

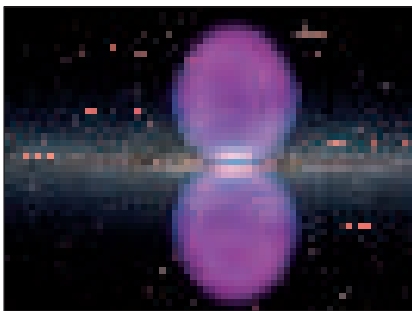


(2014. április)

## BUBORÉKFÚJÓ TEJÚTRENSZERÜNK

A Tejútrendszer magját két oldalról körülvevő, titokzatos képződmény foglalkoztatja immár egy évtizede a csillagászatok. A lapos korong alakú, 100 ezer fényév átmérőjű Tejútrendszer magja két oldalán, a korong síkja alatt és fölött két hatalmas, mintegy 25 ezer fényév átmérőjű buborék helyezkedik el. Eleinte sokan még a létezésüket is vitatták, eredetük még ma sem tisztázott.

A súlyzószerű képződményeket 2003-ban fedezte fel Doug Finkbeiner (Harvard-Smithsonian Asztrofizikai Központ) a NASA WMAP űrszondájának méréseit elemezve. A WMAP célja a kozmikus mikrohullámú háttérsugárzás anizotrópiájának vizsgálata volt, ehhez azonban a mért értékekről le kellett választani a közelebbi objektumok sugárzását. Eközben talált rá az amerikai csillagász a két furcsa objektumra, amelyek azonban csak elmosódottan rajzolódtak ki, mert a WMAP nem az észlelésükhöz megfelelő hullámhosszakon dolgozott. Egyes csillagászkok megerősítették a felfedezést, mások nem találták a nyomát, így kételkedtek. 2010-ben a Fermi-gammafényű nagy energiájú sugárzás tartományában végzett megfigyelései alapján kirajzolódott a műholdról Fermi-gömböknek elnevezett alakzatok. Az objektumok szinte a fél gamma-égboltot betöltötték, a Tejútrendszer fősíkjától 50° távolságig nyúlnak el. Körvonaluk határozottan kirajzolódott, sőt azt is megállapították, hogy a Tejútrendszer középpontjához közeli részük (a képen kék) már



a Rosat röntgensugárzású műhold megfigyeléseiben is észrevehető volt.

Az azonban továbbra sem volt egyértelmű, hogy a mikrohullámú tartományban tényleg látható-e a képződmény. Ezt csak a 2009-ben indított Planck-űrszonda mérései

révén sikerült igazolni. Hiába volt azonban a Planck korábbi űreszközökénél érzékenyebb és jobb szögfelbontású detektora, a buborékok létezését sikerült ugyan igazolni, de mibenlétük megfejtéséhez nem jutottak közelebb.

A sugárzás gyorsan mozgó elektronoktól származik, amelyek sebessége elég nagy ahhoz, hogy szinkrotron sugárzást bocsásson ki. Ezek a környezetükben lévő fotonokkal ütközve energiát adnak át azoknak, így az alacsonyabb energiájú fotonok gamma-fotonokká alakulnak. Feltételezve, hogy a gammasugárzás valóban az elektronoktól származik, kiszámítható, hogy az elektronok energiája néhány gigaelektronvolt, ami a fénysebesség 99,999999999999%-ának felel meg. (A csillagközi térben az elektronok sebessége általában nem éri el a fénysebesség 1%-át!) A gömböket összegabalyodott mágneses tér és plazma tölti ki, utóbbinak  $10^{23}$ -szor nagyobb az energiája, mint a Nap másodpercenkénti sugárzása. A buborékok belsejében a gáz sűrűsége csak tizede a buborékon kívüli anyagénak, ám odabent nagy energiájú részecskék száguldoznak. A buborékokat mágneses lepel határolja, „aljuk” a Tejútrendszer középponti vidékéhez kapcsolódik.

A buborékok keletkezésére számos hipotézis van forgalomban, de ezek lényegében két csoportba sorolhatók, egyik részük szupernóváknak, másik részük a Tejútrendszer magjában található óriás fekete lyuk működésének tudja be a létezésüket. Korábban egyesek felvetették, hogy a buborékok a sötét anyaggal függhetnek össze, azonban ebben az esetben nem lehetne olyan határozott körvonaluk, mint amilyent a későbbi megfigyelések során tapasztaltak.

A Tejútrendszer középpontját körülvevő csillaghalmazokban intenzív csillagkeletkezés folyik, ezért a nagy tömegű, és gyorsan a fejlődésük végére érő csillagok szupernóvarobbanásai lehetnek a buborékokba kerülő nagy energiájú részecskék forrásai. Néhány százezer felrobbanó csillag elég lehet a Fermi-buborékok felfújásához. Ehhez legalább 100 millió évre van szükség, ami azt jelenti, hogy a megfigyelt buborékok csak a csillagkeletkezés legújabb rohamából eredő részecskéket tartalmazták.

Mások viszont arra mutatnak rá, hogy a Tejútrendszer magjában lévő óriás fekete lyuk kitörései is pumpálhatnak protonokat a környezetükbe. Ez a fekete lyuk környezetéből kilövellő gáznyalábok formájában történhet, ám ezek a gáznyalábok általában keskenyek, így a csaknem gömb alakú buborékok létrehozásához vagy egy precesszálo gáznyalábra, vagy több, állandó irányú kilövellésre lett volna szükség. További lehetőség, hogy az anyag a Tejútrendszer korongjából, gömbszimmetrikusan áramlik ki, azonban

a galaxis fősíkjában a sűrűbb anyag a távoluló gömböt „összecsúpi”, így jön létre a kettős buborékszerkezet.



(2014. január 30.)

## MIÉRT KEDVELJÜK AZ ALKOHOLT?

Az alkohol iránti vágyunk egy evolúciós küzdelem eredménye az ember és az élesztő között, mely harcban többnyire a mikrobák kerültek fölénybe. Még ha anti-alkoholisták vagyunk is, kár volna tagadni, hogy az emberi faj szeret inni. Iszunk bort, sört, töményt, lényegében bármit, ami alkalmas alkohol előállítására. Vágyódásunk e mérgező anyag iránt, mely oly sok bajt okoz, rejtélyes. Talán elég lenne annyit mondani, hogy ha iszunk, jól érezzük magunkat, ám okkal feltételezhetjük, hogy az alkohol szeretéhez valamiféle evolúciós magyarázat szükséges. Az ember és az élesztőgombák közötti kapcsolat több millió évvel ezelőtt kezdődött és ma is tart. Kapcsolatunk szimbiotikus, kölcsönösen előnyös, ám az erőviszonyok folytonosan változnak. Már korai őseink elkezdtek. Gondosan ápoljuk élesztőgombáinkat, és cserébe jó esetben egy kellemes éjszakát, vagy éppen másnaposságot kapunk. Voltak azonban idők, amikor az alkohol több előnyt is kínált. Napjainkban az alkoholszeretettünk ára gyakran felülmúlja az előnyöket, ám mivel evolúciós folyamatról van szó, a történetnek még messze nincs vége. Már vannak olyan embetársaink, akik olyan genetikai változásokok esnek át, hogy kevesebbet isznak. Ha ez így folytatódik, eljőhet a nap, amikor törekény fegyverszünet jön létre.

Persze, nem mi vagyunk az egyedüli faj, mely kedveli a szeszt. A gyümölcslegyek rendszeresen csemegéznek az erjedt gyümölcsből, anélkül, hogy különösebben megviselné őket. Más fajok viszont nem tűrik olyan jól az alkoholt.

Ez a viselkedésmód az evolúció során akkor fejlődött ki, amikor kb. 130 millió éve, a kréta időszakban megjelentek a virágos növények, melyek gyümölcsöt érleltek. Megjelent egy új táplálékforrás a Saccharomyces genushoz tartozó élesztők képében és ezek az élesztők fejlődésük során egy új élettani trükköt fejlesztettek ki. Energiájukat nem arra fordították, hogy a cukrokat teljesen lebontsák, hanem csak részlegesen; etanolot termeltek, amikor a cukor bőségekben volt, de kevés az oxigén. Így ezek az élesztők lényegében kevésbé voltak hatékonyak, mint az elődeik. Ez

azonban előnnyel is járt. Az etanol elpusztítja a legtöbb baktériumot és mivel a baktériumok szeretik a gyümölcsöt, a keletkező alkohol révén az élesztők elpusztíthatják versenytársaikat. A Saccharomyces kezdetektől fogva érett gyümölcsökkel táplálkozhatott (az éretlenek mérgezőek voltak), így az etanol szaga azt jelezte a külvilágnak, hogy a gyümölcs megérett. Robert Dudley kaliforniai kutató szerint a természetes szelekció kedvezett a főemlősöknek és egyéb, gyümölcssevő emlősöknek, hogy megérezve az etanol szagát, a hatalmas erdőkben megtalálják az érett gyümölcsöket. Valószínűleg már ekkor pozitív érzéseket tapasztaltak anélkül, hogy magát az alkoholt megkóstolták volna. Ezen elmélet szerint minden főemlőst jó érzéssel tölt el, ha a szesz szagát kiszimatolja. Ezzel azonban nem vagyunk egyedül. A gyümölcslegyek szájában is vannak olyan receptorok, amelyek révén megérik az alkoholt. Arról azonban vitáznak a kutatók, hogy az ember már a növénytermesztés kezdetén foglalkozott-e olyan növényekkel is, melyekből alkoholt lehet erjeszteni, sőt, kifejezetten ezért termesztette és készítette. Doug Levey amerikai kutató úgy véli, az ember akkortájt kapott rá az alkoholra, amikor már maga is képes volt elkészíteni. Eszerint az alkohol iránti vágyunk inkább hasonló a koffein vagy a kokain iránt érzett vágyhoz, mint pl. a cukor irántéhoz.

Az alkohol kellemes érzést vált ki – ez aligha vitatható – annak révén, hogy az agyban levő GABA-receptorokhoz kötődik. Ezek a receptorok általában csökkentik a neuronok aktivitását, de amikor alkohol kötődik hozzájuk, ezt a felgyülemlett aktivitási képességet kieresztik, oldják a gátlásokat, ellazítják a testünket. Ennek köszönhetően számtalan gyermek fogant, számtalan barátság született, ám az etanol agresszívvá, koordinálatlanná, vakmerővé is tesz bennünket. Ennek következményei is számosak: balesetek, verekedések, de még háborúk is. Összességében az alkoholfogyasztás vadászó-gyűjtögető őseink számára valószínűleg nem volt előnyös, de azzá vált, mihelyt áttértek a földművelésre. Az emberek már a legkorábbi településeken is erjesztettek ételt és italt. Az alkoholfogyasztás eleinte még segítette is a társadalmi kapcsolatokat, ám ezek a közösségek növekedése során egyre bonyolultabbá váltak. Az erjesztés hozzásegítette az embert a folyadékok sterilizálásához, mivel az etanol számos baktériumot elpusztít. Erre már az állatok is „rájöttek”: a parazita darazsak által megtámadott gyümölcslegyek több alkoholt fogyasztanak, mert az általában megöli a darazsát, de ártalmatlan a gyümölcslegyek számára.

Az antropológusok többsége szerint őseink véletlenül fedezték fel az alkoholt,

amikor a tárolt gabona ériöntkezésbe került a Saccharomyces élesztőgombával. A legősibb ismert alkoholtároló kb. 7000 éves, Kínából került elő és egyidős a földművelés kezdetével. Akárhogy is történt, hamar rájöttek, hogyan lehet az alkoholt „szaporítani”: egyszerűen hozzá kell adni egy keveset az élesztőgombával érlelt italból valamilyen más italhoz. Készítése és fogyasztása az egész világon elterjedt, egymástól független emberi kultúrákban is. Evolúciónk során azonban több olyan népcsoport is kialakult, mely rosszul tolerálja az alkoholt. Sok kínai és japán szervezetében hibás az a gén, amely az alkohol-dehidrogenáz enzim termelődéséért felelős, ezért nem tudják lebontani az alkoholt, így kevés is elég ahhoz, hogy leittasodjanak. Az evolúció azonban nem áll meg itt: a populációkban lassan terjedni látszik az „igyal kevebbet” mutáció, és ha ez így lesz, előbb-utóbb megszűnik az alkohol iránti szeretetünk. Persze, ne becsljük le az élesztőgombák evolúciós képességeit...



(2014. május 6.)

### EGY ÓCEÁN, MELY MÁS, MINT A TÖBBI

A Vörös-tenger eszményi térség arra, hogy a tengergeológusok kutassák. Itt ugyanis egy olyan óceánt figyelhetnek meg, amely keletkezésének korai fázisában van. Ugyanakkor úgy tűnik, hogy a Vörös-tenger másfajta születési folyamaton ment/megy át, mint a többi óceán. Most a GEOMAR Óceánkutató intézet (Kiel) és a King Abdulaziz Egyetem (Dzsidda, Szaúd-Arábia) kutatói ki tudták mutatni, hogy a sőgleccserek módosították a korábbi modelleket.

A Csendes-, az Atlanti-, az Indiai-óceán, illetve az őket körülvevő kontinensek alkotják azt a földi képet, amit ma ismerünk. Geológiai mércével tekintve azonban mindez csupán pillanatkép. A földtörténet folyamán sok különféle kontinens született, majd vált szét és egyesült újra. Közöttük új óceánok jöttek létre, új tengeraljzat képződött, aztán tűnt el ismét a lemeztectonikai folyamatok során. A Vörös-tenger azon nagyon kevés helyek egyike a mai Földön, ahol egy kontinens szétválása és új óceán születése figyelhető meg; itt válik el egymástól az Arab-félsziget és Afrika. Az említett nemzetközi kutatócsoport tagjai egy hároméves program keretében „testközelből” tanulmányozták

ezt a felhasadást, térképezték a tengeraljzatot, mintákat vettek és mágneses modelszámításokat végeztek. Ezek alapján új megvilágításba került a Vörös-tenger kialakulása. Az nem volt vitatott és ma sem az, hogy a felszakadás és az új tengeraljzat képződése előtt az erős vulkáni tevékenység elvékonyította a földkérget. A riftesedés ott zajlik, ahol a legerősebben hatnak a nyújtó erők. A folyamatok egyes részei ugyanakkor vitatottak.

Mostanáig, a hagyományos, elfogadott szemlélet szerint, egy kontinens széthasadása többé-kevésbé egyidejűleg történik egy teljes vonal mentén, és az óceáni medence képződése egyszerre történik. Ezen a ponton azonban a Vörös-tenger kialakulása nem illik bele a hagyományos képbe. Itt egymás után sorakozó kisebb törésvonalak voltak, melyek fokozatosan egyesültek, és ennek alapján az óceán születésének kezdete viszonylag lassú volt. A vulkáni kőzetek viszont nagyon is hasonlóak azokhoz, amelyeket más óceánközépi hátságoknál is találtak. A Vörös-tenger kialakulásának korai szakaszaiban a területet egy igen sekély tenger borította el, mely időközönként kiszáradt. Mindezek nyomán vastag sólerakódások keletkeztek, amelyek később a kontinentális kéreggel együtt eltörték.

Az idő múlásával a só teljesen más-ként viselkedik, mint más üledékes kőzetek; nyomás hatására olyan lesz, mint a szurok és lassan folyt kezd. A tengeraljzatról készült új, nagy felbontású térképek és a mágneses modellezések azt mutatják, hogy az Arab-lemez és Afrika szétválása után a kilométeres vastagságú sólerakódások a gravitáció hatására lassan folyt kezdtek az újonnan képződött árok irányába az óceáni kéreg fölött. Mivel ezek a tenger alatti sőgleccserek nem egyenlő mértékben borítják a riftövezetet annak teljes hosszában, nagy valószínűséggel több kisebb törésvonal jött létre.

Ennek a felfedezésnek igen érdekesek a következményei. Először is, úgy tűnik, hogy szerte a Földön ugyanúgy keletkeznek kontinensek és óceánok. Nem tudjuk viszont, hogy az óceáni kéregnek mekkora részét borítja só, ez pedig megkérdőjelezi a Vörös-tenger kinyílásának koráról korábban alkotott véleményeket. A Vörös-tenger vulkanológiailag igen aktív riftövezete, melyet sőgleccserek vesznek körül, úgy viselkedik, mint egy hatalmas tartály, mely tele van magas hőmérsékletű és igen magas sótartalmú oldatokkal, melyek ráadásul igen gazdagok különféle fémekben. Elképzelhető, hogy a földtörténet folyamán ilyen üledékek más óceánokban is képződhettek, ahol vulkánosság zajlott és sok só volt a környezetükben.