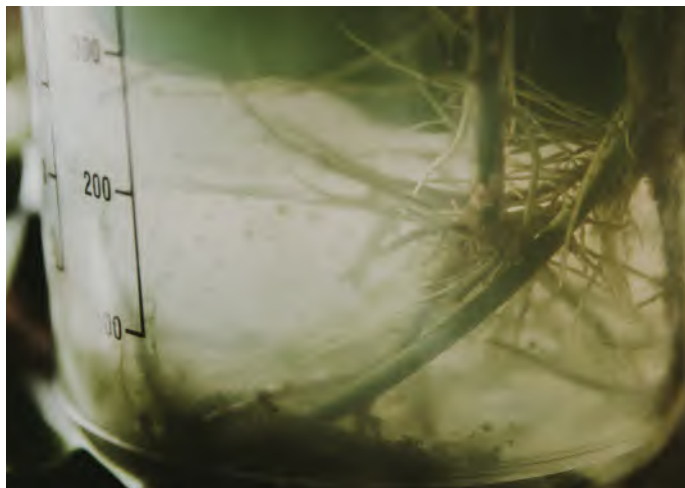


CSICSAY ALAJOS

HOGY ALAKULT KI A BIODIVERZITÁS?



| Fotó: Nagy Fanni

ból álló szénvegyületeknek. Az élő szervezetek kialakulásához vezető út viszont a hosszú, polimer molekulákon át kellett, hogy vezessen, míg eljutott az aminosavak láncolatából álló óriás-, azaz makromolekuláig. Hogy aztán miként jött létre az önle-másolás, szakszóval élve a *replikáció*, erre sajnos még senki sem tudott rájönni. Sokan azt feltételezik, hogy kezdetben ennek sok véletlen módja lehetett. Bizony, ha belegondolunk, az élő természet kezdetől fogva nyakra-főre sikerrel vagy sikertelenül kísérletezik. (Lásd a filogenezis megannyi eredményét és zsákutcáját!)

Manapság rengeteg ismeretterjesztő filmet láthatunk a televízió különböző csatornáin és az interneten, illetve e témában fölöttébb gazdag a szakirodalom is. Tehát gyorsan értesülhetünk mindenfajta természetkutatás legújabb eredményeiről. Megdöbbenve láthatjuk, olvashatjuk, mit tud már az emberiség a világmindenségről. Az utóbbi években a galaxisok milliárdjait fedezték fel, amiből arra következtetnek, hogy a világmindenség végtelen. Az emberi ész által e jelenség felfoghatatlan, mivel mi olyan milióben élünk, amelyben mindennek van kezdete és vége, természetesen az élő egyedek életének, így a miénknek is. Ám ha általában az életről beszélünk, tudomásul kell vennünk, hogy amióta megjelent (kialakult?) a Földön, és hogy hozzánk, a legparányibb egyedektől e sorok írójái, vagyis mindazokhoz, akik pillanatnyilag élnek (életjelenségek megnyilvánulásaival bírnak), nem volt szabad megszakadnia. Egyedek (egyének) esetében, ha ez megtörténik, akkor nincs tovább. Az élet azáltal örök, hogy azt az évmilliárdokat átvészelő elődök az utódaiknak továbbadják. A lélek halhatatlansága nem tartozik egyetlen természettudományak a témakörébe sem. Ám nem kizárt, hogy akik hisznek benne, joggal törekedhetnek természettudományi rejtélyek kutatására. Világraszóló felismerésekig is eljuthatnak, amit nem egy példa bizonyít.

Az általam már többször említett David Burnie írja: „Testünkben több mint 50 000 milliárd, szorosan együttműködő sejt található. Mindegyik egy parányi világ, amelyben ezernyi kémiai folyamat zajlik szabályozott módon.” A kérdés az, hogy ez a „szabályozott mód” miként alakult ki, illetve szerveződött meg és miként vált képessé a „parányi világokat”, majd az egész élő szervezetnek, sőt a teljes bioszférának az egyben tartására és működésének az összehangolására. Hogy valamit megértsünk belőle, ismét, azaz többször is, vissza kell térnünk a kiinduláshoz, ha van/lenne ilyen egyáltalán. De talán ajánlatosabb inkább egy-egy mérföldkőben megvetni a lábunkat, ahonnan továbbjuthatunk. Azt már megállapítottuk, hogy a kloroplasztiszok (zöld színtestek) térhódítása révén indult meg az oxigén nagymértékű termelődése. De milyen feladat hárult, azaz hárul a velük párhuzamosan létrejött mitokondriumokra? Ha egy szóval szeretnénk válaszolni rá, azt kellene mondanunk, az *energiatermelés*. Csakhogy e tömör felelet, bármily sokat sejtet is, magában szinte semmit sem mond. Emlékszünk rá, hogy miáltal jött létre? Űn. *fagocitózis* révén: „egy anaerob baktérium bekebelezett egy aerob baktériumot”. (Megjegyzem, a bekebelezés szó a későbbiekben, más vonatkozásokban, majd többször is előfordul.) Azonban ha a mitokondriumok voltak (lehettek) az első, önálló *prokarióta* (sejtmaghártya nélküli) élőlények, ám jelenlétük az *eukariótákban* (sejtmaghártyaával bíró) szervezetek sejtjeiben is pótolhatatlanok. A kutatók azt állítják, hogy a mitokondriumok a sejtek „erőművei”. Minden sejt legalább egy, de némelyik több ezer mitokondriumot is tartalmazhat. Bennük történik az *aerob* légzés, *ATP* (*adenozintrifoszfát*) vegyület formájában zajlik az energiatermelés, az energiátárolás és az energiaszállítás is. S mintha mindez nem lenne elég, saját fehérjeszintetizáló riboszómáik is vannak, valamint hírvivő RNS-ük és DNS-ük is. Talán nem lenne túlzás, ha azt mondanánk, hogy a mitokondriumok sejteken belüli sejtek. Tudjuk, hogy minden szervezet sejtjei osztódással szaporodnak. Óhatatlanul felmerül a kérdés, hogy ilyenkor mi történik a mitokondriumokkal.

Sokszor szóba jött már a sejtek örökítő anyaga, a DNS, ami képes lemásolni önmagát. Ha a mitokondriumoknak saját DNS-ük van, márpedig van, amit *mtDNS*-ként jelölünk, minden valószínűség szerint amikor a sejtmagplazmában az addig szétszórt DNS-molekulák kromoszóma „szálakká” rendeződnek, hasonló folyamat játszódik le a mitokondriumok *mtDNS*-eiben is.

Amiket most leírtam, igencsak leegyszerűsített folyamatok, melyekben a DNS-en kívül sok minden más vegyi anyagok: atomok, ionok, molekulák (főleg fehérjék, enzimek) és speciális feladatokat ellátó sejtszervecskék is rész vesznek. Azt is tudjuk, hogy a nukleinsavak (örökítő anyagok) replikációja közben rengeteg hiba is előfordul, amelyeket ugyanazon – esetleg más – természetes anyagok, legtöbbször fehérjék, korrigálni képesek. Viszont gyakran megesisik, hogy nem. Ilyesmi bizony megtörténik a mitokondriumok esetében is, aminek súlyos genetikai elváltozás, mondjuk ki nyíltan, valamilyen fogyatékoság a következménye. Amit hangsúlyozni kell, nagyon sokféle fogyatékoság létezik, amelyek nagy része nem betegség, hanem állapot. A fogyatékkal élő emberek jó része szakszerű oktatással, képzéssel, teljes értékű tagjává válhat, azaz válik is a társadalomnak. Viszont vannak súlyos esetek, amikor sajnos nem így alakulnak a dolgok.

Bizonyos genetikai eltérések olyan állandósult egyedi változásokat eredményeztek, amelyek korántsem tartoznak sem a betegségek, sem a fogyatékoságok közé, hanem új genetikai tulajdonságokkal gyarapították az egyedeket. Így jöttek létre a *mutációk*, amelyek új fajokkal gazdagították az élővilágot. Bármily hihetetlen, ez a folyamat kezdettől fogva mindmáig folyik. (Ha más nem, hát bizonyíték rá a rengeteg vírusmutáció.) *Hugo de Vries* (1848–1935) holland botanikus szerint, ha a génen belüli bázissorrend megváltozik, a kromoszóma szerkezetében, sőt a számában is, változás áll be. Tehát a DNS másolási hibái egyaránt lehetnek hátrányosak és előnyösek is. Azt hiszem, itt kell megjegyeznünk, hogy ma már e természetes folyamatokba a genetikusok képesek beavatkozni, vagyis a genetikai kódokban meg tudják változtatni a *nukleotidok*, (DNS, RNS láncok), sőt azokon belül a bázisok sorrendjét is. Ezt nevezik a szakemberek *génmódosításnak*, illetve *géntechnológiának*, a köznyelv pedig, pejoratív kifejezéssel, *génmanipulációként* emlegeti, bár a két fogalom, illetve eljárás, nem teljesen ugyanazt jelenti. Ám ebbe már tényleg ne menjünk bele!

Állapodjunk meg abban, hogy amióta az élet létezik, a természetben, nem éppen sablonos módon, bonyolult biokémiai (genetikai) folyamatok zajlanak. Nekünk, egyszerű embereknek, nagyon meglepően, sőt megdöbbenően hangzik, hogy a géneken belüli másolási hibák következtében alakult ki az élőlények diverzitása. De hát mi más hozta volna létre a filogenézist, ha nem a géneknek a megszokott szabályoktól eltérő, vagyis hibás átmásolása? Vannak kutatók, akik merészen kijelentik, hogy az élet keletkezése (létezése) nem más, mint jó értelemben vett *biológiai aberráció*. Ha ezt elfogadjuk, akkor el kell gondolkodnunk azon is, hogy a törzsfajlás vajon nem az aberrációknak számokkal kifejezhetetlen sokasága-e. Hogy ez miként zajlik a valóságban, fogalmunk sincs róla. Legalábbis nekünk, egyszerű embereknek, nincs. Annyit viszont tudomásul kell vennünk, hogy minden egyed (embereknél egyén) élete egyszeri, megismételhetetlen, bonyolult biológiai folyamatok által létrejött, pótolhatatlan jelenség, ha úgy tetszik, érték. Ennek megértésére és tudatosítására az összes faj közül egyedül az ember pszichikuma vált képessé. Ám, hogy miként él, vagy visszaél vele, az már kimondottan morális kérdés.

Hogy ma hány élő faj létezik a Földön, arról csak becslések állnak a rendelkezésünkre. Vannak, akik tízmillió körülire tippelik, mások csak mintegy kétmillióra, ám ez utóbbinak a nagy részéről is, még ma sem tudunk szinte semmit sem. Arra viszont már Arisztotelész rájött, hogy a növények és az állatok két különböző kategóriába tartoznak. Ezek bizony sok száz millió évvel ezelőtt különültek el egymástól. Még akkor, amikor létrejöttek a csak mitokondriumot tartalmazó ősbaktériumok, mai nevükön az *archeák* és azok az egyszelűek, amelyekben kialakultak a kloroplasztiszok. Egyes kutatók szerint az előbbieket váltak az állati sejtek kiinduló pontjává, az utóbbiak pedig a növényi sejtekévé. Mindkét sejtforma körül védőburok, vagyis *sejtmembrán* (hártya) alakult ki, viszont a növényi sejtek körül még egy, több funkciót ellátó, vastag, merev cellulózból álló sejtfal is. Nem sorolom fel, mely élőlényeknek van még sejtfaluk, ám azokat más vegyi anyagok alkotják, mint a növényekét.

Ha már a sejtek felépítéséről beszélünk, s ha minden belső szervecskéküket és azok szerepét nem is írjuk le, kettőről okvetlen szót kell ejtenünk. Egyik a sok funkciót ellátó *Golgi-készülék* – felfedezőjük *Camillo Golgi* (1843–1926) olasz szövetkutatóról kapta a nevét –, ami egy másik szervecskecsoportot, a *lizoszómákat* készíti. Ezek a membránnal határolt hólyagocskák emésztő enzimjeik segítségével lebontják az elhasznált sejtszervecskéket és azokat az idegen anyagokat, amelyeket a sejtek fagocitózissal (bekebelezéssel) vesznek fel. Következésképpen fontos szerepük van a szervezet immunrendszerében. A *lizoszómák* bizonyos esetekben még a saját sejteiket is képesek elpusztítani. Ezt a jelenséget nevezik *autolízisnek*, magyarul önmészésnek. Lám, mennyi rejtély bújkik meg a sejtbiológiában, amelyek kutatására több szakterület specializálódott.

Annak ellenére, hogy már a mai idős nemzedék az alap- és a középiskolában is tanult eléggé részletes biológiát, a fiatalok még ma is, tapasztalataim szerint, mire felnőnek, alig emlékszenek belőle valamire. Sokan még a legalapvetőbb dolgokra sem. Pszichikai szempontból ez nem baj, sőt e tekintetben még talán hasznos is.

Mindazonáltal úgy vélem, nem árt, pláne pedagógusoknak, ha a valamikori ismereteinkből megpróbálunk valamit felújítani, és persze újabakkal kibővíteni is. Amikor az öröklődésről beszélünk, óhatatlanul szóba kerülnek a kromoszómák. Azonban kérdés, miféle dolgok (sejtrészek) ezek. Tudjuk, hogy a legtöbb élőlény teste, bizonyos korhatárig, sejtosztódással növekedik. A sejtek viszont, ahogy szaporodnak, úgy fokozatosan el is halnak és lebontódnak. Hogy ez miként megy végbe, arról, mint említettük, részben a *lizoszómák* gondoskodnak. Bármily meglepő, életünk folyamán szöveteink sejtállománya – némelyiké megszámlálhatatlanul sokszor is – kicserélődik. Kissé eltúlozva, mondhatnánk, megöregedve nem az a test(ünk) hal meg, amelyik megszületett. (Ez más élőlényekről is elmondható). Ám, hogy az élet megállás nélkül zajlódhasson, az a kromoszómáknak köszönhető. *Carl Wilhelm Nägeli* svájci botanikus figyelt fel rájuk először, de csak *Thomas Hunt Morgan* bizonyította be 1910-ben, hogy géneket hordoznak. Közben már 1869-ben szinte véletlenül *Johann Miescher* nukleinsavat talált. Rá tíz évre *Albert Kossel* (1872–1935) megállapította, hogy a nukleinsavak ötféle bázis (A, T, C, G és U) kombinációiból épülnek fel, amiért 1910-ben orvostudományi Nobel-díjban részesítették. Ezt csupán azért tartom fontosnak megjegyezni, hogy lássuk, rövid százötven év alatt milyen rohamléptekben ért el hozzánk és modernizálódott a genetika. Nem tudom, akad-e ember, aki ne hallott volna róla, sőt sokan még vitatkozni is képesek a szerepéről (lásd: génmanipuláció, öröklődés, vírusok stb.), anélkül, hogy a vele kapcsolatos legalapvetőbb dolgokat, akár csak futólagosan is, ismernék.