
Evolúciós rendszerek a természetben és a társadalomban

VIDA GÁBOR

Az 1992. december 5-6-án, az MTA, MKM, KTM, valamint a Természet- és Környezetvédő Tanárok Egyesülete által szervezett Környezeti nevelés – ökológiai kultúránk című konferencián elhangzott előadás főbb gondolatait tartalmazza ez az írás.

Térbeli, időbeli és diszciplináris rövidlátás

A ma emberére rövidlátás a jellemző. A rövidlátást többféle vonatkozásban is használhatjuk, amiből itt háromféle értelmezést szeretnék kiemelni: a szokásos térbeli rövidlátás, az időbeli rövidlátás, és a diszciplináris rövidlátás kérdéskörét. Nézzünk mindegyikre egy-egy példát.

Térbeli rövidlátás kapcsán az ember saját szűkebb érdekeit helyezi előtérbe, nem veszi figyelembe a regionális érdekeket, regionális szempontokat, és többnyire megelégedik a globális következményekről. Sajnos ez az emberek önző mivoltából egyenesen fakadó viselkedésmód. Amikor erre a szűklátókörűségre gondolok, megjelenik előttem egy gyerekkori emlék. A Dunában sodort lefelé egy fatuskót a megáradt víz. Amikor a part közelébe ért, észrevettem, hogy rajta különféle apró rovarok, bogarak éldegélnek – többek között például farontó bogarak éppen párosodtak rajta – és nem vették észre, hogy milyen veszélyes helyzetben vannak. A fatuskó akármikor átfordulhat a másik oldalára és lakói a vízbe fulladnak. Valahogy úgy érzem, hogy sokszor mi is így viselkedünk. Egyszerűen tudomást sem veszünk arról, hogy mi minden megy körülöttünk végbe, és ezek milyen veszéllyel járhatnak ránk is.

Az *időbeli* rövidlátásra egy másik példa. Biológus hallgatónként emlékszem az élettani gyakorlatnak ama eléggé borzalmas mozzanatára, amikor békafej-eltávolítás kapcsán megdöbbenve tapasztaltuk, hogy a béka fej nélkül is elugrik és igyekszik elmenekülni. Sokszor elfeledkezünk arról, hogy bizonyos válaszadási idők mennyire elcsúsznak, és hogy az, ami pillanatnyilag még működik, nem biztos, hogy a jövőben ugyanúgy fog tovább működni.

Diszciplináris vonatkozások. A riói konferenciára és az azt előkészítő „Ascend 21”-re utalok. A biodiverzitás védelme az egyik legfontosabb mondandója volt a riói konferenciának, olyan szlogen, amivel korábban kevésbé találkoztunk. Nagyon prózaián lefordítva, mindez az élővilág sokféleségének, változatosságának megőrzése lenne. A sokféleség kategóriái a hétköznapi emberben fajként jelentkeznek, és legtöbbször a sokféleség alatt azt értik, hogy sokféle faj él a Földön. Gyakorlatilag tudjuk, hogy, ha még csak ehhez az értelmezéshez kötjük a biodiverzitás fogalmát, akkor is óriási problémák vannak, mert a rendszertan – amit sokáig egy elavult, régi tudománynak vélték – eddig csupán alig másfél millió fajt írt le, szemben a valószínűleg létező harminc millióval, sőt az sem zárható ki, hogy kilencven, vagy esetleg száz millió faj létezik jelen pillanatban a Földön.

Ebből következik, hogy nem ismerjük a Föld élővilágát. Ennél azonban sokkal lényegesebb probléma az, hogy a biodiverzitás funkciójáról még kevesebbet tudunk. Ez a funkció igen hosszú időben akkumulálódott és alakult olyanná, amilyen jelenleg. Nem tudjuk még ma sem teljesen, hogy hogyan és milyen mértékben működnek azok a természetes rendszerek, amelyekből egyre kevesebb van itt a Földön. A magyar viszonyok között például a tölgyerdő működését sok vonatkozásban kutattuk. Ismertek Jakucs Pál és munkatársai által Síkfőkúton hosszú éveken keresztül végzett megfigyelések. Csakhogy az időskálán egy kicsit hosszabban elmozdulva és az evolúciós vonatkozásokat is felölelve már problémák jelentkeznek. Hogyan és miért éppen azok a fajok álltak úgy össze azzá a rendszerré, amiben ott működnek, és hogyan jön létre az állandó adaptálódás? Mi szabályozza az evolúciós skálán a biodiverzitást? Ezek a kérdések egyáltalán nem világosak a szakemberek előtt sem, és különösen zavarosak akkor, ha a probléma megoldása egy diszciplína határainak túllépését igényli. Az ökológia olyan tudományterület, ami eleve sokféle tudást integrál, és e tekintetben sokkal bonyolultabb és nehezebb, mint mondjuk egy molekuláris szinthez kötött biokémia vagy molekuláris genetika. Ennek ellenére, vagy talán éppen ezért nagyon sok ismerettel nem tud mihez kezdeni.

Polimorfizmus

Az evolúciógenetikának és ezen belül különösen a populációgenetikának az egyik nagy felfedezése volt az utóbbi évtizedekben az a fantasztikus polimorfizmus (sokalakúság), amelynek a mérésére a technikai lehetőségek folytán ma már mód van. Most már tudjuk azt, hogy miért különbözik minden ember a másiktól, azt is tudjuk, hogy átlagosan minden hétszázadik nukleotid bázispárban eltér két véletlenszerűen kiválasztott humán genom és hogy ez óriási genetikai változatosságot biztosít az emberi fajban, de ugyanez megvan minden más élőlényben is. Még azokban a fajokban is jelentkezik – bár csökkentettebb mértékben –, amelyek lemondanak az ivaros szaporodásról. Ezek a kérdések nagyon-nagyon fontos és a jövőnk szempontjából kritikus megállapításokhoz vezetnek. Amikor azt mérlegeljük, hogy milyen működő rendszereket hozott létre a természetes evolúció, és ehhez képest mit csinál az emberiség ma, akkor éppen a diverzitás kérdésében fantasztikus ellentét jelentkezik. Minél idősebb egy természetes társulás, annál heterogénebb az összetétele. Egy trópusi őserdő, amely évmilliók skálákon szinte alig változott, fajgazdagságában egészen különálló. Egy hektárnyi területen szinte nem találunk két egyforma fafajt! Ezzel szemben az ember által preferált rendszerek az ellenkező véglet felé hajlanak. Szeretjük a monokultúrát – a gabonátáblától kezdve kukoricáson keresztül a nemes nyáras telepítésig –, vagy akár az állattenyésztésben is az egyfajú, egyfajtájú változatok nagy tömegben való produkcióját. Hogy lehet az, hogy egy ilyen teljesen más stratégia az ember számára annyira kedvező, míg a természet ezzel nem dolgozik? A természetben monokultúrák abszolút értelemben nincsenek! Ennek valószínűleg az az oka, hogy itt kerül élesen ellentétbe a pillanatnyi érdek és a hosszú távú érdek. A pillanatnyi érdek a monokultúrákban jelentkező gyors, nagytömegű és gépesíthető produkció kapcsán nyilvánvaló, míg hosszútávú vonatkozásban ezek működésképtelenek. Ezt azzal is igazolni lehet, hogy az ivaros szaporodás – ami a szaporodás hatékonyságát tekintve hátrányos folyamat az ivartalannal szemben – mégis dominál az élővilágban. Az aszexuális rendszerek az evolúció során időről időre megjelennek különböző rendszertani kategóriákban, növényekben, állatokban egyaránt. Sokfelé találunk ivartalan szaporodásra áttért – a szexualitást és a genetikai változatosságot kiküszöbölő – szaporodásmódokat, de ezek sosem vehették át a szerepet az egész élővilágban, hanem valószínűleg a változó környezettel – éppen az alkalmazkodóképességük hiánya miatt – rendszeresen kiselejteződtek. Mármost itt van a jelenlegi veszélyes helyzet. Mi ezt a változatos rendszert akarjuk lecserélni nagyon kis diverzitású, homogén agrár-, erdőszeti-, állattenyésztési- és egyéb vonatkozású rendszerekre. Ennek pillanatnyi előnyei természetesen magyarázhatók és érthetőek, de a hosszútávú alkalmazkodást eleve kizárják, és ezért komoly aggodalomra is lehet okunk. Ennek fényében kellene szembe-

néznünk – a mindenki által jól ismert – globális klímaváltozás következményeivel. Tudjuk, hogy üvegházhatás, ózonlyuk és egyéb komoly környezeti veszélyek folytán számolnunk kell azzal, hogy adaptációra, alkalmazkodásra szükség van. Az ember ma még úgy véli, hogy talán képes lesz manipulálni, kézben tudja tartani ezeket a rendszereket és azzal számol, hogy amikor a genetikai változatosságról lemond, meglesz a további forrás, akár génbankok, akár esetleg különféle módon tárolt vagy manipulált genetikai anyagok révén az újabb és újabb változatok létrehozására. De ez a lehetőség, bár konkrétan és kis mértékben – úgy tűnik – megvalósítható, azonban globálisan és minden fajra kiterjedően teljesen reménytelen!

Nem beszéltünk eddig arról, ami az egész bioszféra-krízis háttérében áll. A globális gondoknak két fő forrása van, az egyik az emberiség túlnépesedése, a másik pedig az emberiség túlfogyasztása. A túlnépesedés elsősorban az úgynevezett fejlődő, déli országokra igaz, a túlfogyasztás viszont az északi területekre. Ezek együttesen eredményezik a környezetromboló hatást, az erdők irtását, a légműszennyezést, a talajpusztulást, a talajszennyezést és az élővilág pusztulását. A probléma kezelése nagyon kényes kérdés. A népesedés kérdése rögtön feleleveníti a regionális konfliktusok lehetőségét, a nemzeti büszkeséget és így tovább. Látnunk kell azt, hogy globális gondokat csak globálisan értelmezett, de helyileg megfelelő módon kivitelezhető stratégiával lehet megoldani. Mindenféle ökológiai kérdés mögött ezek a kérdések is ott találhatók! A riói konferencia ajánlásai visszafogottan, kendőzötten próbálják ezeket a kérdéseket elrejtetni. Jelzik a népesedési gondot, tudjuk azt, hogy jelenleg öt és fél milliárd ember él a Földön, és hogy a legoptimistább jóslások szerint is a hét-nyolc milliárd, de valószínűbb, hogy tíz milliárd fölött fog tetőzni az emberiség létszáma. Ennek tudatában és minden más rövidlátásból fakadó probléma ismeretében nem látok túlzottan sok okot az optimizmusra, egyetlen tényezőt kivéve. Ez az egy tényező, bár némiképp hasonlít egy Don Quijote-i politikához, nem reménytelen. Szembeszállni valamivel, ami reménytelennek látszik, de ha mindenhol mindenki ugyanígy megteszi, akkor mégsem egészen az. A pedagógiának, a nevelésnek, az oktatásnak ebben óriási a szerepe. Ez az egyetlen dolog, amiben az ember talán igazán bízhat. Az elméletileg exponenciálisan növekedőképes tudás – azáltal, hogy amit átadok néhány embernek, azok továbbbíthatják ismét néhány embernek, és ennek megfelelően gyarapszik – tulajdonképpen behozza a társadalomba azt az evolúciós mozgást, amit a biológiából jól ismerünk.

Evolúciós rendszerek

Az evolúciós rendszereknek alapvetően három követelménynek kell eleget tenniük: tudjanak szaporodni, öröklődésük legyen és variációs képességgel rendelkezzenek. Ha ez a három megvan, akkor az már egy evolúciós rendszer. Ha ehhez még csatlakozik a szelekció, akkor az már adaptációs irányba viszi el az evolúciót, tehát nemcsak általában változás lesz, hanem fokozódó megfelelőség, adaptáltság irányába mozdítja el a rendszert. Ezek a tényezők a társadalmi mozgásokban és társadalmi változásokban szintén fellelhetők. A szellemi fogalmaknak is lehet valami génhez hasonlítható egysége és ezeknek is meg lehet adni valamiféle evolúciós változást leíró modelljét. Ez azon alapszik, hogy a szellemi információt éppúgy átadjuk, mint a génjeinket az utódjainknak. A lényeges különbség az, hogy a szellemi információ vonatkozásában Lamarck-i öröklődés folyik. Szerzett tulajdonságokat mi ténylegesen át tudunk örökíteni az utódoknak, és ráadásul nemcsak vertikálisan megy az információ továbbadás, hanem horizontálisan is, tehát az azonos korosztályhoz tartozó egyedek között is folyik az információ átadása. Ezek a nagyon érdekes analógiák tovább kiegészülnek azzal, hogy a mutáció lehetősége szintén elképzelhető és értelmezhető. Ugyanígy beszélhetünk migrációról, információknak nagyobb távolságra történő átjutásáról és természetesen szelekcióról, amelynek drasztikus formája a teljes kipusztuláshoz vezet, enyhébb szelekciós koefficiensek esetén pedig valamiféle irányítás, tökéletesítés felé. Ezeket a gondolatokat érdemes pedagógiai szempontból is mérlegelni és ügyelni arra, hogy a sokféleség, ami a gyerekeknél

ban automatikusan megvan, ne legyen túlzottan szűk keretek közé beszorítva. A természetes biológiai evolúciónak azt a jelenségét is fölhasználhatjuk, hogy nemcsak a populáción belül az egyedek kompetitív kölcsönhatásaival kell számolnunk, hanem a populációk közötti kompetícióval is. A természet például úgyesen meg tudja oldani azt, hogy a nagy fényigényű lombos fa – amelyik fölnyúlik a legmagasabb zónáig – együtt élhet az alászorult bokorral és a bokor alatt élő páfránnyal, vagy még tovább: az ezalatt található mohával, mondjuk a fény gradiensnek a mennyiségi oldalát véve sorra. Ezek együtt megosztják a különböző lehetőségeket és így ki-ki megtalálja a maga számítását. Ennek fölhasználása a nevelés és a tanítás kapcsán könnyen megérthető. Nem kell mindenkinek egyféle módon a teljesítményét egy irányba vinni, hanem a megfelelő, számára rendelkezésre álló vagy legjobban megközelíthető „ökológiai niche”-be való beilleszkedését kellene a továbbiakban elősegítenünk.

E gondolatok kapcsán – visszatérve a társadalmi evolúciós jelenségekre – fölvetődik egy nagyon komoly aggály. Élvezetes eseménysor végiggondolni az evolúciót a különböző szinteken, kezdve az atomok világától az élő rendszereken keresztül a társadalmi rendszerekig. Csakhogy ne feledjük el: mindig az alacsonyabb szinten érvényesülő törvényekhez kell alkalmazkodnia és ezért az emberiség társadalmi, szocio-kulturális, evolúciós mozgásai sem nélkülözhetik a biológiai konzekvenciákat. Egyszerűen élnünk valahogy tudni kell itt ezen a Földön! A biológiai evolúciós törvények viszont arra tanítanak, hogy minden fajnak be kell illeszkednie – evolúciós változások alapján – a rendszerbe. Az aggály itt jelentkezik. Nevezetesen az, hogy az ember nem a biorendszerbe igyekezett beilleszkedni, hanem azokat igyekezett hatalma alá venni és meghódítani. Ez vezetett oda, hogy sokszor úgy tekinti az ember önmagát, mint akire a természeti törvények csak nagyon korlátozottan érvényesek. Ez mindaddig, amíg az emberiség nem vette az egész földi bioszférát uralma alá, egy elképzelhető és működő stratégia volt. Amikor azonban a biorendszerek olyan mértékben megfogyatkoztak, mint a jelen pillanatban, akkor már el kell gondolkodnunk azon, hogy mégiscsak meg kellene próbálni ebbe a bioszférába az embernek is – mint egy biológiai fajnak – beilleszkedni, amíg még van mibe beilleszkedni, és amíg egyáltalán létezik hely, úgy, hogy ezt az egész rendszert működtetni tudja. Ezek a gondok intenzíven vetődnek fel az utóbbi évtizedekben. Ha a molekulák világától el tudunk jutni a bioszféra világáig, akkor megvan a megoldás is. A molekulák világa értelmezi az evolúciós alapmozgásokat, értelmezi – a sokféleségen keresztül – a populációk alkalmazkodását, a populációk alkalmazkodásán keresztül a fajok egymáshoz való illeszkedési lehetőségét, a fajok egymáshoz történő illeszkedésen keresztül az ökoszisztémák és az egész bioszféra kialakulásának a rendszerét. Ha erre a kérdéskörre jobban odafigyelünk, akkor ez nemcsak olyan értelemben lesz hasznos, hogy túlélésünket biztosíthatjuk vele, hanem olyan értelemben is, hogy esetleg újragondolhatjuk a mai agrárrendszerek és más kis diverzitású rendszerek létjogosultságát is. Ha megértettük a természetben működő nagy diverzitású rendszerek működését, ezek felhasználásával saját hasznunkra is tudnánk ilyen rendszereket konstruálni és működtetni.