

# Spektrum der Wissenschaft KOMPAKT

(2017. 3. szám)

## MIKROBIUM – AVAGY MIT TUDNAK A BÉLBAKTÉRIUMOK

A gyomor-bélrendszer, valamint lakóinak, a bélflórának a kutatása kerekén 10 éve rendkívül intenzíven folyik. Egyre több pénz áldoznak rá, tudományos szaklapokban cikkek jelennek meg róla, de a hétköznapi sajtóban is kedvelt téma a mikrobiom. A kutatási eredmények szerint szinte minden civilizációs betegség – diabétesz, túlsúly, allergiák, bélrák, vesekő, depresszió, sőt az autizmus is – a bélflóra-egyensúly felbomlásának a számlájára írható. Ezért egyre nagyobb divat az egyre több probiotikum, vagy egyéb, a gyomor-bélrendszerre jótékonyan ható táplálék-kiegészítő szedése, valamint a sok-sok ehhez kapcsolódó kiadvány, szakácskönyv megjelenése. Sokan eleve elítélik pl. a császarmetszést, a csecsemőknek adott bolti tejet, illetve az antibiotikumot. Mindezt azért, mert ezek megzavarhatják a baktériumflóra összetételét.

Persze sok minden még csak gyerekcipőben jár. Maguk a mikrobiom-kutatók is arra figyelmeztetnek, hogy nem szabad túlzottan eufórikus vagy idő előtti következtetéseket levonni, mivel a kutatások során egyelőre túl sok ellentmondásba ütköznek, számos eredmény egyelőre nem vehető készpénznek. Gyakran túl alacsony a hatékonyság, ritkák a humán kísérletek, és a baktériumok kb. 60%-a még mindig ismeretlen. Szakemberek már évekkel ezelőtt figyelmeztettek arra, hogy mennyire veszélyes lehet, ha a betegek az alternatív gyógymódokban keresik panaszukra hasztalan a megoldást. Ugyancsak felhívják a figyelmet a sajtó felelősségére, ami gyakran túlzásokba esik és a mikrobiom-mánia cinkosává válik.

Annyi bizonyos, hogy a bélbaktériumok hatással vannak az emberre. Elősegítik a tápanyagfelvételt a vérbe oly módon, hogy a bélsejteken keresztül felgyorsítják a szállítást és optimalizálják a zsír- és epesav-anyagcserét. Ezen kívül a vastagbél baktériumai a ballasztanyagok egy részét, amit az ember egyébként nem tudna értékesíteni, rövid láncú zsírsavvá, például vajsavvá bont le. A vérben az anyagcseretermékek kerekén 30%-a mikrobiális eredetű. A baktériumok segítenek az immunrendszer felépítésében, éretlen T-sejteket érte alakítanak át, mérgeanyagokat és kórokozókat ártalmat-

lanítanak. Az embertől mindezért kellemes hőmérsékletű lakóhelyet kapnak, ahol ideális esetben elegendő táplálékot is találnak – vagyis tökéletes szimbiózisban élnek az emberrel. Manapság nagyon népszerű állítás, hogy ezen kívül bizonyos baktériumok karcúsítanak, valamint megóvnak a cukorbetegségtől. A mikrobiom-kutatást különösen a népbetegséggé vált cukorbetegség foglalkoztatja, mivel bizonyos vizsgálatok szerint lehetséges, hogy a cukorbetegségben és a túlsúlyban szenvedők bélflóra-összetevőinek aránya eltolódott. Aki túlsúlyos, annak a bélflórája például sokkal több *Firmicutes*-, mint *Bacteroidetes*-baktériumot tartalmaz. Megjegyzendő azonban, hogy ennél a vizsgálatnál az eredmények jelenleg még ellentmondanak egymásnak: néhány kutató megállapította ezeket a különbségeket, míg mások nem.

Kérdéses az is, mikor kóros a csökkent bélflóra-sokféleség, vagy csupán a megváltozott életkörülményekhez való alkalmazkodásról van szó. Teljesen homályos ugyanis, hogy mit tartunk egészséges mikrobiomnak, de tény, hogy a dél-amerikai és afrikai vadász-gyűjtő életmódot folytatók bélflórája alapvetően más, és sokkal különbözőbb bélbaktériumokat tartalmaz, mint a fejlett ipari országokban élőké, de tény az is, hogy náluk ritkább a civilizációs betegségek előfordulása is. Ugyanakkor az is igaz, hogy a fejlett országok egészséges embereinél is csökkent a bélflóra biológiai sokfélesége. Sokan bélszövetükben potenciális kórokozó csírákat hordoznak, mint például a *Clostridium difficile*-t, anélkül, hogy megbetegednének; harmadik trimeszterben lévő állapotosok mikrobioma szinte megegyezik a metabolikus szindrómában szenvedő emberekével. Ennek ellenére a kutatók ezekben az esetekben is a bélflóra zavaráról beszélnek.

Mindezek miatt további kérdések vetődnek fel: ha a bélflóra összetétele megváltozik, az a betegség oka, vagy következménye? Ezt *Kristoffer Forslund*, a heidelbergi Európai Molekulárbiológiai Laboratórium kutatója vizsgálta 784 cukorbetegben. Forslund a vizsgálattal bizonyította, hogy a cukorbetegek jellemzően megváltozott bélflórája teljes egészében a Metformin diabétesz elleni gyógyszernek volt köszönhető, s nem az alapbetegségüknek. A kontrollcsoportban ugyanis azon cukorbetegek bélflórája, akik nem szedtek Metformint, egészséges volt. A krónikus gyulladós bélrendszeri megbetegedések, mint a Chron-betegség esetében is bebizonyították, hogy a betegek bélflórája megváltozott. Igaz ugyan, hogy ezek a betegek másképp is táplálkoznak, mint az egészséges emberek, és jellemző rájuk, hogy hosszabb ideig gyógyszert is szednek. Nem egyértelmű tehát, hogy az ily módon megváltozott bélflóra a betegség ki-

váltó oka, vagy a diéta és a gyógyszerek következménye.

A kutatók szerint minden bizonytalanság és ellentmondás ellenére tény, hogy a mikrobiom az öröklött tényezőkhöz hasonlóan fontos biológiai eszköz, melynek segítségével betegségek kiváltó oka deríthető ki, illetve gyógymód megtalálására adhat lehetőséget. Ugyanakkor felhívják a figyelmet a túlbuzgó következtetések levonásának veszélyére, amellyel egy adott tan akár teljesen elveszitheti hitelességét.



## QSR

(2017. június)

## A JÉGTAKARÓ ELOLVADÁSA ÁTRENDEZTE EURÓPÁT

A kutatók részletesen rekonstruálták az eurázsiai jégtagaró összeomlását a legutolsó jégkorszak végén. A nagy olvadás hatalmas változásokat okozott az egész európai kontinensen, emiatt például már 10 ezer évvel ezelőtt életbe lépett az igazi Brexit.

23 ezer évvel ezelőtt Észak-Európa nagy részét az eurázsiai jégtagaró jelentős vastagságban befedte. Kiterjedésére jellemző, hogy 4500 km-t lehetett volna rajta egyhuzamban síelni a brit szigetek délnyugati részétől a szibériai Ferenc József-földig. A jégtagaró létezésének természetesen komoly hatása volt Európára. A jégbe fagyott víz több mint 20 méterrel csökkentette a globális tengerszintet. A jégtagaró elolvadása pedig jelentős tengerszint emelkedéshez vezetett, nagy területeken okozott kemény áradásokat, és alapjaiban változtatta meg a kontinenst behálózó hatalmas folyókat. Egy most publikált új modell a jégtagaró visszahúzódásának és olvadásának hatásait vizsgálta részletesen.

A modell szerint 15 000–13 000 évvel ezelőtt az eurázsiai jégtagaró évente 750 köbkilométer jeget veszített. Rövidebb időszakokra előfordult, hogy az évi jégvesztés meghaladta a 3000 köbkilométert. Egy köbkilométer jeget nehéz elképzelni a nyári kánukban, de gondoljunk egy olyan kockára, melynek minden oldala 1 km, és amely 1 000 000 000 tonna vizet tartalmaz. Aztán ezt még szorozzuk be 3000-rel...

Volt egy 400–500 évig tartó időszak, amikor mind a tengerszint, mind a globális hőmérséklet igen gyorsan emelkedett. Ezen időszak alatt az eurázsiai jégtagaró olvadása körülbelül 2,5 méteres tengerszint-emelkedést okozott. Ez majdnem tízszerese annak a sebességnek, amellyel Grönland és az Antark-

tisz veszíti el a jegét napjainkban. A jégtakaró északi és nyugati szakaszai a Barents-tengeren, Norvégián és Nagy-Britannián keresztül közvetlenül a tengerben végződtek. Ezek viszonylag gyorsan összeomlottak a rengeteg jéghegy borjadzásával, és mert a meleg óceáni áramlatok alámesták a jégtakaró peremeit. Ezek olyan előjelek, amelyek ma már megfigyelhetők a grönlandi jégtakarónál.

Az eurázsiai jégtakaró hatása jóval túlterjedt azokon a területeken, melyeket közvetlenül beborított a jég. Az egyik legfontosabb következmény a hatalmas „Fleuve Manche” kialakulása volt a La Manche csatorna területén. Ez egy hatalmas folyóhálózat volt, amely levezette az ősi Visztula, Elba, Rhone és Temze folyók vizét és a jégtakaróból származó olvadékvizet a Szajrán keresztül az Észak-atlanti-óceánba. Egyes számítások szerint az európai jégtakaró olvadása során ez a folyórendszer időnként kétszer akkora lehetett, mint a mai Amazonas. A legutóbbi rekonstrukciók szerint az egész rendszernek a vízgyűjtő területe a mai Mississippiéhez lehetett hasonló. A kutatók szerint ez volt a valaha létezett legnagyobb folyórendszer az eurázsiai kontinensen.

A hatalmas kiterjedésű vízgyűjtő terület azt jelentette, hogy a folyórendszer óriási mennyiségű hideg édesvizet juttatott közvetlenül az Atlanti-óceán északi részébe. Ez elegendő volt ahhoz, hogy jelentősen befolyásolja az éghajlat szabályozásában alapvető szerepet játszó Golf-áramlatot. A jégtakaróból származó olvadékvíz és a tengerszint emelkedése olyan következményekkel is járt, hogy hatalmas szárazföldi területeket öntött el a víz és kiterjedt a sekélytengerek területe. Britannia és Írország a legutolsó jégkorszak alatt végig kapcsolatban volt Európával, de körülbelül 10 ezer évvel ezelőtt a La Manche csatorna kialakulása elválasztotta őket a kontinenstől.

A jégtakaró eltűnésének rekonstrukciója izgalmas képet fest annak az időszaknak a változó Európájáról, amikor az emberek kezdték benépesíteni a kontinentet. A gyors környezeti változások minden bizonnyal nagy kihívást jelentettek az embereknek is. Ennek megfelelően a most megjelent tanulmány nemcsak a jéggel foglalkozó glaciológusoknak, hanem sok egyéb tudományág művelője számára is hasznosnak bizonyulhat. Érdekes lehet például az archeológusoknak, akik az emberek vándorlási útvonalait kutatják, hiszen nekik kulcsfontosságú kérdés, hogyan változott az európai táj és a környezet az elmúlt 20 ezer évben. A modell máris létfontosságúnak bizonyult egyes komplex rendszerek megértésében a jégtakaróktól függetlenül is. A cikk adatait ugyanis felhasználták a gázhidrátok stabilitásának vizsgálatára Eurázsia sarkvidéki területein, és ezek segítettek megérteni a sarkvidéki tengeraljzatban a közelmúltban felfedezett masszív dombok és metánkibocsátó kráterek kifejlődését.

## Geophysical Research Letters

AN AGU JOURNAL

(2017. június 6.)

### LÉGKÖRFÉNYTŐL VILÁGOS ÉJSZAKÁK REJTÉLYE

Az ókortól kezdve számos beszámoló született és maradt ránk különösen világos éjszakákról – ezeket a légkörfény okozta. A mai, fényszennyezéstől terhelt éjjeli égbolton már csak ritkán és kivételesen sötét helyekről figyelhetjük meg szabad szemmel e jelenséget, azonban a távcsöves megfigyelések vagy az asztrófotózás során észlelhető, hogy az égi háttér időnként szokatlanul világos. Ilyen éjjeleken a közvilágítást megelőző időkben olvasni lehetett az egyébként holdtalan és tiszta éjjeli égbolt alatt, a fénylés kb. azonos volt a félhold adta világossággal.

A régről fennmaradt feljegyzések egybecsengő leírásai id. Pliniustól egészen a XX. század elejéig egyes helyszíneken észlelt világos éjszakákról mint különösen ritka jelenségekről szólnak, s úgy tűnik, hogy kiemelt jelentősége van magának a helyszínnek is. 1783-ban június 26–30. közti időből francia leírás maradt ránk a jelenségről, majd egy hasonló 1908-ból, ekkor az éjszaka beálltával ragyogóan csillagos, holdtalan égbolt teljesen tisztán látszott a táj a megfigyelők szerint. Egy 1916-os, decemberi eset során a Francia Csillagászati Társaság tagjai Dánia és Franciaország területén egyszerre észlelték a jelenséget.

A légkörfény hasonló magasságban keletkezik, mint a sarki fény, azonban létrejötte nem a napszélhez és a mágnességhez, hanem a Nap extrém-ultraibolya tartományú sugárzásához kötött. E sugárzás hatására a magaslégtéri molekulák felbomlanak majd később újra találkozásuk során összekapcsolódnak, s a felbomláskor elnyelt energiát (oxigén esetén 557,7 nanométeres hullámhosszú fotonok formájában zöld színű fényként) visszazugározzák.

A legintenzívebb légkörfényt a gyakoriság szempontjából kiemelt a 80–100 km körüli magasságban lévő oxigénnek köszönhetjük. (Még magasabb légtér rétegekben az E-UV sugárzásnak nagyobb energiájú részét nyeli el az oxigén, s a cserébe kapott légkörfény már vörös lesz.) A légkörfény – a sarkvidékekhez kötődő sarki fényvel ellentétben – a bolygó egész területén bárhol észlelhető jelenség, a különösen erős formái azonban viszonylag kis térségben koncentrálnak.

Amikor a magaslégtéri fénylés kialakul, a benne résztvevő részecskék mozognak, sűrűbb és ritkább arányban csoportosulva hullámszerűen, az úgynevezett nehézségi hullámok formájában terjednek. A légkörfény, ha látható vagy fényképezhető erősségű, a hullámos mintázatot jól mutatja is. A nehézségi hullámok kialakulásában felszínközeli jelenségek, pl. nagy viharrendszerek, vagy geomorfológiai sajátosságok, pl. hegységek játszanak szerepet. Ezek felett az áramló alsó légrétegek megemelkednek, majd az így keletkező hullám továbbterjed a légkör magasabb rétegeibe. Ma már számos műhold képes észlelni e hullámokat, ezek egyike, a UARS speciális interferométere adta adatokkal dolgozott a kutatás szerzőcsapata.

A hullámszerűen négy fázisa jól elkülöníthető, és időnként, a hullámok e négy fázisának szuperpozíciója során igencsak fel erősítik egymást. Ez okozta és okozza a rendkívüli légkörfény észleléseket, ilyenkor a jelenségek egy adott helyszínen maximum 3–4 napig láthatóak. A légkörfény méréséhez a műhold adataiból a 80–110 km magasságban észlelt, az oxigén által kibocsátott 557,7 nm hullámhosszú fotonokat vizsgálták. A földrajzi szélesség az északi 35–45 fokos területre vonatkozott, az esetleg itt előforduló sarki fényt kiszűrték a mérési adatokból (az a 110 km-nél magasabban is jelen lenne). A vizsgálatba két év méréseit vonták be, egyet naptevékenység maximuma és egyet a minimuma idejéről, hogy az esetleges összefüggésre is fény derüljön (nem volt ilyen).

A szuperpozícióba került nehézségi hullámok kialakulása idején mért fotonok számát összevetették az emberi szem érzékenységevel, a szabadszemes láthatóságra meghatározott 200 R határérték feletti kibocsátást jelent, ennél nagyobbát érzékelhetett az észlelő kimondottan világos éjjeli égboltként. (*R: Rayleigh, a fotonfluxus mértékegysége, ami egy négyzetméteres alapú légoszlopban másodpercenként  $10^{10}$  foton kibocsátását jelenti.*) A műhold adataiban talált szuperpozíciós események során 400–500 R körüli értékek voltak jelen, ez pedig jól korrelál a régi leírásokban szereplő látvánnyal. A műholdadatok alapján évente átlag 2,5 éjszaka során lehetne ilyen erős a légkörfény, ha a holdjárás és az időjárás nem jelentene zavaró tényezőt, azonban csak holdmentes és tiszta éjszakákon észlelhető a jelenség, így az észlelések különös ritkasága is magyarázatot kapott. A földrajzi elhelyezkedés fontossága szintén egyértelmű: viszonylag kis területre koncentrálnak az extra világosság, környező hosszúságokon lévő helyszínekhez képest a szuperpozíció által felerősített fénylés mintegy tízszer erősebb az adott területen.

Ha folyamatos mérésekkel globálisan figyelni a légkörben a nehézségi hullámszerűen, ezen igen világos éjszakákra vonatkozó előrejelzést is lehetne készíteni.