

## KÉT CSAPÁS A SÖTÉT ANYAGRA

A Világegyetem anyagának nagyobb részét kitevő, mindeddig ismeretlen, úgynevezett sötét anyagra az eddig legígéretesebb jelöltek az gyengén kölcsönható, nagy tömegű részecskék (WIMP) voltak. Két újabb kísérlet azonban megkérdőjelezi az eddigi eredményeket. A sötét anyag definíció szerint nem lép kölcsönhatásba a fénnyel, ezért nemcsak sötét, hanem átlátszó is. Jelenlétéről csak gravitációja, például a galaxisok forgására gyakorolt hatása árulkodik. A WIMP-ek elmélete szerint a titokzatos részecskék a gyenge magerővel is kölcsönhatásra lépnek, ezért a WIMP részecskék nagyon ritkán előforduló ütközései nagy atommagokkal kimutatható jelet hoznának létre. A mérési eredmények egymásnak ellentmondóak voltak, egyes detektorokban kimutatta 10 GeV körüli tömegű WIMP-eket, másokban azonban nem. Legújabbban amerikai fizikusok a korábbi hasonlónál hússzor érzékenyebb LUX (Large Underground Xenon) kísérletben próbálták kimutatni a WIMP-eket. Az elmélet szerint a kísérlet működésének első 85 napja alatt 1550 jelet kellett volna detektálni – helyett egyetlen egyet sem találtak. Most az elméleti fizikusokon a sor, ám nemcsak a WIMP-ek hiányát kell megmagyarázniuk, hanem a korábban más kísérletekben a WIMP-eknek tulajdonított jeleket is értelmezniük kell.

A WIMP-ek standard elmélete szerint ezek a részecskék egyben saját antirészecskéik is, tehát, ha valahol a világűrben találkoznak egymással, akkor a tömegüknek megfelelő energiájú gammavillanás formájában annihilálódnuk kellene. A NASA gammatartományban működő Fermi-űrtávcsövével megpróbálták ilyen gammasugárzás nyomára bukkanni, azonban 25, a Tejútrendszerhez közeli törpegalaxis alapos átvizsgálása ellenére nem találtak. Egyelőre persze a Fermi-távcső negatív eredményei sem zárják ki egyszer és mindenkorra a WIMP-ek létezését, mert az eredmények megfelelő értelmezéséhez fontosabban kellene ismereni a WIMP-ek egymással és a közönséges anyaggal való ütközési valószínűségeit. A Fermivel dolgozó kutatók mindenesetre folytatják a megfigyeléseket, és bíznak abban, hogy hamarosan mégis rábukkanhatnak a WIMP-ek annihilációjából eredő gammajelekre. (*www.skyandtelescope.com, 2013. október 30.*)

## SZUPERVULKÁNOK A MARSON

Régóta tudjuk, hogy vulkánok tekintetében a Mars jócskán felülmúlja a Földet. Legnagyobb vulkáni kúpja, a Nix Olympica leg-

alább 22 kilométerrel emelkedik a környező síkság fölé. Az űrszondák méréseinek legújabb elemzéséből azonban az derül ki, hogy a bolygó felszíne alatt még ennél is hatalmasabb tűzhányók, valószínűleg egy szupervulkán maradványai rejtőznek. A Földön azokat a nagy kiterjedésű, alacsony vulkánokat nevezzük szupervulkánoknak, amelyek alkalmanként legalább 1000 köbkilométer vulkáni hamut és lávát dobnak ki. (A Mt. St. Helens 1980-as kitörésekor a kidobott anyagmennyiség csupán 1 köbkilométer volt.) A Föld történetében csak néhány szupervulkán kitörésének a nyomait ismerjük. Az amerikai kutatók véleménye szerint valaha a Marson is előfordulhattak hasonló, gigantikus kitörések. Az űrfelvételken a bolygó mélyebben fekvő északi és magasabb déli félgömbje határára elhelyezkedő Arabia Terra területet vizsgálták meg. Hét szabálytalan alakú, 20 kilométert meghaladó kiterjedésű mélyedést fedeztek fel. Értelmezésük szerint ezek azoknak a tál alakú vulkáni krátereknek a maradványai, amelyek akkor keletkeztek, amikor a felszín alatti magmakamra robbanásszerű összeomlásakor a magma kidobódott. Ezeket a marsi mélyedéseket korábban becsapódások nyomainak gondolták, a részletesebb vizsgálat azonban több hasonlóságot mutatott a földi vulkáni kalderákkal, mint a becsapódási kráterekkel. Amennyiben az Arabia Terra óriási mélyedései valóban kihunytt tűzhányók, akkor egykori működésük magyarázhatja a Mars egyenlítői vidékén több helyen megtalált, hamuszerű törmelékkel álló, vastag üledékréteget. (Ezt az anyagot már a NASA Opportunity roverje is vizsgálta, újabban pedig a Curiosity is megtalálta a nyomait a Gale-kráterben.) (*www.skyandtelescope.com, 2013. október 2.*)

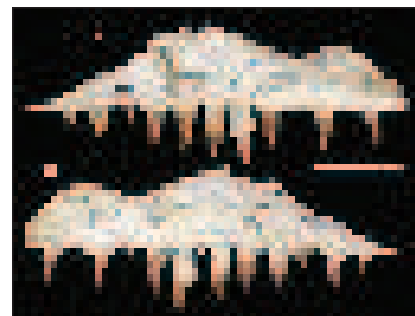
## AZ URÁNUSZ KÜLÖNÖS KÍSÉRŐJE

Lagrange munkássága óta tudjuk, hogy a bolygók pályáján a bolygó előtt és mögött 60 fokkal létezik egy-egy gravitációsan stabil pont, vagy inkább környezet ( $L_4$  és  $L_5$ ). Az ennek környékén keringő apró égitestek keringési ideje megegyezik a bolygóéval, amelyhez tartoznak. A legtöbb trójai kísérőt a Jupiter mondhatja magáénak, közel hatezret (bár a felfedezések tempóját figyelve, mire e sorok megjelennek, már bizonyára meg is haladja a számuk a hatezret). Egyes becslések szerint a Jupiter trójai kísérőinek száma (egy kisbolygóövből keringő testek számát. A Neptunuszhoz mindössze kilenc jutott, bár az elméleti megfontolások szerint tízszer többnek kellene lennie, mint a Jupiternek. Sőt, néhány éve tudjuk, hogy a Földnek is

jutott egy, nevezetesen a 2010 TK<sub>7</sub> jelű apró égitest. Érdekes, hogy a két óriásbolygó trójai kísérőinek kétharmada, valamint a Földé a rendszereik  $L_4$  pontjai körül mozognak.

A trójai kísérők száma azonban nem a bolygók méretétől függ. Az űrdinamikával foglalkozó szakemberek kimutatták, hogy a Szaturnusz és az Uránusz úgynevezett trianguláris Lagrange-pontjai nem stabilak. Éppen ezért meglepő, hogy a Brit Columbiai Egyetem csillagásza az általuk felfedezett 2011 QF<sub>99</sub> égitestről kimutatták, hogy az Uránusz  $L_4$  pontja körül végzi a mozgását. A 14 hónapon át végzett megfigyelések és a számítógépes szimulációk eredményeképpen kimutatták, hogy a 60 km átmérőjű égitest valószínűleg csak ideiglenesen kíséri az Uránuszt. A bolygó valószínűleg csillagászati értelemben a közelmúltban, legfeljebb 100 000 évvel ezelőtt fogta be a kis égitestet, amely az elkövetkező évmilliók során spirális pályán haladva fokozatosan kiszabadul az Uránusz gravitációs kötelékéből. Ezek után azt is megvizsgálták, milyen gyakran fordulhat elő az ilyen átmeneti együttkeringés. Meglepő eredményre jutottak, azt állapították meg, hogy az eddig feltételezettnél sokkal több égitest időzhet trójai kísérőként a Neptunusz, illetve az Uránusz környezetében. A Naptól 34 csillagászati egységnyel nem távolabbi objektumok 1%-a kötődik ideiglenesen az Uránuszhoz, 2%-a pedig a Neptunuszhoz. Az új eredményből a Naprendszer korai dinamikai fejlődésére vonatkozóan is következtetéseket próbálnak levonni a csillagászok. (*www.skyandtelescope.com, 2013. szeptember 30.*)

## KANNIBÁL MOSASAURUSOK ANGOLA PARTJAINÁL



A mosasaurusok 98 millió évvel ezelőtt jelentek meg, majd a kréta időszak végén (66 millió éve) tűntek el a dinoszauruszokkal egyidejűleg. Őseik szárazföldi állatok voltak, de mintegy tízmillió év alatt olyan tökéletesen alkalmazkodtak a vízi életmódhoz, hogy hamarosan tengeri csücs-

ragadozók váltak belőlük. A mai orkához hasonlóan félelmetes ragadozók halszerű teste akár a kilenc méteres hosszúságot is elérhette. A paleontológusok Angola déli részén, a Bentiaba nevű lelőhelyen találták a jelenleg még intenzív vizsgálat alatt álló fossziliát. A leletet 2006-ban fedezték fel a kréta időszakban lerakódott tengeri homokkőben, de csak 2010-ben sikerült teljesen kiszabadítani a kőzetből. Ekkor fedezték fel, hogy a Prognathodon kianda nevű állat gyomrában további három, különböző fajhoz tartozó mosasaurus példány helyezkedik el. A legkisebbet egyben nyelte le, a másik kettő csontvázából azonban csak a fejet és a gerincet találták meg. A kutatók szerint ez a mosasaurus faj dögvész életmódot folytatott és az elhullt állatokból csemegézett.

Az egykor Afrika partjainál fekvő gazdag lelőhely már korábban is számos érdekes ősmaradványt szolgáltatott. Az egykori tengeri élőhely diverzitását jól mutatja, hogy eddig a lelőhelyről hét mosasaurus fajt, két plesiosaurust, kilenc cápát és ráját, négy teknőst és számtalan halat írtak le. (*Live Science*, 2013. november 1.)

## ÖREGEDÉS ELLEN ÉDESVÍZI POLIPPAL

Mi a közös az emberben és a Bdelloidea osztályba tartozó kerekese férgekben? Első ránézésre azt mondanánk: nem sok: a Homo sapiens elérheti a 100 évet, a kerekese férgek élete alig tart tovább 60 napnál. Az emberek az ivaros szaporodás lelkes hívei, a Bdelloideák ezzel szemben évmilliók óta megtagadják fajtársaival a genotípus kicserélését. Am absztrakt szinten életünk nagyon hasonlóan zajlik, mint a filigrán apróságoké. Az emberhez hasonlóan a kerekese férgek átélnek a termékenység nagyon rövid szakaszát, melyet a meglepően hosszú terméketlen idősebb kor követ. S hozánk hasonlóan a Bdelloideák halandósága magasabb életkorban rendkívül megnövekszik. A fenti szempontok alapján inkább hasonlítunk a kerekese férgekhez, mint a csimpánzokhoz.

A kutatók tanulmányukhoz 11 emlős-állat, 12 más gerinces, 10 gerinctelen, 12 cserepes növény, valamint 1 zöldalga termékenységét és halandóságát vizsgálta egész élettartamukon át. Megfigyelésük kiindulási pontját a kor jelentette, melyben az állat vagy növény termékenyvé vált, a végpontot pedig, amikor az egyedeknek már csupán 5 %-a élt.

Az összehasonlítás néhány különlegeséget hozott napvilágra. Nézzük csak az édesvízi polipot: a megfigyelt fajok közül ez az egyetlen, melynek termékenysége és halandósága élete során semmit nem válto-

zik. Ezen kívül az életkort illetően a hidrák tartják a rekordot. Meglepő tulajdonságokkal rendelkezik a kaliforniai üregteknős is: nála a halandóság valószínűsége minden egyes évvel csökken – termékenysége ezzel szemben nő. Olyan, mintha nem ismerne az öregedést.

A megfigyelt élőlények termékenységi és halandósági adatait ábrázoló diagramokra jellemző jelzők sokfélesége tanácstalanságot okoz a kutatóknak. Valahogy nem akar egy igazi minta kikristályosodni. Bár az emlősök életkorának előre haladtával halandóságuk többnyire nő, a növényeknél ugyanez stagnál vagy csökken. Más gerincesekre és gerinctelenekre ezzel szemben tulajdonképpen az egész spektrum jellemző.

Mit tanulhatunk ebből? Nyilván a fennálló öregedési elméletek – mint például mely szerint a testnek korlátozott tartalékait okosan be kell osztania a termékenységi időre és a sérülések gyógyulására – csak részben igazak. Bár az öregedés közvetlen mechanizmusait elméletek számai próbálják megmagyarázni, az alapvető evolúciós okok teóriái még gyerekcipőben járnak. Miért öregszik némely faj, míg mások ennek semmi jelét nem mutatják? Az ember, a kerekese férgek, a vízibőlhák és oroszlánok diagramjai csupán véletlenek? Vagy egykor összehasonlítható evolúciós kihívásoknak voltak kitéve? E kérdések egyelőre még megválaszolatlanok. (*www.wissenschaft.de*, 2013. december 8.)

## CSONTTÖRÉSRE DNS-PASZTA

A balesetek során bekövetkező csonttörések gyakran annyira bonyolultak, hogy a sebészeknek egészséges csontszövetet kell beültetniük, ami azonban nem mindig áll rendelkezésre. A másik lehetőség az, hogy a hiányt kalcium-foszfátból készült mesterséges anyaggal való feltöltése. Ez azonban rosszul gyógyul, nagyobb a fertőzés veszélye és a szilárdság is kívánni valót hagy maga után.

Alternatívát kínál a Matthias Epple és kutatócsoportja (Duisburg-Essen Egyetem) által kifejlesztett módszer: egy speciális nukleinsavakkal bevont nanokristályokból álló paszta. A pasztát a csonthiányos helyekre injekciózzák, ahol a sejtek abszorbeálják a nanorészecskéket. A kalcium-foszfát feloldódik és a szabaddá vált DNS két fehérjével találkozik. Az egyik a BMP-7, amely a csontképződést serkenti, a másik a VEGF-A, ami a véredények letkezéséért felelős. Az újonnan képződött csont így tápanyaghoz jut.

A kutatók már három sejtípusnál sikerrel próbálták ki a módszert, azonban a baleseti sebészetben történő alkalmazá-

sig még további kísérletek szükségesek. Az új módszertől azt remélik, hogy talán a csonttrikulást is kezelni lehet. (*Bild der Wissenschaft*, 2013. 7. szám)

## VÉRZÉKENY BETEGEK REMÉNYE

Vérzékenységben (hemofiliában) manapság 1000 férfiből körülbelül egy szenved. Ennek a betegségnek az oka olyan génhiba, melynek következtében akadályozott a VIII. alvadási faktor képzése, melynek feladata, hogy egy keletkező seben a vér becsomósodjon és a vérzés elálljon. Ha azonban hiányzik ez a fehérje, nem működik a véralvadás, s amennyiben a beteget nem kezelik, az ízületekben és a belső szervekben fellépő vérzés súlyos következményekkel járhat, de akár kisebb sérülések is elvérzéshez vezethetnek.

A vérzékenység többnyire nagyon jól kezelhető: a hiányzó véralvadási fehérjét rendszeresen az érrendszerbe juttatják, így kompenzálják a hiányzó fehérje-előállítását. Am ez az eljárás sem problémamentes: az esetek 30%-ában antitest képződik az idegen fehérjével szemben, ami meggátolja a bevitt fehérje hatását. Többek között az ilyen betegek segítése céljából végeznek arra vonatkozólag kísérleteket, hogy a véralvadási faktor termeléséért felelős gén hibáját génkezeléssel javíthatassák ki. A kísérlet során infúzióval a vérbe juttatott adenovírusok látják el a géntranszfer szerepét, melyek a „megjavított” gént adott májsejtbe juttatják, amik aztán a szükséges fehérjét termelik. Ez a kezelési módszer azonban még kezdetleges stádiumban van, s a máj veszélyeztetettsége miatt a betegek harmadában a módszer szóba sem jöhet.

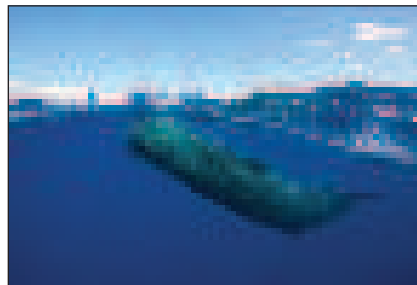
A kutatók ezért olyan eljárást fejlesztettek ki, amely a génhibát más módon oldja meg – mégpedig a szervezeten kívül: a betegtől vér összejet vesznek, melyet speciális táptalajokon tenyésztnek. A keletkezett sejt kultúrákat lentivírussal vegyítik, melyek a megjavított géndarabot hordozzák s a vérésejtbe juttatják. Az így helyrehozott vér összejeteket aztán szaporítják, végül infúzióval a betegbe juttatják. A vérben az összejete vérelemzőket termelnek, melyek leadják a szükséges véralvadási faktort. A módszer nagy előnye, hogy a folyamat a szervezeten kívül zajlik, tehát kisebb a nem kívánt mellékhatások és az immunrendszer ellenreakciójának kialakulásának a veszélye.

A súlyos vérzések kialakulásának megakadályozására kifejlesztett eljárást három kutyán végzett vizsgálaton tesztelték: a kezelést követően a véralvadási faktor koncentrációja az állatok vérplazmájában még mindig lényegesen alacsonyabb volt,

mint egészséges állatoknál. Mivel azonban a fehérjét közvetlenül a vérlemezkék adták le, még az alacsony koncentráció is elegendő volt ahhoz, hogy a helyi sebgyógyulást megindítsa és a tartós vérzést megakadályozza. A három kutya közül egyiknél sem képződött a véralvadási faktort gátló antitest. Sőt, két kutya 2,5 évvel a kezelést követően vérzésmentes volt. A tesztvizsgálatok tehát bizonyították, hogy a hemofiliában szenvedő kutyáknál a módszer a vérzést hosszú távon megakadályozta. (*www.wissenschaft.de* 2013. november 19.)

## ÁLLATI NAPOZÁS

Barna bálna nem létezik. Még akkor sem, ha napozik. De a prém vagy tollazat nélküli állatok, amiknek a bőre hasonlít az emberéhez, védtelenek a napsugárzással



**A túl sok napozás a tengeri emlősöknek is árt**

szemben – mint ahogy azt egy angol-mexikói kutatócsoport vizsgálatai bizonyították.

A kutatók 3 éven át 184 kékbálnát, ámbrás cetet és közönséges barázdásbálnát figyeltek meg, valamint bőrpróbát vettek tőlük, amit aztán mikroszkóppal vizsgáltak. Kiderült, hogy a különböző bálnafajok más-más módon védekeznek a napsugárzással szemben.

A kékbálna például sötétkék színű lesz a fokozott melanintermelődés következtében kialakuló erősebb pigmentációnak köszönhetően. A folyamat ugyanaz, mint az embereknél, csupán a bőr alapszínében van különbség. A közönséges barázdásbálnák bőrszíne ezzel szemben egész évben alig változik, mivel bőrük – az afrikai emberek bőréhez hasonlóan – eleve nagyon sötét a trópusi UV-sugárzással szembeni védekezés miatt.

Az ámbrás ceteknek pedig saját módszerük van a leégés elkerülésére. Ha túl sok UV-sugár éri bőrüket, két, úgynevezett javító gén aktiválódik a bőr sérüléseinek ellensúlyozására. Ez az ámbrás ceteknél még fontosabb, mint bármely más bálnafajnál: ők maradnak legtovább a vízfelszí-

nen, s ezzel ők vannak a leghosszabb ideig – akár hat óráig – kitéve a napsugárzásnak.

Kérdéses azonban, hogy a bálnák védekező mechanizmusai a jövőben is képesek lesznek-e őket védeni a bőrsérülésektől. A hároméves megfigyelési idő alatt ugyanis a sejsérülések megduplázódtak, a hólyagképződések pedig háromszorosukra növekedtek. Ez valószínűleg a vékonyabb ózonrétegnek köszönhető, amely nem képes kellő mértékben távol tartani az UV-sugarakat. Reményre adhat azonban okot, hogy amerikai kutatók szerint az ózonréteg erősödik. (*www.geo.de* 2013. november)

## GLOBALIS ERDŐTÉRKÉP

Tizenöt egyetem, a Google és több kormányzati szervezet összefogásával elkészült az első nagyfelbontású globális erdőterkép, mely a világ erdeinek fogyatkozását, illetve növekedését mutatja. Ez a kutatás segít megérteni az emberi beavatkozást, illetve a természetes folyamatokat, melyek érdeinket érintik, lokális és globális szinten egyaránt.

A felmérések szerint 2000 és 2010 között 2,3 millió négyzetkilométernyi erdőt vesztettünk el és csupán 500 ezer négyzetkilométer új erdő keletkezett. A trópusokon évente 2100 négyzetkilométer erdő veszett el. Az utóbbi évtizedben Brazíliában mérséklődött az erdőpusztítás üteme, eközben viszont nőtt Indonéziában, Malajziában, Paraguayban és másutt.

Az erdőtakaró változásai rengeteg környezeti tényezőre kihatnak: az ökoszisztémára, a klímára, a szén tárolására, a biodiverzításra, a víz megtartására, ám mostanáig nem volt részletes, pontos műholdas méréseken alapuló és széles körben hozzáférhető adatsor arról, hogyan változott a globális (és lokális) erdőtakaró. Létrehozása hatalmas munka volt. Az Egyesült Államok Geológiai Szolgálatánál hozzáférhetőek voltak az 1999 és 2012 között készült Landsat-7 műhold felvételei. A térképhez kereken 670 ezer Landsat-képet dolgoztak fel, melyek egyenként kb. 30 méteres felbontásúak, ami igen jónak tekinthető, és lehetővé teszi, hogy az erdőtakaró változásait pontosan nyomon követhessék, több mint egy évtizedre visszamenően. Az adatbázist a következőkben évente bővítik, és azt is ki tudják szűrni, hogy a veszteség például fakitermelésből, erdőtüzből, viharkárokból, vagy a fák megbetegedéseiből ered-e. Korábban az erdőterület változásaira vonatkozó adatokat csak az egyes országok által szolgáltatott, megbízhatóan egyáltalán nem nevezhető adatok alapján szerezhettek.

A legnagyobb változásokat a szubtrópusi régiókban tapasztalták, aminek fő oka

a fokozódó területfelhasználás volt, az erdők kárára. A legkomolyabb veszteségek Kambodzsa, Malajzia és Paraguay erdeit érték, utóbbi az éllovas a negatív listán. Aránylag jó hír, hogy a trópusi területeken némileg csökkent az erdőirtás üteme. Brazíliában, Indonéziában viszont épp az ellenkezője történt; számottevő veszteség, és éppen 2011–12-ben. (*Science Daily*, 2013. november 14.)

## AZ EDDIGI LEGRÉGBBI NAGYMACSKALELET

A kutatók az eddigi legrégebbi nagymacska maradványait találták meg egy tibeti paleontológiai ásatások során. A fosszília az őskori leletek sorában jelentkező hatalmas hiányt tölti be. A Panthera blytheae-nak elnevezett új fajtól származó koponyát Jack Tseng, a New York-i Amerikai Természettudományi Múzeum kutatója és munkatársai tárták fel és írták le. A lelet azt bizonyítja, hogy a nagymacskák evolúciós eredete sokkal korábbra nyúlik vissza, mint ahogyan azt eddig feltételezték.

A DNS-vizsgálatok szerint az úgynevezett „nagymacskák”, azaz a párducformák (Pantherinae) alsaládjá (ide tartozik többek között az oroszlán, a jaguár, tigris és leopárd) 6,37 millió évvel ezelőtt vált el a legközelebbi evolúciós rokonaitól, a macskaformáktól (Felinae). A nagymacskák eddigi legrégebbi lelete a Mary Leaky által Tanzániában, Laetoliban, a híres hominida-lelőhelyen feltárt fogtöredék is csupán 3,6 millió éves. Tsengék a koponyalelet korát 4,10–5,95 millió évesre becsülték.

A fosszília nemcsak a nagymacskák evolúciójáról kialakult korábbi feltételezést vitatja, hanem segít az evolúció földrajzi elhelyezésében is. A lelőhely olyan területen található, amely átfedésben áll a jelenlegi nagymacska-életterek nagy részével, ami arra utal, hogy a párducfélék Közép-Ázsiában alakultak ki, majd innen terjedtek el.

A legújabb lelettel cáfolják azt az eddigi feltételezést is, hogy a Panthera és a Neofelis nemzetségek egészen 3,72 millió évvel ezelőttig nem váltak szét.

Tseng és felesége 2010-ben fedezte fel a koponyát egy Pakisztán és Kína közötti távoli határterületen. Több mint száz csontot találtak egy vízmosásban, ahol egy antilop maradványai alatt feküdt az összetört, de majdnem teljes koponya. Az elmúlt három évben anatómiai és DNS-vizsgálatok alapján állapították meg, hogy a lelet egy új fajt képvisel. A tudósok a terveik szerint a nyáron visszatérnek a lelőhelyre, hogy újabb minták után kutassanak. (*sciencedaily.com* 2013. november 13.)