. Kőolaj hőbontását végzi. 13. Kémény szélei! 14. XX. századi német baritonista (Günter). 15. Fél ötos! 16. ... West; néhai amerikai színész. 17. Mozi közepe! 18. Duzzogva nehezelt. 20. Azonos római számok. 21. Trója másik neve. 22. Lengyel–magyar szabadsághős (József). 23. Ipari, rövid. 25. Váltott evezőlapát. 26. ... Carreras; világhírű tenorista. 27. A szabadban. 29. Fényfolt a monitoron. 31. Lelkendező dicséret. 32. A lakásba. 33. Kaphatok én is belőle? 34. Mű változata. 36. Muhammad ...; exvilágbajnok profi ökölvívő. 37. Egyetlen fajta.

**FÜGGŐLEGES:** 1. Avasodni kezd! 2. Lassít. 3. ... bikavér; híres borunk. 4. A második fejezetcím. 5. Európai Gazdasági Közösség (1957–2009), rövid. 6. A harmadik fejezetcím kezdete. 7. Lopózva távozik a helyszínről. 8. Határrag. 9. Vadász várakozása egyik ragadozó emlősünkre. 14. A



**harmadik fejezetcím vége.** 19. Becézett Mária. 22. Pászortánc kelléke is lehet. 24. Serpenyőben sült a hús. 26. A József egyik idegen alakja. 28. Becézett Natália. 30. Község a Budai-hegyekben. 32. A szív felőli oldal. 35. Kabaré vége!

A 6. heti Élet és Tudomány rejtvényének megfejtése: **A RADIÁLIS SZIMMETRIÁT NEM MÚLHATJA FELÜL SEMMI.** A megfejtést beküldők közül *Judith Schalsansky: Darwinregény* című könyvét (*Typotex Kiadó*) nyerte: **Gyetzai Györgyné** (Budapest), **Dr. Györgyné Pécsi Magdolna** (Pécs), **Panyik Benedek** (Budapest), **Szinyei Andrásné** (Hatvan) és **Tóthné Gergő Ilona** (Budapest). *A nyerteseknek gratulálunk, a könyveket postán küldjük el.*

**ÉT** A HÓNAP KÉPE **FEBRUÁR**



**T. Z. (Budapest, [tz.tyh@t-online.hu](mailto:tz.tyh@t-online.hu)) – Rácsok** – című képe 8. számunkban jelent meg.

A szigorú drótrács oly könyörtelenül választ el a külvilágtól, akárcsak létünk korlátai. Ám benső terünkben kristályrács épült, felragyogtatja, megsokszorozva leképezi az univerzumot. Babits Bolyajja villan eszünkbe: „új végtelent nyitottam én eszemnek; / király gyanánt, túl minden képzetten...” (H. J.)

**VÁLASSZA ÖN IS AZ EURÓPAI NYELVVIZSGA-BIZONYÍTVÁNYT!**

TELC nemzetközi és államilag elismert nyelvvizsgák 7 nyelvből 4 szinten

Következő vizsgaidőpont:

**2015. március 28.**

Pótljelentkezési határidő: 2015. március 16.

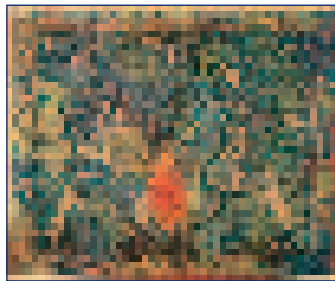
A vizsga előtt felkészítő tanfolyamok indulnak, azokról a [www.telc.hu](http://www.telc.hu) honlapon tájékozódhat.

Vizsgák A2, B1, B2 és C1 szinteken

**TIT-TELC Nyelvvizsgaközpont**

1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.

[telc@telc.hu](mailto:telc@telc.hu)

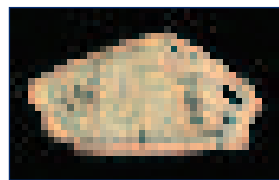


100 éves séta

**A magyar gobelin 100 éve** című kiállítással ünnepli a Szombathelyi Képtár megnyitásának 30. évfordulóját. A tárlat anyaga a magyar kárpitművészet 100 évén ível

át 100 gobelint sorakoztatva fel. A kiállítás a műfajt megújító *Ferenczy Noémi* gobelinjeitől indítja ezt műfajtörténeti kis sétát, kitérve *Domanovszky Endre*, *Plesznivý Károly* és *Pekáry István* munkásságára egészen a napjainkban készült alkotásokig.

Láthatók lesznek ezenkívül olyan különlegességek is, mint a Millecentenáriumba 1996-ban készült Himnusz-sorozat, mely több múzeum tulajdonában van és itt most újra együtt lesz látható. A Keresztény Múzeum jövőtől pedig a Millennium alkalmából készített *Szt. István és műve* című kárpit lesz megtekinthető, mely jelenleg Magyarország legnagyobb, közel 20 négyzetméteres gobelinje. A látogatók ezenkívül számos – a Textilbiennáléről már ismert – névvel fog szembetalálkozni a **május 10-ig** látható válogatáson.



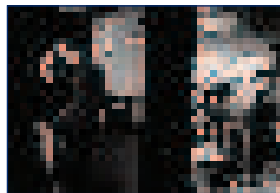
A könyv jövője

Az **Illuminációk – a Gutenberg-galaxis stopposainak** című tematikus kiállítás sokrétűen értelmezi a művész-

könyv műfaját, miközben hozzájárul a könyv jövőjéről szóló aktuális diskurzushoz is.

A könyv egyszerre jelenik meg a folyamatosan múlt jelen szimbólumaként és a korábban örökéletűnek tűnő Gutenberg-féle galaxis féltett és rejtett zugaként. A kiállítás metszéspontjaiban képi metaforaként megfogalmazódik a veszteség előérzete vagy tapasztalata, amire különböző technikákkal, „könyv-emlékekkel” reflektálnak az alkotók: könyvszoborral, képverssel, könyvespolcokon elhelyezett farönkökkel, vagy felülírják e víziót, például gótikus-pixeles, újraértelmezett betűtípussal. Sorskönyvek egymásba fonódó lapokkal, szövegtöredékekkel, transzformált, de még könyvre emlékeztető tárgyak, a titkos szépségű könyvtájban felhőpapírral fedett, leselejtezett közlönyök, mint időkutak, háborús verseskötetbe fűrt üresség, körbe futó verssorok megannyi „vakkönyvre” vetített, a könyv szellemi horizontját erősítő kortársi viszonyulás.

De legyen szó bár tipografikus eltávolításról vagy lírai közelítésről, a tárlat egészére érvényes a gondolat, hogy a könyv a legszebb egyedülállt. A különleges tárlat **március 22-ig** tekinthető meg a budapesti Múcsarnokban.

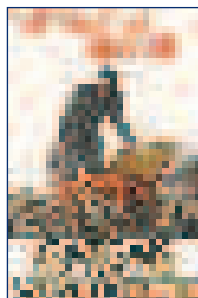


Szerelmes Budapest

*Bruno Bourel* Magyarországon élő francia fotóművész szerelmentémában készült fekete-fehér fotósorozatát mutatja be a budapesti Francia Intézet **Ilyen a szerelem** címmel.

A tárlat csaknem 40 életképének mindegyike Budapesten készült, és buszon, a metró mozgólépcsőjén, árvíz idején, az első Budapest Pride-on, az első Sziget fesztiválon vagy az 1996-os erotikakiállításon elkapott pillanatok örökítenek meg, de láthatóak az Operettszínház műhelyének ajtaján vagy éppen egy kirakatban megjelenő graffitik is.

A hagyományos technikával készült képek közül a legkorábbi 1989-ben fotózta, amikor először járt Magyarországon. Szerinte a városban mindenhol jelen van a szerelem, bárhol lehet találkozni vele, de a *Fényrajzok Budapest* című, Parti Nagy Lajos író szövegeivel publikált könyvében is szerepeltek már ilyen témájú fotók. Képei **március 10-ig** láthatók.

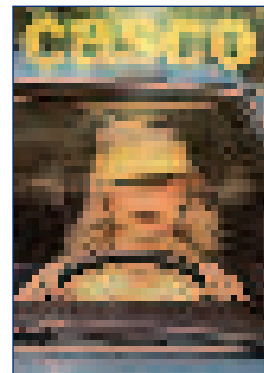


Biztosítva

**Mindent biztosít – A magyar biztosítási plakát (1900–1990)** címmel nyílik időszaki kiállítás a Magyar Kereskedelmi és Vendéglátóipari Múzeumban. A kiállítás a plakátművészet neves alkotóinak biztosítási témájú munkáit mutatja be felvillantva egy-egy kor-

szak, egy-egy alkotó jellemző vonásait. A múzeum saját gyűjteménye mellett közintézmények és magángyűjtők anyagából válogatva próbálnak átfogó képet adni a biztosítás történetének közel százéves időszakáról párhuzamot vonva a történelem és a plakáttörténet korszakaival.

Az **április 20-ig** nyitva tartó tárlat egyrészt a biztosítási plakát századfordulótól a második világháború végéig tartó változatos és hullámzó időszakát mutatja be, valamint az állami biztosítás egységesebb, de hasonlóan színes korszakát. A hagyományos plakátok mellett az 1950–60-as évek villamosplakátjaiból is kapnak ízelítőt a látogatók. A kiállítás a bő 25 évvel ezelőtti múcsarnokbeli biztosítós kiállítás plakátjával zárul. Az ezt követő privatizációs időszakot, a jelenlegi biztosítási piac kialakulását egy újabb kiállításon tervezi bemutatni a KULTEA.



## KÖVETKEZŐ SZÁMUNKBÓL



### Porrá lett jégkorszakok

Az éghajlatváltozás előrejelzése nem történhet meg a múltban lejátszódott események megismerése nélkül. A rég letűnt idők porviharainak lerakódásai fontos szerepet töltenek be mindebben. A hazánk területét is nagy vastagságban fedő hullóporos eredetű löszrétegek segítségével az elmúlt 1 millió év klímátörténetét tárhatjuk fel.



### Halál Genfben

Apponyi Albert az Osztrák-Magyar Monarchia és a Horthy-kori Magyarország egyik legérdekesebb politikai figurája. Amikor a 86 esztendő gróf 1933 januárjában megérkezett Genfben a Nemzetek Szövetségének soron következő ülésére, már tüdőgyulladásban szenvedett, a svájci városban az influenzát is elkapta.



### Alkonyfény-iránytű

A Fény Nemzetközi Éve alkalmából cikksorozatban mutatjuk be az ELTE Környezetoptika Laboratóriumában elért eredményeket a viking hajósok sokat vitatott navigációjával kapcsolatban. Ismertetik lehetséges navigációs eszközeiket, különös tekintettel a rejtélyes napkőre, és az égbolt polarizációs mintázatán alapuló feltételezett eljárás lépéseire. eltakarta.

## KITAIBEL

E számunknak a Kítaibel Pál középiskolai biológiai tanulmányi verseny anyagát adó cikkei: *Kisvirágú hunyor*



## ÉLET ÉS TUDOMÁNY

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT HETILAPJA



Főszerkesztő: **Gózon Ákos** • Szerkesztőség: 1088 Budapest, Bródy S. u. 16. • Titkársági telefon: 327-8950; Tel/Fax: 327-8969. • E-mail: [eltud@eletestudomany.hu](mailto:eltud@eletestudomany.hu) • Postacím: 1428 Budapest, Pf. 47 • Honlap: <http://www.eletestudomany.hu> • Lapunk megtalálható a Facebookon is • Kiadja: Tudományos Ismeretterjesztő Társulat • Felelős kiadó: Piróth Eszter, a TIT Szövetségi Iroda igazgatója • Postacím: 1431 Budapest, Pf. 176 • Nyomás: Ipress Center Hungary Kft. • Felelős vezető: Lakatos Imre ügyvezető • Index: 25 245 • ISSN 0013-6077 (nyomtatott) • ISSN 1418-1665 (online) • MagyarBrands 2014 és Magyar Örökség-díjas hetilap • Tudományos Tanácsadó Testület: Almár Iván, Antalóczy Zoltán, Bendzsel Miklós, Bod Péter Ákos, Botos Katalin, Csányi Vilmos, Falus András, Forgács Iván, Freund Tamás, Grétsy László, Háromi József, Herczeg János, Horváth Tibor, Juhász Árpád, Kerner István, Kroó Norbert, Makara B. Gábor, Marosi Ernő, Pléh Csaba, [R. Várkonyi Ágnes] Sólyom László, Szabó Miklós, Szentgyörgyi Zsuzsanna, Szörényi László, Takács László, Tátrai Zsuzsanna, Vámos Tibor, Varga Benedek, Vásárhelyi Tamás • Rovatvezetők: Albert Valéria (földtudományok, mezőgazdaság), Juhari Zsuzsanna (történelem, néprajz, régészet), Pásztor Balázs (kémia, fizika, informatika) • Olvasószerkesztő: Bánsághy Nóra • Tervezőszerkesztő: Zsigmondné Balázs Ildikó • Grafikus: Lévánt Tamás • Szerkesztőségi irodavezető: Lukács Annamária • Minden jog fenntartva! • A meg nem rendelt fényképekért és kéziratokért nem vállalunk felelősséget. • Előfizethető a Magyar Posta Zrt. Hírlap Üzletágánál a 06-80-444-444-es zöldszámon, faxon: 06-1-303-3440, e-mailben: [hirlapelofizetes@posta.hu](mailto:hirlapelofizetes@posta.hu), valamint levélben: MP Zrt. Hírlap Üzletág, Budapest 1008), továbbá személyesen a postahelyeken és a kézbesítőnél. • Megvásárolható a LAPKER árusítóhelyein. Lapunk korábbi számai megvásárolhatók a szerkesztőségben is. Meg nem rendelt kéziratokat és fotókat nem őrzünk meg.

Az Élet és Tudomány a Nemzeti Tehetség Program, a Nemzeti Kulturális Alap, a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala és az Országos Tudományos Alapprogramok - OTKA támogatásával jelenik meg.



PUB-I 114496  
PUB-I 113547



A hátlapon

### Kisvirágú hunyor

Az Alcsúti arborétumban minden év februárjában, márciusában megrendezik a hóvirágünnepet. 2010-ben ebből az alkalomból és a Biológiai Sokféleség Világévének magyarországi elindulása kapcsán jártunk a kertben. Látogatásunk már a tavasz elejére, március 11-ére esett, de még ekkor is esett a hó. A hideg idő ellenére rengeteg hóvirág nyílt a kertben, és néhány, a képen látható kisvirágú hunyor (*Helleborus dumetorum*) is díszítette a parkot.

A hunyor (*Helleborus*) nemzetség a boglárkafélék (*Ranunculaceae*) rendjébe tartozik. 25–30 fajtát tartják számon a botanikusok, ezek közül három fordul elő Magyarországon: a pirosló, a kisvirágú és az illatos hunyor. Ugyanazon élőhelyet, a bükkösök és gyertyánosok alját foglalják el különböző földrajzi térségekben: a pirosló hunyor az Északi-középhegységben, a kisvirágú hunyor a Dunántúlon, az illatos hunyor pedig a Dél-Dunántúl keleti részén honos. Ezt a jelenséget hívjuk földrajzi vikarizmusnak. Mind a három faj minden része mérgező, de a pirosló hunyornak gyógyhatása is van. Mérgező volta miatt ma már csak az állatgyógyászatban használják. Az ókorban a gonosz szellemeket igyekeztek elűzni a hunyorokkal.

Tél végén, kora tavasszal virágoznak. A pirosló hunyor piros virágáról kapta a nevét. A másik két fajnak zöldes a virágtakarója – ez tulajdonképpen óriási, sugaras szimmetriájú csészelevel, amely a tüzőtermés éréséig megmarad. A szirmok kanál vagy tölcser alakú mézfejtőkkel alakultak. A képen látható növény egy atavisztikus példány, amelyen a mézfejtők visszaalakultak lepelle (szirmomá). Mindhárom faj védett, eszmei értékük 5000, illetve 10 000 Ft. A többek között a Mészkö-Alpokban őshonos fehér hunyort dísznövényként ültetik.

Kép és szöveg: **BAJOMI BÁLINT**

