

CSICSAY ALAJOS

MINEK KÖSZÖNHETŐEN LETTÜNK AZOK, AMIK VAGYUNK? (1. RÉSZ)

Úgy tűnik, a fejezet címében feltett kérdésre nagyon könnyű a válasz: a génjeinknek. Ez a lakonikus felelet viszont minden fajra egyaránt vonatkozik, annak ellenére is, hogy nem teljesen fedi a valóságot. Újabb kérdés: miért nem maradtak az élőlények mindmáig olyanok, amilyenek a kezdet kezdetén voltak? Akadnak közöttük ma is eredeti formájukat őrzők nem is kevesen, például egyes baktériumfajok és archeák (régőbbi nevükön ősbaktériumok), no meg a vírusok. Ez utóbbiak csak a 21. század harmadik évtizedének elején kezdték felkorbácsolni az emberek kedélyeit. Nem mintha már régebben nem ismerték volna őket, csak ekkor döbbsentek rá, hogy az általuk okozott pandémiák mekkora veszedelmet hozhatnak az emberiségre. Csoda, hogy előbb nem figyeltek fel rájuk. Dehogynem. Csak valószínűleg ekkorra érett meg arra az idő, hogy a genetikusok anélkül, hogy elkerüljék a pánikot, kellő tapintattal igyekeztek felhívni az emberiség figyelmét arra, hogy egy gyorsan terjedő vírustörzs variabilitásában és az emberiség túlszaporodásának összefüggésében rejlik egy igazán nagy szerencsétlenség. Sokkalta nagyobb, mint azokban az előző (világ)járványokban, amelyek már régóta tizedelnek bennünket. Nemcsak minket, embereket, hanem az egész élővilágot.

Kérdezhetnénk, hogy a fent említett mikrobák több mint három és fél milliárd év leforgása alatt vajon semmit sem változtak. Több fajuk nem, de egy közülük olyannyira, hogy általa indult el az élővilág szétágazása.

A fossziliák azt bizonyítják, hogy a sejt szerkezetek kialakulása már a prekambriumban, vagyis két és fél milliárd éve megkezdődött. A legfontosabb kulcsemény pedig az volt, amikor egy sejt bejutott a másikba és ketten egyet alkotva kezdtek el osztódni. És időnként ismét összeolvadni. E jelenséget akár óssexnek is nevezhetnénk. Annyi biztos, hogy ezzel indult el útjára a törzsfejlődés. De ez a szaporodási mód alig jutott tovább a sejttelpek kialakulásánál, ami eltartott még néhány százmillió évig. Az igazi, mondhatnánk látványos és gyors evolúció „csak” 600–700 millió évvel ezelőtt kezdődött meg. De ugyan ki látta? Senki. Akkor ez is csak egy hiedelem? Ám legyen. De hogy milyen bizonyítékok szolgálnak erre? Mindenki, aki kíváncsi rá, meggyőződhet az igazáról, csak meg kell tekintenie néhány kövületgyűjteményt a földtani múzeumokban. Most már akár az interneten is, bár a kettő nem ugyanolyan élményt nyújt az embernek. Ezt tapasztalatból állíthatom.

Ami szinte megdöbbsentő, hogy egy új tudományág, a *paleogenetika* már nemcsak egyszerűen feltár valamilyen tényeket, hanem a köztük levő összefüggéseket is képes igazolni. Többek között a mai és a kihalt élőlények közti kapcsolatokat



| Fotó: <https://www.freepik.com>

is. Mire ez az írás megjelenik, már mindenki értesülni fog róla, hogy *Svate Pääbo* (1955–) észt kutató, ennek a tudományának a megalapítója a munkásságáért 2022 decemberében átvehette a Nobel-díjat. Apropos észt, tehát nekünk, magyaroknak, közeli rokonunk. Csakhogy közben az is kiderült, hogy mi, finnugorok, annyira sem vagyunk már genetikai rokonságban egymással, mint a velünk szomszédságban élt (élő) türk, germán, frank, szláv, és ki tudja még milyen nyelvű népekkel. Csupán nyelvünk eredete a bizonyíték rá, hogy valaha a finnugorok közé tartoztunk. Hasonlóan genetikailag kevert népekből áll Európa (talán már az egész világ) mai nemzetállamainak a lakossága is. Azt is mondhatnánk, ha más oknál fogva nem, de megélhetési szempontból szimbiózisban él egymással a világ összes népe és nemzete.

A 20. század közepén még kivételes esetnek számított egyes élőlényeknek a szoros, egymástól elválaszthatatlan együttélése, *szimbiózis*. Feltételezhetjük, hogy nincs olyan élőlény, amelyik más fajok nélkül képes lenne megélni. Talán csak a növények között fordulhat elő egy-egy család, amelyik kivétel. Az ökoszisztémákat nem csupán olyan élőlények alkotják, ún. makroorganizmusok, amelyeket bárki meg tud egymástól különböztetni, mert mindegyiket olyan egyedek alkotják, amelyek szimbiotikusak. Amikor azon sajnálkozunk, hogy kipusztult valamelyik faj (a világon ma évente 50 ezerre tehető a számuk), ne csak a növény- és állatfajokra gondoljunk, hanem arra is, hogy azok a fajok szintén elvesztek vagy legalábbis megritkultak, amelyek velük elemi kölcsönhatásban (*mutualizmusban*) éltek. Vajon ezeket is számon tartják-e? Az érthetőség kedvéért, bár már írtam róluk, inkább a szakkifejezések helyes használata végett idézem fel a szimbiózis leggyakoribb változatait. A *lichenizmus* (zuzmószimbiózis) a gombafonalak és algák közötti szoros viszonynak a kirívó példája, amiért egyes autotróf és heterotróf fajok egybefonódása révén, már-már új fajok keletkeztek. Megjegyzem, esetük a rendszertan művelőit is zavarba hozta. Tréfásan azt mondhatjuk, ők a növényrendszertannak a belgái. A *mikorrhiza* a magasabb rendű növények, például fák és gombafonalak együttélése. *Fitoszimbiózis*: növény+növény. Ez azonban kissé megtévesztő lehet, mert ez esetben is valamelyik kalapos gomba földben hálószerűen szétágazó testét és a fa gyökérszőreit említik példának. A *zooszimbiózis* a leginkább a tengerekben gyakori, de ide sorolhatók egyes egzotikus emlősöknek, krokodiloknak, valamint bizonyos madárfajoknak az egymásrautaltsága. *Szimfília* esetén az egyik faj a másik testváladékát fogyasztja, minek ellenében a táplálékforrásának jobb táplálkozási és szaporodási helyet igyekszik találni. Ilyen többek között a kerti hangyák és a gyümölcsfákat károsító levéltetvek közötti viszony.

Mi, emberek is szimbiózisban élünk egyes mikroorganizmusokkal, de erre tudtommal nincs külön szakkifejezés. Pedig nélkülük nem tudnánk létezni, egyes baktériumfajok pedig nélkülünk kerülnének válságos helyzetbe. Az emberi szervezetben és a rajta élő mikrobák összességét *mikrobiom(ok)*-nak nevezzük. Elképesztően sok baktériumfaj alkotja a mi biomunkat. Egyedszámuk több mint tízszerese testünk sejtjének. Számokban kifejezve mintegy tíz a tizenötödiken, tizenhatodikon, de össztömegük csak mintegy 200 grammra tehető. (Az ember testi sejtjeinek a száma pedig tíz a tizennegyedikon.) Szinte hihetetlen.

Az anatómia alapjait már az alapiskolában, 12-14 éves korukban tanulják nálunk a gyerekek. Minden szerv, pontosabban szervrendszer felépítése és működése helyet kapott a tananyagban. Van, amelyekre enyhébb, és van, amelyekre erősebb hangsúly jut, aszerint, hogy milyen szerep hárul rá higiéniai szempontból. De mint mondom, egyik sem maradhat ki. Persze a tinédzserek nem mindegyikre kíváncsiak egyformán. Nem nehéz kitalálni, melyik szerveknek, nem annyira a belső felépítésének, mint működésének a titkai iránt érdeklődnek leginkább. Erről majd egy külön fejezetben szeretnék szólni. Előrebocsátom, ezek egyikének egy szakaszában kiemelkedő szerep hárul a benne élő mikroorganizmusokra. Mindazonáltal egyelőre foglalkozunk az emésztőrendszerben és a test kültakaróján, vagyis a bőrön élő mikrobiomokkal. Kezdjük tehát az emésztőrendszerrel, aminek több üreges szakasza van, amelyek otthont adnak jó néhány száz baktériumfajnak, melyek közt túlnyomó többségben vannak a velünk szimbiózisban élők, vagyis a „hasznosoknak” minősülők. De sajnos befurakodnak közéjük a potyalesők, amelyek enyhén szólva „károsak”, vagyis kórokozók. Orvosi szakszóval *patogének*, amelyek nem ritkán pusztító járványokat is véghez vihetnek. Az emésztőrendszer első szakaszát a szájüreg alkotja, melyben a törzsfajlásnak köszönhetően a táplálék feldarabolására, majd megőrlésére (megrágásra) szolgáló fogak alakultak ki. De hogy kerül ide a filogenezis? Úgy, hogy a táplálékdarálás taktikáját több mint kétszáz millió évvel ezelőtt egyes dinoszaurusz fajok kezdték alkalmazni, mégpedig azáltal, hogy bélrendszerük egy szakaszában úgynevezett zúzógyomorot alakítottak ki, melynek megkövesedett lenyomatában apró kavicsokat találtak a paleontológusok. Tudva levő, hogy a madarak a dinoszauruszok közvetlen leszármazottai. A házi magevők zúzóját a (rég) háziasszonyoknak sok apró kőtörmelékű, durva homokszemcsétől kell(ett) megtisztítaniuk. Az emlősök úgyszintén az őshüllők utódai. Egyazon időben különültek el tőlük, mint a madarak, de náluk (mármint az aprócska emlősöknél, majd jóval később, nálunk, embereknél is) a táplálék feldolgozásának feladata a szájüregbe tolódtott át. Sőt az emésztés is már itt kezdődik meg, melyben egyes *enzimeken* kívül szerepet kapnak a mikroorganizmusok is. Ezért feltételezhetnénk, hogy a baktériumok és a magasabb rendű állatok szimbiózisa is valamikor a földtörténeti másodkorban kezdődhetett el. Ám valószínű, hogy sokkal előbb, hiszen a földigiliszta emésztőcsatornája is telis-tele van baktériumokkal.

Hogy hány faj alkotja a szájüregünk *baktériumflóráját*, egyénenként változik. Azért annyit elárulok, megközelítőleg 35-70 válfaj körül mozog – de csak 3-4 közülük a patogén –, attól függően, ki mennyire tartja be a szájhygiénia szabályait. Egyedszámuk pedig több száz millió is lehet. (Ne tévesszen meg bennünket a flóra szakkifejezés, ami a növények csoportjait illeti meg, de még nem is olyan régen a baktériumokat is a növények országában tartották nyilván, ezért ez esetben rájuk vonatkoztatva sem helytelen e szó.) Szájból a gyomorba jut a táplálék, ahol a gyomorsav a baktériumok zömét megöli, de persze nem mindet. Az emésztőcsatorna következő szakaszai mind üregek. A belek – mind a vékony-, mind a vastagbeleknek más-más a szerepük – a maguk bélbolyhaival olyan csodálatos világnak adnak otthont, akárcsak a korallzátonyok. Mondhatnánk, hiszi a piszi. Ugyan ki akarhatna gyönyörködni olyan rút valamikben, mint az emberek, no meg az állatok emésztőszervei? Ha gyönyörködni talán nem is, de rájuk csodálkozni annál inkább lehet. Ha nem ezt tennék a kutatók, de még a gyakorló orvosoknak készülő medikusok is, hogy tudnának segíteni a majdan hozzájuk forduló betegeken?

Ismeretterjesztő írásaimmal nem titkolt szándékom a biológiai szakkifejezések és persze általuk az effajta gondolkodásmódnak a népszerűsítése. Olyan dolgokra szeretném felhívni a nem szakmabeliek figyelmét, amelyekkel találkozhattak ugyan az iskolában, de nem ragadta meg kellően a figyelmüket, vagy amióta kikerültek onnan, más szakmát (pedagógusok esetében más szaktantárgyakat) tanultak. Azonban gyakran találkozhatnak (leginkább a tévében, de másutt is) olyan témákkal, melyeknek a terminológiája korral megváltozott, ezért nehezen értik meg, miről van szó. Ilyen például a fennebb olvasott *baktériumflóra*, amit még helyell-közszel leírunk, de helyette ma a *mikrobiom* használatosabb, ráadásul még itt a *bél mikrobióta* szó is. Ha *mikrobiomról* beszélünk, az egész bőrfelületen vagy a teljes emésztőrendszerben élő mikrobákat értjük, a „*mikrobionta*” pedig a „*mikrobiom*” szinonimája is lehet. Általában a kontextustól függ, hogy melyiket használjuk.

A szájüreg mikrobiontáját már érintettem, most néhány szót ejtek a belekéről. Mikroorganizmusok minden bélszakaszban élnek, de mégis külön figyelmet érdemel a vastagbél mikrobiomja, amelyet mintegy 30-40 baktériumfaj alkot, de rajtuk kívül élnek még benne gombák, állati egysejtűek, archeák, sőt akár még olyan nem kívánatos férgek (bélgiliszták) is, mint a paraziták. A baktériumok legtöbbje hasznára szolgál a szervezetnek, némelyek teljes mértékben nélkülözhetetlenek, például a K vitamin termelésénél. A patogének pedig súlyos, fertőző betegségeket okoznak mint például a *Salmonella typhi*, ami a szalmonellózist (enteriális lázt), régebbi nevén a *hasitífuszt* okozza. (Mint betegség, nem tévesztendő össze sem a kiütéses tífusszal, sem a vérhassal, mely utóbbi szintén bélfertőzés útján terjed, de nem kizárólag baktériumok okozzák.) A milliárdnyi baktérium a belekben percnként szaporodik és nagyrésztük el is pusztul. De utána mi lesz velük? Mivel a vastagbél a megemészthetetlen salakanyagoknak is a gyűjtőhelye, állatoknál ürülék, embernél *széklet* formájában elhagyja a szervezetet. (Tudtommal az állatok számára még nem találtak ki árnyékszéket. Muris is lenne, ha nekik is valami székkéféln kellene végezniük a szükségletüket.) A széklet szárazanyagának mintegy felét baktériumok alkotják. Milyen bölcs a természet. Eleve úgy intézkedik, hogy mind az állati, mind az emberi ürülék elrettentő bűzt árásson, hogy a baktériumok a szabadba kerülve minél kevesebb embert fertőzhessenek meg. Más élőlényeket, leginkább a rovarokat, pedig csábítsa.

A fertőző betegségeek ellen *Alexander Fleming* (1881–1955) skót bakteriológus felfedezte a *penicillin* nevű antibiotikumot, mellyel főleg a második világháború alatt a nyugati frontokon megsebesült katonák életét sikerült megmenteni. Később már az általános gyógyászatban is elterjedt az alkalmazása. Aztán később már nálunk is. A gyógyszeripar, mivel jó üzletet látott benne, jól felpergette a különféle -cinre, -cillinre végződő nevű antibiotikumok gyártását. Sokáig azt hittük, vége a fertőző betegségeek aratásának. Tévedtünk. Ma már az orvosok nagyon meggondolják, kinek milyen betegsége gyógyítására írjanak elő (szúrjanak be) valamilyen antibiotikumot. Mert sokuk ellen a baktériumok – a vírusokkal szemben eleve nem használtak – rezisztensekké (ellenállókká) váltak. Mert nekik is vannak ám jól működő géneik. Ha mégis kénytelenek vagyunk valamilyen antibiotikumot szedni, régebben B vitaminkúrát ajánlottak az orvosok, ma azonban valamilyen *probiotikumot*. Kiderült, hogy miközben az antibiotikum elpusztítja a kórokozókat, megtizedeli az ún. jó baktériumokat is. Most már sokféle probiotikumot is gyártanak, melyek általában hasznos baktériumokat (is) tartalmazó kapszulák, ezért csak orvosi vagy gyógyszerészi (sajnos mivel pénzbe kerülnek) javaslatra ajánlatos őket szedni.

Az emberi szervezet másik nagy területe (felülete) a bőr, melyen csakúgy hemzsegnek az olyan mikrobák, amelyekkel ugyancsak szimbiózisban élünk. De nemcsak mikroorganizmusok, hanem más külső tényezők is vannak, melyek a bőrünkön keresztül fejtik ki pozitív vagy negatív hatásukat a szervezetünkre. Sok információ megtalálható róluk a neten, ezért én nem szaporítom velük a szót. Csupán arra hívom fel a figyelmet, hogy sok száz baktériumfaj (egyesek szerint akár 500-nál is több) él a testfelületünkön és fejt ki rajta jótékony hatást, de sajnos előfordulnak köztük veszélyes kórokozók is. Ezt már régóta tudják az emberek. Ezért (is) szeretnek mosakodni. Mondhatnánk, már aki. Ám az ápolatlan emberek társaságát nehéz elviselni. Viszont létezik egy (többfajta) tisztaságmaniának nevezett, mentális kényszerbetegség. Az általa csapdába került ember a közkezen forgó tárgyak, olykor még a papírpénz lemosásának, a túl gyakori kézmosásnak vagy éppen a saját, esetenként a gyermeke testének a lecsutakolása kényszerétől válik szenvedő alannya. Órák hosszat szappanozza, dörzsöli, zuhanyozza a testét, azt gondolva, hogy ezzel megszabadul a rajta lévő összes kórokozótól. Éppen a fordítottját éri el. Fontos védő és tápláló réteget távolít el a bőréről, miáltal szabad utat enged a rajta élő(sködő) kórokozó gombáknak, valamint védtelenné teszi magát az UV sugárzással szemben. Sajnos e pszichés nyavalyát igen nehéz gyógyítani. Mivel e téma a szakorvosok hatáskörébe tartozik, több szót nem vesztegetek rá. Befejezésül még annyit, hogy minden élőlénynek, így a rendszeresen tisztálkodó embernek is van csak kimondottan rá jellemző testszaga, amit nem közvetlenül baktériumok idéznek elő, hanem több összetevő generál. A jellegzetes szag fontos szerepet játszik például a bűnügyi nyomozásban, melyben kitűnő szaglászú kuttyákat alkalmaznak, de a megszokottól eltérő megnyilvánulása valamilyen belső elváltozásra, akár súlyos betegségre is utalhat. Ám szerepet játszhatnak az emberi kapcsolatokban, a szerencsés párválasztásban is. Erre azonban, mint fentebb utaltam rá, a következő fejezetben szeretnék kitérni.



| Fotó: <https://www.freepik.com>