

GÉNJAVÍTÁS • MEGBÍZHATÓ HAZUGOK • JÓTÉKONY SZŐLŐMAG • MŰVÉGTAGOK

LXX. évfolyam ■ 44. szám ■ 2015. október 30.

Ára: 350 Ft

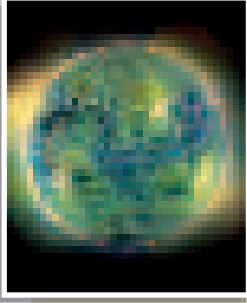
Előfizetőknek: 300 Ft

# ELET és TUDOMÁNY

Digitális változatban: [dimag.hu](http://dimag.hu)

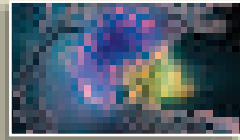


## FÉNYESZTENDŐ



Címlapon: Napkitörés. Illusztráció a Fény Nemzetközi Éve és a Tudomány Világfóruma alkalmából.

1379 Első kézből



- **KÉMIAI NOBEL-DÍJ GÉNARBANTARTÁSÉRT**  
*Ferenc Kata*
- **NARANCSBŐR ELLENI KÜZDELEM TEXTÍLIÁKKAL**  
*Kutasi Csaba*
- **AZ ÚJTÍPUSÚ FÉNY FÉNYES ÚJ VILÁGA**  
*Gózon Ákos*

1382 A fény a keresztény tanításban  
**A VILÁGOSSÁG FIAI**  
*Török József*

1385 Navigáció égre néző vikingekkel 7.  
**NAPKERESÉS A PLANETÁRIUMBAN**

*Farkas Alexandra, Nehéz Dóra,  
Horváth Gábor*

1387 ÉT-etológia  
**A FÉSZKELÉSRE IS HAT  
A FÉNYSZENNYEZÉS**

*Kubinyi Enikő*

1388 Interjú Csete Máriával  
**NANORÉSZECSKÉK ÚJ  
MEGVILÁGÍTÁSBAN**

*Bajomi Bálint*

1390 Élet és tudomány képekben  
**ÉT-GALÉRIA**

*H. J.*

1392 Biolumineszcens baktériumok a tudomány  
szolgáltatában  
**MIKROSKOPIKUS MÉRETŰ  
FÉNYTERMELŐK**

*Krúzselyi Dániel  
Móricz Ágnes*

1395 Élet-mód  
**A SZŐLŐMAG**

*Marosi Kinga*

1396 Csillagnaptár  
**NOVEMBER**

*Lőrincz Henrik*

1398 Egészség=egészség?

**MODERN VÉGTAGPROTÉZISEK**

*Birta Balázs*

*Csekő Richárd*

*Nyerki Emil*

1400 **KÖNYVSAROK**

1401 Lélektani lelemények  
**MEGBÍZHATÓ HAZUGOK**

*Mannhardt András*

1402 A tudomány világa  
• **KÉK PÁRAGLÓRIA  
ÉS VÖRÖS (VÍZ)JÉG A PLUTONÁL**

*Gajzágó Éva*

• **CIVILIZÁCIÓ KERESÉSE**

**EGY BIZARR FÉNYŰ CSILLAGNÁL**

• **A FÖLDHÖZ HASONLÓ VILÁGOK  
SZÜLETÉSE**

*Gajzágó Éva*



• **LEGALÁBB 4,1 MILLIÁRD ÉVES  
A FÖLDI ÉLET**

*Gajzágó Éva*

• **MEGSZÉPÜLT A TATAI GEOLÓGUS KERT**

1405 **REJTVÉNY**

*Schmidt János*

1406 **ÉT-IRÁNYTŰ**



*Bánsághy Nóra*

1407 A hátlapon

**A DÉLI TEJÚT**

*Ladányi Tamás*

## Kedves Olvasónk!

Kilencedik éve rendezik meg Pöstyénben az Astrofilm fesztivált, amely idén, a Fény Nemzetközi Évében külön hangsúlyt kapott. A fény éve ezúttal lapunkban is kiemelt szerepet játszik: cikkeinket a Tudomány Világforumán, Budapesten november elején fő témaként szereplő fény köré csoportosítottuk. Hátlapunkon egy olyan asztrofotó szerepel, amely a csillagok fényét látványos módon örökíti meg. Könnyű elképzelni, hogy a hasonló technikával készített mozgóképek segítségével egészen lélegzetelállító szépségeket lehet bemutatni.

Az égbolt ilyen gyönyörűségeivel pedig érdemes megcélozni azokat, akik amúgy nem sokat tudnak a csillagászatról. Az Astrofilm fesztiválon a szélesebb közönség „bevonásáról” is gondoskodtak a szervezők: nagy sikerű sci-fik vetítésével és lézershowval edesgették a rendezvényre a látogatókat, akik, ha már ott voltak, a többi, ismeretterjesztő programra is szívesen beültek, meghallgatták az előadásokat.

A fesztiválon hagyományosan amatőr, félamatőr és professzionális filmeket mutatnak be. A digitális fény-

képezőgépek fejlődése lehetővé tette, hogy egy jó optikával és némi technikai tudással felvértezve igen szép képeket, ezekből összeállított time-lapse videókat készíthetnek azok is, akik csak hobbiból foglalkoznak a csillagos ég megörökítésével. Olyanok is akadnak, akik ezt a hobbit igen komolyan veszik, és igyekeznek minden nevezetes csillagászati eseményre (napfogyatkozásra, látványos együttállásra) eljutni szerte a Földgolyón. Az expedíciós filmek mellett csillagászok, űrkutatók, filmesek, az Európai Űrügynökség által készített alkotások is voltak a programban: egyebek között 3D-technikával készült, planetáriumi, egész kupolás bemutatásra szánt „full dome” filmek is, amelyek igazán különleges látványt nyújtottak a sík vásznon.

Nem véletlen a planetáriumi kapcsolat: a szervezők a Konkoly-Thege Miklós által alapított Ógyallai csillagvizsgáló munkatársai, ahol a kutatómunka mellett a felújított, digitális planetáriumban rendszeresen telt házzal tartanak ismeretterjesztő előadásokat.

Külön öröm, hogy idén három magyar készítésű film is eljutott a fesztiválra, amelyek közül az ifj. Kollányi Ágoston rendezésében készült Hullámvadászok a polgármester díját nyerte el.

P.B.

## Kémiai Nobel-díj génekbantartásért

Genetikai örökítőanyagunkat minden sejtünk tartalmazza, életünk első pillanataiban ugyanazzal az információtartalommal rendelkezünk, mint életünk legvégén. Gyermekeinknek anyánk és apánk géneinek egyedi keverékét adjuk át, amit mi is szüleinktől és az ő szüleiktől örököltünk. Ennyire stabil lenne az az óriásmolekula, amelyet a tudományos nevezéktan dezoxiribonukleinsav névvel illet? E kérdés



Tomas Lindahl



Paul Modrich



Aziz Sancar

legelső feltevője és egyik megválaszolója, *Tomas Lindahl*, a többi válaszadóval együtt idén kémiai Nobel-díjat kapott.

Nem, a DNS nem ennyire stabil. De kezdjük az elején. Miből áll a DNS-ünk? Egy öt szénatomos cukormolekula egyik oxigénjéhez csatlakozik egy foszforcsoport, egy másik oxigénjéhez egy másik foszforcsoport, amely egy újabb cukormolekulával van összeköttesben. Így épül fel a lánc. A láncszemeket képező cukormolekula egy újabb oxigénjéhez tud csatlakozni egy bázisnak nevezett molekula, amely négyféle lehet: adenin (A), citozin (C), guanin (G) vagy timin (T). Ezeknek a bázisoknak a sorrendje képezi a genetikai kódot. A foszfát-cukor lánc gerinc képezi a dupla-hélix alakú molekula külső gerincét, a bázisok a központ felé, egymással A-T, G-C szabály szerint állnak párba.

Ezek a bázisok tárolják a genetikai információt, amelyről a sejtben fehérje keletkezik. Ha a DNS a műszaki könyvtár, akkor a fehérje megtervezett és megépített gép, a fehérjekomplexek a gyárak és a sejt

maga a város, amely épít, átalakít, megszüntet, tovább ad, és minderről információt tárol. Egyes fehérjéket enzimeknek nevezünk, a továbbiakban elsősorban ezekről a fehérjékről lesz szó.

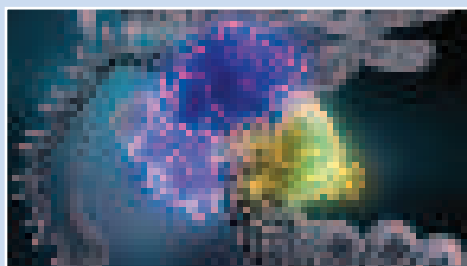
Ezek a bázisok kémiaiilag igen hasonló szerkezetűek. Vizes közegben előfordul apró változás bennük, ami azt eredményezheti, hogy a párosodási szabálynak nem megfelelően szeretnének csatlakozni egymással. Például, ha a citozin egyik aminosocsoportja leesik, ekkor a szabályos citozin-guanin kapcsolat helyett az

energiaszintre lép, ahonnan idővel visszakerül a nyugalmi állapotba. A nyugalmi állapot azonban nem feltétlen jelenti, hogy újra összekapcsolódik a korábbi párjával. A timin gyakran azonos láncon lévő timinnel kapcsolódik, ahelyett, hogy a szemközti adenin párjához kapcsolódna. Ezzel megváltozik a térszerkezet, amelyet egy fény hatására és egy só-tétben is aktiválódni képes enzim javít ki. Ezeknek az enzimeknek a felfedezésében és vizsgálatában játszott kiemelkedő szerepet az idén szintén Nobel-díjjal jutalmazott *Aziz Sancar*.

A harmadik Nobel-díjas munkájának megértéséhez át kell néznünk, hogy miként újul meg a DNS. A DNS két szállal rendelkezik. Amikor a sejt osztódáshoz készülődik, először a DNS-ét kettőzi meg. A DNS megkettőződésének első lépése a két DNS-szál egymástól való elválása. Mind a két szál mintául fog szolgálni egy-egy új kettős hélix kialakulásához, mert mindkét régi szál mellé egy-egy új szál képződik. A minta pontos másolását is egy enzim végzi. Ez az enzim minden egyes lépésben kiválasztja a mintaszálon lévő bázisnak megfelelő új bázist. Nagyjából minden egymilliomodik bázisra jut egy hibás beépülés, ami nagyon jó arány, de még okozhatna gondot. Ennek elkerülése végett minden új elem beépülésekor ellenőrzi a másoló enzim, hogy jót választott-e, így csökkenti századrészére a hiba lehetőségét, vagyis egy hiba esik minden százmillió beépülésre. A másoló enzim saját javítófunkcióján kívül még más enzimek is közrejátszanak ebben a működésközpontban. A folyamatban szerepet játszó enzimek felfedezése és vizsgálata *Paul Modrich* nevéhez fűződik, aki az idei kémiai Nobel-díj harmadik nyertese.

Mindezen felfedezéseknek hatalmas jelentősége van. Legkézenfekvőbb a rákos sejtek megnövekedett mutációs rátájára gondolni, ami feltételezi ezeknek a mechanizmusoknak a deficienciáját. Az idei Kémiai Nobel-díjasok felfedezéseit alapul véve a gyógyszeripar már ki is fejlesztette az *olaparib*nak elnevezett hatóanyagot, amely tovább gátolja a rákos sejtekben a javítómechanizmusok működését, ezzel sejtpusztuláshoz vezető károkat okozva a rákos szövetben.

FERENC KATA



DNS (KÉP: DAVID GOHARA, SAINT LOUIS UNIVERSITY, TOM ELLENBERGER, WASHINGTON UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE IN ST. LOUIS)

adenint fogja preferálni. Ha ez a változás bekövetkezik, az osztódó sejt osztódó DNS-ének egyik szála, amelyik a módosult citozin alapján keletkezik, rossz kódot fog tartalmazni. Ennek a mutációnak a javítására a sejt rendelkezik egy speciális enzimmal, amelynek felfedezéséért Nobel-díjjal jutalmazták *Tomas Lindahl*t.

A bázisok nem csak spontán változhatnak meg. Az UV-sugárzás energiája nagyobb, mint a DNS óriásmolekulában lévő kötések energiája, ezért ha egy ultraviola hullámhosszal rendelkező foton éppen eltalál a DNS-en belül egy kötést, a kötés felhasad. A kötés felhasadásakor a molekulának ezen része magasabb

ANYAGTUDOMÁNY

**Narancsbőr elleni küzdelem textíliákkal**

A bőr ápolására nemcsak a kozmetikai ipar termékei alkalmasak, több éve speciális textilanyagokkal is lehetőség nyílik annak megóvására, szinten tartására és nem utolsósorban az elváltozások okozta problémák korrigálására.

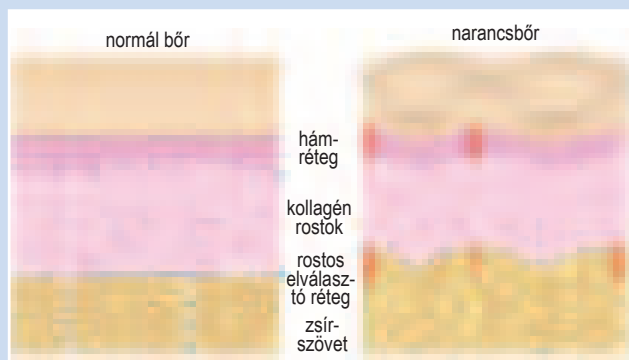
A szálanyag-rendszerbe beépített speciális gyógyhatású készítményekkel többek között megoldható, hogy a különböző bőrbetegségekkel együtt élő emberek ne kenőcsökkel kezeljék a beteg testfelületet. Sajátos szénhidrátvegyületek a hatóanyagok hordozói

utólag fémezett poliamid textíliákat kötött kivitelben alsóruházatnak, illetve szövött cikkeket ágyneműhez (matrac, huzat stb.), ekcémás, gombás és egyéb kórokozók okozta bőrbetegségek leküzdésére.

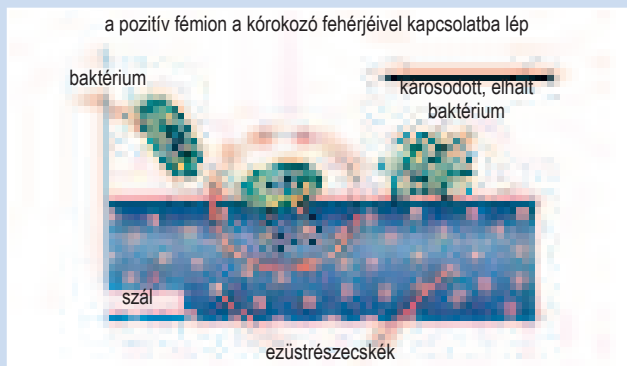
A textilipari és egészségügyi kutatók együttműködése újabb területen járt eredménnyel, amikor a narancsbőrrel (cellulit) foglalkoztak. Ugyan nem számít kóros állapotnak, azonban esztétikai szempontból bőrgyógyászati elváltozást jelent, aminek fokozott a kozmetikai jelentősége. Az elnevezés onnan ered, hogy a bőr alatti kötőszövetben előforduló, sövényekkel határolt helyi zsírfelhalmozódás a narancs héjához hason-

sához vezet, ami a körülöttük található kötőszövet heges átépülésével jár. Felmerül az is, hogy a narancsbőrt alkotó zsírcsomókban jelentős a vízfelhalmozódás (a hajszálerek falán át túl sok folyadék kerül a sejtek közé, a gyenge visszahívódás ödémát okoz), azonban ezt az MRI vizsgálatokkal nem sikerült igazolni.

Az iraeali székhelyű NILIT és az amerikai SOLVAY cég egyaránt azt kutatja, miként lehet az emberi test infravörös sugárzását visszafordítani, miután ez a vér- és nyirokeringésre kedvezően hat. Az emberi szervezet megfelelő érzékelés esetén hővezetéssel, hőáramlással, illetve sugárzás útján képes szabályozni a hőleadást. A hőszugárzás az infravörös tar-



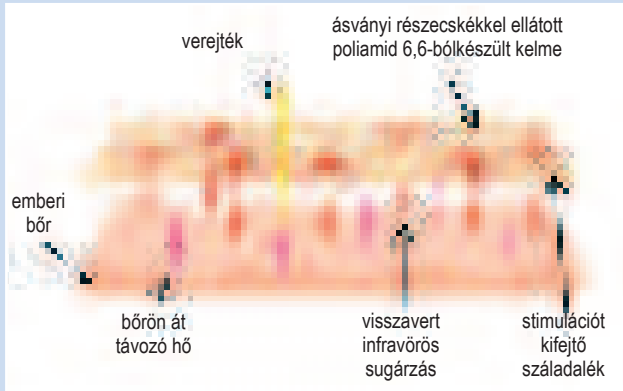
A narancsbőr kialakulása



Az ezüsttartalmú szál antibakterizáló hatása

(minikonténerek), ezeket vagy a szálgyártásnál, vagy a kelmére, illetve konfekcionált termékre viszik fel. A mikro-kapszulákba zárt hatóanyag a használat során – a test melegétől vagy a viselés közbeni súrlódástól felszabadulva – a bőrön keresztül lép kapcsolatba az emberi szervezettel. Ez a bőrkezelésen kívül lehet fájdalomcsillapítás, reumatikus panaszok enyhítése, hormonháztartás rendbetétele, immunrendszer-erősítés stb. Az így készült ruházat a hatóanyag kimerülése után, az erre a célra kifejlesztett különleges mosószer kapszuláival aktiválható.

Az önsterilizáló ezüstbevonatú, illetve nanorészecskékkel adalékolt szálanyagok antibakteriális képessége azzal magyarázható, hogy a pozitív fémmion a kórokozót elpusztítja, amikor annak fehérjéjével kapcsolatba lép. Egyebek mellett az idegrendszeri zavar következtében kialakuló, viskető foltokban megjelenő bőrelváltozás, a neurodermitisz kezelésében is eredményesen használható az ezüsttartalmú textília. Alkalmazznak ezüstbevonatú,



Infravörös sugárzást visszatartó textília

lóan egyenetlenné teszi a bőr felszínét. Leggyakrabban a combokon, az ülepen jelenik meg, ritkábban a has bőrén jön elő. A narancsbőr kialakulásának pontos oka mai napig nem ismert, azonban az elváltozott zsírbennyékekben előforduló és a narancsbőrtől mentes zsírszövet között számos anatómiai és biokémiai eltérésre derült fény. A narancsbőr esetén a zsírszövet lebenykéi nagyobb számban betüremkednek a bőr kötőszöveti – kollagénrostos – rétegébe. A kutatások szerint a narancsbőrképződés egyik fő oka helyi vér- és nyirokeringés zavara, ez a zsírszövet oxigénhiányos károsodá-

tományba esik. Ennek 15 µm-nél nagyobb hullámhosszú tartománya (FIR) lényeges, mert tükrözéses visszatartása a bőr szöveteit enyhe melegítéssel élénkíti, serkentve a vér- és nyirokeringést. A poliamid 6,6 típusú, polikondenzációs, szintetikus mikroszálanyag (1000 m hosszúságú szál 1 g-nál kisebb tömegű) gyártása során a polimerbe olyan parányi ásványi részecskéket kevernek, amelyek akadályozzák az emberi testből kifelé áramló infravörös sugárzást. A speciális textilanyag reflektálja ezeket, javítva a bőr rugalmasságát, csökkentve a narancsbőrös elváltozásokat. Az alkalmas poliamid 6,6 mikroszálakból készült, puha tapintású és könnyen kezelhető alsóruházatok, testformáló fehérneműk, harisnyák viselése – klinikai vizsgálatokkal igazoltan – kedvező stimulációt biztosít a „hő-visszavezetéssel”. A kozmetikai előnyök mellett a sportruházatok területén is hasznosak az ilyen textíliák, mert a mélyszöveti melegítés mérsékli az izmok kifáradását.

KUTASI CSABA

## Az új típusú fény fényes új világa

Króó Norbert akadémikus a Kutatók éjszakája rendezvénysorozat keretében, a *Fény Nemzetközi Éve* alkalmából tartott előadásában Huxley ismert utopisztikus regénye címének parafrázisaként „Fényes új világ”-ról beszélt az érdeklődő közönségnek. Az UNESCO által meghirdetett tudományos és kulturális tematikus év magyarországi programbizottságának az elnökét, lapunk szerkesztőbizottságának a tagját a Tudomány Világforum, a fényvel kapcsolatos kutatásokat a középpontba állító *World Science Forum* előtt arról kérdeztük, hogy mennyire kell jövő időben fogalmazni az általa felvázolt, a fényvel kapcsolatos tudásra és innovációra épülő technológia és hétköznapi kultúra esetében.

A klasszikus fény szerepe az utóbi időben gyökeresen megváltozott – mondta Króó Norbert. – Amikor én még gyerek voltam, augusztusi éjszakákon kifeküdtem a rétre, feltekinttem az égre, s úgy tudtam, hogy minden ott látható fényes pont egy csillag. Ma már tudjuk, hogy jó néhány közülük egy igen távoli galaxis fénye. Ha fiatal koromban zenét hallgattam, bakelitlemezzel acéltűvel „varázsoltam elő” a hangot, manapság ezt lézerrel teszem. S ma már minden értékes papírpénzen, beléptető kártyákon vagy dokumentumon hologramot találunk. A technológiai fejlődéssel tehát egyre nő a fény szerepe a hétköznapijainkban, a mindennapi tudásunkban. A tudományban a lézer felfedezése hozta el az áttörést. Ennek az egyik kifejlesztője (az éppen idén, a Fény Nemzetközi Évében, 99 éves korában elhunyt – a Szerk.) *Charles Townes* nyilatkozta az új találmányáról, hogy „egy megoldás keresi a problémákat”. Azóta ezek a „problémák” előkerültek, s megoldásuk mindenütt elterjedt, a lézert egyre szélesebb körben alkalmazzák.

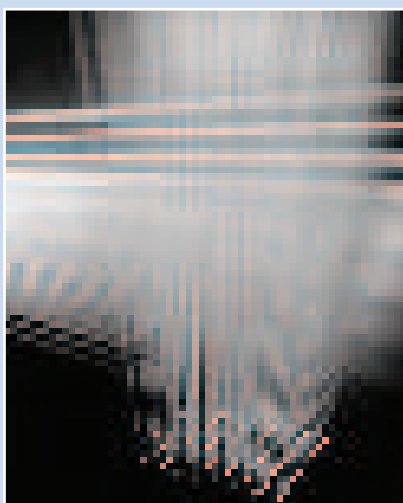
– Miként használja Ön a kutatásai során szűkebb szakterületén, a nanotechnológiában?

– A miniaturizálás révén olyan tartományban dolgozunk, amit a klasszikus fényvel már nem is láthatunk. A fény-felbontóképeség határa ugyanis, melyet az optikában diffrakciós limitnek nevezünk, ezt meggátolja. A felületi plazmonok, amikkel én fog-

lalkozom, a fenti problémát megoldották: ezekre ugyanis a diffrakciós limit nem vonatkozik. Ez az új típusú fény. Olyan mikroszkópot hoztam létre, amiben látható fényt használok, s nagyjából 10 atomnyi felbontóképeséget tudok elérni. Ez egy új világ!

– Mindez még mindig fénynek nevezhető?

– Igen, mert még elég nagy a hullámhossza, bár kétségtelenül rövidebb, mint azé az „igazi” fényé, amellyel létrehozzuk. E létrehozáskor megfelelő módon megvilágítunk egy fémfelületet, s a fém felületéhez odaragad az új típusú fény. Mindez messziről még nem látszik. De ha ide egy nagyon hegyes tűt nyomunk, akkor a



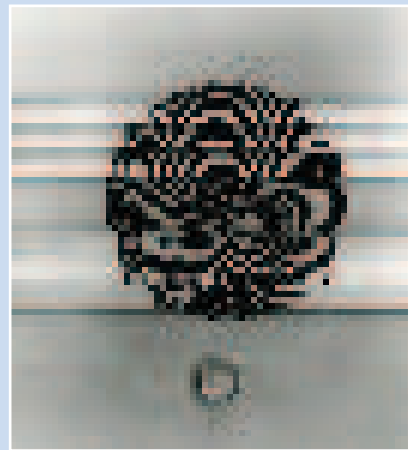
A magyar származású fényművész, Kepes György *Fénylő fal* Bostonban című alkotása (1964–65)

tűn kiszóródik ez a fény, ami már látható. Tehát az optika fogalmait használva közeli fényből távoli fény lesz. Ma már olyan kis átmérőjű hegyeket tudnak készíteni, amelyeknek a végére egyetlen molekulát ragasztanak, s a tű hegyén lévő molekula mérete szabja majd meg a felbontást, nem a fény hullámhossza.

– Az új típusú fény mint technológia – Townes-szal szólva – milyen problémáért kiált?

– Az elektronikát felválthatja a jövőben az optronika, vagyis olyan csipek előállítására válik lehetővé, melyek az új típusú fény tartományába esnek. Az újfény elvén működő csipek jóval gyorsabbak lehetnek, mint a mai, elektronikus alapúak.

De a plazmonok áttörést hozhatnak a szenzorok mérete terén is. Az új típusú fény fontos tulajdonsága,



Kepes György 1970-es alkotása

hogy ha klasszikus fényvel állítjuk elő, akkor annak az energiáját a felületén, igen kis térfogaton képes összegyűjteni, ahol igen jelentős elektromágneses tér jöhet létre. Ennek az egyik alkalmazása lehet az orvostudományban különféle molekulák kimutatása, mondjuk egy immunválasz megfigyelése során.

S hogy még egy alkalmazást említsek: ha ezt az új típusú fényt fém, jelesül arany nanogömböcskéken hozzák létre, akkor lokalizált plazmonok keletkeznek. Ilyen lokalizált plazmonokat egyébként bárki megfigyelhet, aki belép egy katedrálisba: a mozaik ablakok szép piros színében. E piros szín ugyanis annak köszönhető, hogy az üvegbe megfelelő méretű nanogömböcskéket oltottak. Ilyen aranygömböcskéket elő lehet állítani úgy, hogy azok az infravörös fényre legyenek érzékenyek. Ha ezeket az emberi véráramba juttatjuk, ott alkalmas lesz rákos szövetek kimutatására. A rákos szövetek ugyanis több vért igényelnek, mint az egészséges szövetek, így a nanogömböcskéek a rákos szövetek közelében feldúsulnak. Ha ezeket az emberi szöveteken áthaladó infravörös fényvel megvilágítják, akkor a nanogömböcskéek felülete felmelegszik, s a hő elpusztítja a rákos sejteket. Az ezt a módszert alkalmazó *Naomi Halas* professzor előadást tart majd a kutatásairól a Budapesten, november 4-7. között rendezendő *World Science Forum*on, ahol a Fény Nemzetközi Éve kiemelt témaként szerepel.

(Az új típusú fényvel foglalkozik *A hét kutatója* rovatban megszólaló *Csete Mária* is.)

GÓZON ÁKOS



## A VILÁGOSSÁG FIAI

**A kereszténység történelme folyamán soha nem félt a tulajdonában lévő transzcendens igazság-együttes szimbolikus nyelvétől. Sem akkor, amikor ezt a különböző üdvtörténeti események során megkapta, sem akkor, amikor a maga során továbbgondolta és –adta a keresztény tanítást még nem ismerő egyéneknek, kisebb-nagyobb közösségeknek, sőt egész népeknek, sem amikor áthagyományozta a következő keresztény nemzedékeknek. Ellenkezőleg, bátran élt az emberiség egyetemes kincsét, örökségét képező archaikus nyelvezettel, merészelte igénybe venni az arché-szimbólumok segítségét, hogy a transzcendens, metarealista valóságról minél teljesebben tudjon beszélni, s bátran feszegette az emberi gondolkodás határait, mialatt tudatában volt kifejezőképessége korlátainak.**

**A** szakrális, szimbolikus ősnyelvnek egyik legfontosabb eleme a fény és a világosság; az előbbinek köszönheti létét az utóbbi. A fény kozmikus forrása a Nap, a Hold, a csillagok, vagy a villám, a tűz, a láng az emberi tapasztalat szerint; ám mögöttük a Teremtő áll, aki szavával teremt, majd a fényt jónak találja és elválasztja a sötétségtől (Ter 1,3–5).

A Szentírás első és utolsó lapjain egyaránt szerepel a fény és a világosság. Túlzás nélkül állítható, hogy az egész üdvtörténetet követni lehet a fény-téma mentén, ha a vizsgálódás kiterjed a vele kapcsolatos, hozzá rokonítható fogalmakra, mint amilyen az élet, a látás és megismerés, ragyogás, dicső-

ség stb. A bibliai látásmód e területen is – mint számos egyéb esetben – több, idegen (főként keleti és hellenisztikus) szellemáramlattal találkozott, ami gazdagodást jelentett, de nem olyan fokban és mértékben, hogy a maga egyetlenségének, eredetiségének föladására akárcsak a legkisebb kísértést érezte volna. Vagyis mindig idegen volt tőle a vallási szinkretizmus. A többi bibliai témához hasonlóan a fény-világosság téma is fejlődött, gazdagodott. Emiatt a jobb áttekinthetőség kedvéért érdemes három (őszövetsegi, intertestamentáris és újszövetsegi) szakaszra elkülönítve végezni a vizsgálódást. Mindezt pedig az idő vertikuma rendezti.

Az Ószövetség lapjain a fény-világosság többféle módon jelentkezik. A kozmikus mivolt a közvetlen tapasztalásból indul ki, és azonnal tudatosul: Isten a világosság és a sötétség teremtője (Ter 1,3–5). „Az Úr... világossággal adja a napot a nappalnak, és fényességgel a holdat és a csillagokat az éjszakának” (Jer 31, 35). Ez az állítás eleve kizár bármiféle dualizmust. A fény és párja, a sötétség együtt fordulnak elő, mint két teremtett valóság. Létezik azonban egy kivétel, amikor a Teremtőről mint fényről van szó, aki nem ismer homályt, sem árnyat, sem fogyatkozást, sem kihunyást, kialvást. A fény és a sötétség együttesen celebrálják a kozmikus liturgiát és pusztá lé-

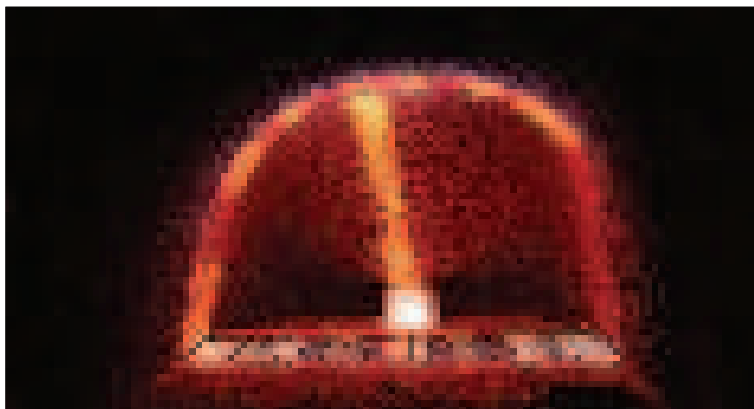
tükkel, a teremtés során számukra alkotott törvények megtartásával dicsérik Teremtőjüket. A Noéval kötött szövetség szivárványa előre hirdeti az égő csipkebokor rőt fényeivel megvilágított mózesi szövetséget, s e kettő együttesen az örök és végleges, új szövetséget. A fény transzcendens vonatkozásokkal terhes ugyan, de nem maga az Úr, hanem csak lakhelye (ITim 6,15-16), köntöse. A szerzők tisztában vannak a kimondhatatlan, láthatatlan valóság mindenek fölöttiségével, a fény mögé rejtőzés tényével (Iz 45,15). A fénylő, a luminózus elvezet az egyszerre vonzó és taszító szenthez, a numinózushoz. Ily módon az antik világ égitesteket magasztaló, túlértékelő kozmogóniái szoba sem kerülhetnek. A megismerés, a tudás, a bölcsesség szellemi fénye megjeleníti az ószövetségi embernek az Urhoz fűződő kapcsolatát. A külvilág tapasztalata belső-

benállásán túlmenően szó esik a kettő vetélkedéséről, sőt küzdeleméről. Ennek ellenére nem egyenlő súlyúak, egyforma erejűek, és lehetetlen fölfedezni bármiféle dualizmust, a kortárs szellemi áramlatok legtöbbször elmaradhatatlan elemét, összetevőjét. Az egyetlen, láthatatlan, felfoghatatlan Úr mindenek fölött van. „*Én vagyok, aki van*” (Kiv 3,14). A lázadó teremtmény, az ember választhatja ugyan az erkölcsi rosszat, de mégis, csak a bölcsesség isteni eredetű fényében éri el személyes és közösségi beteljesülését.

Végezetül, az előbbi megfontolásokhoz képest emelkedő rendben lehet szólni a messiási fényről. A bölcsesség fénye alkalmas arra, hogy kibontakozzon belőle a Logosz teológiája és kifejezésre juttassa a szövetség népének reménységét, ami a messianizmus.

Nem elvont, testetlen eszméről van szó, hanem nagyon is konkrét, testi va-

rások segítségével tanulmányozható. Csak ez utóbbiakra hagyatkozva elmondható, hogy a világosság és a sötétség az esszénusok gondolatvilágában hangsúlyosan szerepel. A világosság Fejedelme oldalán ugyanis a világosság fiai állnak, a sötétség Angyala a sötétség gyermekeit pásztorkolja (Közösség Szabályai, III.19-21). „A világosság fiai háborúja a sötétség fiai ellen” című forrás szerint az erkölcsi, lelki harcok csakis az eszkatologikus küzdelem keretében lehet megvívni, ami még nem érkezett el, következésképpen az esendő ember inkább szolgálja a sötétséget (I.6-8). A világosság fiai kiválasztottak tudhatják magukat, ez azonban nem akadályozza meg a vasok antropomorfizmust: a többi embert megátalkozhatják, s az átok fogadata kiválasztottságuk visszaigazolása. Az intertestamentáris irodalom emberképe tehát eléggé negatív, pesszimista.



vé, bensőségessé válik, lelkivé nemesül, a Numinózus közelségével, mindenütt jelen levésével, hatalmával, erejével világoskodik, ám ennek az emberen múló föltétele van: az embernek teljesen szabadon, mondhatni szabad akarral meg kell nyílnia e fényesség felé. Így válik valósággá a zsoltáros (Zs 27,1) és Mikeás próféta állítása: „*az Úr az én világosságom*” (Mik 7,8).

A bölcsesség fényének világoskódása az embertől is függ, ezért a fény és a sötétség két lehetséges útként jelentkeznek. „*Az igaz ember útja, mint a hajnal pirkadása, egyre világosabb, míg fényes nap nem lesz. A gonoszok útja olyan, mint a sötét éjszaka, maguk sem tudják, miben botlanak meg.*” (Péld 4,18-19). Az előző, mintegy statikus fényességekkel szemben a szellemi bölcsességek esetében már szembetűnik a dinamikus jelleg, vagyis a világosság és a sötétség szem-

lőségéről. „*Az Ige testté lett, és közöttünk élt*” (Jn 1,14). Amint a fölkelő nap befutja pályáját hajnaltól délig, miközben növekvő világosságot áraszt mindenre és megszenmisi a sötétséget, úgy növekszik a Messiás személye iránti vágyakozás, a hozzá kapcsolódó reménykedés. „*A Hold fénye olyan lesz, mint a nap ragyogása, a Nap fénye pedig hétszer ragyogóbb lesz, olyan mint hét Napnak a napfénye*” (Iz 30,26). Ez a messiási fényesség táplálja a Biblia utolsó oldalait (Jelenések könyve) beragyogó apokaliptikus sugárzást. A fénynek szimbólumkénti illetén alkalmazása megakadályozza a messianizmus földhöz ragadt, túlzottan materiális értelmezését. A gondolatmenet figyelmes követése a metarealizmussal szembeesít.

A fény intertestamentáris megközelítése az ószövetségi Szentírás apokrif szövegei és a Qumrán szolgáltatta for-

**A** Biblia újszövetségi könyvei bővelkednek a fény-világosság, homály-sötétség témákban. Az a fény, amely a messiási reménységből derengett, a várakozók tekintetét a beteljesülésre irányítva sugárzássá lett. A természetes fényből szimbólummá nemesedett lelki-szellemi fényesség ott ragyog a megtestesült Logoszban (Jn 1,1-18). Az ő születésekor az Úr dicsősége beragyogta a Betlehem pusztájában tanyázó pásztorokat (Lk 2,9). Ő a világosság, következésképpen ő az élet a halál árnyékában tartózkodóknak (Lk 1,79). Az agg Simeon a templomban történt bemutatásakor a nemzettek világosságának nevezte őt (Lk 2,32). A megtestesült Ige színváltozásakor ruhája vakító fehér, mint a hó (Lk 9,29). János evangélista műveiben a világosság-sötétség fogalompáros még kiemelkedőbb szerepet játszik, mint a



Képeink Le Corbusier ronchamp-i Magasságos  
Miasszonyunk-kápolnájában készültek

szinoptikusok (Máté, Márk, Lukács) evangéliumaiban. A Messias: „*én vagyok a világ világossága*” (Jn 8,12; 3, 19-21; 9,5; 12,46). A fény befogadása, a látás pedig tovább vezet: „*aki engem lát, látja az Atyát*” (Jn 14,9). A fény segítségével János megpróbálja kifejezni a kifejezhetlent. „*Az Isten világosság (lux, görögül fész), nincs benne semmi sötétség*” (Jn 1,5).

Az ószövetségi üdvtörténetben a fény, a tűz, a villámlás a teofánia jele, az Újszövetségben ez krisztofániává lett. A sötétség a világossággal ellentétben a bűnt jelzi, s vele együtt a bűn valamennyi következményét jelenti, végső soron pedig a kárhozatot. A páli levelekben a világosság-sötétség fogalompár az emberi egzisztencia meghatározására szolgál. A hívő keresztény az isteni fény részese, ami fényvel átítatottságot, fénybe öltözöttséget, következképpen erkölcsi sugárzást jelent. Az eddig elmondottak témáit tovább gazdagíthatják a fényvel fogalompárost alkotó szavak: fényigazság, fény-élet, fény-Ige, fény-szeretet, fény-ítélet, fény-üdvösség.

**A** gazdag biblikus örökséggel az apostoli atyák eleinte óvatosan bántak, de mindent egybevéve jól sáfarkodtak. Római Kelemen Kr.u. 100 körül azt állítja, hogy a Krisztustól származó ismeret: fény. Antiochiai Szent Ignác számára 110 táján a filadelfiai hívek „*az igaz fény gyermekei*”. A kereszttség a rituális megtisztuláson túlmenően a fény misztériumaként a lelki megvilágosodás szentsége lesz a II. században. Az első nemzedék némileg tartózkodó magatartása, szűkszavúsága

után az egyházatyák egyre szabadabban élnek a fény-világosság és fogalompárja, a sötétség szimbolikájával. A görög gondolkodásban a fény, a szem, a látás elválaszthatatlan a szellemi megismeréstől. A görög egyházatyák számára egyenes út vezet a lelki megvilágosodáshoz, megismeréshez. *Nazianzoszi Gergely* Illés próféta tízes szekerének fényességét a kereszttséghez kapcsolja: „*Ez a fény mindenkéltől a keresztügyi megvilágosítás, mely üdvösségünk csodálatos misztériumát és nagy titkát rejt magában*” (Vanyó László fordítása). A kereszttség Keleten a továbbiakban a fény, a megvilágosodás szentsége. A keresztstésre készülöket, megvilágosítandóknak nevezik, a megkereszteltek pedig a megvilágosítottak.

Az alexandriai teológiai iskola legnevesebb képviselője, *Athanasziosz* számára a fény, meg a vele kapcsolatos sugár, tűz mind segítenek az Atya és a Fiú kapcsolatának emberi gondolatokkal történő megközelítésében. Kettőjük „*viszonya nem olyan, mint a Nap és az annak hevétől lángra lobbanó tűz kapcsolata, mert a tűz aztán ki szokott aludni*”. Ezután pozitív megállapítás következik. A Fiú és az Atya sajátos viszonyát a fény és a sugárzás példáján keresztül lehet megközelíteni. „*Ki merné ugyanis azt mondani, hogy a fénysugár a Naptól idegen és hozzá nem hasonló? Vagy, aki így látja a sugár és a Nap viszonyát, és a fény azonosságát, nem azt mondja-e inkább merészen: valóban egy a fény és a fénysugár, úgyhogy az egyik a másikban mutatkozik meg, s a sugár a Napban van, következképp aki ezt szemléli, amazt is*

meglátja?” (Vanyó László fordítása). Nem véletlen, hogy a görög filozófián iskolázott tudósok a metarealista valóságig elmerészkednek, gondolataik és a rendelkezésükre álló szimbolikus nyelvek segítségével.

**A**goston (354–430) „*a kegyelem doktora*” címet kapta, ám emnyi erővel „*a fény doktora*” nevet is kiérdemelhette volna. „*Mit szeretek, mikor Téged szeretek?*” – teszi föl a kérdést és folytatja: „*Testi szépséget? Múló bájít? Ezt a barátságosan szemembe ragyogó fényt? Sokféle hangnak összesímuló édes zengzetét? ... Nem ezeket szeretem, mikor Istenemet szeretem. De mégis valami fényt, hangot, illatot, mert ő fény, hang, illat az én belső világomnak. Ott olyan fény ragyog rá lelkemre, amelyet semmi hely be nem fogadhat*” (Vallo-mások X.6.8. Vass József fordítása). Ez az egyetlen gondolat megvilágítja, milyen gazdag az ágostoni életmű a fény-világosság tárgyában is.

A VI. században az „*Égi hierarchia*” című, görög nyelvű értekezésben (szerzője bizonytalan) érkezik el csúcspontjához a fény-teológia, amikor az Ősfényről értekeznek, valamint ennek ki- és visszaadásáról. Ez már átvezet a középkorba, amely ebből ihletődve megteremtette az anyag törvényeinek magas szintű ismeretei segítségével a leglelkibb építészeti stílust. A Párizs melletti, Szent Dénesről elnevezett királyi apátság templomának átépítője, Sugerius apát a fényt, a sugárzást hívta segítségül, hogy az emberek megközelíthessék a természetfölötti valóságot. Az örökös, teremtetlen fény kiárad a teremtésre, a maga helyén minden teremtmény részesül ebből a fényességből, és azt visszatükrözi az ősforrás felé. Az üvegablakok ábrázolásai az írni-olvasni nem tudó középkori emberek számára szentírás ismereteket közvetítenek, s közben a templom terét megtöltik a szívárvány színeivel.

A fény-világosság a középkor gondolatvilágát állandóan ihlette, a természetfölötti valóság felé vonzotta az emberek tekintetét, amint tették ezt a gótikus templomok oszlopai, ívei, boltozatai. Az újkor elején pedig *Angelus Silesius* (1624–1677) ugyanezt fogalmazta meg: „*Barátom, hogyha ember vagy, meg ne merj itt állni, mert küldettünk: e fényből egy másik Fénybe szállni*” (Szedő Dénes fordítása). A fény továbbra is kíséri a kereszténységet.

**TÖRÖK JÓZSEF**



# NAPKERESÉS A PLANETÁRIUMBAN

**A planetáriumi műsorok gyermekek és felnőttek körében egyaránt nagy népszerűségnek örvendenek. Azt már kevesebben tudják, hogy a digitális planetáriumi rendszerek akár kutatási célra is használhatók. Cikkünkben bemutatjuk, hogy miként állítottunk egy ilyen eszközt a viking navigációs hipotézis vizsgálatának szolgálatába.**

**7. rész** Cikksorozatunk hátralévő részeiben folytatjuk azon elképzelés kapcsán felmerülő problémák megvitatását, mely szerint a viking hajósok egy különleges napkőkristály segítségével tájékozódtak a nyílt óceánon, akár sűrű köd vagy vastag felhők alatt is. Az ELTE Környezetoptika Laboratóriumában elért eddigi eredményeink kulcsfontosságú mérföldkövei ugyan az 1967 óta elfogadott hipotézis részletes elemzésének, ám ahhoz, hogy a módszer lehetőségét végérvényesen igazolni vagy cáfolni tudjuk, még számos kérdésre kell választ találnunk.

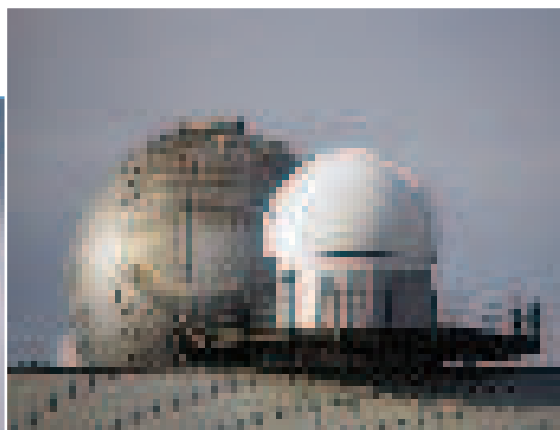
Habár korábbi polarimetriai vizsgálataink során megállapítottuk, hogy egy adott felhőborítottságú derült, felhős vagy ködös égbolt hányad részén teljesülnek a viking navigációs

légköroptikai feltételei (ÉT 2015/36. szám), ennek ellenére elképzelhető, hogy a két kiválasztott égi mérőpontban a navigátor mégsem lát majd fényintenzitás-változást a használni kívánt napkővében, mert az adott égi pont az emberi szem érzékenységehez képest mégsem „elegendően poláros”. Terepkísérleteinkben megmutattuk azt is, hogy a földrajzi északi irány megállapításának hibája folyamatosan nő az égbolt felhőzöttségének növekedésével (ÉT 2015/32. szám), ám ezen eredményeink sem tisztázták, hogy az adott mérés hibája a háromlépéses navigációs módszer melyik lépésénél milyen arányban jelentkezik. Számos „viking navigátor” bevonásával kell megvizsgálunk tehát, hogy a navigáció három különböző lépése mekkora pontossággal végezhető el,

azaz a két légköroptikai feltétel teljesülése mennyiben jelent egyben pontos navigálást is.

A végső válaszok megfogalmazásához fel kell mérnünk, hogy a polárszűrőként működő kordierit-, turmalin- és kalcit-napkövek a polarizációfok függvényében milyen pontosan forgathatók a megfelelő irányba; hogy milyen pontossággal határozható meg a nem látható Nap helye az 1. lépés mérőpontjain átmenő égi főkörök metszéspontjának becslésével; és hogy a Nap becsült helye alapján egy viking napiránytűvel milyen pontosan határozható meg a földrajzi északi irány. A különböző laboratóriumi és terepi méréseink eredményeit ezután együttesen kell értelmeznünk, hiszen azok mindegyike más oldalról vizsgálja a navigációs módszer feltételeit és használhatóságát.

*A planetárium fémszürke és a csillagvizsgáló fehér kupolája az ELTE Lágymányosi Campusán*  
(FARKAS ALEXANDRA FELVÉTELE)



## Kísérlet a kupolában

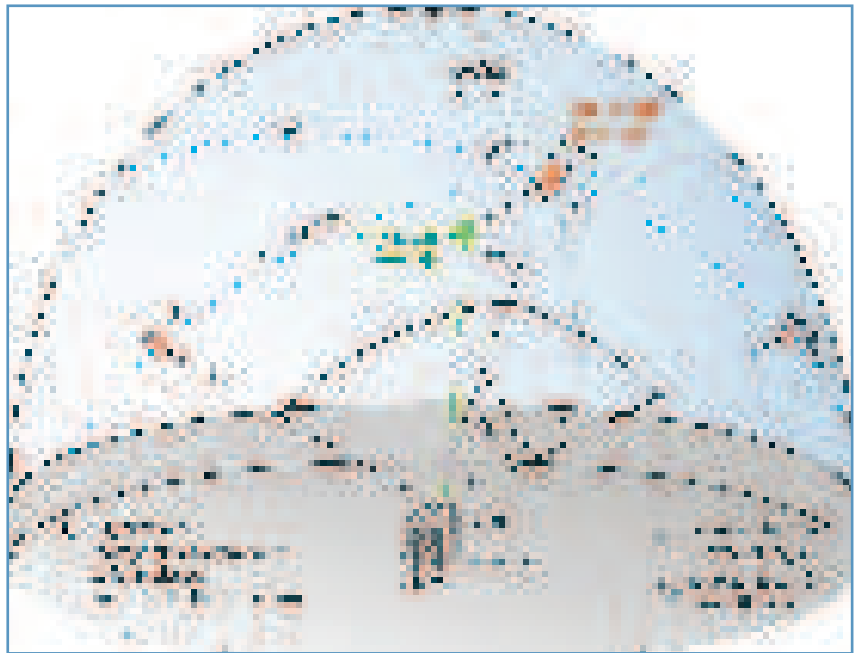
A feltételezett navigációs módszer 2. lépésének pontosságát az ELTE Természettudományi Karának Lágymá-

*A viking navigációs hipotézis 2. lépését az ELTE Planetáriumában teszteltük, ami a Lágymányosi Campus Északi Tömbjének tetején található*  
(FARKAS ALEXANDRA FELVÉTELE)

nyosi Planetáriumában vizsgáltuk 2013-ban. A pszichofizikai kísérletso-rozatban arra kerestük a választ, hogy a mérésben közreműködő 11 önkéntes, 23 és 63 év közötti férfi tesztalany milyen pontossággal képes megkeresni két adott égi főkör képzeletbeli metszéspontját. Az egyes mérések során az égi főköröknek mindössze egy-egy  $5^\circ$ -os részletét vetítettük ki a 8 méter átmérőjű fehér kupola két különböző pontjára, mely mérőpontok megfeleltethetők a viking navigátor legjobb tudása szerint az 1. lépésben beforgatott napkövek rögzített irányultságainak. A közvetlenül a planetáriummi vetítő mellett helyet foglaló tesztalanyoknak kizárólag ezen információk alapján kellett megbecsülni a mérőpontokon átmenő égi főkörök helyzetét, majd megkeresni azok képzeletbeli metszéspontját.

A fekete égi mérőpontokat négy paraméter alapján vetítettük a kupolára. Egy e célra készített program segítségével változtatni tudtuk a  $\theta_S$  napelevációt, az égi mérőpontok Naptól való  $\gamma_1$  és  $\gamma_2$  szögtávolságát, és a két égi főkör egymással bezárt  $\delta$  szögét. A kísérletben olyan mérési helyzetek vizsgálatára helyeztük a hangsúlyt, melyek a vikingek által rendszeresen használt atlanti-óceáni hajóútvonalak mentén a valóságban is előfordulhatnak. Mivel a Nap a 61. szélességi kör mentén sosem kúszik  $\theta_S = 52,5^\circ$ -nál magasabba az égbolton, a kísérletben a  $\theta_S$  napelevációt  $5^\circ$  és  $55^\circ$  között változtattuk. A viking navigátorok a Naphoz és antinaphoz közel eső neutrális (polarizációsan semleges) pontok környezetét kiválasztva egyáltalán nem láthattak periodikus sötétedést és világosodást napköviükben, így kísérletünkben sem vizsgáltunk olyan eseteket, ahol a beforgatott napkő irányultságát szimbolizáló fekete mérőpont Naptól számított  $\gamma_{1,2}$  szögtávolsága  $30^\circ$ -nál kisebb vagy  $150^\circ$ -nál nagyobb lett volna. Azokat a szituációkat sem vizsgáltuk, ahol a mérőpontok Naptól való  $\gamma_{1,2}$  szögtávolsága  $120^\circ$  és  $150^\circ$  közé esne, hiszen így egyes mérési esetekben a mérőpontok a horizont alá kerültek volna.

A négy paraméter értékeit ezután csoportokra választottuk szét, így a  $\theta_S$  napeleváció lehetséges értéke  $5^\circ$ – $25^\circ$  és  $35^\circ$ – $55^\circ$  között, az égi mérőpontok Naptól való  $\gamma_1$  és  $\gamma_2$  szögtávolságai  $35^\circ$ – $55^\circ$ ,  $65^\circ$ – $85^\circ$  és  $95^\circ$ – $115^\circ$  között, míg a két égi főkör egymással bezárt  $\delta$  szöge  $35^\circ$ – $55^\circ$ ,  $65^\circ$ – $85^\circ$ ,  $95^\circ$ – $115^\circ$  és  $125^\circ$ – $145^\circ$



A planetáriummi kísérlet elrendezésének vázlata

között változott. A lehetséges értéktartományok kombinálásával 48 eltérő mérési szituációt különítettünk el, melyek mindegyikében öt vizsgálandó esetet választottunk ki. Minden tesztalany ugyanabban a 240 mérési szituációban kereste tehát a kivetített mérőpontokon átmenő égi főkörök metszéspontját, ám az egyes mérések véletlenszerű sorrendben és véletlenszerűen elforgatva követték egymást.

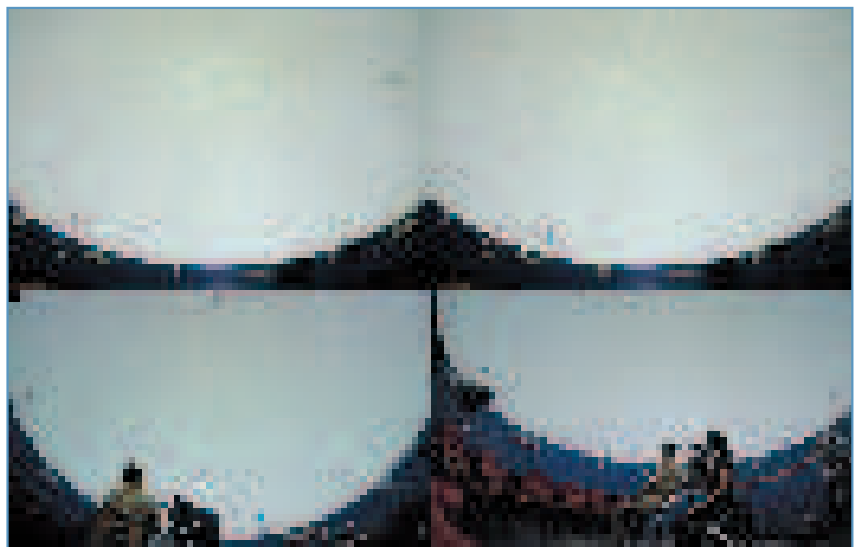
### Lézerrel a Nap nyomában

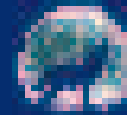
Miután a tesztalanyok szemükre hagyatkozva megbecsülték, hogy a két kivetített fekete mérőponton átmenő főkörök hol metszik egymást, egy zöld lézerrel a vélt pontra kellett mutatniuk.

A lézerpont pozícióját ezután a mérésvezető rögzítette egy állványra erősített, halszemoptikával ellátott fényképezőgéppel. Az adott mérés azimut- és elevációhibáját a zöld lézerpont helye és az égi főkörök ismert valódi metszéspontja közti szögtávolságok alapján számítottuk ki, a teljes kupolát átfogó fényképfelvételek utólagos kiértékelésével. A kísérlet alatt a tesztalanyok semmilyen visszajelzést nem kaptak a becsült nappozíciójuk helyességéről vagy pontatlanságáról, hiszen az egyes mérések között a mérésvezetők nem vetítették ki a kupolára az égi főkörök valódi metszéspontjait.

A 2640 mérés alapján a tesztalanyok átlagosan  $\Delta\varphi = -0,133^\circ$  pontossággal

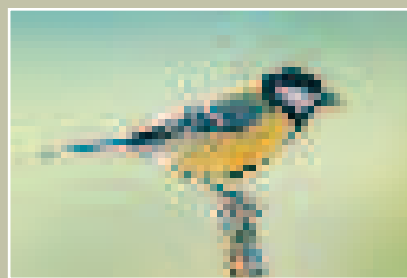
A kísérletben részt vevő személyeknek zöld lézerrel kellett rámutatni a két kivetített fekete pálcán átmenő égi főkörök vélt metszéspontjára, azaz a Nap becsült helyére (FARKAS ALEXANDRA FELVÉTELEI)





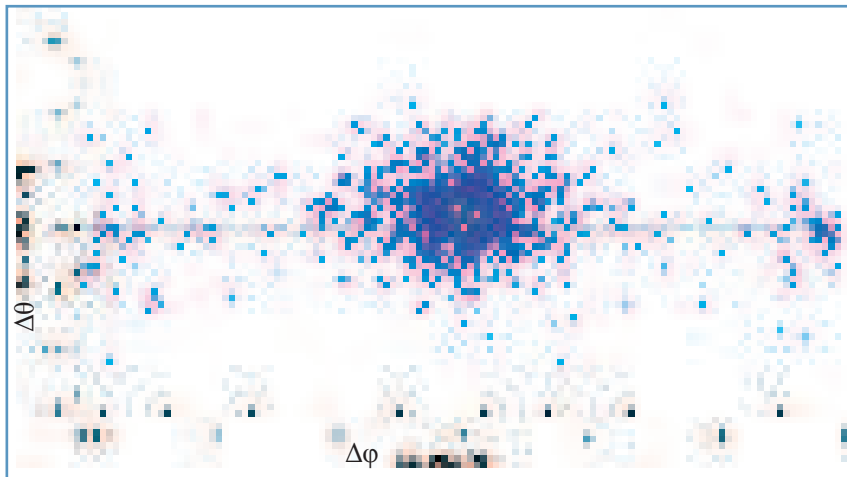
### A fészkelésre is hat a fényszennyezés

A fehér fényű utcai lámpák alatt fészkelő énekesmadaraknak magas a stresszhormon (kortikoszteron) szintjük. A magasabb stresszhormonszint miatt nagyobb az esélye, hogy a madarak idő előtt elhagyják a fészkeiket, benne a tojásokkal vagy fiókákkal. De a lámpafény színének megváltoztatásával ez a hatás csökkenthető: kísérleti célból felállított vörös és zöld fényű lámpák körül fészkelő színcinegék vérplazmájának kortikoszteron-szintje hasonló a sötétben fészkelőkéhez. A vizsgálatot vezető holland kutatók szerint nem csak a madarak, hanem az emberek miatt is érdemes vizsgálni az utcai lámpák fényének élettani hatását. A kék fény például gátolja a biológiai óránkat szabályozó melatonin termelődését. Nappal jó hatású a hangulatunkra, fokozza a figyelmet, az éjszakai fény viszont egészségi problémákhoz vezethet.



A fényszennyezés egyre nagyobb probléma az élővilág számára. Az éjszakai sötétséget, amihez az élőlények évmilliók során alkalmazkodtak, egyre több helyen felváltja az éjszakai mesterséges fény. Egyre több a bizonyíték arra, hogy az éjszakai fények megzavarják az állatok biológiai óráját, megváltoztatják a viselkedését, csökkentik a populációk egyedszámát. Ehhez még arra sincs szükség, hogy a városban lakjanak. Frissen kikelt teknősök a szárazföld felé veszik az irányt, ahelyett, hogy a tengerhez sietnének; a rovarok rövid életidejükből rengeteg időt töltenek azzal, hogy lámpák körül keringenek; az énekesmadarak hamarabb kezdenek énekelni; a vándormadarak eltévednek.

KUBINYI ENIKŐ



A tesztalanyok által becsült nappozíciók és a Nap valódi helye

határozták meg az égi főkörök metszéspontját (azaz a Nap azimutirányát), ami igen pontosnak mondható. Ennek szórása azonban nagy volt, ugyanis főleg egymástól távoli mérési pontpárok esetén a tesztalanyok alkalmanként a valódi Nap helyett tévesen az antinap helyét becsülték meg, ezzel  $\pm 180^\circ$  körüli hibát vétve. Ekkora hiba sem számít azonban kiugró esetnek, korábbi terepkísérleteinkben ugyanis szintén előfordultak hasonló mértékű hibák.

A Nap horizont feletti magasságát a tesztalanyok mindegyike jellemzően felülbecsülte, átlagosan  $\Delta\theta = +4,47^\circ$  hibával. A kísérlet legügyesebb „viking navigátora” mindössze  $-0,14^\circ$ -os átlaghibával állapította meg a Nap azimutirányát, és csupán átlagosan  $+0,58^\circ$ -os hibát vétett a Nap elevációjának becslésénél is. Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy magasabb napeleváció és egymáshoz közelebbi mérőpontpárok esetén pontosabb a nappozíció becslése. E következtetés nem meglepő, hiszen közelebbi pontok esetében valóban könnyebb a metszéspontkeresés, mintha olyan távoli mérőpontokat választunk, amiket csak a fejünk elfordításával vagyunk képesek összekötni.

### Elöttem van észak?

Kísérletünkben azt is vizsgáltuk, hogy a tesztalanyok által becsült nappozíciót a navigáció 3. lépésében felhasználva milyen pontosan lehet meghatározni az északi irányt. Ehhez egy e célra írt számítógépes programmal minden egyes becsült nappozíció árnyékát rávetítettük az Uunartoq-fjordnál talált viking napiránytű vízszintes tárcsájára, majd addig forgattuk azt, míg a becsült árnyékok a bevésített árnyékvonalakra estek. Mivel a fatárcsatöredékre

bevésített kelet-nyugat irányú egyenes vonal napéjegyenlőségkor, a hiperbolikus vonal pedig a nyári napforduló napján mutatja a Nap pályájának árnyékvonalát, vizsgálatunkat is ezekre a nevezetes napokra végeztük el. A tájékozódási hiba mértékét az északi irányt jelentő  $0^\circ$ -hoz képest adtuk meg, ahol a negatív fokértékek nyugat felé, míg a pozitívak kelet felé mért eltéréseket jelentettek. Eredményeink szerint a földrajzi északi irány megállapításának hibája a nyári napfordulón meglepően alacsony, átlagosan  $-0,2^\circ \pm 4,9^\circ$  volt.

Úgy tűnik tehát, hogy a feltételezett viking navigációs módszer egészének pontossága elsősorban nem az égi főkörök összekötésének hibáján múlik. Fontos azonban megjegyezni, hogy a tiszta égbolt fényének polarizációfokát a felhőzet jelenléte drasztikusan lecsökkenti, a teljes borultság vagy a vastag köd jelenléte pedig akár a teljes égboltot igen gyengén polárossá, vagy teljesen polarizálatlanná teheti. Ilyenkor pedig a viking navigátorok az égboltot nézve hiába forgatták szemük előtt napköveiket, azokban alig láthattak fényintenzitás-változást. A navigáció 1. lépésének hibája tehát várhatóan a fentieknél jóval nagyobb, ami pedig a 2. lépés viszonylagos pontossága ellenére az egész navigációt meghíúsíthatta. Cikksorozatunk 8. részében annak járunk utána, hogy önkéntes „viking navigátoraink” milyen pontossággal képesek elvégezni a navigáció 1. lépését.

FARKAS ALEXANDRA,  
NEHÉZ DÓRA, HORVÁTH GÁBOR

### REJTVÉNYKÉRDÉS

Hány paraméter változtatásával vetítettük ki égi mérőpontjainkat a planetárium kupolájára?

# NANORÉSZECSEKÉK ÚJ MEGVILÁGÍTÁSBAN

a hét kutatója

**A fényvel kapcsolatos kutatások életünk szinte minden területén eredményt hozhatnak. Magyar kutatók is dolgoznak olyan módszereken, melyek segítségével a kutatók nagyon kis térrészbe tudják koncentrálni a fényt, és a nano-objektumok spektrumát azok anyagával, méretével és alakjával képesek befolyásolni. A kutatások eredményeit az integrált nanofotonikai eszközökben, a telekommunikációban, a csillagászatban, a kvantuminformatikában és az orvoslásban is lehet alkalmazni. Csete Máriával, a Szegedi Tudományegyetem Optikai és Kvantumelektronikai Tanszékének tudományos főmunkatársával készítettünk interjút.**



– *Milyen utat tett meg eddig tudományos pályafutása során?*

– Diplomámat 1993-ban fizikusként és fizika szakos középiskolai tanárként vettem át. Az „Optika, lézerezés fizika, lézerek alkalmazása” Fizika Doktori iskolában „Polimerek felületmódosítása és folyadékok ablációja excimer lézeres besugárzással” témában szereztem PhD-fokozatot. Ösztöndíjként a németországi Universitaet Ulm Abteilung Experimentelle Physik intézetében az atomerő-mikroszkópia területén új módszereket tanultam meg, és megismerkedtem a kísérleti felületi plazmon spektroszkópiával is. Eötvös poszt-doktori ösztöndíj keretén belül 2008-ban kezdtem el nanofotonikával foglalkozni az USA-ban. Hazatérésem után folyamatban lévő OTKA-pályázatok, majd az újonnan induló Európai Unió TÁMOP-pályázatok támogatásának köszönhetően három munkatársat, és később három nagyon jó képességű hallgatót vontam be a nanoplazmonika három nagy területén: a plazmonikus foto- és biodetektorok fejlesztése, valamint a nanolitográfia

újabb módszereinek kidolgozása céljából folytatott kutatásokba. A Nanoplazmonika kutatócsoportot formálisan 2012-ben alapítottuk, azóta a csoport újabb két hallgatóval és egy lelkes fiatal munkatárssal bővült. Az ösztöndíjak után egyetemi adjunktusként dolgoztam, a tudományos főmunkatársi kinevezésemet 2013-ban vettem át. Széleskörű hazai és külföldi együttműködések építettünk ki, jelenleg az MIT RLE valamint a Jet Propulsion Laboratory csoportjaival működünk együtt.

– *Mit jelent a „plazmon” és a „felületi plazmon polariton” kifejezés?*

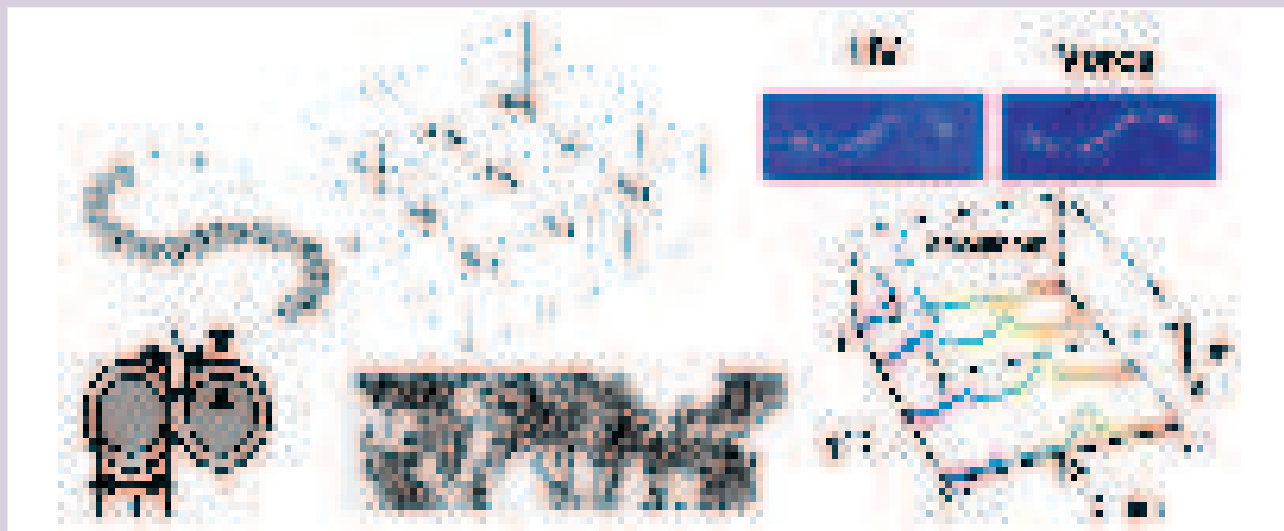
– A plazmon az elektrongázban létrehozható kollektív rezgésekhez rendelhető kvázirészecske neve. Mi valójában nem a plazmonokkal, hanem a felületi plazmon polaritonokkal foglalkozunk, amelyek az ezen kollektív rezgéseket kísérő, a fém-dielektrikum (jól vezető-elektromosan szigetelő) határfelületén terjedő elektromágneses hullámok. Érdekes módon a fény hullámhosszánál lényegesen kisebb fém

nano-objektumokon is kelthetőek kollektív rezgések, amelyeket lokalizált felületi plazmonoknak nevezünk. Jelenlétiüket az elektromágneses mező nagyon kis térrészbe koncentrációja követi. Mivel az így koncentrált fény karakterisztikus hullámhossza lényegesen kisebb, a fém nano-objektumokat úgy is tekinthetjük, mint nagyon kicsi antennákat. A plazmonika tudományában fontos lehetőség rejlik abban, hogy a fém-dielektrikum határfelületek struktúrájával, valamint a nano-objektumok anyagával, méretével és alakjával hangolhatjuk a spektrumot. A kutatásaink során alkalmazott plazmonikus spektrumszerkesztési elv lehetővé teszi, hogy olyan komplex szerkezeteket tervezünk, amelyek a spektrum előre választott helyén eredményezik a plazmongerjesztést és az azt kísérő nagymértékű elektromágneses térnövekményt. Az általam a MIT-n elkezdett kutatások során sikerült olyan plazmonikus struktúrával integrált egyfoton detektorokat terveznünk, amelyek a telekommunikációban alkalmazott 1550 nm-es

hullámhosszon a korábbinál jóval nagyobb, 95%-os abszorpcióval rendelkeznek. Mindezt úgy érzük el, hogy az integrált plazmonikus rácsok negyed hullámhossz nagyságrendű üregeinek belépő részénél elhelyezkedő  $\sim 4 \times 100$  nm-es

Terveink között szerepel egyfotonforrásokból a fénykibocsátás növelése és a kicsatolás maximalizálása, erősítésre és koherens fény generálására plazmonikus rezonátorok tervezése, a fluoreszkáló molekulák kollektív és erős csatolásának tanulmányo-

a komplex struktúrák nagy számú geometriai paramétere egymástól függetlenül beállítható, amelynek eredményeként a spektrum nagy szabadsági fokkal hangolható. Ezzel a módszerrel számos integrált nanofotonikai eszköz hozható létre.



**Ciszteinnanorészecskével bevont ezüstnanorészecskéből felépülő aggregátumok. Négypólusú és kétpólusú rezgések az UV és a vörös felé tolódott abszorpciós csúcsoknál.**

abszorbeáló szupravezető régiók körül lokalizált plazmonokat gerjesztünk. Mindemellett a rács periódusát úgy választjuk meg, hogy a csatolt terjedő plazmonok szinkronizálva legyenek az egyes üregek között. Az elv általános, elvileg bármilyen nanofotonikai rendszerre alkalmazható. A megvalósítás során az SZTE Informatika Intézetéből együttműködő informatikusok által kidolgozott speciális optimalizáló eljárásokkal egészítettük ki az általunk használt véges elemes módszert.

#### **Hogyan kapcsolódik a kutatása a Fény évéhez?**

A terjedő felületi plazmon polaritonokat kétdimenziós fényként is lehet tekinteni, ennek megfelelően az optikai elemek kétdimenziós megfelelőit dolgozták ki a kutatások elején. A Nanoplazmonika Kutatócsoport abban a megtiszteltetésben részesült 2015-ben, hogy az NKFIH (korábban OTKA) támogatásával folytathatjuk kutatásainkat, amelyek során új célkitűzésünk az optimalizált nanoplazmonika megvalósítása, azaz a különböző plazmonikus struktúrák optimalizálása elsődlegesen a fénykibocsátás erősítése céljából.

zása plazmonikus terekben, valamint a fluoreszkáló vagy festékekkel jelölt biomolekulák detektálására és lokalizálására alkalmas mikroszkópiás eljárások kidolgozása. Távolati céljaink között szerepel a magasabb felharmonikusok keltésére alkalmas plazmonikus struktúrák tervezése, amelyeket az attoszekundumos (egy másodperc  $10^{-18}$  részén alapuló) tudományban is lehet alkalmazni.

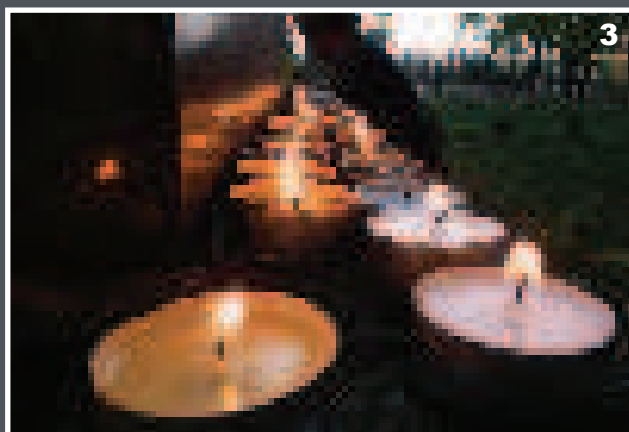
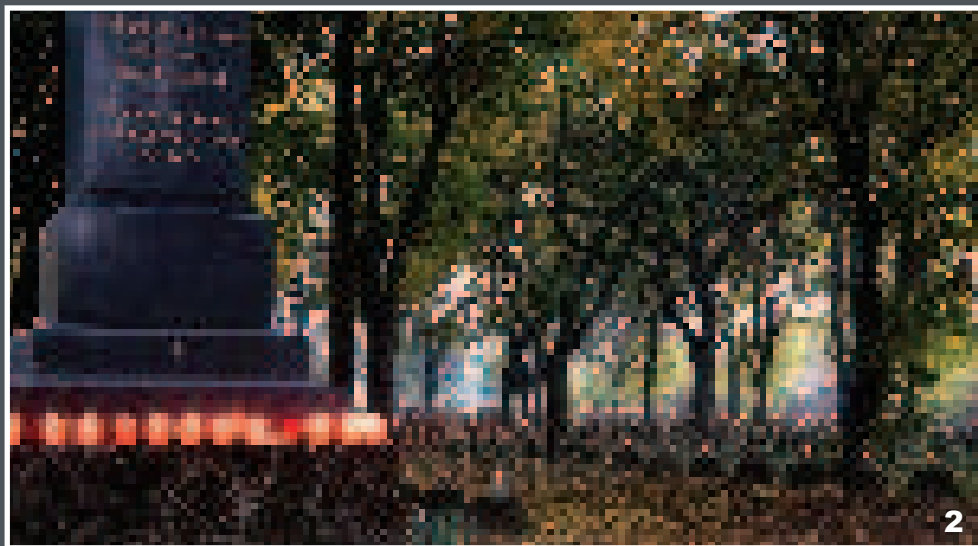
#### **Milyen gyakorlati alkalmazása van a kutatásának?**

A plazmonikus spektrumszerkesztés elvének követésével optimalizált egyfoton-detektorokat fejlesztünk, ezeket elsődlegesen a telekommunikációban és a csillagászatban alkalmazzák. További fontos alkalmazásai terület a kódolt jel kioldása a kvantuminformatikában. Az általunk kidolgozott, az interferencia jelenségén és ( $10^{-6} - 10^{-9}$  m tartományába eső) kolloidgömbök alkalmazásán alapuló litográfiaiák ötvöztetésével megvalósítottunk egy integrált litográfiai eljárást, mellyel különböző nanoobjektumok hullámhossz nagyságrendű periódussal rendelkező mintázatai hozhatóak létre. A módszer nagy előnye, hogy

#### **Hogyan lehet felhasználni az eredményeit az orvostudományban?**

A plazmonikus struktúrák bioszenzor platformokként alkalmazhatóak, mivel megnövelik a helyi térintenzitást, így megnövekedik a közeliükbe helyezett bio-molekulák detektálásának érzékenysége. Kimutattuk, hogy a forgatott rács-csatolás jelenségét témővekmény kísérő az egydimenziós rácsok völgyeiben, amelyet az Alzheimer-kórban felszaporodó béta-amiloid fehérje detektálására használtunk. Az MTA-SZTE Szupramolekuláris és Nanoszerkezetű Anyagok Kutatócsoporttal folytatott együttműködés keretén belül kimutattuk, hogy a fém nanorészecskékből felépülő aggregátumokon a sajátrezgések mellett a kivilágítási iránnyal hangolható rács-csatolt rezgések is megjelennek. A fény hullámhosszától függően az aggregátum kétpólusú antennaként, vagy négypólusú objektumként gerjeszthető. Ilyen módon az aggregátumokon alapuló bioszenzorokkal biomolekulák helyszelektív detektálása is megvalósítható.

**BAJOMI BÁLINT**



1–3. Horváth Miklós  
(Butyka,  
hmika@vilaglex.hu)

– A hősök temetőjében –  
Egy alkalommal  
önkéntesek  
2400 mécseszt gyűjtöttek  
meg a nyíregyházi  
Hősök Temetőjében.

A sírkertek útjai koordinátarendszer hálója; derékszögű és poláris vegyesen. Szeretteink nyughelyére így könnyebben rátalálunk, és a hivatal pontosan nyilvántartja őket. A kegyeletnek feltételei vannak.

Kert? Inkább sírparknak kellene hívni. Egyszermind emlékek parkja, ki-ki a sajátjait idézgeti, a labirintus útvesztőiben sétálva személyes megrendültségét hordozza. Merőben más megrendültség körültekinteni régi, elhagyatott temetőben. Mintha a sírkövek körüljárnának bennünket. Megannyi sors, amit talán már senki sem ismer; rég beleépültek a világba. Az örökkévalósággal találkozunk... egy rövid időre.

H. J.

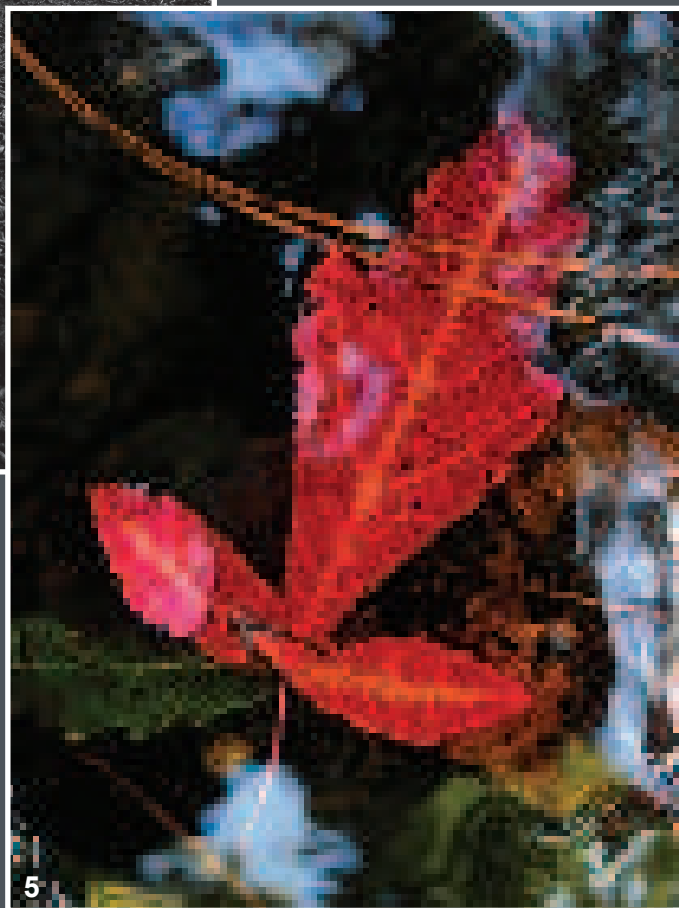


4

4. Felszeghy Szabolcs (Debrecen,  
szabolcs.felszeghy@gmail.com) – Körforgás

5. Tóth Farkas Márton (Budapest,  
tothfarkasmarton@gmail.com) – Emlék –  
A Fűvészkertben, egy októberi délutánon fotóztam  
a tűzvörös juhar (Acer ginnala) vízbe hullott levelét.  
A legszebb őszi hangulatát idézi fel nekem.

6. Zubovics Zoltan (Budapest,  
zoltan.zubovics@gmail.com) – Sírok virágpompában –  
A kép a Fejér-megyei Tabajd községben, az immár  
felhagyott „Régi temető”-ben készült.



5



6

## SZABÁLYOK

Az ÉT-galériában bárki kiállíthatja felvételét, megosztva élményét olvasótársaival. Kérjük, hogy a digitális képet tif vagy jpg formátumban 300 dpi felbontással küldje el az [et-galeria@eletstudomany.hu](mailto:et-galeria@eletstudomany.hu) címre. A tárgyrovatba írja: ét-galéria, és a kísérőlevélben mondja el, amit a felvétel körülményeiről és a témáról tud. A beküldő jutalma a „kiállításban” megnyilvánuló elismerés.

A „hónap képe” 5000 Ft különdíjat kap.

# MIKROSZKOPIKUS MÉRETŰ FÉNYTERMELŐK

Számos élőlény képes a biolumineszcencia jelenségére, azaz valamilyen biokémiai reakció révén fényt kibocsátani. Ez a képesség többféle funkciót tölthet be: lehet a vadászat eszköze, a násztánc kelléke, a csoporthoz tartozás jele – például a mélytengeri halrajoknál –, ezenkívül védelmi fegyver, amely elriasztást ugyanúgy szolgálhat, mint beolvadást a környezetbe és olyan feladatot is elláthat, amely még nem teljesen tisztázott a kutatók számára. Egyebek mellett a mélytengeri élőlények, egyes gombák, rovarok és baktériumok képesek erre a lélegzetelállító „csodára”. Magát a jelenséget a kutatólaborok is előszeretettel használják különféle tesztek végrehajtására és az élettani folyamatok tanulmányozására, sőt a biotechnológia segítségével ma már nem elképzelhetetlen, hogy bármely szervezetet felruházzanak ezzel a képességgel.

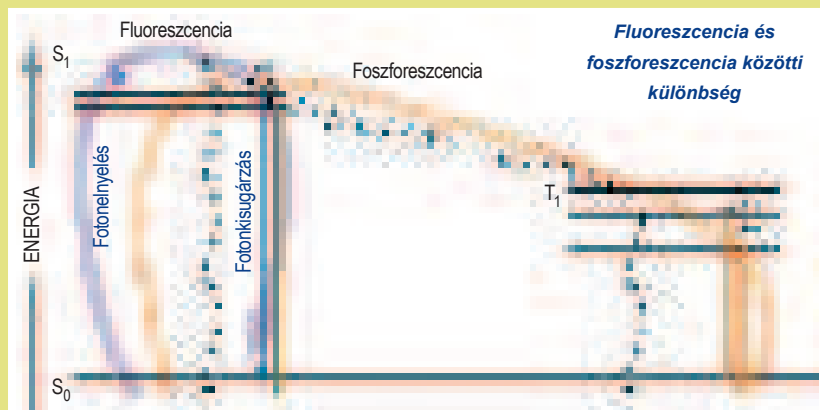
A mikroorganizmusok fénytermelése specialitásnak számít, mivel – mint minden életfolyamat – a fény létrehozása is rendkívül energiaigényes folyamat. Ebből adódik, hogy a prokarióták és az egyséjtű eukarióták között nem igazán terjed el ez a jelenség. Az eukarióta egyséjtűek sorából – kiemelten a páncélos ostorosok (*Dinoflagellata*) altörzsében talál-

ható 1000 leírt faj közül – csupán 4 rendelkezik ezzel a képességgel. A prokarióták között összesen 2 család több és egy család egyetlen faja képes fénykibocsátásra, ami elég szerény a becsiült  $10^7$ – $10^9$  fajhoz képest.

Az árválkodó faj a *Photorhabdus luminescens*, amely az *Enterobacteriaceae* családhoz tartozó rovarpatogén (ebbe a családba sorolunk számos humánpatogén kórokozót is). Ez a baktérium szimbiózisban él egy, a rovarokat megfertőző fonálféregfajjal (*Heterorhabditis megidis*), s amint bejut a baktérium a rovar szervezetébe, ott toxint és emésztőenzimeket választ ki, így 48 órán belül megmérgezi áldozatát. Az elölt rovarsejtekből felszabaduló tápanyagok táplálékot szolgáltatnak mind a fonálféregnek, mind pedig a baktériumnak. Utóbbi a toxin mellett egy erős antibakteriális hatóanyagot is termel, a 3,5-dihidroxi-4-izopropil-transz-sztilbént, mely megakadályozza a versengést a többi baktériumfajjal, ezáltal a rovargazda testének rothadása megáll. A baktériumsejt erős fényvel lumineszkál, de nem ismerjük ennek a célját.

## BIOLUMINESZCENCIA VAGY BIOFLUORESZCENCIA, ESETLEG BIOFOSZFORESZCENCIA?

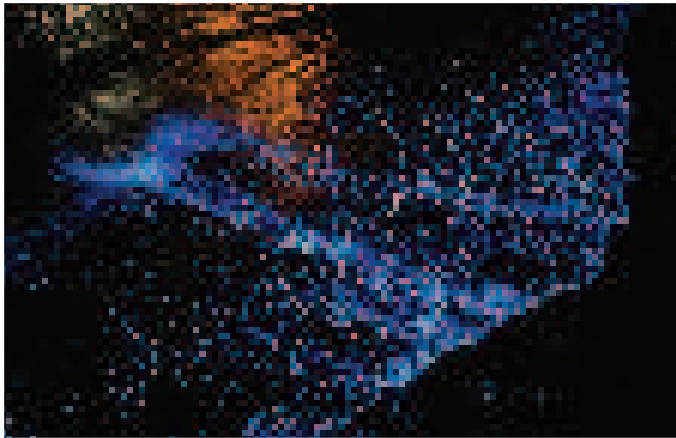
A három fogalom más-más mechanizmust takar, de abban azonosak, hogy mindegyik esetben fénykibocsátásról beszélünk. A *biolumineszcencia* jellegzetessége, hogy a világító organizmus élete végéig képes lumineszkálni, legfőbb annak intenzitása változik, s a legfőbb ismérve: nem szükséges hozzá külső gerjesztés, mivel a fényt biokémiai folyamatok hozzák létre. A másik két fényjelenség esetében viszont fontos, hogy külső megvilágítás érje az adott struktúrát vagy kémiai anyagot, közöttük a különbség csupán az időbeli kikutásban rejlik. A *fluoreszcencia* csak a külső megvilágítás ideje alatt tart, míg a *foszforeszcencia* hosszabb ideig fennmarad akkor is, ha már nincs megvilágítás.



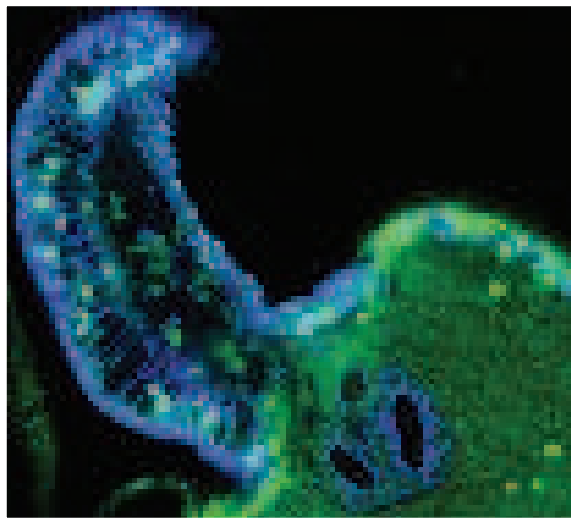
## A tenger lámpásai

A másik két fénytermelő baktériumcsalád a *Shewanellaceae* és a *Vibrionaceae*. Ez utóbbi baktériumcsalád három nemzetségében (*Aliivibrio*, *Photobacterium* és *Vibrio*) találhatóak olyan fajok, melyek fényt bocsátanak ki. A *Photobacterium* nemzetségbe tartozó fajok egytől-egyig lumineszkáló mélytengeri baktériumok, melyek szimbiózisban élnek egyes mélytengeri élőlények szervezetében. A *Vibrio* nemzetség fajainak jelentős része patogén baktérium, mint például a kolerát okozó *Vibrio cholerae* vagy a lumineszkáló tengeri faj, a *Vibrio harveyi*, amely





A Maldív-szigetek partjait éjjel megvilágító *Noctiluca scintillans* nevű alga



Hawaii törpetintahal az *Aliivibrio fischeri* baktériumokkal

a világító vibríózis okozója, számos tengeri élőlényt betegít meg, köztük a tenyésztett garnélarák-fajokat is. A *Vibrio harveyi* a vízben szabadon mozog, és elég gyorsan osztódik, így tömegesen is előfordulhat egy-egy területen. Nagyobb viharok után a mélyebb vízrétegekből a felszínre kerül, s „felhőt” alkotva tejfehér tenger hatását kelti, amely az esti órákban lumineszkáló „vízvirágzást” okoz (a műholdfelvételeken fehér foltokként jelenik meg), nappal pedig tejszerűen zavaros a víz.

Az *Aliivibrio* nemzetségbe tartozik az egyik legrégebben felfedezett és legtöbbet kutatott faj, az *Aliivibrio fischeri* (korábban a *Vibrio* nemzetséghez sorolták). Az egyik legérdekesebb életmódot folytató baktériumfaj, mivel a tengerekben csak csekély mennyiségben van jelen szabadon, viszont egy állatfajban nagy tömegben megtalálható, ugyanis szimbiotikus kapcsolatban él a hawaii törpetintahallal (*Euprymna scolopes*). Ez a kapcsolat olyan egyedi, hogy a tintahalnak külön rekeszek alakultak ki a testköpenyében, ahol speciális csillós sejtek segítik az említett baktérium bejutását, viszont megakadályozzák, hogy más baktériumok is beférközzenek. Amikor megfelelő számú baktérium kolonizálta a rekeszeket, a csillós sejtek egyszerűen elhalnak. Megfigyelték, hogy ez a tintahal képes különböző fehérjékkel (például reflektinokkal) irányítani és szabályozni a biolumineszcens fényt, amelyet a baktériumok hoznak létre. A tintahal a



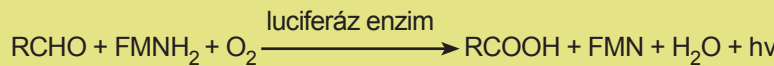
Pelikánangolna

kutatók szerint elsődlegesen kommunikációra használja a fényt, de egyes feltételezések szerint a védekezésre és párválasztásra is bevetheti. Amellett, hogy ez az egyik leglátványosabb

által termelt fényt használja fel a gazdaszervezet. A biolumineszcenciát másodlagosan használó szervezetek nagy része tengeri élőlény. Számos mélytengeri hal képes fényt kibocsátani baktériumok segítségével, mint például a horgászhalak (legismertebb képviselőjük a púpos horgászhal, *Melanocetus johnsonii*). Hasonló habitusú a pelikánangolna (*Eurypharynx pelecanoïdes*). Fontos megemlíteni még a kistermetű lámpáshalat (*Taaningichthys paurolychnus*), mivel számos fényttermelő testecske található mindenütt a testén. A szeme körül, a fej több részén, a hasi oldalon és az oldalvonala mentén is lumineszkál. Külön érdekesség, hogy ezek a fényerejüket is szabályozni képes kis halak adják a mélytengeri biomassza jókora hányadát, mintegy 65 százalékát.

Egy porcos halcsoport is képviselteti magát a világító halak között, mégpedig a cápák. A világító cápa (*Isistius brasiliensis*) egy kistestű külső élősködő cápafaj, hasi oldalának zöld lumineszkálása a legerősebb a fényttermelő cápák körében. A fénykibocsátás sajátos fényttermelő sejtek, a fotofórok révén valósul meg, szerepe még nem tisztázott a kutatók körében.

Az egyik kedvelt akváriumi halfaj, a vörös neonhal (*Argyropelecus aculeatus*) is lumineszkál. A halakon kívül természetesen számos egyéb tengeri élőlény is bocsát ki fényt: egyes korallak, medúzák, rákok, kagylók, tengeri csigák, polipok stb. Az egyetlen édesvízi világító élőlény a *Latia neritoides* nevű csigafaj.



A bakterialis biolumineszcencia képlete (hv=fénykibocsátás)

szimbiotikus kapcsolat a természetben, az *Aliivibrio fischeri* ma már a laboratóriumok egyik kedvelt modelleszervezete is.

### Óceánok mélyén

A fény jelenléte a legsötétebb helyeken (például a tengerek mélyén) hozza a legnagyobb hasznot az egyedek számára. Ebből adódik, hogy a legtöbb világítani képes élőlény éppen ezeken a helyeken él. A biolumineszcencia forrása lehet saját lumineszkálás (például egyes mélytengeri medúzák), illetve másodlagos, amikor más szervezetek

A fénykibocsátás a biológiai rendszerekben egy enzim által katalizált reakció segítségével valósul meg. Az enzimreakció szubsztrátja általában egy heterociklusos vegyület (kivéve a baktériumoknál), a luciferin. Az élőlények számos különböző szerkezetű luciferinmolekulát alakítottak ki. A reakcióhoz elengedhetetlen a luciferáz enzim. A luciferáz egyes esetekben kiegészítő anyagokat igényelhet. Ez utóbbiakat kofaktoroknak nevezzük, melyek nélkülözhetetlenek ahhoz, hogy egy enzim kifejthesse hatását. A kofaktor számos anyag lehet, általában fémion vagy szerves molekula, ilyenek például: a kalcium, a magnézium vagy az ATP. A fényreakciókhoz oxigén, valamint bizonyos fajoknál redukálóanyagok is szükségesek. Mivel mindegyik luciferin reakció fajonként változó, így univerzális sémát nem lehet felírni, ellenben élőlénycsoportokra való felosztására már van mód. A baktériumok esetében a luciferin mint hosszú szénláncú aldehid mellett a B<sub>2</sub>-vitamin foszfátja, az FMNH<sub>2</sub> (riboflavin-5'-foszfát) a redukálószer, így lesz a reakció stabil.

A már említett páncélos ostorosok egy olyan – a baktériumokétól eltérő – luciferint alkalmaznak világításra, amelynek a szerkezete nagyon hasonlít a klorofilléra. A reakció csak oxigén jelenlétét igényli. Külön érdekessége, hogy a molekula luciferáz enzim nélkül is képes oxidálódni, viszont ebben az esetben nem termelődik fény. A rákfélék szintén egy sajátos luciferin-luciferáz rendszerrel rendelkeznek: a szerkezetükből adódóan csak oxigénre van szükség a reakcióhoz, ám nincs autooxidáció (a levegővel érintkező vegyület spontán oxidációja), mint a páncélos ostorosok luciferinje esetében.

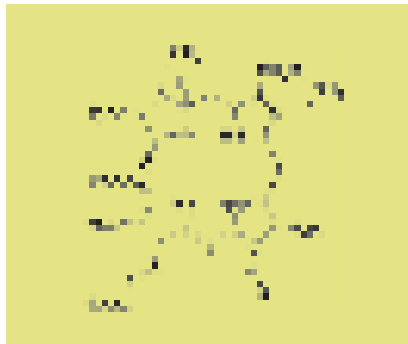
Az egyetlen lumineszkáló édesvízi csiga a fény létrehozására az (E)-2-metil-4-(2,6,6-trimetil-1-ciklohex-1-il)-1-

## KISLEXIKON

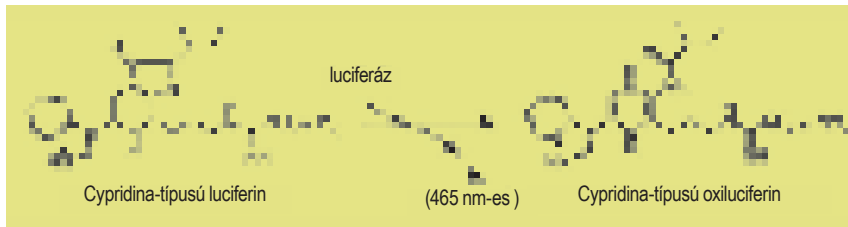
**operon:** a prokarióta gének szabályozó egysége

**transzsfektálás:** idegen DNS bevitele kémiai (pl. liposzóma, kalciumfoszfát) vagy fizikai (elektroporáció, injektálás a sejtmagba) úton

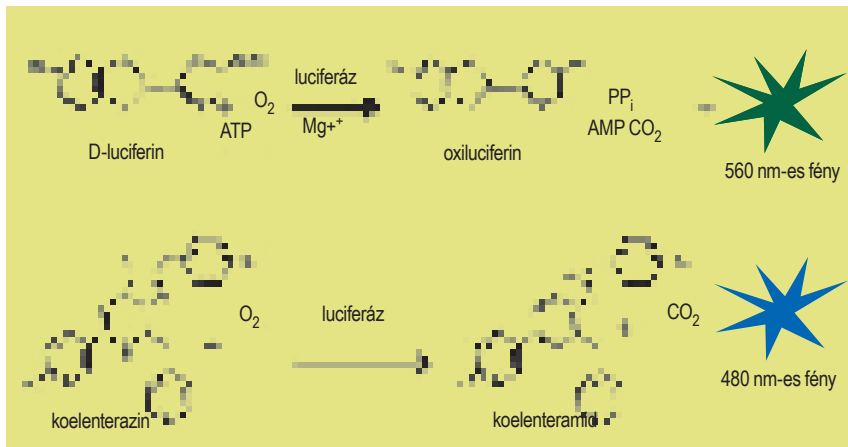
**expresszió:** egy tetszőleges gén (például a luciferin termeléséért felelős gén) kifejeztetése sejtekben, sejt kultúrákban



Dinoflagellata luciferin fehérjeje



Cypridina-csoport fénytermelő reakciója



A szentjánosbogarak (fent) és a tengeri élőlények (lent) fénytermelő reakciója

butén-1-ol-formiátot használja szubsztrátként. Ehhez a reakcióhoz redukálószer is szükséges, illetve kofaktorként egy speciális lila színű fehérje, amely a luciferázzal együtt katalizálja a reakciót.

Legvégül, de nem utolsósorban még két rendszert szeretnék bemutatni. Az egyik a legelterjedtebb a tengeri élőlények körében, a másik pedig a szentjánosbogarak (*Lampyridae*) specializált fénytermelő mechanizmusa. A tengeri élőlények szubsztrátja a koelenterazin, míg a szentjánosbogarak a D-luciferin nevű vegyületet használják a fény képzésére. A koelenterazin a luciferin-luciferáz rendszeren kívül az aequorin nevű világító fehérje része is. A D-luciferin a „legpazarlóbb”, mivel adenosin-trifoszfátot (ATP-t) igényel a

működéséhez. A keletkezett oxiluciferin visszaalakításához is ATP-t kell használni, így „1 molekulányi” fény képzése 2 ATP-molekulát emészt fel!

## A jelenség genetikája

A bakteriális luciferin-luciferáz rendszert kódoló gének a DNS egy elkülönült szakaszán, a lux-operonon helyezkednek el. A tengeri baktériumokban egy 5 gént kódoló operon, a luxCDABE található, s ez kódolja a luciferáz és a

bioszintetikus enzimrendszer létrehozását: az aldehid szintézishez a luxA és luxB gének kódolják a luciferáz  $\alpha$  és  $\beta$  alegységét, a luxC-D-E pedig az aldehid-termelő enzimrendszert, emellett 2 másik gén (LuxR és LuxI) a reakciószabályozásban vesz részt. Több külső és belső tényező (például hőmérséklet, pH, tápanyag-ellátottság) együttes hatása határozza meg, hogy indukálódik vagy gátlódik a transzkripció, ezáltal lehetséges, hogy az adott szervezet már genetikai szinten befolyásolni tudja a fénykibocsátását. Számos lux-gén ismert, ám közülük ez az ötös egység az, amely elengedhetetlen a fénytermeléshez. Noha a konstrukció a Gram-negatív baktériumokban működik zökkenőmentesen, ezekkel a génekkel biotechnológiai úton lehetséges más,

## A szőlőmag

A szőlőmagban a legfontosabb anyagok a polifenolok közé tartozó *proantocianidinek*, amelyek az egyik leghatásosabb antioxidánsok. Ezen belül az úgynevezett *oligomer proantocianidinek* hatása kiemelkedő. Egyre több tudományos kutatás erősíti meg, hogy igen erős gyökfogók, hatásosabbak, mint a C- és E-vitamin vagy a béta-karotin. A polifenolok hozzájárulnak a szervezet immunrendszerének erősítéséhez és a szervezetben zajló káros oxidatív folyamatok gátlásához. A szőlőből kivont *quercetin* jelentősen csökkenti a szívroham kialakulásának esélyét, a *resveratrol* pedig a sztrók ellen nyújt intenzív védelmet. Mivel a polifenolok erősítik a hajszálereket, a visszértágulat és az érszűkületből eredő lábfájás tüneteit is enyhítik. Ezenkívül csökkentik a magas vérnyomást, mérsékelhetik a cukorbetegség szövődményeként kialakuló idegkárosodás okozta tüneteket, illetve képesek elejét venni a kóros vércukorszint-emelkedésnek, még magas cukortartalmú étel elfogyasztása után is. Továbbá jól alkalmazhatóak a szem védelmére, szembetegségek megelőzésére és kiegészítő kezelésére.

A legújabb vizsgálatok azt mutatják, hogy a szőlőmagkivonat bioaktív összetevői többféle ráktípus ellen is bevetethetők. Számos laboratóriumi sejtenyészetben, többek között bőr-, mell-, vastagbél-, tüdő-, gyomor- és prosztatárak esetében is aktivitást mutatott. Fény derült arra is, hogy valószínűleg képes célzottan fellépni az előrehaladott ráksejtek ellen. Ezenkívül a szőlőmagkivonat megakadályozza számos hatását az idő előtti öregedésnek, hatékony a kollagén képződés előmozdítására, szerepe van a bőr rugalmasságának és nedvességtartalmának megőrzésében, valamint késlelteti a ráncok kialakulását.

A szőlőmag további, jótékony alkotóelemei közé tartozik még: a *kálium*, a *nátrium*, a *kalcium*, a *magnézium*, illetve bizonyos nyomelemek, mint a *vas*, *réz*, *mangán* stb.

A szőlőmagkivonat mikroőrlési eljárással készül, amelynek köszönhetően a magban található polifenolok közel 100%-osan fel tudnak szívódni a szervezetben.

MAROSI KINGA

eredetileg nem lumineszkáló mikroorganizmust, sőt eukarióta soksejtű szervezeteket is lumineszkálóvá tenni. Hogy miként?

A Gram-pozitív baktériumok transzformálásához a teljes lux-operonban át kell alakítani a gének sorrendjét. A bakteriális transzfektálás után Gram-negatív baktérium esetében luciferint nem kell biztosítani ahhoz, hogy a lumineszcens rendszer zavartalanul működjön. A Gram-pozitív baktériumoknál viszont az eltérő genetikai háttér miatt az eredeti operon beosztást meg kell változtatni, az operont kódoló gének sorrendje luxABCDE-re változik. Ennek a változtatásnak azonban van egy jó és egy rossz következménye: a fénykibocsátással járó reakcióhoz külső forrásból kell biztosítani a luciferint. Ugyanakkor a fénytermelő rendszer hőmérsékleti optimuma megnő, így körülbelül 35 Celsius-fokon is működőképes marad. Ez nagyban elősegíti a humánpatogén baktériumokkal folytatott vizsgálatokat, mivel ezek a baktériumok leginkább 35–37 Celsius-fokon tenyészthetők. Az első lumineszkáló alakított patogének: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* és *Listeria monocytogenes*.

A luciferáz-alapú rendszereket napjainkra már rutinszerűen alkalmazzák. Az átalakításhoz a lux-operont először izolálni kell, ezt követően klonozni, majd a kódoló géneket sejtenyészetben kifejeztetni, működésre bírni. Az emlőssejtek átalakítását, szentjánosbogarakból kinyert lux génkészlettel végzik, mivel az ilyen reakciók még magasabb hőmérsékleten is végbemennek. Ezek az enzimek aktívak maradnak akár 45 Celsius-fokig is, ellentétben a bakteriális enzimrendszerrel, amely csak 35 Celsius-fokig működőképes.

### Reflektorfényben

A biolumineszcencia tudományos alkalmazása leginkább az orvostudományban, biológiában terjedt el. Sokrétű felhasználását főképp gyorsasága és költséghatékonyasága adja, mivel nem szükséges hozzá drága eszközök beszerzése, ellentétben más fluoreszcens és lumineszcens módszerekkel. Géntechnológiai felhasználása széleskörű, ilyenek a riportergének feltérképezése különböző színű lumineszcen-

ciával, a biolumineszcens képalkotó diagnosztika, kísérleti rákkezelés és patológiás folyamatok vizsgálata. Napjainkban a direkt bioautográfias (rétegekromatográfiához csatolt antibakteriális teszt) felhasználása is előtérbe került, amellyel az antibiotikus anyagok szűrése is elvégezhető. A bioautográfias felhasználáshoz viszont számos, az orvosi klinikumban, növényvédelemben és állatgyógyászatban előforduló baktérium biotechnológiai átalakítása szükséges. Például egy növénypatogént, a *Pseudomonas maculicola*-t biotechnológiailag alakították át úgy, hogy lumineszkáljon. Ezáltal a baktérium terjedését lehet monitorozni a növényi szövetekben, illetve az előzőekben bemutatott módszerrel hatékony növényvédő szer fejleszthető.

A biotechnológia fejlődésével egy új tudományág is kialakult: a biolumineszcens spektroszkópia. Ezekkel a kifinomult módszerekkel könnyen követhető és detektálható számos molekuláris biológiai vagy éppen biotechnológiai folyamat. Egyebek mellett ilyen a génexpresszió, a fehérje-fehérje-kölcsönhatások, egyes betegségek progressziója vagy éppen a klinikai-diagnosztikai fejlesztések követése. A lumineszcenciát tovább finomítva ultraszenzitív és selektív eljárásokat fejlesztettek ki – példa rá az egyes microarray-technikák, bioszenzorok vagy épp a nukleinsav-hibridizációs vizsgálatok.

A biolumineszcens rendszerek könnyű kezelhetőségükből adódóan kiválóan alkalmasak – mikro- és makroszinten egyaránt – a nagy áteresztőképességű lakossági szűrésekre és vizsgálatokra. A lumineszcens biotechnológia következő, jövőbeli lépése a reakció már-már molekulányi detektálása lehet folyadékokban (mikrofluidika), szilárd anyagokkal (mikromátrix). A fehérjékkel foglalkozó szakemberek számára valós idejű fehérjeexpressziós vizsgálatok kerülhetnek előtérbe ezzel a technológiával. A legfontosabb, hogy az orvosi diagnosztika is különböző képalkotó technikákkal gazdagodhatna: a szövetek és a teljes szervezet vizsgálatában új távlatok nyílnának, emellett a patofiziológiás és rákdiagnosztikai módszerek is bővíülhetnének.

KRÜZSELYI DÁNIEL  
MÓRICZ ÁGNES

# Csillagnaptár

November folyamán a Nap az állatöv csillagképei közül a Mérleg csillagképből a Skorpió csillagképbe, majd a Kígyó-tartó csillagképbe lép. Nézzük, milyenek látjuk az eget november 15-én 21 órakor!

**D**éli irányból nyugat felé haladva a látóhatárhoz közel sorra a Szobrász, Vízöntő, Sas, Hattyú, Lant, Herkules, Sárkány valamint a Nagy Medve csillagait láthatjuk pislákolni. A Nagy Nyári Háromszög csillagai már eltűnőben a nyugati látóhatár felett; a Deneb a Hattyúban, az Altair a Sasban, valamint a Vega a Lant csillagképben. Északi irányban a Kis Medve, valamint a Sárkány csillagait kereshetjük. A Kis Medvét, mint a legtöbb csillagképet, minden bizonynyal Thalész vette át az egyiptomi csillagászatból a görög csillagképek közé. Számos nép körében szekéreként ismerték: négy csillaga a kocsi, három csillaga a rudat alkotják. A Nagy Göncöl hét csillagával szemben a Kis Göncöl hét csillaga meglehetősen halvány. A rúd utolsó csillaga az alfa Ursae Minoris, vagyis a Kis Medve legfényesebb csillaga, a Sarkcsillag (Polaris), amely mintegy 0,8 fok távolságra van a valódi északi égi pólustól. Arab elnevezése Alrukaba (Térd). Az északi pólushoz 2100-ban lesz a legközelebb. Sárgásfehér színű óriás, mintegy 431 fényév távolságra van a Földtől, tömege a Napénak a hatszorosa. A szabad szemmel magányos csillagnak tűnő Sarkcsillag valójában hármas rendszer, halványabb kísérőinek megpillantásához azonban már távcsövekre van szükség. A Sarkcsillag két kísérője közül a fényesebb,



A csillagos ég november 15-én 21 órakor

a Polaris B már évszázadok óta ismert. Sokkal közelebb kering a harmadik komponens, a Polaris Ab, amely valószínűleg Nap-típusú csillag. Mindeddig csak spektroszkópiai úton tudták kimutatni, közvetlen kép még soha nem készült róla.

Fantáziakép a bolygóközi térben repülő Voyager-1 űrszondáról



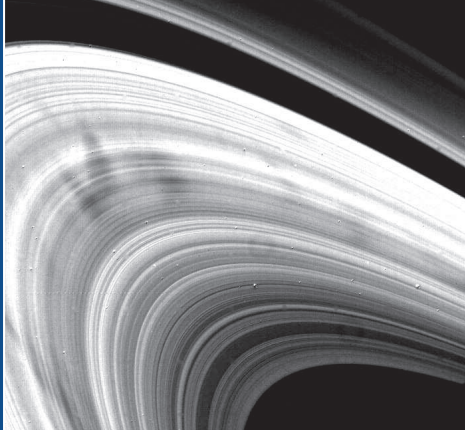
A Voyager-1 indítása 1977-ben



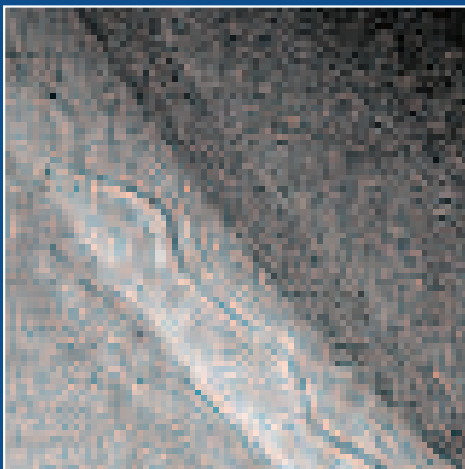
Déli irányból ezúttal kelet felé fürkészve, alacsonyban helyezkednek el a Cet, a Halak, az Eridánusz, az Orion, az Ikrék, a Szekeres és a Hiúz csillagképek. Felettük a Halak, a Bika valamint a jellegzetes alakú Pegazus és Androméda találhatóak. Egészen kicsike és jelentéktelen csillagkép a Kos és az Androméda között a Háromszög. Kiterjedését tekintve csak a 78-ik a ma használatos 88 csillagkép sorában. Jó idő esetén szabad szemmel 8-9 csillag is megtalálható ebben a piciny akasztatban, alapvetően azonban három fényesebb rajzolja ki azt a keskeny, egyenlőszárú háromszöget, amelyről a nevét is kapta.

A Merkúr a hónap elején még megfigyelésre kedvező helyzetben van, majd nem egy órával kel a Nap előtt. Láthatósága folyamatosan romlik, 7-e után már eltűnik a Nap fényében. A hónap további részében a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. A Vénusz (Esthajnalcsillag) a hajnali délkeleti ég feltűnően ragyogó égiteste. A hónap folyamán négy órával kel a Nap előtt, továbbra is kitűnő megfigyelhetőséget biztosítva. Fényessége -4,2 magnitúdóra csökken, fázisa növekvő. A Mars előretartó mozgást végez az Oroszlán, majd a Szűz csillagképben. Kora hajnalban kel, hajnalban látszik a keleti-délkeleti égen. Fényessége 1,6 magnitúdó körüli. A Jupiter előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfél után kel, az éjszaka második felében feltűnően látszik a délkeleti égen. Fényessége -1,9 magnitúdó. A Szaturnusz szintén előretartó mozgást végez a Skorpióban, de a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 30-án van együttállásban a Nappal, fényessége 0,5 magnitúdó. Az Uránusz az éjszaka nagy részében kereshető a Halak csillagképben, a Neptunusz az éjszaka első felében figyelhető meg a Vízöntő csillagképben, éjfél körül nyugszik.

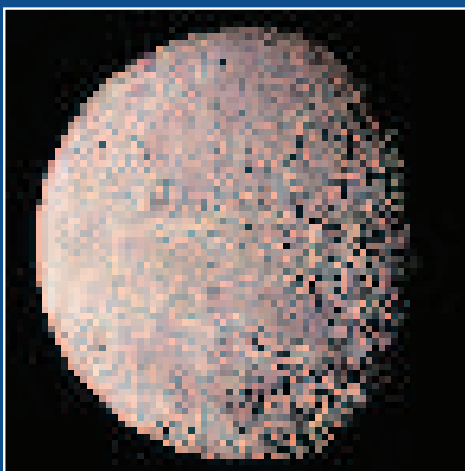
Űrkutatási megemlékezésünkben ezúttal 35 évre tekintünk vissza, 1980. november 12-én az amerikai Voyager-1 elsőként készít részletes közelfelvételeket a Szaturnusz holdjairól. Eközben felfedez számos új holdat, valamint a Titán vastag nitrogénléggörét is. Nem ez volt azonban az első bolygóközi szonda, amelyik a Szaturnusz térségében járt: kicsit több mint egy évvel a Voyager-1 előtt a Pioneer-11 közelítette meg elsőként a bolygót és készített felvételeket róla. A Voyager-küldetés tervezését az 1960-as években az a felismerés indította el, hogy 176 évenként a bolygók állása kedvező a külső nagybolygók gyors végiglátogatásához. A Jupiter, Szaturnusz, Uránusz, Neptunusz (sőt elvileg a Plútó) 12 év alatt sorban felkereshető. A megvalósítás ugyanakkor sietséget követelt, hiszen az alkalommal 1978 előtt élni kellett. A terv végül egy szondapáros indítása lett. A két Voyager-szonda közül elsőként a Voyager-2 startolt, 1977. augusztus 20-án. Társa, a Voyager-1 szeptember 5-én követte. A Naprendszer külső vidékein



A Voyager-2 felvétele a Szaturnusz lenyűgöző gyűrűrendszeréről



Szalagszerű felhőképződmények a Szaturnusz felszínén



Az Enceladus nevű Szaturnusz hold a Voyager-2 felvételén

járó szondák még ma is aktívak. Közülük a Voyager-1 jutott a legmesszebbre az ember készítette űreszközök közül: jelenleg 15,6 milliárd kilométerre (103 csillagászati egységre) van tőlünk.

A Voyagerek segítségével nemcsak a Szaturnusz gyűrűrendszeréről, hanem magáról a Szaturnuszról is sok, addig ismeretlen érdekességet tudhattunk meg. A nagyfelbontású kameráknak köszönhetően más képet kaphattunk, mint a csillagvizsgálók által végzett megfigyelések alapján. A szondák a spektrum különböző tartományokban készítettek képeket. Pontosítva a megfigyeléseket megtudtuk, hogy a Szaturnusz felső légköre 7 %-ban áll héliumból, a többi részt többségében hidrogén alkotja. A szondák kimutatták a bolygó változatos formákat mutató felhősávjait is. Míg a Voyager-1 nem mutatott túl sok részletet, a Voyager-2 sokkal érzékenyebb kamerája hihetetlenül sok alakzatot tárt fel előttünk. Fény derült továbbá arra is, hogy a bolygó egyenlítője környékén a szaturnuszi szél megközelítőleg 500 m/s-os sebességgel fúj. Sikeresen kimutatta a szondapáros a bolygó pólusai felett kialakuló különleges jelenséget, a Szaturnusz sarki fényét. A szondák azonban természetesen nem csak magát a bolygót tanulmányozták. Felfedeztek egy tucat kisholdat a Szaturnusz körül, amik a Naprendszer többi holdjához hasonlóan kráterekkel teletűzdelt felszínt mutatnak. Holdjai közül komolyabb felbontásban csak a Titán sikerült lencsevégre kapni, de felhőzete miatt az égitest nem mutatott részleteket. Vastag légköre az első holdléggör, amit az űrkutatás történetében felfedeztek. A Voyager-1 infravörös és ultrabolyva spektrométerének mérései megmutatták, hogy a metán csupán 3-6%-ot tesz ki a légkörnek, a nitrogén pedig 85-90%-ot. A nitrogén kimutatására úgy került sor, hogy a szonda 1980. november 12-én olyan pályáról tanulmányozhatta a Szaturnusz legnagyobb holdját, hogy a Földre küldött rádiójelek keresztették a Titán vastag légkörét. A Voyagerek tehát rendkívül sok új információval szolgáltak a Szaturnuszról, az eddigi-ekhez képest mindenképp új perspektívába helyezték a bolygókutatást.

A számítások szerint kb. 2020-ig termelődik a Voyager-1 fedélzetén annyi elektromos teljesítmény a radioaktív termoelektromos generátorából, ami elegendő a tudományos műszerek üzemben tartására. Utána a földi irányítók egyesével kapcsolják majd le ezeket, az utolsót 2025 körül. Még ekkor sem fog teljesen elnémulni, néhány további évig legalább a létezéséről képes lesz rádiójeleket továbbítani a Föld felé. Utána aztán az emberiség által készített apró mesterséges égitest „élettelenül” folytatja útját a csillagközi térben.

LŐRINCZ HENRIK

# MODERN VÉGTAJPROTÉZISEK

**Mint megannyi tudományág, az orvoslás is hatalmas fejlődésen ment át az elmúlt 150 évben. A legfontosabb mérföldkövek között szerepel a védőoltások elterjedése, a higiénia fontosságának megalapítása, az antibiotikumok felfedezése, és az in vitro sejtenyészetek sikeres megvalósítása. A listát még hosszú oldalakon át lehetne folytatni, azonban egy végtag elvesztése még az elmúlt években is hatalmas hátrányt jelentett.**

**A** klasszikus fából és vasból készült protézisek jelentős haladást mutattak az elmúlt fél évszázadban. A hajlítható térddel rendelkező protézisek után jöttek a különböző fejlesztések és finomítások: mozgatható lábfej inak segítségével (Selpho-láb), ennek kiegészítése elülső rugóval és rejtett inakkal a természetesebb mozgás érdekében (Benjamin Palmer). Nagy lökést adott a folyamatnak a személyi számítógépek elterjedése és vele a CAD/CAM szoftverek megjelenése. Ezzel a két módszerrel nagyon jó minőségben, pontosan és hatéko-

nyan lehet előállítani emberi csontokat és porcokat helyettesítő protéziseket. Például egy emberi kézfej helyettesítésénél ez sokat jelent. Előbb elkészítik a páciens leendő protézisének csontvázát, majd szilikonnal formába öntik azt. Ettől az elkészített művégtag sokkal életszerűbbnek hat, ami azért is fontos, mert a kézfejét nem tudja elrejtteni az ember. A protézis anyaghasználatán is javítottak: a kezdeti fát és vasat alumínium, majd műanyag váltotta fel, napjainkban pedig szénszálas megoldást is alkalmaznak, amely jelentősen csökkentette a végtag súlyát, ellen-

fontos, mert ezzel az anyaggal lehetőség nyílik a kinetikai energia tárolására, így használója képes lesz futni és ugrani. A protézis kialakítása is erre lett optimalizálva: külsőre olyan, mint egy kutya hátsó lába. A gyártási folyamata során 30-90 impregnált réteget építenek egymásra az atléta súlyától függően, melyet összepréselnek, majd autoklávban egybeolvasztanak. Pistorius komoly eredményeket ért el ezzel a mesterséges végtaggal, és egészséges futókkal is versenyz a versenyen. Az egyetlen hátránya ennek a protézisnek az árcédulája: egy



állóbbá és rugalmasabbá tette azt. Oscar Pistorius paralimpikon szénszállal erősített polimer műanyagból készült „futópengéket” használt versenyei során. A szénszál használata azért

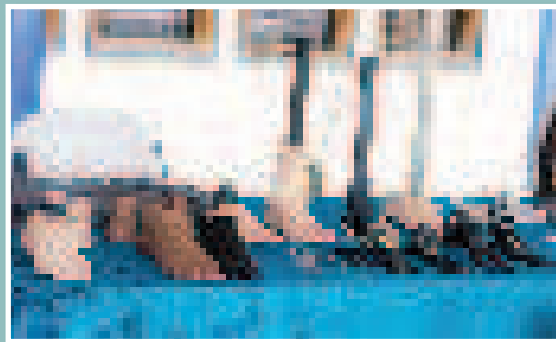
pár ára eléri a 9 millió forintot, így ez sem használható a mindennapokban.

Az általánosan használt művégtagok tehát sokat fejlődtek az egyszerű falábak feltalálása óta. Valamiben azonban megegyeznek: továbbra is teljesen mechanikusak. Nem érzi igazán magáénak a viselője, mert

nem lehet a különálló részeit gondolat által mozgatni, sokszor nehézkes vele közlekedni, és mindig emlékezteti viselőjét hiányosságára. Bizonyos fokú megoldást jelentenek a mioelektromos végtagok. A mioelőtag jelentése izom, a görög muszóból származtatható. A test izmai által generált elektromos impulzusokat elektródák segítségével érzékeli a műszer. Az érzékelt jelet felerősíti és ha az elér egy bizonyos küszöbértéket akkor a végtag végrehajtja a jelnek megfelelő feladatot. Ebből adódik, hogy a műszernek van egy beépített késleltetése a mechanikus eszközök azonnali reakcióival ellentétben. Előnye azonban, hogy több

lenleg ez a protézis a legdrágább megoldás a piacon, a high-tech mechanikus protézisek mellett. Küllemét és funkcionalitását tekintve viszont valóban kiemelkedő.

A legbiztatóbb projektnek a DARPA (Fejlesztett Védelmi Kutatási Projektek Ügynöksége) Proto 2 nevű kezdeményezése tűnik. A 15 milliárd dolláros tőkével indult terv célja egy teljesen gondolatvezérelt karprotézis létrehozása. A prototípus már elkészült, és nagyon jó eredményekkel kecse-



használata természetesen a legmodernebb technológiát követi: a „csontok” szénzálakból és alumíniumötvözetből készülnek. Felépítése moduláris, váll-könyök és könyök-csukló részre lehet osztani, így testreszabható az eszköz. A protézis megalkotásán túl egy másik fontos problémával is szembe kellett néznie a kutatóknak: hogyan illesszék megfelelően a mesterséges kart az emberi testhez? Erre az összeintegráció jelentett megoldást. A folyamat során az implantátum és a befogadó csontszövet között szoros kötés jön létre, az utóbbi teljesen körbeveszi a beültetett anyagot. Ebben az esetben egy titán-csavar a rögzítő anyag. Mivel az eszköz magához az emberi csontvázhoz kapcsolódik így sokkal természetesebb érzést válthat ki a páciensből, mint a korábbi megoldások.

A jövő feladata a Proto 2-höz hasonló protézisek elérhetővé tétele. Ehhez találni kell egy olcsó előállítási módszert, és meg kell oldani az eszköz tömeggyártását. Ha a protézis valóban használható és elterjedt lesz, akkor nagyszerű fejlesztési lehetőségek elé néz. A kar felülete testreszabható lenne: rendelkezhetne fém külső réteggel, de azt is meg lehetne oldani, hogy a páciens bőréből mintát véve tenyesszék azt, és azzal borítsák be a kart. Olcsó megoldásként a fent említett szilikonos bevonat is elképzelhető. Külön kérdést vet majd fel az emberi testrészek akarattalagos lecserélése, ha eljutunk oda, hogy ezek a mesterséges karok felülmúlják az eredetieket.

**BIRTA BALÁZS  
CSEKŐ RICHÁRD  
NYERKI EMIL**



funkció ellátására képes mint mechanikus társaik. Ezek a funkciók előre programozottak a műszerben. Ilyen például a mutatóujj önálló működtetésének képessége, hármass fogás amely az íráshoz szükséges, számítógépes egér kezelése, finomabb precíziós mozgások. Egy ilyen kézzel már majdnem teljes életet élhet az ember. Legfőbb hátrányuk ezeknek a műszereknek is a súlyuk és az áruk. A műszer nehéz, mivel külső áramforrásra van szüksége, és egy motort is tartalmaz. Rögzítését a mechanikus végtagokétól eltérő módon oldották meg, így a műszer súlya nincs eloszlatva a test felületén. A technológia fejlődésével ez a probléma várhatóan meg fog oldódni. Je-

tet. A kar 25 féle különböző mozgást képest végrehajtani, ami megközelíti egy valódi kéz ügyességét. Egy Proto 2-est viselő ember várhatóan zongorázni is képes lesz bizonyos szinten. A kar közvetlenül az izomszövetbe szúrt mioelektromos szenzorokkal működik. A szenzorok vezeték nélküli összeköttetésben vannak a protézissel, így jelentősen csökken az eszköz súlya és mérete. Az eszközt egyelőre elektromotorok mozgatják, de ezeket le akarják váltani egy pneumatikus hidrogén-peroxid rendszerrel, amelytől könnyebb, gyorsabb és erősebb lenne a kar. Egyetlen hátránya, hogy minden reggel cserélni kéne a hidrogén-peroxidos cellát a karban. Anyag-

**A fény trükkjei**

A fotonok hozzák a fényt az életünkbe, úgyhogy az elektromágneses hullámok 380 és 760 nanométer közötti tartományának fontosságát nem lehet eléggé hangsúlyozni. Ehhez alkalmazkodott a legtöbb élőlény és a leglátványosabb fizikai kísérleteket is a fényvel (és fénynél) lehet bemutatni.

Mivel a fizika nem tartozik a legnépszerűbb tantárgyak közé, ezért a tanároknak minden trükköt be kell vetni ahhoz, hogy lekössék a diákok figyelmét. Ilyenek például a fény trükkjei. Most, a fény nemzetközi évében nagyobb hangsúlyt kap a fizikának ez az ága, a Cser Kiadó *Kísérletezünk!* című sorozatának kötetében is erről a területről van szó.

*Pataki Attila*, a szerző a fény terjedését, törését, visszaverődését és más jelenségeit bemutató kísérletek létrehozásához ad recepteket. A fény trükkjei segítségével láthatóvá vagy éppen láthatatlanná lehet tenni dolgokat, hordozható szivárványt készíteni stb. Az alapanyagok nagy része otthon, a háztartásban is megtalálható vagy könnyen beszerezhető, de egy átlagos fizikaszertár felszereltségét semmiképpen sem haladja meg. Nemcsak a hozzávalókat és a kísérlet menetét írja le

a kiadvány, hanem magyarázatot ad a tapasztalt jelenségekre is. Így minden egyes kísérlettel egyre többet lehet megérteni a fizikából és rajta keresztül a természet csodáiból. (*A fény jelenségei*. Cser Kiadó, Budapest, 2014, 44 oldal, 1995 forint)

**Akarsz róla beszélni?**

A vékony, de annál érdekesebb interjúkötet szereplői akartak, meghozzá mélyen érintett, személyes információkkal, gyerekkorról, családról, de legfőképpen az emberi lélekhez fűződő viszonyukról.

A megszólalók közt van klinikai szakpszichológus, mentálhigiénés orvosból lett vallástörténész, a psi-jelenségek elismert kutatója és indián sámán egyaránt. Közös bennük, hogy mindannyian lélekgyógyászattal foglalkoznak, és tanítanak az Integrál Akadémián. *Gánti Bence*, a kötet első megszólalója által alapított és vezetett intézmény egyik fő célja a külső és belső valóság, a hagyományos és alternatív módszerek integrációja. Hosszú évtizedek (akár évszázadok) óta szembenálló szemléleteket kíván közös nevezőre hozni ez az intézet. Az ősi kultúrák a test és lélek gyógyítását egyaránt mágikus, ceremoniális módon, beavatott gyógyítók, sámánok segítségével végezték. Többek között erről beszél a kanadai pikkuni indián törzsből *Kicsi Láb Devalon* sámán, aki évente többször is megfordul hazánkban. „Az emberi lélek egyformán működik, akármilyen színű bőr a lélek burka” – vallja.

Megszólalnak ismert alternatív terapeuták, akik meditációs módszerekkel, böjttel és imaginációs gyakorlatokkal egészítik ki terápiájukat. Mesélnek arról is, hogyan találták meg útjukat, milyen életesemények hatására fordultak jelenleg használt módszereikhez. „Az ember abban kritikus másokkal, amit magában nem emésztett meg” – mondja *Brigitte Fatima Wingelmayr*, spirituális gyógyító, böjt-terapeuta.

A kötet utolsó megszólalója, *Tarr Bence László* kulturális antropológus fogalmazza meg talán legtömörebben az integrál szemlélet lényegét: „... arra törekszik, hogy a széttöredezett világ különböző diszciplínáit egymással összhangba hozza, és olyan rendszerbe foglalja, amely az emberek életében a különböző világlátásokat, tudományos területeket egységbe rendezi”.

A kis kötet rendkívül jól áttekinthető, az első oldalon névvel, arcképpel és tudományterülettel szerepelnek a résztvevők, megszólalásuk sorrendjében. A szerző, *Máté Judit* előszavában tömören megfogalmazza az egész kötet lényegét és a motívációt, amely az interjúk elkészítésére készítette. „Min múlik a sikeres pszichoterápia? Mitől gyógyul a páciens?”

A kötet végére – ha nem is kapunk egyértelmű választ a kérdésre, abban biztosak lehetünk, hogy nincsenek kizárólagos, egyedül üdvözítő módszerek, és a modern tudományos és ősi módszerek között kezd eltűnni a szakadék, ehelyett egyre inkább képesek hatékonyan együttműködni egymással. Hiszen a cél közös: az emberi lélek sebeinek begyógyítása, egy örömteli, egészséges élet lehetősége, mindannyiunk számára. (*Kultúrák találkozása a lélekgyógyászatban – Interjúkötet*. Medicina Kiadó, Budapest, 120 oldal, 2100 forint)

**KOVÁCS GABRIELLA**

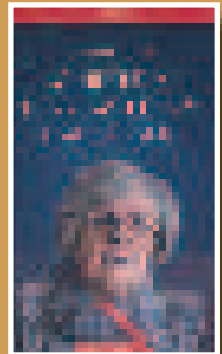
**Egy mérnökpálya emlékei**

József Attila ismert sorát választotta önéletírása címéül lapunk szerkesztőbizottságának tagja, *Szentgyörgyi Zsuzsa*. A mérnök és tudománynépszerűsítő szerző úgy érzi, hogy a versben leírt megpróbáltatások az ő életútját is jellemzik.

A kötetben összefonódnak a magánéleti és a szakmai szálak, egymást erősítik, másutt árnyalják. A néhol szépprózába hajló fejezetek a mérnöki precíz leírásokkal és ismeretterjesztő szövegrészekkel sajátos liktetést adnak a szövegnek, amelyet hangulatilag színesítenek az Élet és Tudományból is jól ismert grafikusművész, Szűcs Édua rajzai. A tudomány iránt érdeklődők figyelmére valószínűleg a SZTAKI-ról, a Magyar Tudományos Akadémiáról vagy éppen annak folyóiratáról, a Magyar Tudományról szeretettel szóló, de a kritikus és néha önkritikus hangvételt sem nélkülöző részletek tarthatnak leginkább számot.

A kötetben számos közéleti és tudománypolitikai utalás és bírálat olvasható. Ha ezekkel több helyütt vitatkozni támad is kedve az embernek – nekem például a bős-nagymarosi vízlépcsőről vagy a rendszerváltás időszakáról írott néhány kategorikus mondat láttán –, akkor jó úton járt. Szentgyörgyi Zsuzsa ugyanis könyvével kifejezett párbeszédre hív minket, tapasztalt újságíróként kijelentő mondataival is kérdést tesz fel minden egyes olvasójának. A kötetet számos hangulatos fénykép és gazdag függelék egészíti ki. („A hetedik te magad légy”. *Szemelvények egy életből*. Typotex Kiadó, 2015, 456 oldal, 2900 forint)

**GÓZON ÁKOS**



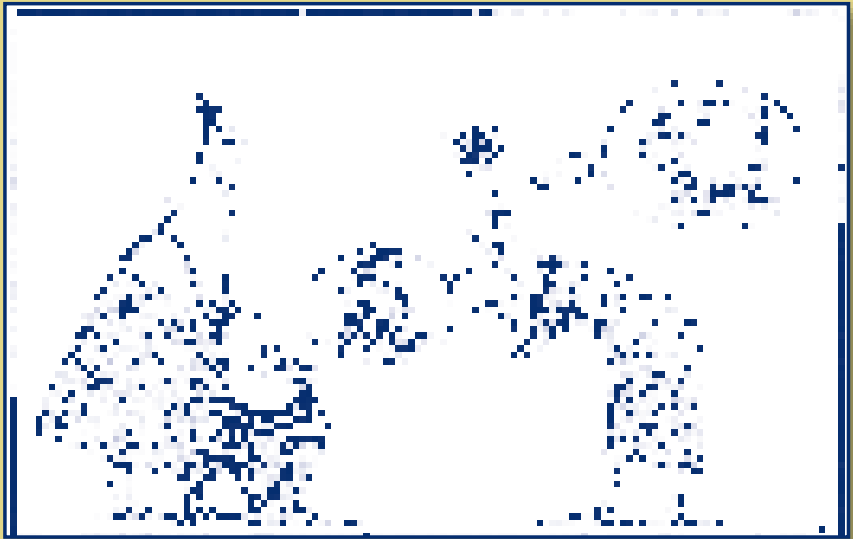


## Megbízható hazudozók

Emberismeretre már egészen kicsi korunktól szükségünk van! Figyelembe kell vennünk, hogy milyen indítékok húzódnak meg mások cselekedeteinek hátterében – csak így van esélyünk, hogy elérjük céljainkat, és kikerüljük a társas érintkezésben mindenféle leleselkedő csapdákat. *Kimberly E. Vanderbilt* és munkatársai egy néhány évvel ezelőtti kísérletben óvodás gyerekeknek mutattak be jeleneteket, melyekben különböző személyek útmutatást adtak valakinek egy elrejtett matrica hollétére vonatkozóan. A tanácsadók között voltak „segítők”, akik készségesen adtak helyes útbaigazítást, de voltak „ügyeskedők” is, akik igyekeztek félrevezetni a felvilágosítást kérőket. A kutatókat az érdekelte, hogy a jelenetek megtekintése után a gyerekek kitől fogadnak el tanácsot. Nos, a háromévesek bárkitől elfogadtak tanácsot, nem tettek különbséget segítők és ügyeskedők között. A négyévesek már egy kicsit óvatosabbak voltak, de nem részesítették előnyben a segítőköt. Az ötévesek viszont már egyértelműen a segítők tanácsait követték, és nem a füllentésre hajlamos ügyeskedőket.

Azt tehát már ötéves korunkra megtanuljuk, hogy az igazmondókban érdemes jobban megbízni, mint abban, aki hazudik. No de mit kezdjünk azokkal, akik nem mondanak igazat? Nem is olyan biztos, hogy érdemes kategorikusan elutasítani őket, hiszen többféle oka is lehet annak, hogy valaki hazudik. Vagyis mérlegelnünk kell, hogy ki miért nem mond igazat! Ez azonban már az emberismeret magasabb szintjét jelenti.

*Genyue Fu* kínai kutató és két munkatársa a *Journal of Experimental Child Psychology* című lapban ismertette azt a kísérletet, amellyel azt vizsgálták, hogy a kisiskolások az emberek megítélésekor különbséget tesznek-e aszerint, hogy ki milyen okból hazudik. Összesen százhuszonnégy, 7 és 11 év közötti kínai kisgyereket vontak be a kísérletbe, és mindegyiküknek négy történetet olvastak fel. A négy történet abban különbözött, hogy a főszereplő igazat mondott-e vagy sem, illetve a saját vagy a mások érdekei vezették-e. Az egyik történet például így szólt: „Egy nap Lili és Hongkong az osztályteremben játszott, és Lili véletlenül összetört



Képhasmitó (SZÜCS ÉDUA RAJZA)

egy vázát. A tanító néni bejött, és nagyon mérges lett. Megkérdezte, ki törte össze a vázát. Hongkong azt mondta, ő törte össze, noha valójában Lili volt az.” A történetek ehhez hasonlóak voltak, csak egy másik változatban az „ártatlan” gyerek a valóságnak megfelelően megmondja, hogy társa törte el a vázát, illetve a további változatokban a „bűnös” beismeri, hogy ő okozta a kárt, vagy pedig hazudik, és a tettet társára hárítja. A kutatók minden történet után megkérdezték a gyerekeket, hogy szerintük a szereplő helyesen tette-e, hogy azt mondta, amit mondott. Vagyis a kísérletben részt vevő gyerekek a szereplők viselkedését morális szempontból ítélték meg. Az eredményekből kiderült, hogy a gyerekek azokat a személyeket értékelték a legpozitívabban, akik igazat mondtak. A hazugok megítélése között nagy különbség mutatkozott aszerint, hogy mi volt a hazugság motivációja. Akik mások érdekében hazudtak, nagyjából semleges értékelést kaptak, míg azok, akik saját magukat akarták menteni a hazugsággal, erősen negatívát. Ez a tendencia minden korcsoportban egyformán érvényesült. Vagyis már a hétéves gyerekek is világosan különbséget tudnak tenni hazugság és hazugság között a motiváció alapján, és ezt az információt fel is használják a személyek megítélésekor. Nem mindegy, hogy valaki azt hazudja-e, hogy nem ő követett el egy elítélendő tettet, vagy azt, hogy: „De jól nézel ki!”

MANNHARDT ANDRÁS

# 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](mailto:hirlapelofizetes@posta.hu), továbbá személyesen a postahelyeken és a kézbesítőknél.

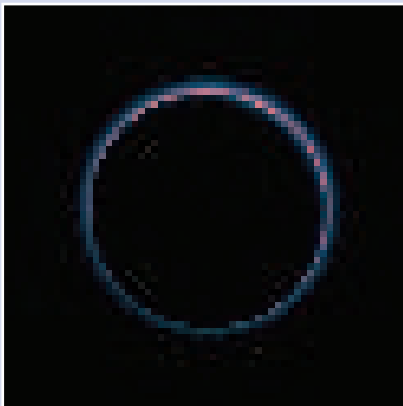
Előfizetési ár 2015-re belföldre: 1/4 évre 3900 Ft, 1/2 évre 7800 Ft, 1 évre 15 600 Ft

## Kék páraglória és vörös (víz)jég a Plutónál

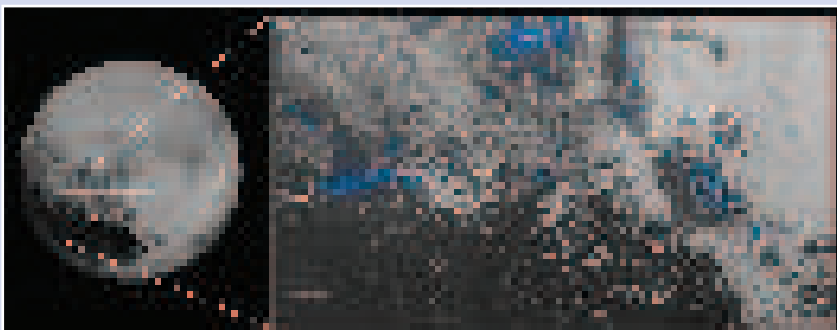
Közzétette a NASA az első színes felvételeket a *Pluto* törpebolygót vékony, ragyogó kék glóriaként övező felsőlégköri párafelhőrétegről, amely a *New Horizons* szonda *Ralph* multispektrális képfelvevő kamerája adatainak alapján készült.

Bár maguk a napfényt szóró részecskék valószínűleg szürkék, vagy vöröses színűek, fényszórásukat alapvetően a méretük és összetételük szabja meg. Míg a földi légkör kék színe a napfény nitrogénmolekulákon való szóródásának tulajdonítható, addig a *Pluto* légkörében náluk jóval nagyobb – ámbar még így is mikroszkopikus méretű –, úgynevezett *tholinszemcsék* szórják a fényt.

Ezek a részecskék a légkör felső rétegében keletkeznek. A Nap ultrabolya sugárzása hatására elbomló és ionizálódó nitrogén- és metánmolekulák az egymással való sorozatos kölcsönhatásokban polimerizálódnak, szerves makromolekulák egyre bonyolultabb szerkezetű ionjait hozzák létre. (Ehhez nagyon hasonló folyamatokat először a *Szatumusz Titan* holdjának felső légkörében figyeltek meg, de feltételezések szerint a Naprendszer külső övezetének más jeges bolygóinak és hold-



A Pluto kék páraglóriája



Vízjég kibúvások a törpebolygó felszínén: a képen kékkel színezett területek a valós színű felvételeken erősen vörös színűnek látszanak. (A felnagyított részlet oldaléle 450 km.)

KÉPEK: NASA/JHUAPL/SWRI

jainak légkörében is gyakoriak.) Az egyre bonyolultabb molekulák tovább növekedve parányi szemcsékké állnak össze, amelyekre az illékony gázok vékonyjégréteggént csapódnak le, s végül így hullanak a törpebolygó felszínére, amelynek jellegzetes barnásvöröses színt adnak. (Maga a *tholin* elnevezés is ebből ered: a görög *tholós* szó – a „tintahal tintája” – az állat menekülés közben kibocsátott jellegzetes festékanyagára, a barnásvörös szépiafestékre utal.)

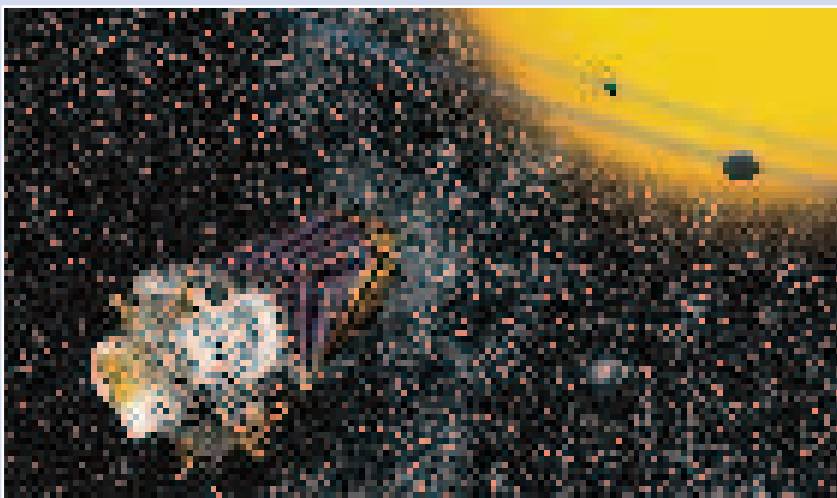
A szonda a felvételt háttárfényben, a törpebolygó melletti elhaladás után visszatekintve készítette. Talán érde-

mes megjegyezni, hogy a *Pluto* felszínéről a légkör ritkasága miatt az égbolt valószínűleg feketének látszana, s legfeljebb napkelte és napnyugta táján észlelhetnénk halvány kék derengést.

## Civilizáció keresése egy bizzar fényű csillagnál

Rádióantennák fordultak a KIC 8462852 jelű csillag felé, hogy értelmes életre utaló jeleket fognanak. A közelmúltban ugyanis felmerült a feltételezés, hogy a csillag teljesen szokatlan fényességváltozásait egy idegen civilizáció tevékenysége okozhatja.

A Földtől 1500 fényévnnyire lévő, KIC 8462852 jelű csillag bizzar fényességváltozásainak okait egyelőre csak találgatni tudják a csillagászok. A legvalószínűbb természetes magyarázat kidolgozásában – mely szerint a szokatlan ritmusú és mértékű elhalványodásokat üstökösökből kihulló, hatalmas mennyiségű por okozza – a Magyar Tudományos Akadémia Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont és az Eötvös



A NASA Kepler űrteleszkópjának fantáziarajza

Loránd Tudományegyetem kutatói is részt vettek.

Nemrégiben azonban felmerült egy sokkal izgalmasabbnak tűnő,

ám még kevésbé valószínű magyarázat, amely egy idegen civilizáció csillag körüli „megszerkezeteinek” tulajdonítja a példátlan fény-

A New Horizons legújabb színes felvételeinek másik nagy meglepetése a Pluto felszínén felfedezett sok kisebb vízjég kibívás. Ezeket szintén a Ralph multispektrális képfelvételű kamera felvételeinek elemzésével találták meg.

„A felszínről nagyobb léptékben készült felvételeken nem látszanak nagyobb, vízjéggel borított területek – mondta Jason Cook, a Southwest Kutatóintézet (SwRI) munkatársa, a Ralph adatait feldolgozó kutatócsoport tagja. – Ez annak tulajdonítható, hogy többnyire elfedik őket más összetételű, rájuk rakódott jégképződmények. Hogy miért éppen ott bukkannak felszínre, ahol most láthatók, és nem másutt, annak magyarázatát egyelőre még nem találjuk.”

Szembeötlő, hogy a vízjégre utaló spektrális jegyek legerőteljesebben olyan területeken észlelhetők, amelyek a felszínről készült színes felvételeken vörös színben pompáznak, ami feltehetőleg a bennük koncentrált tholinvegyületeknek tulajdonítható. A kutatók egyelőre nem látják a vízjég és a tholinvegyületek felgyülemelése közti kapcsolatot.

A New Horizons jelenleg a Földtől mintegy 5 milliárd kilométerre jár, valamennyi berendezése tökéletesen működik, s immár folyamatosan küldi adatait az irányítóközpontnak. Időközben már a következő célpontját is, kitűzték: a 2014 MU69 jelzésű kis, Kuiper-övbeli objektumot a szonda 2019 első napján érheti el.

(NASA New Horizons)

görbéket. A jelenség mindenesetre van annyira érdekes, hogy a földön kívüli intelligenciák után kutató SETI-programban (*Search for Extraterrestrial Intelligence*) is megfigyelések kezdődtek – írja a Space.com. A kaliforniai Allen Telescope Array (ATA) nevű rádiótvárcső-hálózattal megkezdték a KIC 8462852 vizsgálatát, hogy egy esetleges földön kívüli civilizáció rádiójeleit fogják.

Ha nem találnak semmit – ahogyan más csillagoknál sem az elmúlt több mint fél évszázadban –, akkor sem kell feladni a reményt. Éppen a KIC 8462852 furcsa fényességváltozásait rögzítő Kepler-űrtávcső megfigyelései alapján gondolják azt a csillagászok, hogy galaxisunkban, a Tejútrendszerben több milliárd Földhöz hasonló bolygó létezhet.

(Forrás: MTA és ELTE)

## A Földhöz hasonló világok születése

A Föld túl korán született – ez a végkövetkeztetése egy új elméleti tanulmánynak, amelyben a kutatók a Földhöz hasonló bolygók keletkezésének lehetőségeit vizsgálták a Világegyetem eddigi a jövőbeli fejlődése során. A *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*-ben megjelent cikkük szerint, amikor a Föld 4,6 milliárd évvel ezelőtt létrejött, még mindössze a 8 százaléka született meg azoknak a hozzá hasonló, életre alkalmas bolygók számára, amelyek az Univerzumban valaha is kialakulhatnak. A modell, és belőle levonható következtetések a NASA Hubble- és Kepler űrtávcsövei által összegyűjtött hatalmas adatbázisokon alapulnak.

„Fő motivációnk az volt, hogy megértsük, hol a helye Földünknek térben és időben a Világegyetem egészéhez viszonyítva” – mondta a cikk egyik szerzője, Peter Behroozi, az Űrtávcső Tudományos Intézet (STScI) munkatársa.

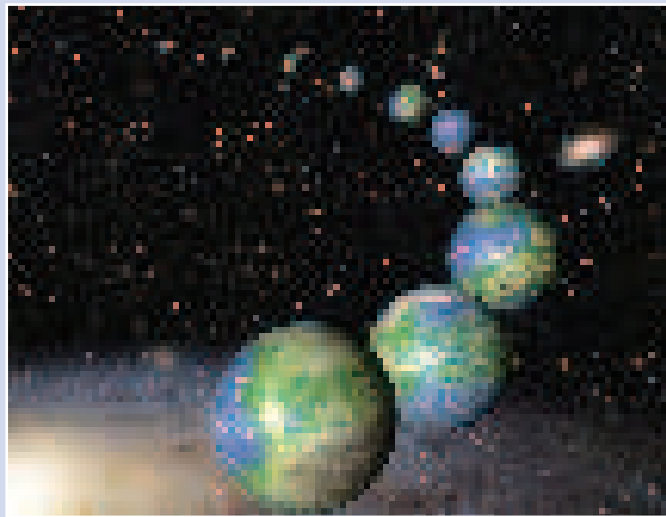
Térben nagy távolságokra és időben a távoli múltba visszatekintve a Hubble-űrtávcső olyan „családi albumot” adott a csillagászok kezébe, amelyből krónikaszzerűen nyomon követhető a galaxisok kialakulása és fejlődése az Univerzum eddigi története során. Az adatokból kiolvasható, hogy mintegy 10 milliárd évvel ezelőtt rendkívül gyors ütemű csillagképződés folyt a galaxisokban, ám ez a Világegyetem teljes hidrogén- és héliumkészletének csupán kis töredékét használta el. Ma sokkal lassúbb a csillagképződés üteme, de még olyan sok gázanyag áll rendelkezésre, hogy a folyamat még beláthatatlan ideig folytatódhat. Ezzel párhuzamosan, ugyanez érvényes a bolygók keletkezésére is.

A Kepler űrtávcső bolygókereső felmérése alapján megállapítható, hogy a Földhöz hasonló méretű, lakható zónába eső bolygók a Tejútrendszerben meglehetősen gyakoriak. Jelenlegi számukat 1 milliárd körülire becsülik, s ezek java része valószínűleg kőzetbolygó. A szám elképesztően

nagyra nő, ha figyelembe vesszük, hogy a belátható Világegyetemben mintegy 100 milliárd galaxis van.

A csillagok (és mellettük a bolygók) képződése még mintegy 100 trillió évig folytatódhat, ami beláthatatlanul nagy számú földszerű bolygó születéséhez vezethet a jövőben.

A kutatók szerint ezek java része óriási galaxisthalmazokban, illetve törpegalaxisokban fognak megszületni. Hozzájuk képest a Tejútrendszerben és a hasonló spirálgalaxisokban már viszonylag kevés csillagképzésre alkalmas anyag van.



A Földhöz hasonló bolygók sokaságának 92 százaléka még létre sem jött (fantáziakép)

KÉP: NASA, ESA, G. BACON (STSCI)

A fenti értelemben vett túl korai megjelenésünk a Világegyetem színpadán azonban olyan előnyökkel is jár, amelyet későbbi civilizációk nem élvezhetnek majd. Az Univerzum fejlődésének olyan szakaszában értünk el olyan fejlett technológiai szintet, amellyel át tudjuk tekinteni világunk történetét a Nagy Bummttól az első galaxisok születésén át a jelenig (sőt, részben még a jövő távlatai is kirajzolódnak). Mostantól számítva 1 trillió év múlva azonban a Világegyetem gyorsuló tágulása miatt az Univerzum olyan, lokálisan belátható „szigetekre” szakad, amelyekbe már nem jutnak el a korai (vagy a jelenlegi) Világegyemből hírt hozó sugárzások. A bennük létrejövő, hozzánk hasonlóan fejlett civilizációk számára az ezekben őrzött információk gyakorlatilag törődnek, s tapasztalati úton nem tudhatnak meg semmit az Univerzum kialakulásáról.

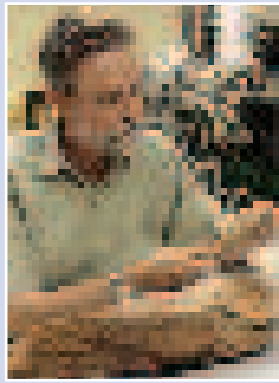
(HubbleSite)

## Legalább 4,1 milliárd éves a földi élet

Amerikai geokémikusok olyan bizonyítékra bukkantak, amely az eddig véltnél legalább 300 millió évvel korábbra, 4,1 milliárd évvel ezelőtti helyezi vissza a földi élet első megjelenésének időpontját. A felfedezésről beszámoló tanulmány a *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* szakfolyóiratban jelent meg.

„Az eredmény azt bizonyítja, hogy a Földön az élet szinte pillanatokkal a bolygó 4,54 milliárd évvel ezelőtti összeállítását követően megszületett” – nyilatkozta a kutatást vezető Mark Harrison, a Kaliforniai Egyetem (Los Angeles, UCLA) geokémia professzora.

Ez egyúttal azt is jelenti, hogy élet már azt megelőzően is létezett, hogy a Naprendszer belső övezetét elérte volna a késői nagy bombázás néven ismert erős meteorzápor, amely mintegy 3,9 milliárd évvel ezelőtt a Holdnak azokat a nagy krátereit is létrehozta, amelyeket később bazaltláva öntött el, s amelyeket ma „tengerek” néven ismerünk. Amennyiben ez a kozmikus katasztrófasorozat (amely a Földön is meteoritkráterek sokaságát hozta létre) netán teljes mértékben kipusztította volna a korai földi életet (mint azt számos szakértő feltételezi), az élet újjászüléséhez megint csak nagyon rövid időre volt szükség, hiszen több,



Mark Harrison a vizsgált cirkonkristályokat tartalmazó kőzetmintákkal



A 4,1 milliárd éves cirkonminta két (nyílal jelzett) zárványában grafitnyomokra bukkantak (KÉPEK: REED HUTCHINSON/ UCLA)

3,8 milliárd évvel ezelőttről származó életnyomot ismerünk. A Földnek a 4,1 milliárd évvel ezelőtti állapotát a kutatók többsége eddig száraznak és sivatagnak gondolta. Harrison kutatásai azonban (néhány korábbi tanulmányát is ideértve), más képet mutatnak.

„A korai Föld nem volt pokolian forró és száraz bolygó, mint sokan vélik: mi semmi erre utaló bizonyítékot nem találtunk – mondta Harrison. – Valószínű, hogy arculata sokkal jobban hasonlíthatott a mai Földre, mint gondoltuk.” Harrison és munkatársai több mint 10 ezer nyugat-ausztráliai cirkonmintát vizsgáltak meg. A cirkóniumot tartalmazó cirkonkristályok vagy -szemcsék gránitokban és alkáli magmás kőzetekben gyakoriak. Kristályai a Föld legősibb ismert ásványai (a legrégebbi, 4,4 milliárd éves cirkonkristály Nyugat-Ausztráliában került elő: ez a Föld eddig

ismert legősibb darabja.) Keletkezésük során a cirkonkristályok gyakran őriznek meg a közvetlen környezetükből származó zárványokat, amelyek valóságos időkapszulaként őrzik a korabeli környezet állapotára utaló nyomokat. A kutatók a minták között 656 olyan cirkonkristályt találtak, amelyek sötét zárványokat tartalmaztak. Az

egyik, uránizotópos kormeghatározással 4,1 milliárd évvel ezelőtire datált, s azóta érintetlenül fennmaradt mintában két, grafit szemcséket is tartalmazó zárványra bukkantak.

A cirkonkristály zárványaiban lévő grafit értelemszerűen régebbi, mint maga a kristály, tehát a 4,1 milliárd évvel ezelőtti időpontnál korábbról származik. Hogy pontosan mennyivel, azt nem tudni.

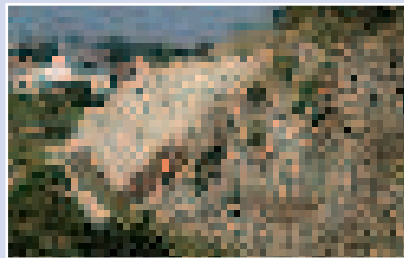
Sikerült viszont a grafitmintában a szén két gyakori izotópjának, a 13-as és 12-es tömegszámú C-13, illetve C-12 izotópoknak a részarányát meghatározni, amelyből arra lehet következtetni, hogy a minta biológiai eredetű (tehát fotoszintézisben létrejött) szén tartalmaz. „Ebből pedig már egyenesen következik, hogy a Földön már több mint 4,1 milliárd évvel ezelőtt léteztek fotoszintetizáló életformák” – összegezte Harrison.

(ScienceDaily)

## Megszépült a tatai Geológus Kert

A tatai Kálvária-dombon, az ELTE kezelésében működő Geológus Kert csaknem 60 éve természetvédelmi terület. 25 év után ismét láthatóvá, jól bemutathatóvá váltak a 3 hektáros terület kiemelt földtani értékei, 100 millió év kőbe vésett története.

Egy majdnem 50 millió forintos uniós pályázat eredményeként mintegy 5 000 m<sup>2</sup> védett sziklafelszín tisztították meg, ezáltal újra feltárultak, tanulmányozhatóvá váltak az elmúlt huszonöt évben természetes felszínpusztulás miatt törmelékkel elfedett kőzetrétegek. A felszín tisztítási munkát kiegészítve, az arra érdemes sziklafelületeken polírozott felszíneket alakítottak ki, így jobban bemutatathatók a terület ősmaradványai, köztük kagylók, ammoniteszek, tengerililiom-váz törmelékes mészkövek.



A felszín tisztítási folyamatok során egy még feltáratlan, körülbelül 6 ezer éves tűzkőfejtő gödrére bukkantak, amelyből szakértő régész segítségével több veszélyeztetett helyzetű agancseszköz és tűzköszilánkot emeltek ki. A lelőhelyen 2016-ra ásatásokat terveznek. Elkészült a terület nagyfelbontású digitális domborzatmodellje is, amelybe integrálhatók a geológiai, őslénytani, régészeti és botanikai adatok is. A projekt eredményeként mintegy 80 méter hosszúságban bővült a látogatói tanösvény útvonala, a látogatók tájékoztatását öt új információs tábla is segíti.

Nagyon fontos, hogy a projekt nem termelt hulladékot. A tudomány számára értékes, in situ (ki nem mozdu) kőzettörmelékeket múzeumi archiválás céljából begyűjtötték, így biztosítva a földtani alapszelvények megőrzését a természetes erózió ellenére is. A kőzetek hosszú távú tárolását, kutathatóságát szabvány műanyag tárolódoboz-rendszerrel biztosítják. Az arra érdemes, ex situ (kimozdu) kőzettörmelékeket csillékben helyezték el, ezekből később iskolai és látogatói gyűjteményeket alakítanak ki. A sziklafelszínekről lekerült finomszemű törmelékot a tanösvény bővítésére használták.

A projektben az ELTE kiemelt helyi együttműködő civil szervezetei a Zöld Sziget Kör Természetvizsgáló Közhasznú Egyesület és a Nagycsaládosok Tatabányai Egyesülete voltak.

(www.greenfo.hu)

## KERESZTREJTVÉNY

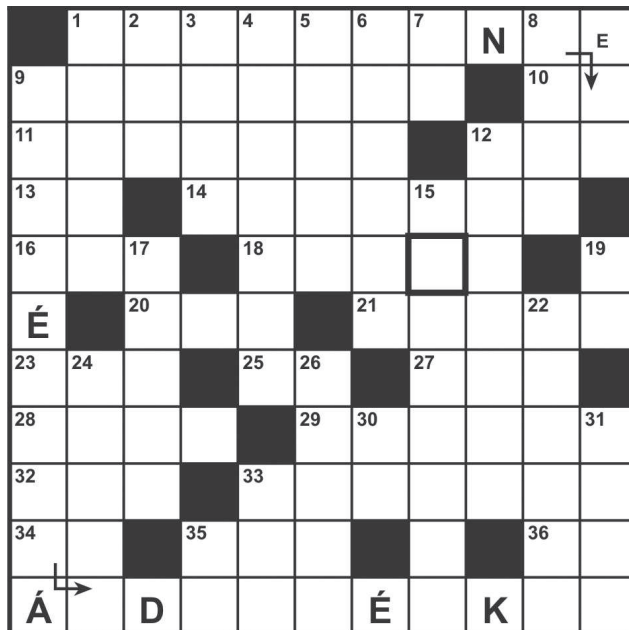
Lénárd Sándor hagyatékából a nyelvekről szóló íráskatszedte kötetbe a Typotex Kiadó. Az egyik fejezet címét kérjük az *Egy magyar idegenvezető Babel tornyában* című kötetből. A megfejtők között a könyv 5 példányát sorsoljuk ki. Jó fejtést!

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

Minden rejtvényünkben találnak egy-egy bekeretezett négyzetet. A 34. számunkban elkezdődő 12 hetes rejtvenyciklusunk végére a négyzetek betűi – helyes sorrendbe rakva – egy 120 éve született, Kossuth-díjas fizikatanár nevét adják meg. A név megfejtői között az Élet és Tudomány negyedéves előfizetését sorsoljuk ki.

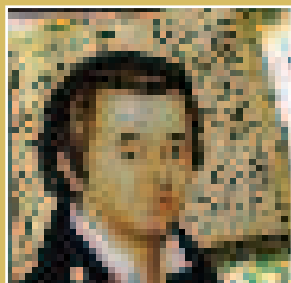
**VÍZSZINTES:** 1. A fejezetcím első része. 9. Sunyin alattomos. 10. Vonalvégek! 11. Ernyedés, konyulás. 12. Turistaellátó Vállalat (egykori cég), rövid. 13. Az argon vegyjele. 14. Szálak kuszálása. 16. Kórustagok ajkáról zeng. 18. Izraeli pénzegység. 20. Művészi testkép. 21. Pipamúzeumáról híres baranyai település. 23. Mitológia(i), rövid. 25. Akol egynemű betűi. 27. A rejtekből. 28. Forma, alak. 29. Kupolás török templom. 32. ... mail; légiposta. 33. Nyüzsög. 34. Film közepe! 35. Laosz NOB-jele. 36. Gyerünk már!

**FÜGGŐLEGES:** 1. József Attila egyik műsája. 2. Cserépkályhát épít. 3. A még távolabbi. 4. Naturista. 5. Ferdén álló. 6. Alföldi „borvároska” lakosa. 7. Air India, rövid. 8. ... Montand; egykori francia színész, énekes. 9. A fejezetcím második része. 12. Szervizozás. 15. Agítálva eltántorít. 17. Kossuth-díjas költő, műfordító



(László). 19. Bútoripari alapanyag. 22. Honlap „tartalomjegyzéke”. 24. Meghitt, békés jelenet. 26. Körszínház. 30. Páros szám! 31. Gyógyfürdőhely Somogyban. 33. A hétalvóéra rásüt a nap! 35. Világrész!

A 41. heti Élet és Tudomány rejtvényének megfejtése: **ÁRVA VÁRA, GYÖMBÉR, DEMÉNFALVI-JÉGBARLANG.** Danieél Kollár: *Szlovákia – Családi és osztálykirándulások* című útikalauzát (Cser Kiadó) nyerte: **Gerócs György** (Nagykanizsa), **Katona Antal** (Budapest), **Németh Attila** (Budapest), **Szentkereszty Gábor** (Budapest) és **Vágó Péter** (Budapest). A nyerteseknek gratulálunk, a könyveket postán küldjük el.



A 2015/2016-os tanévben 39. alkalommal rendezik meg a **Kitaibel Pál Középiskolai Biológiai és Környezetvédelmi Tanulmányi Versenyt.**

A megmérettetésben hazánk, valamint a szomszédos országok magyar tannyelvű középiskoláinak, kilencedik és tizedik, illetve nyelvi előkészítő (nulladik)

osztályos tanulói vehetnek részt. A versenyre a tanulók az iskolában a szaktanáruknál vagy az igazgatónál jelentkezhetnek **2015. november 16-ig.**

A verseny ismeretanyagát az Élet és Tudomány hetilapban, valamint a TermészetBÚVÁR folyóiratban a tanév során április közepéig megjelenő, jelzett cikkek adják. Az Élet és Tudományban kijelölt cikkek címei a lap hátsó borítójának belső oldalán található meg, illetve a verseny honlapján: <http://www.kitaibelverseny.hu>. A verseny minden fordulójában szerepelhetnek Kitaibel Pál életével és munkásságával, valamint hazánk környezet- és természetvédelmével kapcsolatos kérdések. Az előző tanévek versenyfeladatai és a részletes versenykiírás, a szaktanárok számára a szervezési feladatok szintén a verseny honlapján található meg.

A Szervezőbizottság



VÁLASSZA ÖN IS AZ EURÓPAI NYELVVIZSGA-BIZONYÍTVÁNYT!

TELC nemzetközi és államilag elismert nyelvvizsgák 7 nyelvből 4 szinten

Következő vizsgaidőpont:

2015. november 21.

Pótljelentkezés határideje: 2015. november 9.

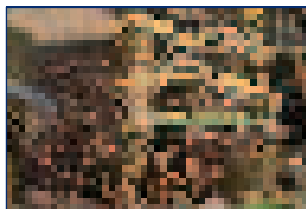
A vizsga előtt felkészítő tanfolyamok indulnak, azokról a [www.telc.hu](http://www.telc.hu) honlapon tájékozódhat.

Vizsgák  
A2, B1, B2  
és C1  
szinteken

TIT-TELC Nyelvvizsgaközpont

1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.  
ANGOL C2 1 1 060 TIT-TELC C1  
NÉMET C2 1 1 061 TIT-TELC C1

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

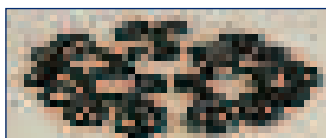


## Titkok világa

**Más/világ – A bronzkori élet rejtelmeként Északkelet-Magyarországon** címmel nyílt kétnyelvű (magyar-lengyel) kiállítás a

Herman Ottó Múzeumban. A tárlat a Borsod-Abaúj-Zemplén megye kora, középső és késő bronzkori kutatásainak legfrissebb eredményeit, az Északkelet-Magyarország területén nagyjából Kr. e. 2300 és 900 között élt őseink rejtelmekkel teli világát mutatja be. A titkokat több oldalról körüljáró tárlat központjában a Herman Ottó Múzeum számos leőhelyet érintő, legmodernebb kutatási módszerei, valamint az eddigi eredmények különféle értelmezési lehetőségei állnak.

Mint ahogyan azt a kiállítás címe is előrevetíti, a látogatókat egy izgalmas időutazásra hívják, ahol térben és időben a régészekkel az emberi természet és kultúra különbségeiről – vagy épp hasonlóságairól együtt gondolkodva ismerhetik meg a tárlatot. **A 2016. június 12-ig** látható tárlat arra ösztönzi látogatóit, hogy újraértékeljék mindazt, amit elődeink mindennapjairól és rítusairól, hiedelmeiről eddig gondoltak.



## ElőadáSOKK

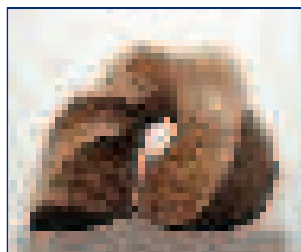
Az Eötvös10 Közösségi és Kulturális Színtér legkedveltebb programjai közé tartoznak az ismeretterjesztő előadások. *Dr. Kubassek János*, aki maga

is több külföldi tudományos expedíció résztvevője, illetve vezetője volt, most a program keretében folytatja a magyar világutazókat bemutató előadásorozatát **ElőadáSOKK: Magyar világutazók nyomában** címmel. Idén ősszel a világ olyan tájairól tart beszámolót, ahol maga is járt, de továbbra is fő célja, hogy a híres magyar világutazók, felfedezők nyomdokait követve mutassa be kalandos élet-történeteiket.

A következő, **november 10-i** előadás címe: **A Kili- mandzsárótól Nagymarosig - Kittenberger Kálmán Afrika-kutató, vadász-utazó emlékezete**, melyben a kalandos életű vadász-utazó életművét, küz-



delmeit, életveszélyes vadászkalandjait, gyűjtőmunkájának eredményeit, publikációs tevékenységét ismerhetik meg az érdeklődők. Korabeli archívumi és jelenkori felvételek tükrében felvillannak Tanganyika, Kenya szavannái és őserdői, azok a tájak, ahol Kittenberger legendás vadászútjait tette. Részletes elemzésben pedig az életmű értékeit és sokoldalú hatását, a tudós vadász utolsó éveinek eseményeit, Afrika-gyűjtőmunkájának és kiállításának 1956-os megrendítő pusztulását is végigkísérhetik a résztvevők.

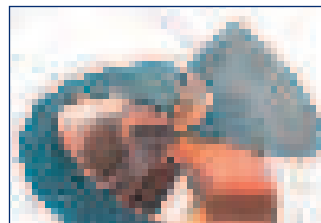


## 60 év

A kortárs magyar szobrászművészet egyik legfontosabb alkotójának, a Szentendréhez ezernyi szállal kötődő *Farkas Ádámmak* közel hat évtizedes munkásságából nyílt nagyszabású átte-

kintő kiállítás a szentendrei MűvészetMalomban **Térhajlatok és áthatások** címmel.

A számos szakmai díjjal kitüntetett, nemzetközileg is ismert és elismert művészt méltán nevezhetjük a hazai szobrászat ikonjának. Kisplasztikai és grafikai mellett sok fontos köztéri szobrot is jegyez, ilyenek például a szentendrei *Köszöntőszobor*, a villányi *Kőesés* vagy a pécsi *Recski emlékmű*. **A november 22-ig** látható kiállítás arra tesz kísérletet, hogy végigvezessen a nagy ívű és koherens életművön, felvonultatva Farkas minden fontos művét a korai, kísérletező alkotásoktól egészen a legújabb munkáikig.



## Sztenderdizált élettér

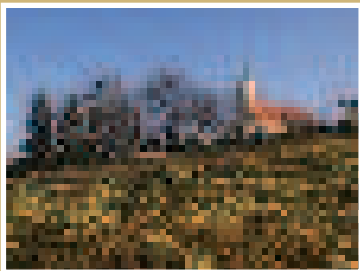
A lakótelep városiasodásban, illetve a társadalmi és gazdasági viszonyokban betöltött szerepének változását, valamint a szocializmus esztétikájának továbbélését vizsgálja **Lakótelep** projektjében *Szigethy Anna* festő- és fotóművész.

Az alkotó a Keleti Blokkban, közelebről Berlinben és Budapesten az 1950-60-as években rohamtempóban épült sztenderdizált lakótereket és a benne lakók mindennapjait különböző médiumokkal létre-



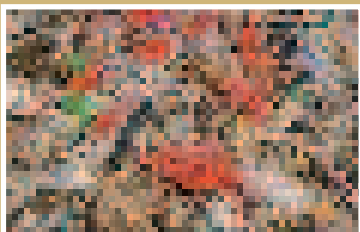
hozott elemekből, fotókból, tárgyakból, tervrajzokból és könyvekből álló installációval idézi meg, amely a budapesti FUGA kiállítóterében kapott helyet **november 8-ig**.

## KÖVETKEZŐ SZÁMUNKBÓL



### Temetők növénytani öröksége

Széchenyi István úgy tartotta, hogy „Ha tudni akarod, hogy egy nemzet mennyire becsüli a múltját, nézd meg a temetőit.” Debreceni botanikusok az elmúlt években majd ezer temetőben jártak a Kárpát-medencében ritka és veszélyeztetett növények után kutatva, és eddig több mint száz védett növényfajt találtak ezeken a megszentelt helyeken.



### Csomagoljunk lebomlóba!

A le nem bomló szintetikus műanyagok kedvő árúk illetve kiváló és széles skálán módosítható tulajdonságaik miatt szinte az élet összes területén használatosak. Bár a műanyagipar a fosszilis források néhány százalékát használja csak fel, mégis egyre nő az érdeklődés a biológiailag lebomló polimerek iránt.



### Nyelvében él a lélek

Embertől emberig leggyakrabban szavakkal kövezett út vezet. A lélek és a nyelv kölcsönhatásban van, így tartotta már Kosztolányi Dezső és ezt állítja Pléh Csaba is. A költő megfogalmazásában: „Sohase lehet eléggé bámulni azon, hogy az ember beszél, és a lehelete mozgatta hangszálaival közölni tudja azt, amit gondol és érez. Ez a lehelet maga a lélek, maga a csoda.”

## KITAIBEL

Es számunknak a Kitaibel Pál középiskolai biológiai tanulmányi verseny anyagát adó cikkei: *Legalább 4,1 milliárd éves a föld élet A fészkelésre is hat a fényszennyezés*



## ÉLET ÉS TUDOMÁNY

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT HETILAPJA

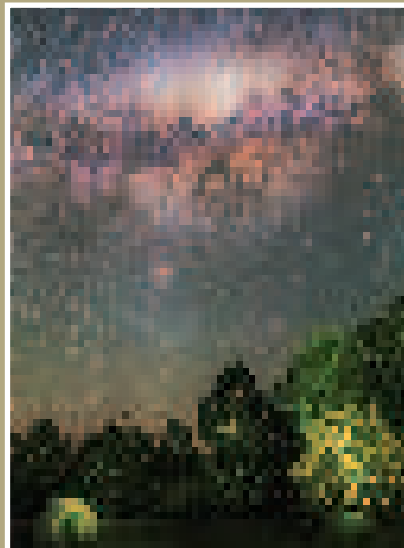


Főszerkesztő: **Gózon Ákos** • Szerkesztőség: 1088 Budapest, Bródy S. u. 16. • Titkársági telefon: 327-8950; Tel/Fax: 327-8969. • E-mail: [eltud@eletestudomany.hu](mailto:eltud@eletestudomany.hu) • Postacím: 1428 Budapest, Pf. 47 • Honlap: <http://www.eletestudomany.hu> • Lapunk megtalálható a Facebookon is • Kiadja: Tudományos Ismeretterjesztő Társulat • Felelős kiadó: Bojárszky Péter Eszter, a TIT Szövetségi Iroda igazgatója • Postacím: 1431 Budapest, Pf. 176 • Nyomás: Ipress Center CE Zrt. • 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, Csépe Valéria, Falus András, Forgács Iván, Freund Tamás, Grétsy László, Hámosi József, Herczeg János, Horváth Tibor, Juhász Árpád, Kerner István, Kroó Norbert, Makara B. Gábor, Marosi Ernő, Pléh Csaba, Sólyom László, Szabó Miklós, Szentgyörgyi Zsuzsanna, Szörényi László, Takács László, Tátrai Zsuzsanna, Vámos Tibor, Varga Benedek, Vásárhelyi Tamás • Rovatvezetők: Albert Valéria (földtudományok, mezőgazdaság), Papp Csilla (történelem, néprajz, régészet), Pásztor Balázs (kémia, fizika, informatika) • Olvasószerkesztő: Tegzes Mária • Tervezőszerkesztő: Zsigmondné Balázs Ildikó • Grafikus: Lévárt Tamás • Szerkesztőségi irodavezető: Horváth Krisztina • Minden jog fenntartva! • A meg nem rendelt fényképekért és kéziratokért nem vállalunk felelősséget. • Előfizethető a Magyar Posta Zrt. Hírlap Üzletágánál a 06-800-444-444-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 örzünk 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 117209



A háttapon

### A déli Tejtút

A Fény Nemzetközi Évének alprogramjaként a Nemzetközi Csillagászati Unió 2015-ben meghirdette a Kozmikus Fény Évét, tartalmilag hasonlítva a Csillagászat Éve 2009-es programjaihoz. Témaként szerepel a kitűzött célok között az Univerzum titkainak képekben történő tolmácsolása is a nagyközönség felé.

Sokak képzeletét megragadja a déli félteke Tejtútjának a látványa. Hazánk földrajzi szélességéről szemlélve galaxisunk középpontja csak alacsonyan látható a horizont felett, a „túloldalról” nézve viszont magasan a fejünk felett ragyog a Tejtút leglátványosabb része. A fotó ez év szeptemberében, az Ausztráliában található Namadgi Nemzeti Parkból készült. Az ötödik kontinens fővárosától, Canberrától délnyugatra fekvő területen eszményi kilátás kínálkozott az egyik legszebb állatövi csillagkép, a Skorpió irányába. A asztrofotózásra előre kiszemelt, városi fényszennyezéstől távoli kis fennsík gránit-szikláit felett, szabad szemmel nézve is drámai hatást keltett az említett, épp fejtetőn álló konstelláció, ami a fotón még kontrasztosabb benyomást nyújt. A terület legfényesebb csillaga, az Antares (alfa Scorpii) közelében ez alkalommal a Szaturnusz tartózkodott, új köntöst adva az égi alakzat olójának. A Skorpió fullánkja irányában, a képen felfelé haladva egyre-másra tűnnek fel a Tejtútrendszer középpontjára jellemző, nyílt- és gömbhalmazok, sötét porfelhők, valamint – a speciálisan asztrofotózásra kifejlesztett kamerának köszönhetően – a vöröslő diffúz ködök is.

Kép és szöveg: **LADÁNYI TAMÁS**

