

Csillagászati hírek

Mi történt az első billiomod másodpercekben?

Elméleti úton George Gamow már az 1940-es évek végén kimutatta, hogy léteznie kell egy mindent betöltő háttérsugárzásnak, melynek hőmérsékletét akkoriban még a ma ismertnél jóval magasabbra tette. A minden irányból szinte tökéletesen egyenletesen érkező, a rádiótartományban megfigyelhető sugárzást 1964-ben mutatta ki Arno Penzias és Robert Wilson. Ez a háttérsugárzás a leg-erősebb bizonyítéka az Univerzum születését jelentő Nagy Bumm megtörténtének.

A kozmikus háttérsugárzásban megfigyelhető, iránytól függő apró eltérések is jelentőséggel bírnak. Ezek az eltérések utalnak az alig 380 ezer évvel az Ősrobbanás utáni világunkban a mára galaxisokká fejlődött anyag és energia eloszlására. A háttérsugárzás intenzitásában (azaz a sugárzás hőmérsékletében) megfigyelt egyenetlenségek és a különféle elméletek előrejelzéseinek összehasonlításával rendkívül pontosan sikerült meghatározni az egész Univerzum korát is, amely 13,7 milliárd évnek adódott.

A kozmikus háttérsugárzás vizsgálata azonban tartogathat még eredményeket. A National Institute of Standards and Technology (NIST) által épített rendkívüli érzékenysé-
gű mikrohullámú detektorok segíthetnek még távolabbra pillantani a múltban: lehetővé tehetik az Ősrobbanást követő, rendkívül rövid töredékmásodpercekben lezajlott események vizsgálatát is. Ehhez igen precíz detektorokra van szükség, mivel az észlelni kívánt hatás, a sugárzás polarizációjában mutatkozó eltérések körülbelül egymilliószor „halványabbak”, mint a már megmért hőmérséklet-ingadozások. Az új érzékelőkben például nincsenek mozgó alkatrészek és más olyan egységek sem, amelyek például vibráció vagy mágneses interferencia révén szisztematikus hibát vihetnének a mérési

adatokba. A pontosabb érzékelőket pedig igen fejlett jelfeldolgozó- és hibaészlelő egységek egészítik majd ki. Sok ilyen érzékelőt egyetlen hatalmas egységgé építenek majd, amelyeket végül hűtött távcsőkamerákban helyeznek el.

A jelenleg elfogadott elméletek szerint a Nagy Bummot követően nem sokkal vilá-
gunk addigi, atomi méretéből az inflációs korszaknak nevezett, a másodperc rendkívül kicsiny töredékéig tartó időtartam alatt több nagyságrenddel nagyobbra fúvódott fel. Az Ősrobbanás ezen időszakának folyamatai során létrejött gravitációs hullámok pedig a téridő szövetén fodrozódásokat idéztek elő, amelyek igen gyenge, de érzékelhető nyomot hagytak a kozmikus háttérsugárzásban. Ezt a hatást B-módusú polarizációként ismerjük. Amennyiben ezeket a lenyomatokat sikerül megtalálni a háttérsugárzásban, a felfedezés az inflációs elméletet igazolja majd. Emellett a mérésekből származó adatok lehetővé ten-
nék a részecskék és az Univerzum különféle, hűrelméleti leírásainak ellenőrzését, illetve másfajta, „egyesített” fizikai elméletek vizsgálatát.

Ebben a vizsgálni kívánt korszakban szá-
munkra elképzelhetetlen energiákon zajlot-
tak a folyamatok. A részecskék és mezők kölcsönhatása közel 10 milliárdszor nagyobb energiákon zajlott, mint amit ma a legfejlet-
tebb részecskegyorsítóknál előállítani képe-
sek vagyunk a Földön. Olyan energiaszin-
teken, amelyeken a legtöbb modell szerint a ma ismert négy alapvető kölcsönhatás már egyetlen alapvető erőként mutatkozik meg. Ilyen energiákat sosem lehetünk képesek földi kísérletekkel vizsgálni.

Az első új eszköz várhatóan körülbelül egy év múlva állhat működésbe a chilei sivatag-
ban. Az Univerzum születésének kutatása mellett később más, hétköznapiabb felhasználásra is mód nyílna: például a terahertzes tartományban működő kamerák képminő-

ségének javításában, amelyeket a fegyverek és csempészáruk utáni kutatásokban használnak.

Science Daily, 2009. május 2. – Molnár Péter

Pontosították az Univerzum tágulását leíró Hubble-állandót

Nem telt még el egy évszázad sem azóta, hogy Edwin Hubble amerikai csillagász távoli galaxisok megfigyelésével kimutatta a Világegyetem tágulását. Vizsgálatai szerint a galaxisok távolodási sebessége (amit a felvett színeképekben lévő vonalak vöröseltolódásából lehet kiszámolni) egyenesen arányos azok távolságával – a két mennyiséget összehasonlítva az állandó értékét az utókor az amerikai tudósról nevezte el.

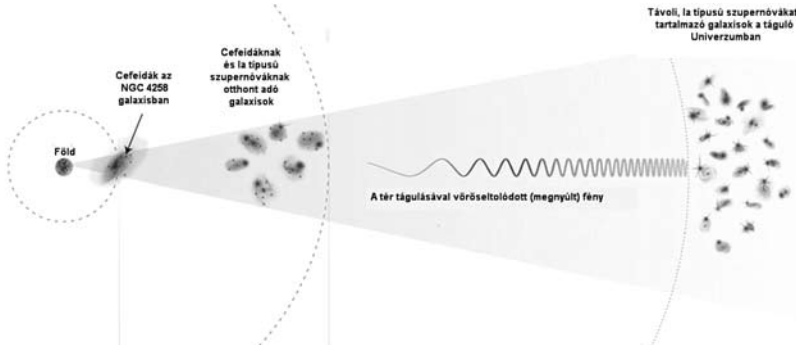
Maga Hubble csak néhány galaxis észleléséből vonta le következtetéseit, s így értelemszerűen a tágulási állandó értékére is csak elég nagy hibahatárral tudott becslést tenni. A következő évtizedekben folyamatosan fejlődtek a távcsövek és az észlelési technikák, azonban a Hubble-konstans pontosabb meghatározása továbbra is nagy feladat elé állította a csillagászokat: az állandó értékének bizonytalansága a nyolcvanas években még elérte a kettes faktort (vagyis 50 és 100 km/s/Mpc között bármi elképzelhető volt).

Átütő fejlődést csak az elmúlt két évtized, főként a nagy érzékenységű űrtávcsövek (köztük a Hubble Űrtávcső) megjelenése hozott. 2001-re a Hubble-állandó értékét a HST mérései révén kb. 10% pontossággal

sikerült megállapítani ($72,0 \pm 8,0$ km/s/Mpc). Ehhez cefeida típusú pulzáló változócsillagok vizsgálatára volt szükség. A cefeidák pulzációs periódusa ugyanis jól leírható módon függ a csillagok abszolút fényességétől – ez pedig a látszó fényesség ismeretében (megbecsülve a csillagközi fénygyengülés mértékét) lehetővé teszi a távolságbecslést. Nyolc éve a kutatók az addigi legtávolabbi cefeidák űrtávcsöves megfigyelési adatait vetették össze a korábbi, földfelszíni távcsövek hasonló típusú csillagokra vonatkozó adataival, s így tudták pontosabban kalibrálni ezt a fajta távolságbecslési eljárást.

Időközben – egészen pontosan 1998-ban – kiderült, hogy távoli szupernóvák vizsgálatai alapján az Univerzum gyorsulva tágul, amit egy ismeretlen eredetű, a gravitációs vonzóerővel ellentétes hatású „erőhatás” léteéhez kötik (ez az ún. sötét energia). Ez azt is jelenti, hogy a Hubble-„állandó” értéke időben változik, s így nem tekinthető igazi konstansnak (a nagyon közeli ill. nagyon távoli galaxisok vizsgálatánál semmiképp) – ugyanakkor a kozmológiai modellek kiszámításánál továbbra is fontos paraméter maradt.

Ezek a felismerések további inspirációt adtak a kutatóknak, hogy minél pontosabban meghatározzák a Hubble-konstans (H_0) értékét. A mikrohullámú háttérsugárzás fluktuációit vizsgáló WMAP űrszonda eredményei szerint $H_0 = 70,8$ km/s/Mpc, a hibahatár pedig 1,6 vagy 4,0 km/s/Mpc (attól függően, hogy síknak vagy görbültnek vesszük-e az



A. Riess és csoportja által végzett mérés vázlata (NASA, ESA, STScI)

Univerzum geometriáját). Ez már pontosabb eredmény, ugyanakkor modellfüggő – a szakemberek pedig szerették volna az eredeti, galaxisok távolságmérésén alapuló módszerrel is lejjebb faragni a 10 százalékos hibabeadási határt.

Az áttörés végül az A. Riess (STScI / Johns Hopkins University) vezette kutatócsoportnak sikerült, akik május 7-én jelentették be a nagyszerű eredményt (Dr. Riess egyike volt azon kutatóknak, akik 11 évvel ezelőtt felfedték a gyorsuló tágulást). A kutatók első lépésben ezúttal is cefeidák periódus–fényesség relációját használták fel (hét galaxis összesen 240 cefeida csillaga esetében) – azonban nem a látható fény, hanem a közeli infravörös sugárzás tartományában (az elmúlt években ugyanis kiderült, hogy utóbbi hullámhossztartományban kisebb hibafaktorokkal érvényes ez az összefüggés).

A hét galaxis egyike, az NGC 4258 távolsága rádiócsillagászati mérések révén jól ismert, így megfelelő kalibrátorként szolgált. A további hat galaxisban pedig – a cefeidák mellett – Ia típusú szupernóvák is találhatóak, melyek szintén fontos objektumok az extragalaktikus távolságbecslések során. Második lépésként a kétféle távolságmérési eljárás eredményeit hasonlították össze az említett hat galaxis esetében.

Végül az Ia típusú szupernóvák újrakalibrált távolságbecslési módszerét használták fel távoli, szintén ilyen szupernóvákat tartalmazó galaxisok vizsgálatánál. Ezeket a szupernóvákat korábban ún. standard távolságmérési objektumokként tartották számon, mivel mindig azonos jellegű folyamat – egy kettős rendszerben lévő fehér törpecsillag adott tömeghatárnál történő összeomlása – hozza létre őket. Bár ez az elképzelés az utóbbi pár évben jóval árnyaltabb lett, megfelelően alapos kalibrációs lépések elvégzése árán az Ia típusú szupernóvák továbbra is az egyik legjobb lehetőséget jelentik a távoli galaxisok távolságmérésére.

Riess és csoportja végül $74,2 \pm 3,6$ km/s/Mpc-es értéket állapított meg H_0 -ra. Ez egyrészt 5 százalékos pontosságnál is jobb becslés, másrészt összhangban van a sötét energia

létét feltételező, egyéb mérési eljárások során kapott számokkal. A hibahatárok szűkítése egyrészt annak köszönhető, hogy különböző objektumok távolságai alapján kalibrált módszert használtak, másrészt annak, hogy az összes mérést ugyanazon távcső ill. detektoregyüttes végezte. A kutatók következő célkitűzése, hogy egy százalék alá szorítsák a Hubble-konstans értékének bizonytalanságát – tovább pontosítva ezáltal a kozmológiai modelleket, valamint szűkítve a sötét energia magyarázataként szóba jöhető lehetőségek listáját.

HubbleSite NewsCenter, 2009. május 7.

– Szalai Tamás

Kóbor fekete lyukak a Tejútrendszer peremén?

Avi Loeb (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics) vizsgálatai szerint a Világegyetem életének korai szakaszából, a galaxisok kialakulásának időszakából visszamaradt közepes méretű fekete lyukak száza csavaroghatnak a Tejútrendszerben.

Szerencsére ezek a fekete lyukak a Földet valószínűleg nem veszélyeztetik, hiszen az elmélet szerint a Tejútrendszer peremvidékein, a Naprendszerből több ezer fényév távolságban mozognak. Segítségükkel többet megtudhatunk saját galaxisunk kialakulásának folyamatáról, illetve a fekete lyukak keletkezéséről az Univerzum életének korai időszakában.

A modell szerint ezek a fekete lyukak nem voltak mindig a Galaxis magányos csavargói. Életüket kis tömegű törpegalaxisok centrumaiban kezdték. Ezek több milliárd éves összeolvadási folyamatában, melynek során Tejútrendszer méretű nagy galaxisok kialakultak, a kisebb tömegű központi fekete lyukak is összeolvadtak, egyetlen szupernehéz fekete lyukat létrehozva a kialakult nagy galaxis centrumában. Az esetek egy részében azonban az összeolvadási folyamat során gravitációs hullámok formájában felszabaduló energia elegendő lehetett ahhoz, hogy a fekete lyukak beolvadás helyett kidobódjanak a gazda törpegalaxisokból. Az energia

ugyanakkor kevés volt ahhoz, hogy teljesen elhagyják az adott galaktikus környezetet. Pontos számuk természetesen függ a magjukban elve fekete lyukak tartalmazó összeolvadó protogalaxisok számától, illetve az összeolvadási folyamat pontos részleteitől.

A kidobódott, ezer és százezer naptömeg közötti fekete lyukak aztán a kialakult nagy galaxis (például a Tejútrendszer) halójába kerültek. Létükről természetesen csak akkor szerezhetünk tudomást, ha a közelükbe került anyagot elnyelik, vagy azon csillagok halmazának segítségével, melyeket még a gazdagalaxisukból ragadtak ki a kidobódás során. Ryan O’Leary (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics) szerint ezek a csillagcsoportok ugyanúgy mutatják a fekete lyuk helyzetét, ahogyan a világítótoronyok jelzik a hajók számára veszélyes partszakaszokat. Nélkülük majdnem lehetetlen lenne a fekete lyukak kimutatása.

A kérdéses csillaghalmazok azonban nagyon kicsik lehetnek, valószínűleg első ránézésre egyedi csillagnak tűnhetnek, így csak spektrumuk alapos vizsgálata tárhatja fel, hogy valójában több csillag együtteséről van szó. Loeb szerint mind ez idáig nem foglalkoztak ilyen halóbeli ultrakompakt csillaghalmazok keresésével, most azonban – tudva, hogy mit kell keresni – megindulhat utánuk a kutatás, például a már létező égbolttelmérések átvizsgálásával.

Astronomy Now Online, 2009. április 29.

– Kovács József

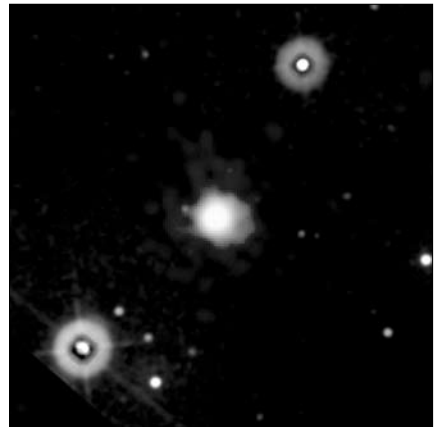
A legtávolabbi észlelt égiteg az Univerzum peremén

A korábban ismert legtávolabbi objektum eddig is egy gammakitörés volt, közel 13 milliárd fényéves távolsággal ($z=6,7$ vöröseltolódásnál). Április utolsó előtti hete óta a rekorder távolság immár 13,1 milliárd fényév: ilyen messze volt tőlünk a GRB 090423 jelű gammavillanás, melyet április 23-án fedezett fel a Swift műhold.

A gammakitörések az Univerzum legnagyobb energiájú robbanásai, melyeknek két fajtája ismeretes. A körülbelül két másod-

percnél tovább tartó, ún. hosszú GRB-k forrásai a hipernóvák, melyek 30–40 naptömegű csillagok halálakor jönnek létre. A korai Univerzumban sok ilyen nagy tömegű csillag jött létre. Ezek, ha gyorsan forognak, életük végén nem tudnak azonnal összeroppanni. Először a csillag magja omlik össze egy 3–5 naptömegnyi fekete lyukká, majd ezután kezdődik el a külső részek bekebelezése, mely intenzív energiakitöréssel jár, főleg a pólusok irányában (ezek az ún. jetek).

A Swift műhold április 23-án észlelte először a GRB 090423 jelű kitörést. A kitörés mintegy 10–12 másodpercig tartott a gammatartományban. A műhold ezután röntgenfényben figyelte meg a jelenséget, amiből pontosabb pozíciót lehetett meghatározni. Ahogy a kitörés egyre kisebb energiatarományokban sugárzott, úgy figyelték meg sorra a különböző műszerek ultraibolya, végül infravörös tartományban is.



A GRB 090423 a Swift műhold ultraibolya és röntgentartományban felvett képeiből készült felvételen. A kép átlója 6,3 ívmásodperc (Forrás: NASA/Swift)

A felfedezés napján már biztosnak látszott, hogy roppant távoli kitörésről van szó. Az első becslések már ~8–9-es vöröseltolódást becsültek. A GROND mérésével a $z=8,0$ van a legjobb összhangban, a Swift megfigyelésével a 7,2–8,4 tartomány fér össze, míg a kanári-szigeteki La Palmán végzett mérés szerint a vöröseltolódás értéke 8,2.

Mindez azt jelenti, hogy ez a jelenség volt az eddig megfigyelt legtávolabbi objektum a Világegyetemben: távolsága 13,1 milliárd fényév. Világegyetemünk kb. 630 milliárd éves (jelenlegi korának kevesebb, mint 5%-a!) volt a nagy tömegű csillag felrobbanásakor, a kibocsátott fotonok pedig 13 milliárd évig utaztak a kozmoszban, míg végül a Swift műszereiben és a földi távcsövekben elnyelődtek.

NASA News, 2009. április 28.

– Horváth István

Új magyarázat a paradox szupernóvákra

Az Ia típusú szupernóvák olyan kettős rendszerekben keletkeznek, melyek egyik komponense fehér törpe, egykor a Nap-hoz hasonló csillag szupersűrű magja. Ez a kompakt objektum folyamatosan anyagot szív el kísérőjétől, amely szoros közelségben kering a kettős rendszer tömegközéppontja körül. Ha az átáramló anyag miatt a fehér törpe tömege átlép egy kritikus értéket (kb. 1,4 naptömeg, az ún. Chandrasekhar-határ), akkor összeroskad, ami heves nukleáris fúziót indukál az átszívott anyagban. A hirtelen energiaszabadulás okozta kataklizma Ia típusú szupernóvaként figyelhető meg.

Az Ia típusú szupernóvák a rövid ideig egész galaxisokkal összemérhető fényességük miatt messziről is jól látszanak, ráadásul maximális abszolút fényességük jó közelítéssel megegyezik, így körülbelül 1 milliárd fényévnél nagyobb távolságok esetén jól használhatók távolságindikátorként. Sajnos a szülőcsillagok természete és a robbanás mechanizmusa csak nagy vonalakban ismert, a folyamatok részletei, pl. az anyagot átadó kísérőcsillag tulajdonságai, még nem teljesen tisztázottak.

A korábbi modellek szerint a szupernóva-robbanás bekövetkeztéig a fehér törpe létrejötte után legalább százmillió évnek el kell telnie. Az ezzel foglalkozó kutatók azonban egyre több olyan Ia típusú robbanást figyelnek meg, melyek a rendszert tartalmazó galaxis fő csillagkeletkezési periódusának

lezajlása után kevesebb mint százmillió évvel jelentkeznek. Ma már ezek aránya körülbelül 50 százalék az összes Ia típusú robbanás között, ami erősen paradox helyzet, hiszen látszólag fiatal csillagrendszerekben észleljük a csillagfejlődési feltételek miatt időseknek tekintett fehér törpés kettősök robbanását.

Bo Wang (Yunnan Observatórium, Kínai Tudományos Akadémia) és munkatársainak új számítógépes modellje választ adhat erre a problémára. Wang és kollégái az általuk fejlesztett kód segítségével 2600, fehér törpéből és külső hidrogénburkát már korábban elvesztett héliumcsillagból álló szoros kettős rendszer fejlődését vizsgálták. Azt találták, hogy amennyiben egy ilyen, héliumban gazdag csillag anyagát szívja át a fehér törpe, akkor már 100 millió évvel a törpe kialakulása után létrejöhetnek az Ia típusú szupernóva-robbanás feltételei. Ez azt jelenti, hogy a szupernóva csillagászati léptéken nem sokkal a fő csillagkeletkezési aktivitás után már fel is tűnhet, ami feloldja a látszólagos ellentétet a korábbi elméleti jóslatok és a megfigyelések között.

Astronomy Now Online, 2009. április 9.

– Kovács József

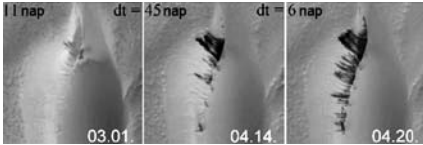
Életlehetőségek a Marson

A marsfelszíni élet keresésének fő irányvonala a folyékony víz utáni nyomozás. Ennek során a Collegium Budapest és a berlini Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt munkatársai új eredményeket értek el nemrégiben. Az Európai Űrügynökség (ESA) és a Magyar Űrkutatási Iroda (MŰI) támogatásával dolgozó szakemberek olyan folyásnyomokra hasonlító alakzatokat fedeztek fel a Mars Reconnaissance Orbiter űrszonda 30 cm/pixeles felbontású képein, amelyek akár folyékony víz mozgásának eredményeként is keletkezhettek.

Ezek után sikerült olyan modellt is alkotniuk, melynek alapján egy rendkívül vékony vízréteg valóban megjelenhet a sarkvidéki dűnemezők tetején tavasszal, létrehozva a folyásos alakzatokat. Emellett földi extrém életformákat vizsgálva olyan élőlényeket

tanulmányoztak, amelyekhez hasonlók akár a Mars felszínén is megélnének.

Az úgynevezett kriptobiotikus kérget alkotó baktériumok a kőzetek felszíne alatt néhány milliméterrel található bolygónkon. Az őket borító vékony kőzetréteg védelmet nyújt az erős ultrabolyva sugárzás ellen, de annyi fényt beenged, amennyi a fotoszintézishez elegendő. Az ásványi szemcsék alkotta tömött szerkezet pedig segít a víz visszatartásában.



Tavaszi folyásnyomok egy marsfelszíni dűnén
(NASA, JPL, Colbud)

A marsi megfigyelések, modellszámítások és a földi analógiák egybevetése alapján elképzelhető, hogy a vörös bolygó sarkvidéki dűnéinek felső rétegében extrém életformák találhatók.

Kereszturi Ákos

Szintén az alacsony szintű marsi élet lehetőségével kapcsolatos a marsi sárvulkánok felfedezése. Nemrégiben metánt azonosítottak a Mars légkörében, aminek egyik lehetséges magyarázata a felszín alatt néhány km-es mélységben élő mikrobák aktivitása. Ennek a hipotézisnek az igazolása meglehetősen nehéz, mivel a jelenlegi technológiák még nem alkalmasak arra, hogy idegen bolygón ilyen mélységbe le tudjunk fúrní mintát venni. Most azonban úgy tűnik, a természet a kutatók kezére játszik, ugyanis a Mars Odyssey képein sárvulkánoknak látszó alakzatokat fedeztek fel.

Dorothy Oehler és Carlton Allen (NASA Johnson Space Center) a Mars Odyssey képeit tanulmányozva a vörös bolygó északi fennsíkjain tucatnyi dombot fedeztek fel, amelyek feltűnő hasonlóságot mutatnak a Földön található sárvulkánokhoz. Amennyiben helyes a feltételezés, az általuk kidobott anyag több kilométeres mélységből származ-

zik, ami pedig lehetőséget teremt az esetlegesen mélyben élő mikrobák kimutatására és tanulmányozására.

A sárvulkánok létét alátámasztják a terület infravörös képei is, amelyek azt mutatják, hogy ez a rész gyorsabban hűl le éjszaka, mint a sziklás felszín, azaz finomszemcsés üledékből, pl. sárból áll. Oehler és Allen, David Bakerrel (Brown University) együttműködve olyan területeket vizsgált újra, ahol korábban már lehetséges sárvulkánokat azonosítottak. A kutatók a Mars Reconnaissance Orbiter által felvett spektrumokban vas-oxid nyomait mutatták ki, amely folyékony víz jelenlétében képződik, így alátámasztja a sár lehetőségét.



A Mars Odyssey felvétele egy felfedezett vulkános területről (NASA)

Jack Farmer, az Arizona State University munkatársa egyetért azzal, hogy valóban létezhetnek sárvulkánok a Marson. Azonban arra is felhívja a figyelmet, hogy más folyamatok is létrehozhatnak hasonló üledékes maradványokat, például gleccserek. Mindenesetre az agyagos kidobódás közvetlen tanulmányozása mindenképpen hasznos információkhoz juttatná a tudósokat, mivel az agyagban feldúsulhatnak a szerves molekulák, ezzel pedig a mikroorganizmusok hatásai is könnyebben kimutathatók.

New Scientist, 2009. március 20.

– *Derekas Aliz*