



PANNON PALATINUS

Hírek - Események

A természet és a tudományok világából

Kivonatok, ismertetések, értelmezés

A „hetedik elem” - mikrobiológia és arzén

Szacsky Mihály

Ismét amerikai szenzációs NASA tudományos hír tartja lázba a világot !?

A világ üdvözölte a legújabb tudományos szenzációs bejelentést, amit a NASA sejtelmes módon tett közzé. A hírközlő szervezetek a biológia tudományok átírását vetítették előre. Számos „szakértő” és tudós ismét bizonyítottanak látja a Földön kívüli életet. Az elmúlt időben az amerikai tudósok nem tétlenkedtek, hallhattunk üstökösökben fellelt szerves anyagokról, szintetikus kék sejtekről és most

a "hetedik elemről": foszfor helyett arzént használó baktériumot fedezett fel a NASA.

De mi pezsdítette fel a hírközlő szervezeteket, mi a tudományos szenzáció. Tallózunk a hírekből.

-Új típusú baktériumokat fedeztek fel a NASA szakemberei egy kaliforniai sóstóban. Az élőlények különlegessége, hogy földi társaik többségétől eltérően foszfor helyett arzént építenek be szervezetükbe, sőt, még az örökítő anyagukba is.



A mérgező tó, amely új élet otthona.

-A mostani felfedezésről az előzetes hírek szerint a NASA internetes tévécsatornáján élőben is beszámolnak. Az élő adásban Mary Voytek, a NASA mikrobiológusa elmondta, hogy a most felfedezett életforma "földi" ugyan, de nem a bolygónkon megszokott fajtájú létforma. Felisa Wolfe-Simon, a NASA asztrobiológusa ezután arról beszélt, hogy miként épül be a mikroorganizmus DNS-szerkezetébe az arzén - még hozzá a foszfor helyére. (A DNS-molekulák külső cukor-foszfátváza rendkívül fontos a magasabbrendű élőlényekben és az eddig ismert földi mikroorganizmusokban. E cukor-foszfátvázban képes az arzén pótolni a foszfort a GFAJ-1 elnevezésű, újonnan felfedezett baktériumokban.)

-Az arzén a magasabbrendű szervezetekben, így az emberben azért is mérgező, mert foszfor helyett képes beépülni az élet legfontosabb alkotó elemeibe, így például a fehérjékbe. A most a Mono sóstóban megtalált kaliforniai baktériumok azonban eleve arra képesek, hogy arzént használjanak fel foszfor helyett. A mostani felfedezés során kiderült, hogy az újonnan megtalált baktériumok nemcsak a fehérjékbe, hanem az örökítőanyagukba is arzént építenek be. Az új baktériumok a GFAJ-1 kódnevet kapták.

- Hat elemről tudtunk eddig

A foszfor a szénnel, a hidrogénnel, a nitrogénnel, a kénnel, valamint az oxigénnel együtt ahhoz a hat elemhez tartozik, amely - eddig ismert formájában - alapvető az élethez. A Wolfe-Simon által vezetett kutatók azt akarták feltárni, hogy az élet vajon más anyagokkal is működhet-e. A tudósok vizsgálataik során az arzénre összpontosítottak, mert az kémiailag nagyon hasonlít a foszforra. A kutatók laboratóriumi körülmények között tenyésztettek a Mono-tó üledékéből származó magas arzéntartalmú baktériumot. A kísérlet során a fejlődési szakaszban fokozatosan növelték az arzénkoncentrációt, foszforhoz viszont nem juttatták a táptalajt.

A felfedezés mind a földönkívüli, mind a földi élet kutatásában új lehetőségekre mutat rá, ugyanis ha egy ilyen létforma kialakulhatott, akkor más bolygókon sem zárható ki a földitől sok tulajdonságában eltérő élet.

Egy baktérium az arzén-mérgezések okozója? [2004. júl. 5. 6:12] Brit kutatók elmondásuk szerint nagy lépést tettek, hogy megértsék, miért szennyezett Bangladesben és az indiai

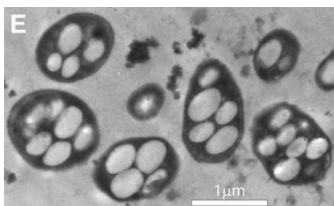
Nyugat-Bengál tartományban az ivóvíz arzénnel. Legújabb kutatásuk szerint egy bizonyos baktérium fokozott jelenléte utalhat az arzén kialakulására.

A felfedezés mind a földönkívüli, mind a földi élet kutatásában új lehetőségekre mutat rá, ugyanis ha egy ilyen létforma kialakulhatott, akkor más bolygókon sem zárható ki a földitől sok tulajdonságában eltérő élet.

Egy baktérium az arzén-mérgezések okozója? Brit kutatók elmondásuk szerint nagy lépést tettek, hogy megértsék, miért szennyezett Bangladesben és az indiai Nyugat-Bengál tartományban az ivóvíz arzénnel. Legújabb kutatásuk szerint egy bizonyos baktérium fokozott jelenléte utalhat az arzén kialakulására.



A szóban forgó organizmus egy GFAJ-1 baktérium, amit Wolfe-Simon és munkatársai a kaliforniai Mono-tó partjának üledékéből tenyésztettek ki. A Mono rendkívüli sótartalommal rendelkezik, emellett erősen lúgos és a világ egyik legmagasabb természetes arzén koncentrációjával büszkélkedhet. Az élet fáján a pálcika alakú GFAJ-1 a sókedvelő Halomonas nemzetség baktériumai között helyezkedik el. A nemzetség tagjainak többségéről tudják, hogy képesek magas arzén szintek elviselésére is, azonban Wolfe-Simon felfedezése szerint a GFAJ-1 egy lépéssel társai előtt jár, foszfor híján képes arzént beépíteni a DNS-ébe, majd folytatni fejlődését, mintha misem történt volna. "Ez az első eset a biológia történetében, hogy olyan valamit találtunk, ami képes a többi elem egyikét is alkalmazni alapszerkezetében" - tette hozzá Paul Davies, a Science cikkének egyik szerzője, neves asztrobiológus. "A felfedezés megerősítheti az emberekben, hogy az élet jóval szélesebb körben létezhet, mint azt eddig hittük"



az arzén hasznosító baktérium

Valóban ilyen hiányosak volnának biológiai ismereteink és semmit nem tudunk az elemek, atomok, ionok szerepéről az élő szervezetben, vagy talán az amerikai kutatók ismereteit kellene bővíteni.

Tegyük egy szerény kísérletet arra vonatkozólag, hogy értelmezzük a szenzációs felfedezést.

A sort kezdjük egy történelmi kriminális eseménnyel sorozattal:

„Magyarország a The Wall Street Journal címlapjára került, amely nagyrévi tudósításban számol be arról, hogy a méregkeverőiről elhíresült falu pénzt akar kovácsolni sötét múltjából. A tekintélyes amerikai gazdasági-politikai napilap Magyarország térképét is feltünteti Budapestről és Nagyrévről.”

Talán valamilyen hiba csúszott a szerkesztésbe, mi köze Nagyrévről az új „arzén” baktériumhoz. A hír nagyon is kötődik a NASA felfedezéséhez.

„A 1900-as évek elején a Tisza parti faluban egy asszonykör férfiak tucatjait tette el láb alól úgy, hogy arzént kevert ételükbe és italukba. A szerző, Andrew Higgins szerint költők, tudósok, marxista drámaírók merítették ihletet évtizedeken át a falu történelmének sötét epizódjából, rossz hírbe hozva a helybelieket.”

„A rendőrség 1929-ben kezdett nyomozásba, névtelen levelek alapján. A lapok a „halál falujának” nevezték el Nagyrévet. Hat asszonyt ítélték végül halálra, de csak kettőn hajtották végre az ítéletet. A főkolompos, a falu bábája, aki a mérget légyfogó papírból előállította, öngyilkosságot követett el.”



korabeli fénykép a tárgyalásról.

Az egész világot bejárt bűnügy főszereplője az arzén volt. A falu számos asszonya a baba vezetésével, a légypapírra felvitt arzén tartalmú anyagot főzetbe vitte át és azzal itatták meg azokat a férfiakat akiket meg akartak ölni.

„Az áldozatok többnyire háborúból hazatért, feleségeikkel kegyetlenül bánó férfiak voltak, néha azonban beteg emberek, megunt szeretők vagy gyerekek. Az asszonyok nem félték a lelepleződéstől, azt gondolták, a mérget nem lehet kimutatni, a kihantolásról pedig talán nem is hallottak. A légyfogó esetén használata az országban

máshol is bevett gyakorlat volt, mégis Nagyrev híresült el e gyilkosságokról, ugyanis egyedül itt rendelték el teljes exhumálást az eset kapcsán.”

Esetünkben a kriminalisztika történetében elsők között az exumálást elvégezték és meglepődve tapasztalták, hogy a holttestek bomlása nem szokványos. A vizsgálatot végző orvosok ekkor kezdték alkalmazni azt az egyszerű vizsgálati módszert, hogy a megmaradt szöveteket hamvasztották és ha egy sajátos inkább fokhagymára emlékeztető szagot éreztek akkor az arzén jelenlétét lehetett vélelmezni. Más módszert is alkalmaztak az arzén kimutatására, a szövetek hevítésénél egy üveglapot helyeztek a hevítéssel létrejött gázok fölé. Arzén jelenléténél egy érdekes jelenséget lehetett tapasztalni. A tükrön a kicsapódó arzén egy szürkés tükörfoncsorhoz hasonló bevonatot képezett. Ezt a jelenséget korábban a történelem folyamán tükör készítésére is használták.

De az arzén mérgező ! Ezzel az állítással nem lehet vitába szállni, viszont meg kell jegyezni, hogy kis dózisok esetében sokáig képes halmozódni az emberi szervezetben és csak a kritikus mennyiség elérését követően okoz halált.

Az arzénről tehát voltak ismereteink, de mit tud a tudomány erről az elemről és az élőlények kapcsolatáról.



Hat elemről tudunk eddig, állítják az amerikai tudósok. A foszfor a szénnel, a hidrogénnel, a nitrogénnel, a kénnel, valamint az oxigénnel együtt ahhoz a hat elemhez tartozik, amely - eddig ismert formájában - alapvető az élethez.

Ez az állítás, vagy ismeret valótlan, pontatlan és megtévesztő. Nemzetközi szakirodalmi adatok és kutatások egyértelműen bizonyították, hogy a mikro és makró elemek mennyiségi és minőségi összetevői minimálisan is 30-32 elem jelenlétét igazolják. A „Hármas elmélet” BIR tétele (biológiai ion rácselmélet) mint természeti jelenséget értelmezi a szerves anyagok és az ionok térbeli elrendeződését a szervekben és szervrendszerekben. A felsorolt hat elem valóban az élet alapvető összetevői közé sorolhatóak, de miért nem tesznek említést a kalciumról (Ca), a nátriumról (Na), a káliumról (K), a jódról (I), és sorolhatnánk azokat az elemeket, melyek hiánya az étellel összeegyeztethetetlenek.

Térjünk vissza az Arzénhez:

„Az elemi arzén szürke, fémfényű, törekeny elem, amely a hatszögű rendszerben kristályosodik. Fajlagos tömege $5,73 \text{ g/cm}^3$, fajhője $0,083$. Hevítve nem olvad meg, hanem gőzzé szublimál. Zárt edényben, nagy nyomású levegőben megolvasható. Gőze citromsárga, jellemzően fokhagymaszagú. Gőzsűrűsége $10'2$ (levegő = 1) vagy 147 (hidrogén = 1), tehát gáz halmazállapotú. Az elemi arzén négyatomos arzénmolekulák halmazába, és a nedves levegőn elég könnyen oxidálódik. Levegőben vagy oxigénben hevítve fakó kékes lánggal arzén-trioxiddá ég el. A klórral már szobahőmérsékleten is egyesül.” Tényleges háttér értéktartományai Magyarország geokémiai nagytájain:

* 1. nagytáj: $< 2,5\text{--}19 \text{ g/t}$

* 2. nagytáj: $< 2,5\text{--}57 \text{ g/t}$

* 3. nagytáj: $5,8\text{--}13 \text{ g/t}$

* 4. nagytáj: $5,4\text{--}22 \text{ g/t}$

Egyes ásványvizekben (lippiki, cigelkai, roncegnoi, levicoi ásványvízben) is megtalálható mikroelemként.

Az arzén (As) egészen kis mennyiségekben esszenciális, de leginkább toxikus hatásai jelentősek. Az emberi szervezetnek naponta $0,012\text{--}0,025 \text{ mg}$ arzénre van szüksége. A jóval ritkábban előforduló As(III) vegyületei sokkal mérgezőbbek, mint az As(V)-éi. Szerves vegyületei kevésbé toxikusak, mint a szervetlenek.

Főleg az emésztőrendszert, a csontvelőt és az idegrendszert károsítja (nagyobb dózisokban gyorsan ható mérreg). Átlagos mennyisége az emberi szervezetben $0,05 \text{ mg/kg}$ — a legtöbb arzént a dohányfüstből és a tengeri élőlények fogyasztásával vehetjük fel. Az ember napi átlagos arzénfogyasztását $0,01\text{--}0,3 \text{ mg}$ közé teszik; $5\text{--}50 \text{ mg/nap}$ fölött az arzénterhelés mérgezővé, a $100\text{--}300 \text{ mg/nap}$ tartományban halálössé válik. Ez a mennyiség szoktatással növelhető: aki hozzászokott, napi $0,5 \text{ g}$ arzént is elfogyaszthat anélkül, hogy egészsége akár a legcsekélyebben károsodna.

Az egyes élőlények rendkívül eltérően reagálnak az arzénterhelésre — a növények többnyire jóval érzékenyebben, mint (az édesvízi halak kivételével) az állatok. A biotranszformáció növelheti, de csökkentheti is hatását. Így például a *Penicillium brevicaulis* egysejtű gombafaj az arzént nagyon mérgező trimetil-arzéné alakítja, viszont a meleg tengerek táplálékláncában az arzén a faunára veszélytelen arzénbetainné alakul át, és az további biotranszformáció nélkül kiürül a szervezetből. Éppen ezért a tengeri vízben élő halak, rákok és kagylók hihetetlenül sok — akár 10 mg/kg — arzént is képesek felhalmozni a legcsekélyebb károsodás nélkül.”

Minimális ismeretek birtokában is úgy tűnhet, hogy a legújabb NASA tudományos szenzáció igazából nem is olyan szenzáció. Azt a következtetést vonhatjuk le, hogy az arzén bizonyos vegyületei, mint pl. az arzén-hidrogén, vagy kálium-arzenid erőteljesen mérgező, míg az arzén metilezett származékai gyakorlatilag nem mérgező. Felvetődik a kérdés, hogy a csodálatos és különleges kaliforniai sós tóban milyen vegyületi formában található az arzén. Legyünk óvatosak, mert a *Science* című tudományos folyóiratban közölt tanulmány szerint - amelyet az MTI is idéz - első alkalommal nyert bizonyosságot, hogy minden ismert földi élet egyik alapvető építőkövét egy másik elem helyettesítheti. Kellő tisztelettel, de a *Science* tudományos folyóiratban közölt tudomány pontosításra szorul. Tudott és ismeretes, hogy az élőlényekben az ionkoncentrációk specifikus koncentrációban, (BIR) elmélet alapján térszerkezeti formában vannak jelen. Abban az esetben, amikor a térszerkezetben az élő szervezet egy megfelelő elemet, vagy iont valamilyen hiba miatt lecserél, vagy megváltoztatja a térszerkezeti formáját, akkor biológiai deformációk és betegségek alakulnak ki, sőt mutáció is létrejöhet. Általánosan ismert pl. a kén (S) és a foszfor (P) cserélődése.

Vizsgáljuk meg, hogy az arzén (As)-nak milyen szerepe van a növények életében. Az arzén a növények számára nem tekinthető létfontosságúnak. A növények nagy része számára az oldható és ezért felvehető arzénvegyületek komoly mérgező hatást is kifejthetnek, vannak azonban az arzénnel szemben ellenálló, sőt arzényújtó növényfajok is. Azt is feltételezhetjük, hogy az élőlények a geográfiai és geológiai sajátosságaiknak megfelelően alkalmazkodnak az elemek sűrűségéhez és koncentrációjukhoz. Tudott az is, hogy a foszfátok az arzenátok antagonistái, így az arzén felvétel nagyobb foszfátkoncentrációval gátolható, de esetünkben, ha nincs foszfor, akkor az élőlények, mikróbák alkalmazkodnak a környezethez.

Ezt az állítást tovább erősíthetjük. Az arzén szerepe az állatok és az ember életében jól kutatott és ismert. Az arzén létfontosságát az állatok szempontjából,- mint több más mikroelem esetében is- szintetikus takarmányok bevitelével bizonyították. Kecskék esetében 50 µg/kg bevitel felett észleltek életfontosságú folyamatokban, szaporodásban zavarokat. Kutatók egyértelműen bizonyították, hogy a könnyen felszívódó arzénvegyületek toxikus állapotot idézhet elő, de megbízható adatokkal bizonyítható, hogy egyes magashegységekben élők, igaz kisebb mennyiségben fogyasztva, arzén-trioxidot fogyasztanak roboráló szerként. Az is tudott, hogy a tengervízben elég sok arzén vegyület található, de általánosságban ezek

egészségügyi problémákat nem okoznak, sőt egyes tengeri élőlényekben a koncentráció igen magas szintet képes elérni. Hazánkban Békés megye délkeleti községeiben és egyre több helyen az artézi vizekben is megemelkedett az arzén mennyisége. Tajvan délnyugati tengerparti területein az ivóvizekben a kritikus értékeket is meghaladja az arzén. Ezekben a területeken a víz arzénkoncentrációja a kedvezőtlenebb szerves és szervetlen vegyületi formákat tartalmazza. A vizsgálatok meglepő eredményeket hoztak. Az ott lakók hajában az arzén 50%-al volt magasabb, mint az átlag érték, viszont érdekesség képen megjegyzik, hogy a vizsgálatok azt is kimutatták, hogy a szelén viszont 11%-al volt kevesebb. Azoknál a helyi lakosoknál, akiknél ez az egyébként magas arzén mennyiséghez képest is emelkedett az arzén koncentráció, szinte törvényszerűen alakulnak ki, az ún. „feketeláb” betegség.

Az elemzéseket és értelmezéseket hosszasan lehetne folytatni, de sok értelme nincs. Kis kalandozásunk az elemek, vegyületek és az élővilág birodalmában azt sejtetik, hogy az ismételt NASA bejelentés semmi újdonságot nem tartalmaz. Az érvelések és a tudományok ismerete mind azt mutatják, hogy semmilyen különleges dologról nem történt. Ezt támasztják alá mindazok a szakirodalmak is, amelyek közül számos Amerikában jelent meg.

Végezetül egy idézet Paul Davies elméletéből:



**Az élet csupán egy kémiai baleset eredménye, ami egyedülálló az
Univerzumban?**

**Vagy éppen ellenkezőleg, mélyen bele van vésve a természet törvényeibe,
és fel is bukkan ott, ahol a körülmények kedvezőek?**

Válogatás a több ezer szakirodalomból, mely az arzén biológiai hatását elemzi:

-Porter, Peterson (1975) Arsenic accumulation by plants on mine waste
(U.K.)Sci.Total Environ

-Andreae (1980) Biotransformation of arsenic in the environment Proct. Internat

-Benco (1980) A contribution to the problem of carcinogenicity of arsenic Tr.El.
Symp, Jena

-Nelson (1980) Biological monitoring of occupational arsenic exposures TSJ

- Crossen (1983) Arsenic and SCE in human lymphocytes

- Grande (1987) Urine spot test as guide to treatment in acute pentavalent
arsenic ingestion.

-El Bahri (1991) Arsenic poisoning in livestock

- Tsuda (1995) Ingested arsenic and internal cancer