

MEKKORA EGY SZUPERNAGY FEKETE LYUK?

A csillagászok a galaxisok magjában található, a Napnál sok milliószor vagy milliárdszor nagyobb tömegű fekete lyukakat nevezik „szupernagyoknak”. A hatalmas objektumok tömegének ennél pontosabb meghatározása azonban felettébb bonyolult. Egyedül a Tejútrendszer magjában lakozó Sgr A* forrás esetében könnyű a helyzet, minthogy a közelében egyedi csillagokat is azonosítani lehet. Ezek 17 év alatt járják körbe a fekete lyukat, amiből annak tömege egyszerű számítással az 4,1 millió naptömegűnek adódik. Más galaxisok esetében egyedi csillagok a mag közelében nem különböztethetők meg, így a csillagászok kénytelenek voltak közelítő módszerekre hagyatkozni.

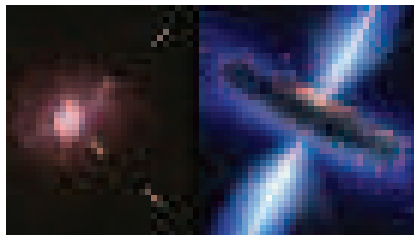
Legújabbán viszont az Atacama sivatagban a milliméteres és az annál rövidebb hullámhosszakon működő ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) rádiótávcső-rendszerrel sikerült az NGC 1097 jelű spirálgalaxisban a központi fekete lyuktól mindössze 440 fényévre található, hideg gázfelhők mozgását megmérni. A mérést 2012-ben végezték, amikor a rendszernek még csak 16 antennája működött (ma már mind a 66 antenna dolgozik), ezért a galaxis magja közelében csak 1,3 ívmásodperc felbontást sikerült elérni. Az ALMA rendszerrel japán csillagászok a cianid molekulák (HCN) és a HCO⁺ aldehidgyök emisszióját vizsgálták. Előbb a lassan, majd a gyorsan mozgó gázfelhőket térképezték fel. Mozgásukból kiszámították, hogy az NGC 1097 központjában működő fekete lyuk tömege 140 milliószor akkora tömegű, mint a Nap.

(www.skyandtelescope.com, 2015. június 25.)

REJTŐZKÖDŐ FEKETE LYUKAK

A NASA NuSTAR (Nuclear Spectroscopic Telescope Array – mag spektroszkópiai távcsőrendszer) nevű csillagászati műholdja 2012 júniusa óta kering a Föld körül. Feladata az égi forrásokból érkező, nagy energiájú (3–79 keV) röntgensugárzás mag spektroszkópiai vizsgálata. Ebben az energiatartományban ez az első képalkotó röntgentávcső. A műszerrel a közelmúltban a vastag por- és gázburkokban rejtőző, szupernagy tömegű fekete lyukakat vizsgálták. Segítségével felderíthetők a porburokban rejtőző kvazárok, így számuk pontosabban becsülhető.

A szupernagy tömegű fekete lyukakat tartalmazó, azok energiájával működő kvazárok a Világegyetem távoli részében fényesen ragyogó világítótoronyokként segítik a tájékozódást a korai Univerzum-



A Hubble-űrtávcső felvétele (balra) a NuSTAR megfigyelési kampányában vizsgált kilenc galaxis egyikéről. A NuSTAR nagy energiájú röntgenmegfigyeléseiből kiderült, hogy a galaxis magjában rejtőző fekete lyuk intenzíven nyeli el a környezetében található anyagot (jobbra: fantáziarajz a galaxis magjáról) – © NASA/ESA

ban. Az elméleti megfontolások és a megfigyelések azonban egyaránt azt mutatják, hogy egy (nem tudjuk, mekkora) részük rejtve marad, a körülötte kavargó sűrű gáz és por eltakarja. Márpedig a Világegyetemben megfigyelhető szórt röntgensugárzásból a csillagászok arra következtetnek, hogy a közvetlenül meg nem figyelhető, rejtett fekete lyukak száma jelentős lehet. A fekete lyuk környékét csak infravörösben (a működése által felforrósított gáz sugárzását) és a távoli röntgentartományban lehet megfigyelni. Erre alkalmas a NuSTAR, amellyel a Durham-i Egyetem (Egyesült Királyság) kutatói kilenc olyan objektumot vizsgáltak meg, amelyekben fekete lyukak tételezték fel. Közülük ötben a nagy energiájú röntgentartományban sikerült kimutatni a rejtett fekete lyuk jelenlétét. Közülük három elég fényes ahhoz, hogy a csillagászok a fekete lyukat eltakaráó anyag mennyiségét. Arra a következtetésre jutottak, hogy a korábbi számítások ezt a mennyiséget alulbecsülték. Eredményeiket korábbi, 39 kvazárra vonatkozó eredményekkel összehasonlítva azt állapították meg, hogy a kvazárok mintegy harmadát takarja el előlünk a porfátyol. Azt is megbecsülték, mekkora lehet azoknak a kvazároknak a száma, amelyeket olyan nagy mennyiségű anyag takar el, hogy azokat még a NuSTAR-ral sem lehet észlelni. Becslésük szerint a rejtett kvazárok száma akár háromszorosan felülmúlhatja a megfigyelhetőket. Az eredményt a NuSTAR további megfigyelései alapján kívánják pontosítani.

(www.skyandtelescope.com, 2015. július 10.)

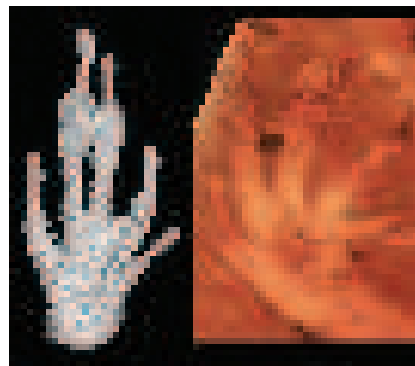
AZ ÁZSIAI MACSKÁK MIATT HALTAK KI...

Egy nemzetközi kutatócsoport szerint a verseny fontosabb szerepet játszott a kutyafélék (Canidae; farkasok, rókák és ro-

konaik) evolúciójában, mint a klímaváltozások. Több mint 2000 ősmaradvány vizsgálata alapján megállapították, hogy a kutyafélék diverzitására erősen csökkent, miután a macskafélék (Felidae) Észak-Amerikába érkeztek Ázsiából. Kutatásuk eredménye szerint nem kevesebb, mint 40 Canidae faj halt ki miattuk. A kutyafélék ősei Észak-Amerikában alakultak ki kb. 40 millió évvel ezelőtt, és a maximális diverzitásukat 22 millió éve érték el, amikor több mint 30 fajuk népesítette be a kontinenst. (Jelenleg a kutyaféléknek már csak 9 faja él Észak-Amerikában.) Fokozatosan növelték a testméretüket és alkalmazkodtak a nagyméretű ragadozó életmódhoz. Némelyikük meghaladta a 30 kg-ot, és az észak-amerikai kontinens legnagyobb húsevői közé tartoztak. A húsevő állatok evolúciós sikere azon múlik, milyen hatékonyan tudják megszerezni a táplálékukat. A prédaállatok korlátozott mennyisége erős versenyhelyzetet teremt az adott földrajzi területen osztozó húsevők számára. Napjainkban az afrikai húsevők (hiénák, oroszlánok, egyéb macskafélék) folyamatosan versenyben állnak a táplálékért. Hasonló lehetett a helyzet a múltban Észak-Amerikában is, de a vetélytársak nemcsak a többi kutyafélék közül kerültek ki, hanem az újonnan érkezett ázsiai macskafélék is jelentősen beleszóltak a versenybe. Figyelemreméltó, hogy míg a Felidae fajok erősen negatív hatással voltak az ősi kutyafélék túlélésére, ellentétes irányú hatás nem figyelhető meg. Ez arra utal, hogy a macskafélék jóval hatékonyabb ragadozók voltak, mint a kihalt kutyafélék nagy része.

(PNAS, 2015. augusztus 12.)

A KARIBI BOROSTYÁNKŐ GYÍKJAI



A 20 millió éves karibi borostyánkőekben található kiváló megtartású gyíkok szinte tökéletesen megegyeznek a ma élő leszármazottaikkal. Ez azt sugallja, hogy az általuk elfoglalt élőhelyek meglepően keveset változtak az elmúlt 20 millió évben. A Hispaniola szigeten gyűjthető fosszilis Anolis gyíkok elképesztő részleteket őriztek meg

(például a gyíkok színét, vagy a pici pikelyeket a testen és a lábujjakon). Lenyűgöző a vizsgált egyedek nagy száma is (38 példány múzeumokból, magángyűjteményekből, sőt az egyik egy nyaklánc függőjéből). A több mint 400 leírt *Anolis* fajtól jelenleg mintegy 150 faj él a Karib térség szigetein, és mindegyikük speciális élőhelyekhez alkalmazkodott.

A korábbi DNS-vizsgálatok arra utalnak, hogy ezek a gyíkok mintegy 40 millió évvel ezelőtt jelentek meg a területen, és nagyon gyorsan változatossá váltak a különböző élőhelyeken (lombozatban, faágakon, vastagabb törzseken, avarban, füves területeken). Eközben a testük alkalmazkodott az egyes élőhelyekhez (test alakja, láb hossza, tapadókorongos lábak). Röntgensugaras mikro CT-vizsgálatok segítségével háromdimenziós rekonstrukciók készültek a 20 millió éves gyíkokról, melyből kiderült, hogy a gyíkok diverzitása ugyanolyan volt régen, mint ma. Ez azt bizonyítja, hogy ezek az élőhelyek nagyon stabilak voltak az egyébként nagyon sok változást hozó elmúlt 20 millió év alatt. A kutatók bíznak benne, hogy ez a hosszú távú stabilitás egyúttal azt is jelenti, hogy az előttünk álló változásokat is ilyen jól viselik majd.

(PNAS, 2015. július 28)

A HANGYÁK SZAGLÁSA KIVÁLÓ

Ahhoz, hogy egy bonyolult társadalom megfelelően működjön, az egyedeknek megbízhatóan fel kell ismerni a velük együtt élő és dolgozó barátot és családtagot, és azonnal meg kell tudni különböztetni őket az idegenektől. A hangyák és egyéb közösség alkotó rovarok ezt kémiai feromonok segítségével végzik, melyet a csápjukon lévő szenzorokkal érzékelnek. A kutatók most bebizonyították, hogy a hangyák igen jól észlelik társaik testének szagát. Meglepetésükre a csáp speciális érzékelőivel nemcsak kiválóan megéreztek a kevéssé illékony alkotórészeket, hanem majdnem minden szénhidrogén alkotórészt meg is tudtak különböztetni egymástól.

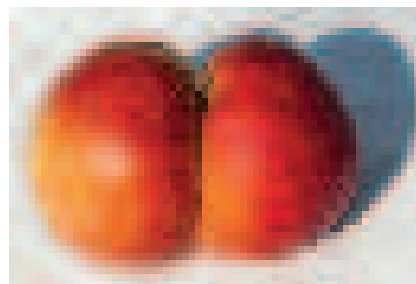
Ezzel a különlegesen érzékeny képességgel a kolónia egyes kasztjait és a más kolóniákból származó betolakodókat is felismerik. Anandasanakar Ray, a Kaliforniai Egyetem kutatója szerint ez szokatlan tulajdonság, mely valószínűleg csak a társas rovarokra jellemző. A kutatók hatékony elektrofiziológiai módszerrel vizsgálták a hangya csápjában levő egyes idegsejteknek a dolgozó társaikon és a királynőn lévő szénhidrogénekre adott válaszát. A hangya már néhány szénhidrogén-molekulát is érzékel, így fel tudja ismerni a zsúfolt bolyban a hozzá közel álló társait.

Ez figyelemre méltó evolúciós megoldás a nagy kolóniákban élők társas érintkezésére. Az illékonyabb testszag összehavarná a hangyákat és az egyedek szaglószerveit állandó aktivitásra készítetné.

(sciencedaily.com, 2015. augusztus 13.)

CSÚNYÁK, DE JÓK

Rondák, formátlanok, ám tökéletesen fogyaszthatók. (Ugye, emlékszünk még az EU neveltséges, amúgy hatályát veszített szabályozási előírására az uborka megfelelő görbületéről – *a szerk.*) Az ilyen zöldségek és gyümölcsök azonban sosem jutnak el az üzletek polcaira. Hatalmas mennyiségű aszimmetrikus, torz gyümölcs- és zöldségfélét már a farmokon kiselejteznek, csak azért, mert a fogyasztó – állítólag – azt szereti, ha a termékek jól is néznek ki. E feltevésnek tökéletesen ellentmond az a tény, hogy a kertünkben



megtermő hasonló termékek ellen semmi kifogásunk nincs. Most az Imperfect nevű amerikai startup cég azon dolgozik, hogy e helyzetet változtasson. Az tervezik, hogy összegyűjtik a termelőktől a kiselejtezett csúfságokat és 5-7 kilós csomagolásban, vegyesen, házhoz szállítják, mindössze 12 dollárért.

Döbbenetes, hogy mire a termőföldről az amerikai asztalára kerül az ételiszter, nagyjából 40 százaléka a szemétként végzi. Értéke kb. 165 milliárd dollár, és akkor még nem is beszéltünk az előállításához használt energiáról, vízről és a szállítási költségekről. Az Imperfect (jelentése tökéletlen) már együttműködik szupermarketekkel és ételiszter-nagykereskedőkkel, hogy az általuk eladhatatlannak tartott termékeket összegyűjtse és házhoz szállítsa, ahol erre igény van. Ebből némi haszna van a termelőnek is, és a vásárló olcsóbban jut hozzá, mint a „tökéleteshez”. A dolog szépséghibája, hogy az Imperfect szolgáltatásai egyelőre csak Kalifornia egy kis régiójában érhetőek el.

A támadás egy másik fronton is megnyílt a pazarlás ellen. A Daily Table nevű nonprofit társaság Massachusetts állam több településén is nyitott üzleteket, melyekben olyan ételisztereket kínál-

nak, amiknek – elvben – lejárt a szavatosságuk, de ettől pár napig még teljes biztonsággal fogyaszthatók. Ezzel egy csomó terméket mentenek meg a szemétdombtól, sok alacsony jövedelmű családnak kínálnak jó minőségű és olcsó ételisztert.

(Discover, 2015. augusztus 19.)

OXIGÉNOÁZIS

Egy befagyott antarktisi tó fenekén egy vékony zöld algaréteg különleges kis oázist teremt és tart fenn, állapították meg a Kaliforniai Egyetem kutatói. Ez lehet az elsőként felfedezett modern utánpótlás azoknak az állapotoknak, amelyek két és félmilliárd éve léteztek a Földön, akkor, amikor még csak csekély mennyiségű oxigén volt a légkörben. A váltás az oxigénszegényből az oxigéngazdag állapotra az egyik legnagyobb esemény a Föld történetében. Ekkoriban történt, hogy némely baktérium alkalmassá vált a fotoszintézisre. 2,4 milliárd éve viszont már jelen volt az oxigén a felső légkörben, de ózon formájában. Azt viszont nem tudjuk, hogy meddig tartott ez a nagy oxigenizációs eseménynek nevezett folyamat.

A kutatók úgy vélik, eleinte helyi „oxigénoázisok” léteztek, ahol bőséggel lehetett oxigén már jóval az előtt, hogy az egész Földön elterjedt volna. A mostani elfedezés, amit a Fryxell-tóban tettek a McMurdo szárazvölgyekben, afféle jelenkori példa lehet a hajdani oxigénoázisokra, és segít a kutatóknak abban, hogy miket keressenek az ősi kőzetekben. Az ilyen jéggel borított tavakat már jó ideje kutatják az Antarktison, és az itteni mikrobák hasonlóak lehetnek azokhoz, amelyek első életformákként megjelentek a Földön.

A mostani felfedezés a véletlennek köszönhető. A szárazvölgyek tavainak felső vízrétegei jellemzően tartalmazzak oxigént, de lejjebb szinte mindig anoxiások. A Fryxell-tó azért különleges, mert már ott is anoxiás, ahová még lehatol a napfény. Ahogy a kutatók lemerültek az oxigént tartalmazó rétegek alá, észrevették, hogy egy élénk zöld színű baktériumréteg fölött 1-2 mm vastag oxigénréteg van, amit nyilván a baktériumok termelnek. Valami hasonló lehetett a helyzet két és félmilliárd éve is a Föld számos helyén.

(Science Daily, 2015. szeptember 1.)

A VILÁG LERÉGBBI HÍMIVARSEJTJEI

A hímivarsejt nélkülözhetetlen a szaporodáshoz, hiszen a férfi genotípust szállítja a női petesejthez. Azonban amilyen mér-

tékben jelen vannak az állatvilág élő képviselőinél, annyira ritkák kövületként. Az állati spermiumok konzerválódása ugyanis rendkívül ritka, mivel túl rövid életűek és érzékenyek ahhoz, hogy a környezetben vagy élettelen testben sokáig életben tudjanak maradni. Az eddig ismert legidősebb lelet egy ugróvillás (Colembolla) néhány hímivarsejtje, mely 35 millió évig maradt fenn borostyánkőben, valamint egy 15 millió éves kagylórak óriási ondósejtjei, melyek egy ausztrál barlangból származnak. Figyelembe véve, hogy a hímivarsejtekkel való szaporodás ennél sokkal korábbi, ezek a hímivarsejtek nem is számítanak annyira réginek.

A stockholmi Svéd Természettudományi Múzeum munkatársait a véletlen segítette még régebbi spermiumok felfedezéséhez. Eredetileg egy gyűrűsféreg kövület petecsomóját (kokonját) akarták közelebbről megvizsgálni, amit az Antarktisz-félsziget üledékében találtak. Ezeket a kemény, gyűrű alakú képződményeket a gyűrűsféreg pázrás után nyákburok formájában választják ki a nemi szerveket tartalmazó szegmensek körül. A nyákburokba rakja le a féreg a megtermékenyített petesejteket vagy hímivarsejteket, majd megszabadul a nyákgyűrűtől, az megszárad és kemény, védő petecsomóvá alakul, melyben a megtermékenyített sejtek fejlődhetnek.

Ilyen petecsomókat gyakran találnak kövületekben, ám eddig alig vizsgálták azokat. Ezért nagy jelentőségűek a most talált, kereken 50 millió éves petecsomók, melyeket még akkor hoztak létre a férgek, amikor ott lényegesen enyhébb klíma uralkodott.

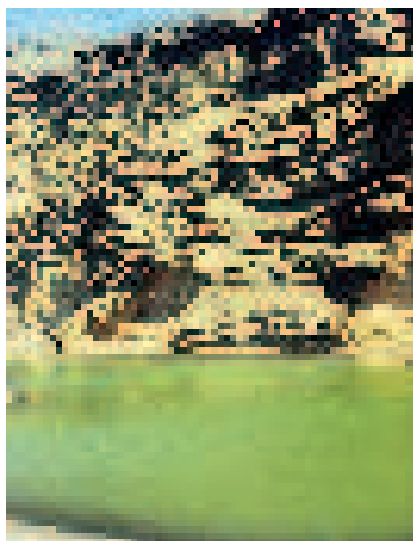
A petecsomó belső falában a kutatók meglepően sok zárványt találtak. A legfeltűnőbbek az egyenes, vagy görbe, vékony hengeres szerkezetek. Ezeknek a kereken 18 mikrométer hosszú és 600 nanométer széles szálcáknak a felszíne jellemzően spirálisan bordázott. Rövidebb pálcákat is találtak, melyeknek hosszú, ostorszerű farkuk volt. A farkok ugyancsak spirálisan csavarodó részekből állt. A kutatók szerint ezek nem mások, mint a gyűrűsféregkövületek hímivarsejtjei, melyek a mai rákpióca hosszúság spermiumaihoz hasonlítanak.

A hímivarsejtek 50 millió éves konzerválódása a gyűrűsféreg-petecsomóban a borostyánkőben való konzerváláshoz hasonlít, mivel a petecsomó falában maradt kövületek megtartották háromdimenziós szerkezetüket és nagyon finom részleteik is megmaradtak. Mivel abban a spermiumok mellett gyakran baktériumok és mikroorganizmusok is fennmaradhattak, a petecsomók további felfedezések forrásai lehetnek.

(www.wissenschaft.de 2015. július 15.)

ELTŰNŐBEN A SZÍNES VÍZ

Vulkán, izzó magma, tenger és alga: ezek az összetevői az egyik legérdekesebb természeti jelenségnek a Kanári-szigetek egyikén, Lanzarotén – a Zöld lagúnában, El Golfo halászfalu közelében. A turistákat elbűvöli a zölden világító víz, amely csupán jó 100 méterre van a kék tengertől. Ám a lagúna sajnos veszélyben van: párolgással eredeti méretének nagy részét már elveszítette.



A sziget délkeleti részén egy hajdani vulkánkitörés alkalmával feltörő magma és a tengervíz találkozásakor a víz hirtelen gőzzé vált és úgynevezett freatomagmás kitörés következett be. A létrejött kráter a felszínen elválik a tengertől, ugyanakkor föld alatti összeköttetésben áll vele, melyen keresztül újra és újra tengervíz-utánpótlás érkezik a lagúnába. Mivel a lagúna párolgással folyamatosan veszít víztartalmából, sőtartalma nagyon magas. A krátertó vizében csak olyan élőlények élnek meg, melyek alkalmazkodtak a magas sótartalomhoz. Ilyen a *Ruppia maritima* alga, amely a vizet – évszaktól és fényviszonyoktól függően – a sárgászöldtől a méregzöldig terjedő színekre festi. Nevével ellentétben nem tengerlakó, hanem édesvízi alga, amely extrém magas sókoncentrációval is megbirkózik.

A Zöld lagúna azonban veszélyben van: az elmúlt évtizedekben erősen összezsugorodott és a teljes kiszáradás fenyegeti. Nyilvánvaló, hogy a tengerből származó vízbeáramlás részben elapadt – hogy miért, az nem ismert. Feltételezhető, hogy a tenger hullámvérése homokot és kőveket mosott a tenger alatti összekötő csatornába, melyek azt fokozatosan eltömítették. Ahhoz, hogy tovább neárosodjon az egyensúly, lezárták a lagúna partját a látogatók előtt, de így is kérdéses, hogy megmenthető-e a lagúna.

(www.farbimpulse.de 2015. június 10.)

AZ „ELSŐ VIRÁG” NYOMÁBAN

A rózsza feltűnő változatától a kukoricánövénnyel vagy sok lombos fa jelentéktelen virágáig mindegyiknek megvan a zárvatermőkre jellemző felépítése. Legfőbb tulajdonságuk, hogy magkezdeményüket egy zárt termőlevél veszi körül, innen ered az elnevezés is. Az evolúció során ez a növénycsoport rendkívül sokoldalúan terjedt el, ma már körülbelül 226 000 fajuk népesíti be a Földet. Fossziliák alapján a felső-jura időszakára, illetve az alsó-krétára tehető a virágos forradalom kezdete.

Az első virág éppúgy mítosz, mint az első ember, hiszen alig észrevehető átmenetekkel van dolgunk. A Bloomingtoni Indiana Egyetem kutatóinak, David Dilchernek és kollégáinak köszönhetően talán közelebb juthatunk a megfejtéshez. A *Montsechia vidalii* egy vízinövény, mely egykor édesvízi tavakban nőtt, ott, ahol ma Észak-Spanyolországban a Pireneusok húzódnak. Maradványai már 100 éve ismertek, de eddig senki sem vizsgálta őket olyan alaposan, mint Dilcherék.

A paleobotanikusok következtetéseire több mint 1000 *Montsechia*-kövület vizsgálata alapszik. A növények korát 125–130 millió évre becsülik. Vizsgálataikhoz a növényeket kiperarálták a kőzetből, majd fény- és pásztázó elektronmikroszkóp segítségével vizsgálták őket. Felületesen nézve a növény aligha sorolható a virágzó növények közé. A *Montsechia*nak ugyanis nincsenek nyilvánvaló virágrészei, mint virágszirmok, vagy nektárt termelő részei – a növény teljes életciklusát a víz alatt töltötte. A reproduktív szervek pontos elemzése ugyanakkor igazolta a növény zárvatermőkre jellemző tulajdonságait.

Nem meglepő, hogy a *Montsechia* vízinövény, ugyanis egy másik ismert őszárvatermő, az *Archaeofructus sinensis* is az. A *Montsechia* azonban még idősebb lehetett. A kutatók szerint a növény az érdes tócsagazhoz (*Ceratophyllum*) hasonlít, amely kedvelt akváriumi vízinövény. Ez a növény is jelentéktelen virágot hoz a levéltőnél, mind a megtermékenyítés, mind a megképződés a víz alatt zajlik.

Az eredmények igazolják a korábbi feltételezéseket, miszerint a zárvatermők fejlődésének kezdetén a vízinövények fontos szerepet játszottak. Dilcher és kollégái a virágzó növények evolúciójának további kutatását tervezik, hiszen sok titok rejlik még abban, hogyan fejlődhetett ki néhány fajtából a virágzó növények ilyen hatalmas, gyönyörű sokszínűsége.

(www.wissenschaft.de, 2015. augusztus 17.)