

AZ EMBER MINT ÖKOSZISZTÉMA

Bélflóra, normál bőrflóra, humán mikrobiom, mikrobióta – számos kifejezés, mellyel akár a leghétköznapibb kommunikációban is találkozhatunk. Elég hozzá egy egyszerű tévéreklám vagy egy rövid ismeretterjesztő cikk kedvenc magazinunkban (lapunkban is foglalkoztunk már ezzel a témával, például 2015/12-14-es számainkban). De mit is jelentenek ezek a kifejezések pontosan? És miért lett mindez ennyire fontos napjainkban nem csak a tudományos kutatásban, de egyre inkább a mindennapi életben is?



1. rész

A mikrobiom egy adott helyen, esetünkben az emberi testben élő mikroorganizmusok közössége, kölcsönhatásaikkal együtt. Tehát maga a szó egy komplex ökoszisztémára, életközösségre utal. Eredetileg szinonimaként használták, manapság egyre inkább megkülönböztetik a mikrobióta kifejezést, mely jobbra csupán a mikrobák összességét jelenti, kevésbé hangsúlyozva az ökológiai megközelítést. A fogalmakat *Joshua Lederberg* Nobel-díjas genetikus vezette

be, felismerve az emberrel együtt élő egysejtűek jelentőségét. A „flóra” kifejezést a növénytantól kölcsönözte a mikrobiológia tudománya, és régies szóval élve, de lényegét tekintve ugyanazt jelenti, mint a mikrobiom.

A XXI. század emberének talán már nem újdonság, hogy mikroorganizmusokkal osztja meg a testét, pedig ennél sokkal többről van szó. Egy felnőtt embernek kb. 5×10^{13} db testi sejtje van, de ennél 1-2 nagyságrenddel több, tehát legalább tíz-

szer ennyi baktériumsejt él a szervezetünkben, illetve a testfelszínünkön. Némiképp túlzással azt is mondhatnánk, hogy (számbeli) kisebbségben vagyunk a saját testünkben... A mikrobáknak nem csak az egyedszáma, de a fajszáma is csillagászati. A legújabb felmérések szerint közel 40 000 faj jelenlétét sikerült bizonyítani az emberi test különböző pontjain. Csak a foglepedékből mintegy 20 000 faj azonosítható! Ezek a nagyszámok megdöbbentőek lehetnek,

de az igazság ennél árnyaltabb. A fajok kimutatása ugyanis úgynevezett metagenomikai megközelítéssel történik, mely során az adott helyről izolált összes organizmusból kivonják a DNS-t, majd szekvenálással azonosítják az örökítőanyag bázis-sorrendjét, végül bioinformatikai

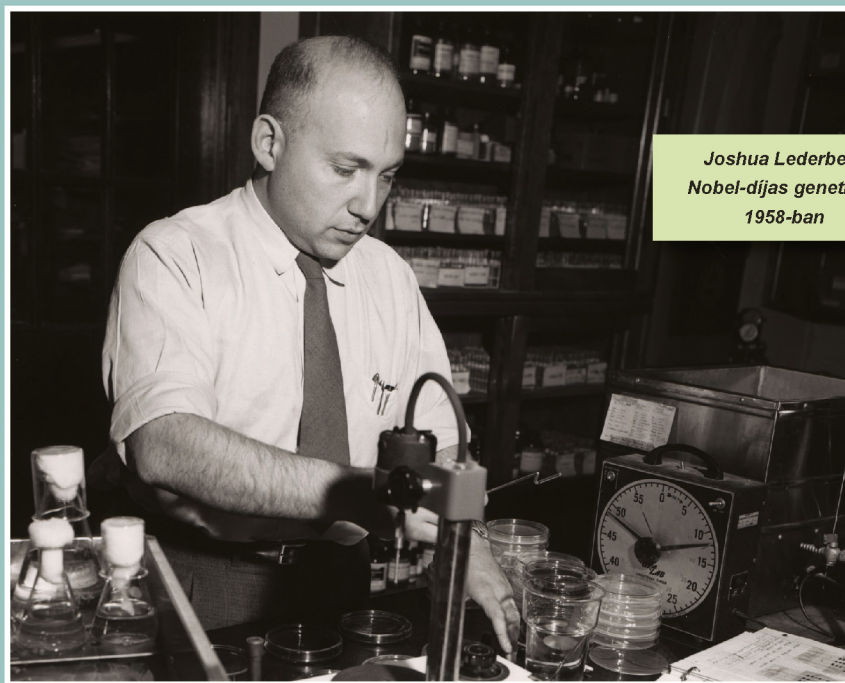
bák (humán mycobium), míg a többi élőlény szerepe elhanyagolható. A legtöbb lény (mind a faj-, mind egyedszámát tekintve) a bélrendszerben, konkrétan a vastagbélben él. Ezután következik a szájüreg, beleértve a fogakat is. Igen népes flórája van a bőrnek (megkülön-

jár hátránnyal, de előnnyel sem. Viszont sokszor nem is olyan egyszerű eldönteni, hogy egy élőlény hová is sorolható, barát-e vagy ellenség.

Egészséges embert viszonylag kevés kórokozó tud megbetegíteni, de az immunrendszer alulműködése esetén a legártalmatlanabb egysejtű is életveszélyessé válhat. Legismertebb példa erre a *Pneumocystis carinii* nevű egysejtű gomba, melyet állatok terjesztenek, az emberek legalább 70%-a megfertőződik vele élete során, de alig észrevehető tüneteket okoz csak (hőemelkedés, gyengeség). Ezzel szemben a HIV-fertőzöttek egyik leggyakoribb halál oka a fenti gomba okozta tüdőgyulladás. Immunszuppresszáns gyógyszerekkel kezelt (pl. szervtranszplantáción átesett) betegekben akár a sörélesztő (*Saccharomyces cerevisiae*) vagy tejsavbaktériumok (*Lactobacillus spp.*) is halálos kimenetelű fertőzést okozhatnak. Ugyanígy nem mindegy, hogy egy baktérium hol is él a szervezetben. A *Staphylococcus aureus* közönséges és ártalmatlan a bőrön, míg a vérbe kerülve vérmérgezést (szepszis) okozhat. Ugyanígy a *Streptococcus pneumoniae* is sok ember orrüregében megtalálható anélkül, hogy bármilyen tünetet produkálna, ám kisgyerekeknél és időseknél (akiknek az immunrendszere még/már nem olyan hatékony) súlyos agyhártyagyulladás kiváltója lehet.

A legérdekesebb csoport mindenképp a szimbiota baktériumoké. A mindennapi gyakorlatban ezeket szoftuk a normál flóra tagjainak nevezni. Ez az együttélés tehát kölcsönösen kedvező mindkét fél számára. A baktériumok védett, kiegyensúlyozott, táplálékban gazdag környezetet találnak testünkben, cserébe igen aktívan részt vesznek az emésztésben, az anyagcserében és még számos egyéb folyamatban, melyek felderítése napjainkban zajlik, számos érdekes, sőt meghökkentő eredményt szülvé. Következő cikkünkben ezekből szeretnék néhány izgalmas példát kiragadni.

DRASKOVITS GÁBOR



Joshua Lederberg
Nobel-díjas genetikus
1958-ban

módszerekkel összeállítják a genomok teljes szekvenciáját. Ez az eljárás olyan érzékeny, hogy néhány genom kópia is elég ahhoz, hogy azonosítsunk egy fajt, így a fenti, sokezeres számot olyan élőlények is gyarapítják, melyeknek nem otthona az emberi test, csak a szél a bőrünkre sodorta vagy lenyeltük a táplálékkal, hogy csak néhány lehetséges példát említsek. Számos további faj pedig csak átmeneti utazó a szervezetünkben, melyek hosszabb-rövidebb ideig megtelepszenek ugyan, de tartósan nem képesek együtt élni az emberrel. A többé-kevésbé állandó közösséget alkotó, úgynevezett szimbiota fajok száma a feltételezések szerint „csupán” néhány ezer.

Fontos megjegyezni, hogy a velünk élő mikrobák több mint 99%-a baktérium, ezután következnek az egy- és többsejtű gom-

bóztetve a száraz, erősen elszarusodott részeket és a lágyabb, nedvesebb testhajlatokat), míg az orrüregben és a légzőrendszerben a felsoroltakhoz képest kevesebb faj él. Hölgyeknél az ivarutak alsó, nem steril harmada szintén saját, speciális baktériumközösséggel bír.

A mikrobák kategorizálásának egy régi, empirikus módszere nagyon is emberközpontú: az együttélés káros vagy hasznos számunkra? Ha káros, akkor patogénekről és parazitákról beszélünk, melyek betegséget okoznak és/vagy rajtunk élősködve fogyasztják erőforrásainkat. Szimbiózisról akkor beszélünk, ha az együttélés mindkét fél számára előnyös, míg a kommenzalisták a számunkra észlelhetetlen vagy felesleges anyagokat, törmeléket, hulladékot fogyasztják, így jelenlétük az ember szempontjából közömbös, nem