

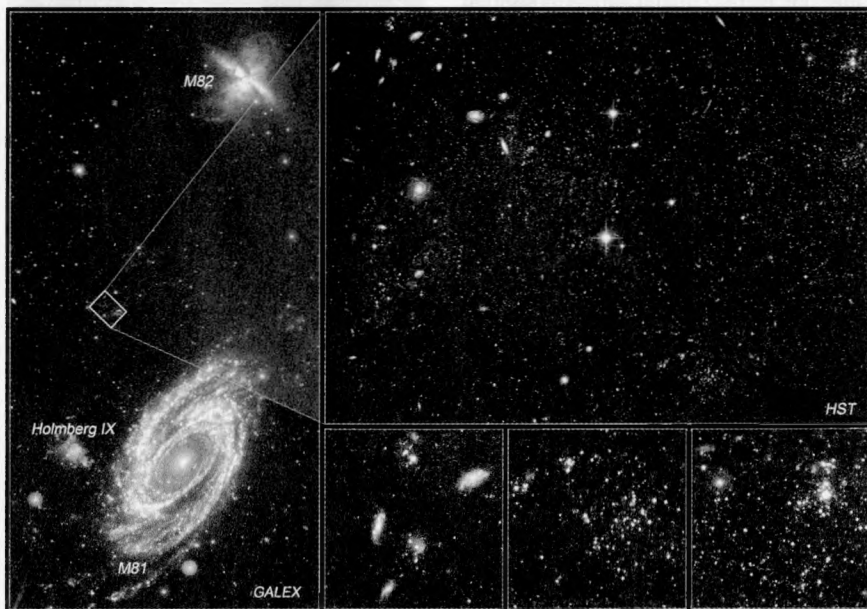
# Csillagászati hírek

## Árván született galaxisközi csillaghalmazok

Nem minden nap fedez fel az ember különleges kék csomókat az űrben – különösen akkor egyedi a dolog, ha egymással kölcsönhatásban álló galaxisok közötti térben bukkanunk rá a 200 millió évvel ezelőtt kialakult fiatal csillaghalmazokra. A Hubble Űrtávcső rendkívüli érzékenységének köszönhetően pontosan ez történt most az M81 spirális galaxis környékén. Soha korábban nem láttunk még ennyire ritkán benépesült környezetben hasonló „kék csomókat” (blue blobs), melyekben több tízezer naptömegnyi anyag található fiatal csillagok alakjában. A csomók tömege meghaladja a Tejútrendszer legnagyobb nyílthalmazainak tömegét, viszont a gömbhalmazokétól messze elmarad. Mivel látszólag nem tartoznak semmilyen galaxishoz, árván töltik napjaikat

az űrben, s a csillagaik által a fúziós reakciókban megtermelt nehéz elemek minden akadály nélkül beszennyezik a galaxisközi űrt. Lehetséges, hogy a korai Világegyetemben is fontos volt a hasonló folyamat az első csillaggeneráció fúziós végtermékeinek a galaxisközi térbe történő kiszórásával.

A mellékelt felvételen az M81 és M82 galaxisokat összekötő anyagívben a halvány kék csomók látszanak, bennük pedig fiatal csillaghalmazok (balra a GALEX ultraibolya űrtávcső felvétele; jobbra a HST részletképei). A most talált kék csomókat az teszi különlegessé, hogy 12 millió fényév távolságban, három galaxis (M81, M82 és NGC 3077) ütközése nyomán létrejött gáz-híd mentén találhatók. Az Arp-ív néven is ismert alakzat azonban nem olyan környezet, ahol csillaghalmazok létezése várható, mivel a benne levő anyagmennyiség messze nem elégséges intenzív csillagkeletkezés



fenntartására. A Hubble felvételei alapján a most talált csomók mintegy öt Orion-ködnyi anyagot tartalmaznak, s a felvételek szerint a galaxisok 200 millió évvel ezelőtti erős kölcsönhatásához köthetők.

A Hubble mérései alapján sikerült megbecsülni a halmazok csillagainak korát. A legtöbb égitest kb. 200 millió éves, de van közöttük alig 10 millió éves, nagyon fiatal objektum is. A legidősebbek kora éppen megegyezik a három galaxis 200 millió évvel ezelőtti ütközésének időpontjával, amiről a közöttük levő Arp-ív árulkodik, így kézenfekvő összekötni a csillagkeletkezés beindulását és a galaxisok ütközését. Feltehetően az ütközés során a csillagközi gázban fellépő turbulenciák váltották ki az erős csillagkeletkezést, ami a korai Univerzumban sokkal gyakrabban lejátszódó esemény lehetett.

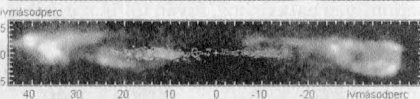
STScI-2008-02 – Derekas Aliz

## Spirális jetet azonosítottak

A csillagközi anyag csillagokká zsugorodásához a felhőnek perdületet kell veszítenie. Ebben elméletileg több folyamat is segíthet. Ilyenek lehetnek a csillag elődjéből kinyúló mágneses erővonalak, amelyek a perdület egy részét az objektumot övező korongnak adják át. Hasonló hatással bírhatnak a protocsillag mágneses erővonalai a zsugorodó felhővel szomszédos ionizált anyagcsomókhoz kapcsolódva, valamint a korongban létrejövő, hullámszerű anyagsűrűsödések. A feltételezések szerint a korongok centrumából, azokra merőlegesen, nagy sebességgel kirepülő anyagsugarak, avagy jetek is ilyen hatással bírhatnak. Ezúttal első alkalommal sikerült megfigyelni egy ilyen képződménynél az anyagsugarban a gáz spirális mozgását.

A HH-211 jelű égitest közel 1000 fényévre, a Perseus csillagképben látható. Centrumában egy protocsillag, és körülötte egy korong van, amelynek anyaga befelé spirálozik. Ahhoz, hogy a protocsillagra hullhasson, perdületet kell veszítenie. Egy nemzetközi csillagászcsoporthoz Qizhou Zhang (CfA) veze-

tésével a Mauna Keán lévő Submillimeter Array nevű mikrohullámú teleszkópprendszerrel vizsgálta. A születő csillag közel 20 ezer éve kezdetét anyagot gyűjteni, becsült végső tömege a Napéhoz lesz közel, de jelenleg még csak annak 6%-a. A korong centrumából egymással ellentétes irányba két anyagsugár indul ki, közel 16 ezer CSE távolságig. Itt a gáz az anyagsugár tengelye körül több mint 1300 km/s sebességgel forog, miközben 90 ezer km/s-mal halad a korong centrumától kifelé – tehát spirális csavarvonalban távozik.



A HH-211 jelű objektum fantáziarajza (fent) és a kettős anyagsugár képe (lent) (Muench-Nasrallah, CfA, ASIAA)

A jelenség folyamán a korong perdületet veszít, ezért a gáz jelentős része a centrumban növekvő protocsillagra zuhan. Ez az első alkalom, hogy egy ilyen anyagsugarban spirálisan áramló gázt sikerült azonosítani. A régóta keresett jelenség aktívan közreműködik a korongban lévő anyag perdületének csökkentésében, és áttételesen a központi protocsillag növekedésében.

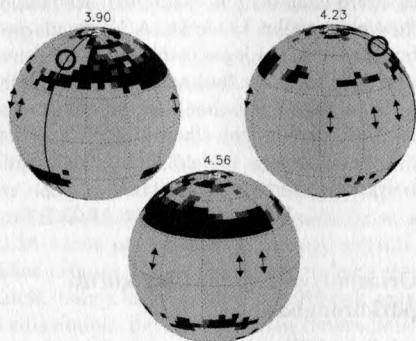
ApJ 670 – Kru

## Egy ultragyors forgású csillag foltjai

Az Uwe Wolter (Hamburgi Observatórium) vezette csoport az ESO VLT távcsőgyűjtésének Kueyen teleszkópján

üzemelő UVES spektrográfját és az XMM-Newton röntgenteleszkópot használta a BO Mic jelzésű, K színképtípusú fiatal vörös törpe megfigyelésére. A kutatóknak az ún. Doppler-leképezés (Doppler imaging) segítségével sikerült a csillag felszínén több folt és egy röntgenfler elhelyezkedését rekonstruálni. A foltok közül néhány a Föld felé eső északi pólus közelében található, a legtöbb azonban aszimmetrikusan oszlik el a közepe szélességeken.

A fiatal törpe a Microscopium csillagképben, a Földtől 150 fényévre található. Kora 30 millió év, tömege a Napénak 90 százaléka. Tengelyforgási ideje mindössze 9 óra körüli, azaz körülbelül 66-szor gyorsabban forog, mint a Nap, s ennek következtében mágneses terének erőssége és aktivitása is jóval nagyobb csillagunkénál. (Az angol nyelvű szakirodalomban elterjedt „beceneve” Speedy Míc, utalva a csillagok világában ultragyorsnak tekinthető forgás szélsőséges sebességére.)



A BO Mic Doppler-térképe a tengelyforgás különböző fázisaiban. A színek a foltokkal való fedettséget illusztrálják (fekete: 100%, sötétszürke: 67%, közészürke: 33%). A kis kör röntgenfler helye. A hosszúsági és szélességi körök lépésköze 30 fok. (Wolter és társai)

A csillagok felszínéről direkt felvételt nem tudunk készíteni. A BO Mic esetében a foltok direkt detektálásához elképesztő méretű, 400 km tükörátmérőjű teleszkópra lenne szükség! (Egy ilyen eszközzel csak a felbontást tekintve, a Földről lefényképezhető lenne Neil Armstrong lábnyoma a Hold

felszínén.) Az optikai tartományban ilyen méretű interferométer sem áll rendelkezésünkre, ezért 1983-as kifejlesztése óta a csillagok felszínének modellezésére a Doppler-leképezés a legjobb eszköz. (Optikai interferometriával sikerült már részleteket feltárni az Altair felszínén, de annak távolsága „csak” 15 fényév.)

A Doppler-leképezés során a gyorsan forgó csillagok színképvonal-profiljaiban bekövetkező, a csillag felszínén található foltok által okozott általában kicsiny változásokból próbálják a foltok helyzetét rekonstruálni. A színképvonal profilján a foltokra utaló „huplik”, eltorzulások a forgási periódusnak megfelelő ütemben vándorolnak. Az eljárás alkalmazhatóságához a forgási periódust nagyjából egyenletes eloszlással lefedő nagyfelbontású színképek sorozata szükséges. A BO Mic esetében ehhez 142 UVES spektrum állt rendelkezésre, ezek némi átfedéssel két teljes forgási periódust öleltek fel.

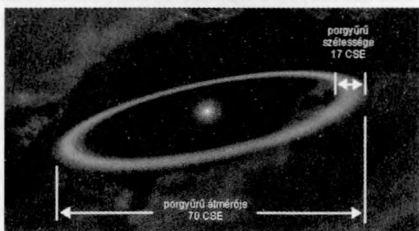
A BO Mic röntgenészlelései alapján a megfigyelés alatt több röntgenfler is kitört a csillag felszínén, egyik esetében a Doppler-leképezést használva az UVES spektrumokból a csillagrajzi helyzetét is meg tudták állapítani. A röntgenfler körülbelül 4 órán keresztül volt detektálható, s energiája a legnagyobb napflerek energiájának százszorosát is meghaladta. Érdekes módon a Napnál tapasztaltakkal ellentétben a helye nem kapcsolódott a detektált csillagfoltokhoz, távol volt a legaktívabb foltcsoportoktól. Elképzelhető esetleg, hogy a fler az egyenlítőtől délre tört ki, ahol a Doppler-leképezés eredménye bizonytalan, mivel ez a terület közel van a csillagkorong széléhez, s a hozzá kötődő foltcsoport ezért nem detektálható. A H  $\alpha$  és a Ca K vonalában végzett megfigyelésekből Wolterék mégis inkább azt valószínűsítik, hogy a fler az északi féltekén jelent meg, azaz a keresett foltcsoport vagy a déli féltekén rejtőzik, vagy – ami valószínűbb – nem észlelhető, illetve nem létezik. Születése után minden bizonnyal a Nap is jóval gyorsabban forgott, mint ma, így a BO Mic csillaghoz hasonló

aktív objektumok tanulmányozása segíthet abban, hogy képet alkothassunk központi csillagunk fiatalkori tulajdonságairól és viselkedéséről.

ESO PR 53/07, 2007.12.19. – Kovács József

## Szerves anyagok egy születő bolygórendszerben

A földi élet születését megelőző, ún. prebiotikus fejlődéshez szükséges összetett szerves molekulák mai ismereteink alapján részben a csillagközi térben lebegő jégzemcsék, részben ehhez hasonlóan a bolygórendszerek jeges felszínű égitestei nyújtanak lehetőséget. Utóbbi miatt gyakran vörös a Naprendszer külső vidékén lévő jeges égitestek felszíne. Az ősi Föld légkörében is képződtek szerves molekulák, hasonlóan ahhoz, ahogy ma a Titan atmoszférájában megfigyelhető. Néhány újabb megfigyelés alapján pedig egyes kőzetek vízzel és szén-dioxiddal érintkező felülete mentén is képződhetnek ilyen anyagok.



Infravörös sugárzás a szerves anyagokat tartalmazó gyűrűtől (fent) és fantáziarajza (lent) (Greg Bacon, John Debes, Carnegie Institution, STScI, NASA)

Nagy kérdés, hogy a csillagközi térben létrejött szerves molekulák miként változnak meg a bolygórendszerek kialakulásakor a protoplanetáris korongokban. Utóbbi vizsgálatára a HR 4796A jelű, a Földünkötől 220

fényévre lévő csillagot és környezetét tanulmányozták a Centaurus csillagképben. A közel nyolcmillió éves, Napunknál mintegy kétszer nagyobb tömegű objektumot övező anyagkorongban már kialakultak a bolygócsírák, de nagyobb planéták még vagy nem jöttek létre, vagy éppen most formálódnak a rendszerben. A jelenleg zajló ütközések újratermelik a port, ami nagy felülete révén lehetőséget ad a részletes megfigyelésére. A fiatal csillagtól közel 70 CSE távolságban egy gyűrű húzódik, amelynek poranyaga egy közel 17 CSE széles sávban található.

A Hubble Űrteleszkóp NICMOS detektorával az optikai és az infravörös tartományban vizsgálták a korong színképét. A megörökített por erősen vörösnek mutatkozott, árnyalatát az eddigi próbálkozások alapján nem sikerült ismert ásványokkal, vagy a szemcsék sajátos méreteloszlásával magyarázni. A szín kialakulásának legvalószínűbb oka, hogy sok ún. tholin van a szemcsékben, illetve azok felületén. A tholin többféle típusú és eltérő felépítésű, hosszúlánccú, szénalapú szerves vegyület keveréke. A Naprendszerben elsősorban a jeges üstökösök felületén jellemző, de tholinoknak tekinthetők a Titan felsőlégréjében lebegő molekulák is. Első alkalommal sikerült ilyen szerves összetevőket egy születő, „félíg kialakult” bolygórendszerben azonosítani.

ScienceDaily 2008.01.03. – Kru

## Óriásbolygó fiatal csillag körüli porkorongban

A fiatal csillagok körüli porkorongokban a bolygók kialakulásának részletei még nem tisztázottak, kérdéses a bolygókeletkezés időskálája is. A körülbelül 8–10 millió éves TW Hydrae protoplanetáris korongjában egy 10 jupitertömegű bolygót mutattak ki 0,04 CSE-re a központi csillagától, a csillag és a porgyűrű közötti üres részben. A planéta keringési ideje mindössze 3,56 nap. A ma ismert körülbelül 270 exobolygó közül ez az első, amelyik ilyen fiatal csillag körül kering, s léte megerősítheti azt a közeli infravörös és a milliméteres hullámhosszakon

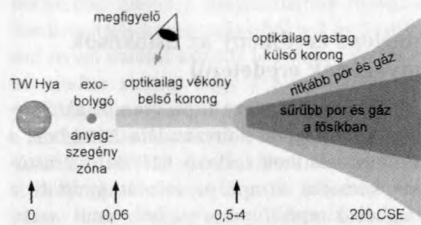
végzett észleléseken alapuló feltételezést, hogy a bolygók a csillagok születése utáni 10 millió éven belül kialakulnak, mielőtt a létrejöttükhöz szükséges port és gázt a csillagszél és a sugárnyomás kifújná a csillagközi térbe.

A radiális sebességen alapuló kutatómódszer azonban főleg a Naphoz hasonló, kevésbé aktív csillagukhoz nagyon közeli pályán keringő óriásbolygók esetében hatásos, ezért a nagy, radiális sebességek meghatározását célzó felmérésekből eddig a fiatal, általában jelentős aktivitást mutató csillagokat kizárták. A legfiatalabb csillag, amely körül ilyen módszerrel eddig bolygót detektáltak, 100 millió éves.

A Johny Setiawan (Max-Planck Intitut für Astronomie, Heidelberg) vezette kutatócsoport az ESO La Silla-i obszervatóriumában üzemelő 2,2 méteres teleszkópra szerelt FEROS (Fibre-fed Extended Range Optical Spectrograph) száoptikás echelle spektrográfort használta a sebességgörbéket eredményező nagyfelbontású színképek elkészítéséhez. A megfigyelésekből kizárták azon színképvonalak környezetét, melyekben a fiatal csillag nagy aktivitást mutat. Ilyenek például az ionizált kalcium H és K vonala, a hidrogén H béta és H alfa vonala, valamint a semleges hélium és nátrium vonalai. Az eredményül kapott radiálissebesség-görbék periódusanálízise a 3,56 napos periódusnál jelzett egy szignifikáns csúcst. Ezt a jelet egy ilyen keringési idejű bolygókísérőn kívül okozhatják még csillagfoltok, de akár a csillag nemradiális pulzációja is.

Az első esetben a színképvonalak periódikus eltolódása minden vonal esetében kimutatható, s a vonalak alakját nem befolyásolja, míg az utóbbi két lehetőségnél a vonalak profilja is változik, befolyásolva ezzel a radiális sebességek mérését is. A csoport eredményei szerint a TW Hydrae esetében a 3,56 napos változás majdnem szinuszos, s a sebességek nem korrelálnak a fényesség, illetve a csillagaktivitás egyéb nyomjelzőinek változásaival, így legvalószínűbb magyarázat a kísérő jelenlé-

te. Tömegének alsó határa 1,2 jupitertömeg, de ha figyelembe vesszük azt a korábról, például a Hubble Űrteleszkóp méréseiből ismert tény, hogy a porkorongra majdnem merőlegesen látunk rá (inklináció kb. 7°), akkor tömegére 9,8 jupitertömeg adódik, igaz, meglehetősen nagy, 3,3 jupitertömeg bizonytalansággal.



A TW Hydrae rendszerének sematikus rajza (Setiawan és társai)

Az elméletek szerint a bolygók a csillagok körüli por- és gázkorongokban alakulnak ki mikrométer nagyságú porszemcsék ütközése révén. Ezen folyamat során a mikroszkopikus részekből először a bolygómagok jönnek létre, melyek – elegendően nagy tömeget elérve – magukhoz vonzzák a gázt a korongból (akkréción), s ezzel ki is söprik a protoplanetáris diszk körülöttük lévő részét, emellett a környezetükkel kölcsönhatva még sugárirányban is mozoghatnak. Az óriásbolygók kialakulásának egy másik lehetséges módja a korongban létező gravitációs instabilitások körüli kondenzáció. A jelenlegi modellek megengedik a TW Hydrae b-hez hasonló nagytömegű bolygók létrejöttét, de nem világos, hogy ehhez elegendő-e az első típusú keletkezési folyamat, vagy a korongbeli gravitációs instabilitások is szükségesek hozzá. A TW Hydrae kísérője valószínűleg a korong külső részén keletkezett a csillagtól 1–4 csillagászati egység távolságra, majd elkezdett befelé vándorolni, miközben a korong belső régiójában jelentős mennyiségű gázt vonzott magához. A befelé irányuló mozgás akkor állhatott le, amikor a korong optikailag vékony részét elhagyva átlépte a csillag körüli belső gázmentes zóna körülbelül 0,06 csillagászati egységre lévő határát. Ezen zóna kialakulásának egyik lehetséges

oka a csillag mágneses tere. A TW Hydrae rendszere direkt kapcsolatot teremthet a porkorongok fejlődési és a bolygók kialakulási mechanizmusai között, illetve ideális alanya lehet a bolygómagok kialakulását, a migrációt és az akkréciót modellező numerikus szimulációknak.

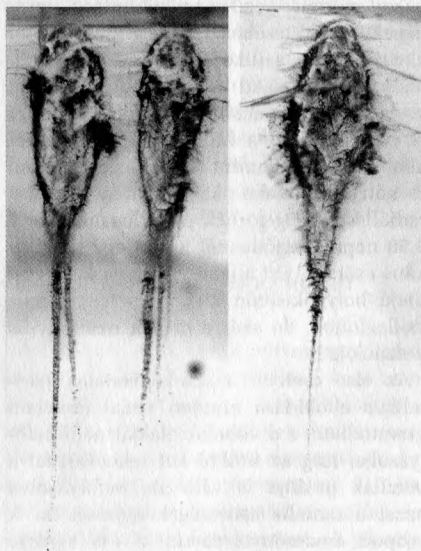
*Nature, 451/38. – Kovács József*

## Meglepő eredmény az üstökösök anyagának eredetéről

A NASA Discovery űrprogramjának Stardust („Csillagpor”) űrszondája 2004-ben a Jupiter-családkhoz tartozó 81P/Wild 2-üstökös kómáján átrepülve mintát gyűjtött a magból kirepülő poranyagból, amit aztán 2006-ban egy kapszulában sikeresen visszajuttatott a Földre. Azóta az üstököspor részecskéit a világ legfelkészültebb laboratóriumaiban elemzik, miközben az űrszonda új programot kapott: következő célpontja, a 9P/Tempel 1-üstökös felé vette útját.

Egy nagy nemzetközi kutatócsoport meglepő hírt jelentett be a Science folyóirat január 4-i számában a Wild 2-üstökös pormintáin alapuló kutatási eredményekről. Bernard Marty (Nancy Université) és amerikai munkatársai speciális laboratóriumi vizsgálatokat végeztek a porszemcsék kémiai összetétele kapcsán. Kutatásaikhoz olyan eszközök és analitikai kémiai, illetve fizikai-kémiai módszerek álltak rendelkezésre, amelyek a parányi, mikronos vagy mikrométeresnél is kisebb porszemcsékben kötött gázokat képesek elkülöníteni, azonosítani és elemezni, akár milliárdod grammnyi tömegben is. A laboratóriumi technika fejlettségére jellemző, hogy izotópos összetételt is képesek vizsgálni nagyon kis tömegű mintákból. A kutatókat elsősorban az üstökösanyag nemesgáz összetevői érdekelték, mint például a hélium és a neon. Ezek ugyanis nem alkotnak kémiai kötésekkel más elemekkel, és ezért olyan állapotban vannak, mint amikor az üstököspor kialakult – azaz megőrizték az ősi kémiai állapotok lenyomatát a Naprendszer hajnalából, amikor az üstökösanyag összeállt.

A hélium- és neonizotópok ( $^3\text{He}$ ,  $^4\text{He}$ ,  $^{20}\text{Ne}$ ,  $^{21}\text{Ne}$ ,  $^{22}\text{Ne}$ ) elemzése szerint a Stardust pormintáinak egy részében a He és a Ne előfordulása hasonló az akondrit meteoritokban és a bolygóközi porszemcsékben található primitív szén-makromolekulákhoz kötött héliumhoz és neonhoz, továbbá a holdporban fellelt héliumhoz és neonhoz. A nemesgázok legvalószínűbb keletkezési helye a fiatal, éppen kialakult Nap közelében levő magasabb hőmérsékletű tartományokban lehetett, miközben az ősi bolygóközi térben végigsöprő erős és forró napszél plazmája és mágneses tere hatása alatt álltak. Tudjuk ugyanis, hogy a Naphoz hasonló csillagok nem sokkal kialakulásuk után rövid ideig T Tauri típusú eruptív változócsillag-fázison mennek át, miközben rendkívül heves flartervékenységet mutatnak. Ennek hatására erős csillagszél és koronakitörés-plazma söpör végig a bolygóközi térben, amelynek nyomása magával ragadhatja és nagy távolságra sodorhatja a kis méretű porrészec-



Néhány porszemcse lefekezézési nyoma a Stardust aerogelben.

A kb. 6 km/s-mal becsapódó porszemcsék kb. 10 mm-es úthosszon lefekeződnek, útjuk mentén csatornát hoznak létre, melynek falába beágyazódnak a leváló 1–10 mikron méretű szemcsék

kéket. A fentiek magyarázatot adnak arra, hogy távol a Naptól, a hideg környezetben formálódó jeges-poros üstökös-mag-csírák (kometeszimálok) hogyan szennyeződhetnek a Nap közelében képződött porral. Természetesen a külső Naprendszerben is volt por, amire különböző gázok jegei rácementálódtak, de az a külső por inkább hasonlított az eredeti csillagközi porra, amely a Naprendszer kialakulása előtt is megvolt már. Ennek megfelelően az üstökös-magok poranyaga a Naprendszer két különböző térségéből származik: a belső és külső régiókból egyaránt, miközben a mag tömegének jéganyaga a külső, hideg zónákból ered.

Azt eddig is feltételezték (és ezt más csillagok körül kialakulófélfben lévő bolygórendszerek megfigyelései is mutatják), hogy a központi csillag megtisztítja, kisöpri a poranyagot, de ami új és meglepő a Stardust pormintáinak elemzésében, az az, hogy a folyamat az ősi Naprendszerben nagyon erős volt, és nagyon rövid idő alatt végbement. Előbbi az mutatja, hogy a belső porból 20–40 csillagászati egység távolságra olyan sok kijutott, hogy a későbbi üstökös-magok tömegének akár 10%-át is kiteheti a bentről származó anyag. A folyamat gyorsaságát pedig az jelzi, hogy a számítások szerint kb. 1 millió év alatt lejátszódott az egész porkifújás, márpedig a 4,6 milliárd éves Naprendszer fejlődésében ez olyan rövid idő, mint pl. négy nap egy 50 éves ember életében.

*Science, 2008.01.04. – Tóth Imre*

## Oxigéndúsulás vulkánoktól

A Föld fejlődésének elején a légkörben lévő szabad oxigén mind az élővilág fejlődését, mind pedig a felszíni kémiai viszonyokat erősen befolyásolta. A hagyományos elképzelések szerint az oxigént egyszerű fotoszintetizáló élőlények, elsősorban cianobaktériumok termelték. Lee Krumo (Penn State University) és kollégái egy olyan új modellt állítottak fel, amelyben abiogén folyamatok is segítik az oxigénszint kezdeti növekedését. Véleményük szerint ebben

fontos szerepet játszhattak a szárazföldi területeken kitörő tűzhányók. A víz alatti vulkánkitörésekből nagyon sok történhetett a Föld fejlődésének korai történetében, a legelső szárazföldi kitörések nyoma azonban csak kb. 2,5 milliárd évvel ezelőttre tehető. A kontinentális kéreg mennyisége fokozatosan halmozódott a globális lemeztectonika, illetve a magmatizmus révén. A kontinentális kéreg nagyjából a 2 és 3 milliárd évvel ezelőtt közötti időszakra vált elég kiterjedté ahhoz, hogy a területén történt vulkánkitörésekből is maradjanak nyomok.

A szárazföldi vulkánok magasabb oxigéntartalmú lávákat produkáltak tenger alatti társaikhoz viszonyítva. A jelenség oka, hogy magasabb hőmérsékleten törtek ki, és a vastag kontinentális kérgen áthaladva is változott összetételük, megnőtt szilícium-oxid tartalmuk. Ellenben a tengeralatti vulkánkitöréseknél a magmát még a kitörés előtt lehűti a vulkánokba beszivárgó víz, és itt az emelkedő magmába is kevesebb oxidált anyag épül be. A tenger alatt kitörő vulkánok lávája ezért oxigénben szegény, redukált jellegű volt, a vízzel érintkezve sok oxigént kötött meg, amelyet a vízben élő fotoszintetizáló élőlények produkáltak. A szárazföldi vulkánok elterjedésével azonban csökkent a redukált lávák aránya és az általuk megkötött oxigén mennyisége is. Így a fotoszintetizáló élőlények termelte oxigénnek egyre nagyobb része kerülhetett a légkörbe, és halmozódhatott fel. Ugyanakkor nem szabad elfeledni, hogy sok egyéb folyamat befolyásolhatta még bolygónk légköri oxigénkoncentrációját.

*ScienceDaily 2007.09.03. – Krumo*

## Internet-ajánlat

Az MCSE csillagászati hírportálja:

[hirek.csillagaszat.hu](http://hirek.csillagaszat.hu)

Asztronautikai hírportál:

[www.urvilag.hu](http://www.urvilag.hu)

Európai Déli Observatórium:

[www.eso.org](http://www.eso.org)