

A MARSÍ ÉVSZAKOK

A NASA Curiosity marsjárója közel négy éve dolgozik a Mars felszínén, ami két marsi évnél felel meg, vagyis elég ahhoz, hogy egyes évszakos változásokat ki tudjanak mutatni. A marsjárót 2012. augusztus 6-án tette le a hordozója a Gale-kráterben, végső célja a kráter közepén magasodó Aeolis-hegy. Útközben a geológiai vizsgálatok mellett a guruló laboratórium folyamatosan meteorológiai méréseket is végez. A légkör télen tiszta, tavasszal és nyáron poros, ősszel szeles, ennek megfelelően a látótávolság nyáron csak 30 km, télen viszont akár 130 km-re is ellátni.

A Marson az évszakokat a bolygó a Földével csaknem azonos, 25 fokos tengelydőlése okozza. Eltérés viszont, hogy a Mars elnyúltabb ellipszis alakú pályája miatt a déli félgömbjén (ahol a Gale-kráter található) a tél hosszabb, a nyár pedig rövidebb a negyed marsi évnél. Az eltelt két marsi év alatt a Curiosity „környezetfigyelő állomása” (REMS, Rover Environmental Monitoring Station) +15,9 °C és -100 °C közötti hőmérsékleteket mért, előbbi egy nyári délutánon, utóbbi egy téli éjszakán. A 0 °C fölötti hőmérséklet ritka kivételnek számít, a napi maximumok havi átlagai ezt soha nem érték el, nyáron legfeljebb megközelítették, télen a -30 °C körüli átlagos napi maximum a jellemző. Ugyanakkor a jellemző minimumok nyáron -70 °C, télen -90 °C körüliek.

Kimutatták az évszakos ingadozást a légkör víztartalmában és relatív nedvességében is. A Gale-kráterben a légkör rendkívül száraz, mindössze 40 ppm vizet tartalmaz, vagyis egymillió gázmolekula közül átlagosan csak 40 a H₂O (a Földre jellemző átlagérték 20 000 ppm). Nyáron 30–60 ppm a légkör víztartalma, míg télen 10–20 ppm. A relatív nedvességtartalom nyáron mindössze 10–20% közötti. Télen a légkör annyira lehül, hogy a kisebb páratartalom ellenére a relatív nedvességtartalom a 70%-ot is megközelítheti. Ez elvben elég ahhoz, hogy a pára kifagyjon a talajra, de ennek a Curiosity nem találta nyomát.

A Curiosity a hangolható lézerspektrométerével a metán szintjét, illetve annak évszakos változását is követte a kráterben. 2013 végén és 2014 elején, a helyi ősz idején néhány héten keresztül 7 ppbv (milliárdod térfogatrés) nagyságú metáncsúcsot mutatott ki a műszer, elsősorban azért, mert a korábbi mérések nem adtak egyértelmű eredményt. Bár a metán a leggyakoribb szénhidrogén a Naprendszerben, de a Nap ibolyántúli sugárzása hatására könnyen elbomlik, akkor pótlódnia kell, ami szervesen vagy szerves úton is történhet. Leszállása után a Curiosity 0,18 ppbv metánt talált, igaz, ±0,67 ppbv bizonytalansággal. A csúcs után ismét alacsony, általában 0,3 és

0,8 ppbv közötti értékeket mértek. Egyes kutatók azt tételezték fel, hogy a metán megjelenése esetleg szezonális lehet, ezért abban reménykedtek, hogy a következő ősszel újra jelentkeznek a kiugró csúcs. Nem így történt, a metán mért szintje alacsony maradt, sőt inkább az átlag alatti értékeket mértek. A csúcsot egyszerű, kiugró, véletlen eseményként könyvelték el, mindamellett a Curiosity a metán mérését is folytatja. Most úgy gondolják, hogy az őszi alacsonyabb metánkoncentráció az erősebb nyári ibolyántúli sugárzás utóhatása lehet.

(www.skyandtelescope.com, 2016. május 19.)

MEGÉRKEZETT A JUNO

Július 5-én hajnalban öt évig tartó utazás végén megérkezett a Jupiterhez a NASA Juno űrszondája. Az érkezéséről nem készült képek, mert a kritikus manőver idejére minden tudományos műszert kikapcsoltak. A Juno érkezésekor a Jupiter 5,8 csillagászati egység (869 millió km) távol volt a Földtől, ami 48 perc fényútnak felel meg. A szonda 58 km/s sebességgel érkezett, amit a hajtóműve 35 perces működtetésével 0,542 km/s-mal csökkentettek, így 53,5 nap keringési idejű pályára állt az óriásbolygó körül. Ennek megfelelően augusztus végén, majd október 19-én jut ismét a Jupiter közelébe, utóbbi alkalommal a tudományos vizsgálódáshoz alkalmasabb, 14 napos keringési idejű pályára állítják át.

A szonda 2011. augusztus 5-én indult, majd 2016. október 9-én visszajött a Föld közelébe, hogy bolygónk gravitációs lendítő hatását kihasználva gyorsabban érje el a Jupitert. A Juno a NASA három New Frontiers (új határok) küldetése közül a második, a Plútóhoz tavaly megérkezett New Horizons és az idén szeptemberben a Benu kisbolygó felé induló OSIRIS-REX között.

A küldetés három fő feladata a Jupiter pólusvidékén a magnetoszférája vizsgálata, a légkör összetételének meghatározása és belső szerkezetének felderítése. Keringése során a Juno minden korábbi szondánál jobban megközelíti a felhőtakaró tetejét: mindössze 4200 km-re, miközben mélyen behatol a bolygó erős sugárzási öveibe. A kutatók arra is választ várnak, van-e víz az óriásbolygó légkörében. A Juno a Jupiter gravitációs terét is feltérképezi, ahol egy relativisztikus hatás vizsgálatára is lehetőség nyílik. Küldetése 2018. február 20-ig tart, akkor bevezetik a Jupiter légkörébe, ahol megsemmisül.

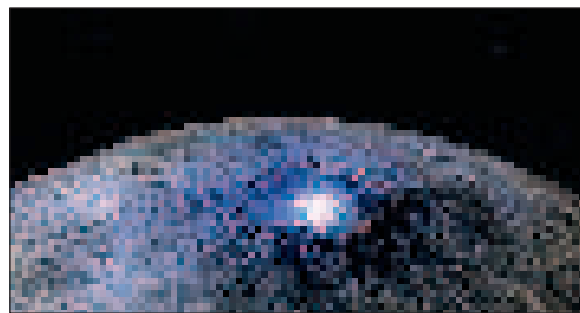
A Juno az alábbi műszerekkel vizsgálja a Jupitert: kamera, ibolyántúli képalkotó spektrográf, infravörös térképező a sarki fény vizsgálatára, rádió- és plazmahullám detektor, nagy energiájú részecskék detektora, a sarki fény szerkezetét vizsgáló műszer, magnetométerek és a gravitációs teret mérő műszer és mikrohullámú radiométer. A műszereket titánból készült tartályban helyezték el, hogy védjék az erős sugárzástól.

A Juno az első, a Naprendszer külső térségében dolgozó űrszonda, amelyik nem radioizotópos generátorral, hanem napelemekkel működik. Ennek megfelelően napelemei hatalmasak. A három, egyenként 24 m²-es napelemtáblája 500 watt elektromos energiát termel, amelynek a felét a műszerek fűtésére kell fordítani. A bolygó erős mágneses terében gyorsan mozgó nagyméretű napelemtáblákon időnként egymillió amper erősségű áram is generálódhat. További veszélyt jelent a szondára az erős mágneses tér, másfél éves működése alatt 20 000 000 rad sugárterhelés éri a szondát (a Földön a tengerszinten egy év alatt a természetes háttér kb. 1/3 rad sugárterhelést jelent).

(www.skyandtelescope.com, 2016. július 5.)

SÓFOLT A CERESÉN

A 2015 áprilisa óta a Ceres körül keringő Dawn űrszonda (*Természet Világa*, 2015. június) első felvételein már feltűnt néhány feltűnően világos folt az Occator nevű kráterben (lásd: *Természet Világa*, 2015. november). Mostanra a szakembereknek vélhetően sikerült tisztázniuk a különös foltok mibenlétét. Először jégre gyanakodtak, később azonban kimutatták, hogy a jég nem maradhatna meg a Ceres felszínén – rövid idő alatt szublimálna. Tavaly decemberben vetődött fel, hogy az Occator foltja (hasonlóan a Ceresen sokfelé másutt található kisebb, halványabb világos foltokhoz) mag-



Sófolt az Occator kráterben

nézium-szulfátot tartalmazhat. Ugyanakkor a *Nature* június 29-i számában a Dawn adatain dolgozó kutatók arról számolnak be, hogy nátrium-karbonát sót mutattak ki, amibe némi ammónia keveredik.

Eddig a Földön kívül csak a Szaturnusz egyik holdján, az Enceladuson sikerült nátrium-karbonátot kimutatni. Ez a só folyékony víz és bizonyos ásványok kölcsönhatása eredményeképpen keletkezik. A kutatók úgy vélik, hogy a sós víz a felszín alól törhetett fel, a víz elpárolgott, a só pedig visszamaradt. Azt viszont nem tudják, honnan jöhetett a folyékony víz, de elképzelhető, hogy az Occator krátert mintegy 80 millió évvel ezelőtt létrehozó becsapódás olvasztotta meg a felszín alatti jég egy részét, majd a víz a kőzet repedésein keresztül érhetette el a felszínt. Az sem zárható ki, hogy a víz a felszín közelébe érve forrni kezdett, gejzíreket hozva létre.

Mások azt is megállapították, hogy a Ceres felszíne alatt bőven található jég. A kráterek „kisimulását” vizsgálták, mert feltételezték, hogy a földi gleccserek folyásához hasonlóan a felszín alatti jég a Ceresen is elmozdul, kisimítva a kráter létrejöttékor deformálódott felszínt. Minél több jég van a felszín alatt, annál gyorsabb lehet ez a folyamat. A kráterek vizsgálata alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a Ceres felszíne alatt, de nem túl mélyen az anyag térfogatának 30–40%-át teszi ki a jég, a többi kőzetek, sók és más anyagok alkotják. (www.skyandtelescope.com, 2016. június 30.)

DAGANATOS ERDÉLYI KACSAŐRÚ DINOSZAURUSZ

A paleontológusok első alkalommal fedeztek fel arcdaganatot fosszilis gerincesmaradványon. A beteg állat egy erdélyi törpenövésű, primitív kacsacsőrű dinoszaurusz volt (*Telmatosaurus transsylvanicus*). A nemzetközi kutatócsoport által dokumentált, nem-rákos jellegű tumor embereknél, emlősöknél és néhány modern hullónél is ismert, de eddig soha nem észlelték a fossziliákon. A 67–69 millió éves ősmaradványt a Hátszegi-medencében, a Dinosaurusz Geopark területén találták kréta időszaki folyóüledékekben. A koponya deformálódására egyből felfigyeltek, de annak oka mostanáig nem volt egyértelmű.

A Svájcban elvégzett mikroCT vizsgálat mutatta ki, hogy az állatnak jóindulatú, fogeredetű daganata volt (ameloblastoma). A korai fejlettségi stádiumban lévő tumor valószínűleg nem okozott fájdalmat a még nem teljesen felnőtt állatnak, és minden bizonnyal nem ez okozta a pusztulását. Közvetett módon azonban végzetes lehetett, mivel számos modern példa igazolja, hogy a ragadozók előszeretettel választják ki áldozatukat a többiektől eltérő, betegnek látszó egyedek közül. További kutatásokat igényel annak megállapítása, hogy a kacsacsőrűek a



többi dinoszaurusznál hajlamosabbak voltak a daganatok kialakulására, vagy csak véletlenül alakult ki éppen a *Telmatosaurus*nál.

(*Scientific Reports*, 2016. július)

GOMBAMARADVÁNY A BALTI BOROSTYÁNKÖVEKBŐL

A borostyánkővekben fosszilizálódott rovarok és növények sokat elárulnak az egykori ökoszisztémákról, sőt néha még a különböző fajok közötti ökológiai kapcsolatot is feltárják. A Balti-tenger partján gyakoriak az 50 millió éves borostyánkővek, amelyek a mainál jóval melegebb éghajlaton képződtek szubtrópusi fenyőerdőkben. Az egyik példányban gombamaradványt találtak, ami mellett megfigyelhető egy emlős szőrszál, és egy rovar külső váza is. Más területeken már találtak korábban fosszilis gombákat, de a balti borostyánkővekben ez az első ismert lelet, ami új nemzetséget és fajt képvisel.

Az együtt fosszilizálódott három maradvány sokat elárul a korabeli történetről. Az egykori fenyőfa tövében növekvő kicsi gombát leharapta egy rágszál, és a borsáskaszerű rovar is próbált enni belőle. Ekkor azonban a fa nedve a ráfolyt a gombára és a két lakmározóra. A rágszál rögtön elmenekült, mindössze egy hátramaradó szőrszála bánta a kalandot. A jóval kisebb termetű rovar nagyobb bajba keveredett, és csak úgy tudott elmenekülni, hogy szó szerint azonnal kiugrott a ragados nedvbe beletapadó külső vázából. Az volt a szerencséje, hogy növekedés közben rendszeresen levedlette a kinőtt „ruháját” a felnőttkor eléréseig, ami rövid élettartam esetén akár néhány havonta bekövetkezhetett. Ebben az esetben ez a képessége mentette meg az életét, hogy gyorsan ki tudott bújni a külső vázából.

(*Fungal Biology*, 2016. július 14.)

KÓROKOZÓK UTAZNAK A MŰANYAG RÉSZECSKÉKEN

Ahogy a víz hőmérséklete, egyre nagyobb valószínűséggel jelennek meg a potenciálisan patogén baktériumok. Az Alfred Wegener Intézet kutatói bebizonyították, hogy e baktériumok csoportja képes fennmaradni a mikroplasztik részecskéken.

A nyári hőhullámok hatására könnyen elszaporodhatnak a kórokozó baktériumok az Északi- és a Balti-tengerben. Ez elmúlt években a súlyos hasmenést és gyuladást okozó *Vibrio* nemzetségbe tartozó baktériumok is megjelentek. A *Vibriók* a klímaváltozás nyertesei, mert számuk a hőmérséklet emelkedésével növekszik. A mérsékelt nyarakon a baktérium csak szórványosan fordul elő a tengervízben, de a hőhullámok alkalmával robbanásszerűen képes szaporodni, ha a vízhőmérséklet 22 fok fölé emelkedik. Különösen a Balti-tenger partközeli területén a hőhullámokat kapcsolatba hozták a *Vibrio vulnificus* baktérium okozta betegségekkel és halálesetekkel. A kutatók mintát vettek a tengerből és megvizsgálták, hogy a baktérium előfordul-e az újfajta élőhelyen, a plasztiszférán. Baktériumok, gombák és mikroalgák biofilmet alkotnak a műanyag részecskék felületén. A biofilm összetétele a felület állapotától és a környező vízben élő szervezetektől függ. Génszekvenálással bebizonyosodott, hogy a *Vibrio* is része lehet ennek az ökológiai rendszernek.

A kutatáshoz az Északi- és a Balti-tenger 62 állomásán vettek mintát, ezen kívül Neuston katamaránnal közvetlenül a víz felszíne alól is kiszűrték a mikroplasztik részecskéket. Összesen 185 részecskét gyűjtöttek, ezek közül 19-en mutatták ki a *Vibriót*, amit általában ugyanarról az állomásról származó vízmintában is megtaláltak. A jó hír az, hogy kórokozó genotípust nem mutattak ki. Az Északi- és a Balti-tengeren már szűrőpróbaszerűen vizsgálták a vízmintákat a *Vibrio* fajra. Aggodalomra adna okot, ha a *Vibrióval* „telített” mikroplasztik részecskék a jövőben rendszeresen megjelenének, mivel a biofilmen általában magasabb a baktériumsűrűség, mint a nyílt vízben.

(sciencedaily.com, 2016. július 22.)

DAGANATOS ÁLLATOK

Kagylóknál a rákos megbetegedés fertőző lehet. A *Nature* folyóirat tudósítása szerint egy a leukémiához hasonló betegség a tengeri állatok esetében átvihető egyik egyedtől a másikig. Egy kutatás eredményei a daganatok egy figyelemreméltó képessége mutattak rá: hogy

túlélésüket és szaporodásukat biztosítsák, a rák akár egyik fajról a másikra is képes átterjedni.

Michael Metzger, a New York-i Columbia Egyetem kutatója és munkatársai háromféle kagylót vizsgáltak: egyfajta kékkagylót (*Mytilus trossulus*), a hagyományos szív-kagylót (*Cerastoderma edule*), valamint az arany szőnyegkagylót (*Polittapes aureus*).

A rákos megbetegedés az állatoknál a keringésben lévő feleslegesen sok és nagyméretű, módosított sejtek jelenlétében nyilvánul meg. A beteg állatok hemolimfája – a vérsejtek és a nyirok keveréke – besűrűsödik, nem átlátszó, az állatok szöveteit pedig fokozatosan a rákos sejtek tömítik el.

A kutatók Spanyolország és Kanada különböző területein gyűjtöttek kagylókat az említett három fajból, függetlenül attól, hogy az állat beteg volt-e vagy sem. Ezután elemezték a rákos sejtek DNS-ét, valamint az egészséges szöveteket. A vizsgálat során megállapították, hogy a beteg és az egészséges szövetekben bizonyos genetikai jellemzők nem egyeznek meg, ugyanakkor a különböző állatok daganataiban ugyanazokat a jellemzőket találták. A kutatók szerint ez arra utal, hogy a rákos sejtek az egyes egyedekről kerültek át a másikra.

Az arany szőnyegkagyló rákos sejtjeiben egy másik szőnyegkagyló faj, a *Venerupis corrugata* genetikai jegyeit találták. Ráadásul ennél a fajnál vadon élő példányoknál eddig még nem találtak rákos elváltozást. Lehetséges, hogy a pöttyös szőnyegrák (*Venerupis corrugata*) az evolúció során megtalálta a rák legyőzésének módját, ezért kellett a ráknak más fajra váltania. A kísérletek bebizonyították, hogy a fertőző rákos sejtek továbbadása széles körben elterjedt jelenség a tengeri környezetben. A tumor általában egyetlen fajra korlátozódik, a jelenlegi információk szerint a rákos megbetegedés átvitele egyik fajról a másikra a kivevelek közé tartozik.

Jelenleg összesen nyolc fertőző rákos vonal ismert az állatoknál: egy a kutyáknál, kettő az erszényes tasmán ördögnél és öt a négy kagylófajnál. Annak a lehetősége, hogy a rákos sejtek fertőző közvetítőkké váljanak, felveti a kérdést, hogy mit jelenthet ez az ember rákkal való megfertőződésének esetében. Emberről emberre történő átvitel eddig csak ritkán figyeltek meg, például szervátültetés követően, vagy terhesség alatt. Ezek azonban csupán egyedi esetek, melyek soha nem terjedtek túl a két érintett emberen.

(*spiegel.de*, 2016. június 23.)

ÖNGYÓGYÍTÓ MŰANYAGOK

Milyen bosszantó, ha egy műanyag termék a földre esik és összetörik. Hiszen az egész több, mint részeinek összessé-

ge. Ezt az ősi bölcsességet kérdőjelezi meg a Leobeni Polimeralkalmassági Központ (Polymer Competence Center Leoben – PCCL), ahol olyan ragasztókat vizsgálnak, amelyek adott utasításra ragasztótulajdonságukat kinyilvánítják vagy éppen elveszítik: vagyis a ragasztóanyag adott utasításra meg tudja változtatni tulajdonságát. Gondoljunk például az öntapadó fóliákra, melyekre csupán a termelési folyamatban van szükség, utána már nem. Ezek ragasztótulajdonsága bizonyos hullámhosszú fényrel való besugárással egyszerűen megszüntethető.

A műanyagok alkalmazási köre óriási, s ennek megfelelően változatosak a PCCL kutatási területei is. A repülőgép- és autópárhazban a szén-kompozit anyagok segítségével történő szerelés (szénszál erősítésű műanyagok – CFK) nagy szerepet játszik. Szénszálal alkatrészeket használnak például az elektromos autókban, vagy a repülőgépekben. Ez felveti a kérdést, hogyan lehet javítani őket károsodás esetén. A PCCL olyan különböző lehetőségeket vizsgál, hogy azok ismét használhatók legyenek. A PCCL hosszú távú kutatásokat végez a ragasztott javításokról, valamint a fényérzékeny ragasztókról. Ezek ugyanis szerepet játszhathatnak az újrahasznosításban. Egy kész autóban mindennek megvan a helye: a műanyag, a fém, az alumínium. Ha az alkalmazott ragasztóanyagok megfelelő hulladékkezelésére találnának megoldást, akkor egyszerű lenne a különböző anyagokat különválasztani. Ilyen reverzibilis vegyületek azonban még nem léteznek.

A fenntarthatóság témája más szempontból is fontos a PCCL számára. Azon dolgoznak, hogy szennyvízcsövekhez újrahasznosított műanyagot használhassanak. Ez nagy kihívás, mivel a csőgyártók célja, hogy termékeik a szennyvizet legalább 100 évig megbízhatóan elvezessék. Egy csőtörés ugyanis szennyvízcsövek esetében hatalmas károkat jelenthet.

A PCCL a világ minden tájáról egyetemi és vállalati partnerekkel dolgozik együtt. Emögött sok bizalom rejtőzik, mivel a kutatás mindig kockázatos: a kimenet sohasem garantálható. Ilyen kimenet lenne például a fény hatására működésbe lépő „öngyógyító” tulajdonságú műanyag. Ha például egy szerkezetileg kritikus műanyag alkatrész egy távoli szélöröműben megreped, valakinek oda kell utaznia, fel kell másznia, majd le kell másznia, és így tovább. Besugárással azonban a polimerláncok belső szerkezetüket maguktól helyre tudnák állítani.

(*www.diepresse.com*, 2016. július 18.)

E számunk szerzői

DR. BENCZE GYULA, a fizikai tudomány doktora, MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, Rézecske- és Magfizikai Intézet, Budapest; DR. BOTH ELŐD csillagász, Budapest; DR. BÓKONY VERONIKA PhD, tudományos főmunkatárs, MTA, Agrártudományi Kutatóközpont, Növényvédelmi Kutatóintézet, Lendület Evolúciós Ökológiai Kutatócsoport, Budapest; DR. CSABA GYÖRGY professor emeritus, Semmelweis Egyetem, Genetikai, Sejt- és Immunbiológiai Intézet, Budapest; GYENGE ÁDÁM matematikus, MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet, Budapest; DR. HETTYEY ATTILA PhD, tudományos főmunkatárs, csoportvezető MTA, Agrártudományi Kutatóközpont, Növényvédelmi Kutatóintézet, Lendület Evolúciós Ökológiai Kutatócsoport, Budapest; KAPITÁNY KATALIN szerkesztő, Természet Világa, Budapest; DR. KAPRONCZAY KÁROLY orvostörténész, a Semmelweis Orvostörténeti Múzeum, Könyvtár és Levéltár ny. főigazgatója, Budapest; DR. KÁNTOR SÁNDORNE egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Geometria Tanszék, Debrecen; LANDY-GYEBNÁR MÓNIKA amatőrcsillagász, Magyar Csillagászati Egyesület, Veszprém; DR. MERKL OTTÓ főmuzeológus, Magyar Természettudományi Múzeum Állattára, Budapest; DR. NAGY ZOLTÁN professzor emeritus, főigazgató, Országos Klinikai Idegtudományi Intézet, Budapest; PÁTKAI ZSOLT meteorológus, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest; DR. RADNAI GYULA egyetemi docens, ELTE TTK, Anyagfizikai Tanszék, Budapest; REZSABEK NÁNDOR csillagásztörténész, Budapest; SZILI ISTVÁN ny. főiskolai tanár, Székesfehérvár; ÜVEGES BÁLINT PhD, tudományos segédmunkatárs, MTA, Agrártudományi Kutatóközpont, Növényvédelmi Kutatóintézet, Lendület Evolúciós Ökológiai Kutatócsoport, Budapest; DR. VOJNITS ANDRÁS biológus, Budapest.

Októberi számunkból

Both Előd: Európa újra a Marsra megy *Venetianer Pál*: Vannak-e egészségvédő géneink?

Kereszty Zsolt: 2015 meteorithullásai

Tószegi Zsuzsanna: Angkor –

a turizmus hatása a romvárosra

Trájer Attila: Az ösküi sziklaüreg

Vasas Gizella: A lilatönkü pereszke

Landy-Gyebnár Mónika: Lyukak a

világ végén