

KISS Sándor

kiss.sandor@uni-nke.hu

A KÖRNYEZET, A TERMÉSZET “AJÁNDÉKAI”, VESZÉLYEZTETETTSÉGÜK

Abstract

A természet – nem tudatosan bár, de – számos olyan “adományt” produkál, amely az emberiség javát szolgálja. Gondolom nem nehéz ezt elfogadnunk, hiszen maga az ember is ebből a természetből – annak egy “piciny produktumaként” – alakult, fejlődött ki, jött létre, született meg. Mégis veszélyezteti azt.

The nature - although not consciously, but - creates number of "donation" which are benefit for mankind. I reckon it is not hard to accept, because the human was founded, developed, created, born from this nature as a tiny product.

Keywords: *természet, környezet, anyag, élelem, biológia, kihalás ~ nature environment, material, nutrition, biology, extinction*

BEVEZETÉS

A természet számos – de méginkább számtalan – folyamatának¹, „összejátszása” eredményezte az ember megjelenését ebben a nagy kavardásban. Az évezredek során az ember létfentartása érdekében a természet – környezete – sok elemét használta fel. Evett, épített, főzött, süttött, öltözött, lakott, élt a környezet, a természet elemei segítségével, felhasználásával. Hosszú-hosszú ideig csak annyit, amennyire szüksége volt. Sokáig el is tudta tartani a természet az embert. Az emberek igénye, száma nem „kottyant meg” a természet, a környezet számára.

A természet „adományainak” sokasága és emberek „fejlődése” odavezetett, hogy az elmúlt századokban az emberiség száma sokszorosára szaporodott az évezredek előttihez képest, igénye a természet produktumai iránt annyira megemelkedett, hogy mostanra a természet, a környezet igencsak „nyögve” tudja ezeket kielégíteni

Napjainkban – nagyon sajnálatos módon - a társadalom - s benne az ember - erőteljesen alábecsüli (de mindenképp nem kellően értékeli) az élő természettől felé áradó materiális, és egyéb javak és szolgáltatások fontosságát. Így aztán, nem kis részben ebből fakadóan, nem fordít elegendő figyelmet és energiát az élő természet védelmére.

Az élő természet adományainak ember okozta sérüléseit emberi időskálán rendszerint nagyon nehéz vagy lehetetlen helyreállítani, és az adományok technológiai úton csak korlátozott mértékben, sőt olykor egyáltalán nem pótolhatók. Ha a jelenlegi tendencia folytatódik, az adományok ember okozta sérülései még súlyosabbá válnak az elkövetkező évtizedekben.

Írásomban – a teljesség igénye nélkül – felvillantok néhány területet, okot, körülményt, amely rávillanthat az ember és környezet (illetve annak néhány eleme) közötti „küzdelem” következményeire, okára. Egyes problémák esetleges megoldásához vezető utakra, tennivalókra.

A FAJOK KIHALÁSA NAPJAINKBAN [1]

A fajok elvesztése komoly funkcióbeli változásokat okozhat az élőlény-közös-ségekben. Az önszabályozó földi bioszféra fennmaradása és állandó „működése” nagymértékben az alkotó fajok sokféleségétől, kölcsönhatásaitól és a fizikai-kémiai környezettel való kapcsolataitól függ. A Földet az élőlények adaptációs lépésekkel, a biológiai evolúció során népesítették be, ugyanakkor maguk is aktívan részt vettek a bioszféra formálásában. E hosszú idejű egymásra hatás következtében terjedtek el bolygónk sokszínű életterein. Az élőlények mindenkori sokfélesége biztosítja a jövő evolúciójának alapját.

A biológiai diverzitás - másnében biodiverzitás - az élőlények változatosságát és változékonyságát jelenti. Attól függően, hogy mi a különbözőség alapja, beszélhetünk genetikai, faj-, morfológiai-, életforma- stb. diverzitásról. A leggyakrabban használt fogalom a fajszintű biodiverzitás.

Napjaink szembeötlő, egyre gyakrabban és szélesebb körben emlegetett problémája a fajok kihalásának növekvő üteme. Sok millió éven keresztül, egészen az ipari forradalomig az átlagos fajkihálási ráta körülbelül 1 faj/évnél adódott. A fajkeletkezés ütemét hasonlóképpen körülbelül 1 faj/évnél vagy nagyobbak becsülik.) A jelenlegi kihálási ráta valószínűleg ennek százszorosa, ezerszerese. Vagyis most zajlik a föld-történet hatodik nagy fajkihálási hulláma.

A fajkihálási ráta értéke leginkább amiatt bizonytalan, hogy nincs elegendő információnk a ma élő fajok számára vonatkozóan. Napjainkig a dokumentált, leírt fajok száma 1,5-1,6 millió,

¹ Bár egyesek szerint csupán „valami félresikerülhetett” a természetben akkor, amikor az ember megjelent.

de ez feltehetően a valós érték töredéke. Szerényebb becslések a Földön élő fajok számát 3 millióra teszik, merészebbek szerint akár 30 millió vagy még több is lehet.

A Föld történetében mindig is voltak környezeti változások, de ezek közül csak a drasztikusakra reagált a bioszféra tömeges kihalással. A kihalások ütemének mai növekedését az emberi tevékenység hatásának tulajdoníthatjuk, minthogy mi magunk okozzuk a drasztikus környezeti változásokat. Fosszilis bizonyítékok alapján megállapítható, hogy az ember megjelenésével és terjeszkedésével, addig érintetlen területek "elfoglalásával" párhuzamosan hirtelen rengeteg faj kihalt, jóval meghaladva a természetes kihalási rátát.

A modernkori, bizonyítottan emberi hatásra bekövetkező fajkihalások alapvető okai a következők:

- Élőhely részleges vagy totális pusztítása, rombolása;
- Túl vadászat, túlhalászat, túlgyűjtés;
- Fajok behurcolása és inváziójuk;
- Klímaváltozás;
- Szennyezések (vizek elszennyezése, talajszennyezés, légszennyezés);
- Másodlagos kihalás. (A másodlagos kihalás oka mindig egy előző, elsődleges kihalás. A másodlagos kihalás az elsődleges kihalási eseményt gyorsan követi, és egyértelműen annak hatására vezethető vissza.)

Bizonyos fokú kihalás az evolúció normális velejárója, mely során bebizonyosodott, hogy alacsony fajszámmal is képes az élővilág fenntartani magát. A kérdés azonban az, vajon az emberi civilizáció létehez milyen mértékű biodiverzitás szükséges? A fajgazdagság fontos szerepet játszhat az élőlényközösségek fennmaradásában, főképpen gyorsan változó környezetben. Az ember pont ilyen, evolúciós időskálán rendkívül gyors változásokat okoz a környezeti tényezőkben.

AZ ÉLŐVILÁGTÓL KAPOTT ADOMÁNYOK

Anyagi javakhoz az élőlények biomasszájának közvetlen hasznosításával jutunk. A materiális javak maguk az élőlények, bizonyos részeik, illetve szervezetük bizonyos anyagai.

Anyagi javak:

1. Élelem és élelmiszeripari-alapanyagok.
2. Gyógyhatású anyagok és gyógyszer-alapanyagok.
3. Textilipari alapanyagok.
4. Biomassza-energia.
5. Egyéb közvetlen anyagszolgáltatások és ipari alapanyagok.

Élelem és élelmiszeripari anyagok [2]. Talán ez a legfontosabb juttatás, ami eszünkbe jut a természet kapcsán. A természeti népek élelemhez jutását a helyi fajgazdagság biztosítja. A mezőgazdaságot folytató népek – az emberiség jóval nagyobb része – a dokumentáltan ehető 20 ezer növényfaj töredékét vonták kiterjedt természet alá. A történelem során körülbelül 3000 faj termesztésével foglalkoztak a Föld különböző pontjain, ebből csupán 20 faj az, amelyet jelenleg tömegesen fogyasztunk.

Új fajok termesztésbe vonásával nőhet a természet, kitolódhatnak a tolerancia-határok (bizonyos növények az eddig termesztésre nem alkalmas területeken is képesek lennének megélni), valamint növekedhet a rezisztencia bizonyos ágensekre nézve.

Termesztett növényeink fajszámát növelve, illetve kevert kultúrák alkalmazása révén stabilabb élőlényközösségek jönnének létre, és – kísérletek szerint – bizonyos esetekben növekedhetne a produktivitás a monokultúrákhoz viszonyítva. Márpedig ha egy föld jobban terem, nem kell újakat termelésbe vonni a növekvő emberi népesség eltartása érdekében.

Földünkön a potenciálisan még megművelhető terület egyre csökken. Fontos lehet tehát bármely faj, amely számunkra ehető, és még olyan szélsőséges, eddig nem hasznosított területeken is megél, mint például egyes arid vidékek.

Az intenzív mezőgazdaság következtében az agrártársulások faj- és genetikai diverzitása jelentősen csökkent. Ez maga után vonta az ellenállóképesség gyengülését. Az iparosított mezőgazdaság monokultúrái veszélyes mértékben ki vannak téve növénykárosító rovaroknak és más zavarásoknak, labilis közösséget jelentenek. A genetikai manipuláció kiváltó alternatívája lehetne ezen a téren új, rezisztens fajok kiterjedt termesztésbe vonása.

Az állattartásból származik az emberi fehérjeszükséglet jelentős hányada. Mindezt döntő részben csupán 9 faj biztosítja (szarvasmarha, sertés, juh, kecske, bivaly, házityúk, házikacsa, házilúd, pulyka). Az állattenyésztés színesebbé tételének első lépése a vadon élő fajok életben maradása, illetve tartása.

Gyógyhatású anyagok és gyógyszer-alapanyagok. Az emberiség ősidők óta használja a természetben található anyagokat gyógyításra. Mind a keleti, mind a nyugati orvostudomány rengeteg természetes eredetű anyagot alkalmaz. Növényekből, állatokból és mikroorganizmusokból egyaránt sokféle gyógyhatású anyag, illetve gyógyszer-alapanyag nyerhető.

Számos faj vet be kémiai fegyvert ellenségei kijátszására, illetve termel olyan anyagokat, amelyekkel megvédheti magát. Ilyenek például a kártevők ellen hatékonyan berendezkedett növények, számos tengeri gerinctelen faj, gombák, mikroorganizmusok, hullók és kételtűek. Ezek általában biológiailag aktív vegyületeket termelnek, melyek a célszervezet anyagcseréjébe szólnak bele.

A gyógyászat, illetve a gyógyszeripar fontos célja, hogy minél több gyógyhatású természetes vegyületet találjon meg, fedezzen fel. A következő lépés ezek szintetizálása lehet, megelőzve ezzel a fajok túlhasználatát. Tehát nem kellene a kipusztulásba hajszolva begyűjteni az egyedeket. Biológiailag aktív vegyületek nyerésére alkalmas fajok nagyobb eséllyel találhatók a trópusokon, ahol a diverzitás is nagyobb, mint a mérsékelt övben, továbbá a számos ízeltlábúfaj elleni védekezésésként a növények sok alkaloidot, toxint termelnek.

Textilipari alapanyagok. Vannak olyan textíliák, melyeket élőlényekből, illetve bizonyos részekből állítanak elő. A leggyakrabban használt növényi eredetű textíliák a pamut és a len. A pamutot az emberiség évezredek óta ismeri, a gyapot tokter-méséből kialakuló magszálakból nyerik. A gyapotszálakból nyert pamutszálakat fonási eljárásokkal alakítják fonallá. Már az ókori kultúrákban is ismert textilnövény volt a len. A lenrostokat a növény szárából nyerik. Kevésbé elterjedt a kókuszdió, a kender és a juta használata. A kókuszdió kemény rostjából készítik futószőnyegek, padlóburkolatok, kötelek és kárpitok alapanyagát. A kender szárából nyert rostot kötélgyártásban, ponyvakészítésben használják szövetként. A juta szárrostaiból csomagolóanyag, és tapéta-alapanyag készül.

Az állati eredetű textíliáink közül a gyapjú-alapúak a legelterjedtebb. A gyapjú az állat (pl. birka, kecske, teve, láma) testét borító szőrzet, melyet megfelelő technikával fonallá fonnak. Jellegzetes gyapjuszövetek a filc, a muszlin vagy a posztó.

Biomassza-energia. Az emberiség nagy része ősidők óta használ fát energia-nyerésre. Ennek jelentős részét a természetes társulások faanyaga adja, de mára az energiafa-ültetvények is világszerte elterjedtek. Jó eredményekkel kecsegtetnek továbbá az energiafű-ültetvények. Az Alföld szikes tájairól származó, illetve Közép-Ázsia arid térségeiből begyűjtött növények keresztezésével hozták létre Magyarországon a Szarvasi-1 energiafűvet. A faj megterem bárhol, a legmostohább talajviszonyok és időjárási körülmények között is. Fűtőértéke egyenértékű a barnaszénével és az akáccal.

Egyéb közvetlen anyagszolgáltatások és ipari alapanyagok. Az emberek, illetve a különböző iparágak a fentiekén túl is nagyon sokszínűen használják az élő természet által nyújtott anyagokat. Rengeteg anyagot készen kapva veszünk el a természettől, melyeket ipari átalakítás

nélkül használunk. Ezek – a teljesség igénye nélkül – a következők: faanyag, illatanyagok, faggyú, gyanta, gyapjú, méz, enyv, rost, bőr, selyem.

Az építőipar, a bútorigar, a papíripar és még számos iparág használ fát termékei előállításához. Különböző fafajok különböző céloknak felelnek meg, egyesek például bútornak jók, mások hajóépítésre, stb. Minden faj eltér egy kicsit a másiktól olyan tulajdonságaiban, mint a sűrűség, szín, megmunkálhatóság, gombára való fogékonyság, növekedési ütem vagy élőhelyi tolerancia.

Parafából kinyerhető a gumi alapanyaga, más fafajokból pedig olaj préselhető. Ilyen faj például a *Crambe abyssica*, melyből származó erukasav-olaj magas hőmér-sékleten kiváló kenőtulajdonságokkal rendelkezik, de bevonó- és műanyagok gyártására is alkalmas. Crambeolaj-alapú termék a Nylon 1313 is, amely nagyfokú nedvesség-ellenállósága révén gépjárművek alkatrészeként, valamint csövek, pumpák, kábelek gyártásában juthat szerephez. Kozmetikai alapanyagok, illat-anyagok (pl. jojobaolaj, rózsaoilaj, ámbra) szintén nagy számban található az élő természetben.

Egy bizonyos kagylófajból korrózióálló ragasztót nyernek, hőforrások baktériumaival hőstabil enzimek termeltethetők, egy puhatestű héjából nyert anyag rugalmas beton készítésére alkalmas.

Rendkívül fontos ehelyütt a fajok sokfélesége, hiszen több fajtól több, számunkra használható és fontos anyaghoz juthatunk.

AZ ÉLŐVILÁG SZOLGÁLTATÁSAI

Az ebbe a csoportba tartozó szolgáltatások létfenntartó funkciót töltenek be, az ember fiziológiai szükségleteit elégítik ki, vagyis lehetővé teszik és fenntartják az életünkhöz nélkülözhetetlen körülményeket.

Atmoszféra. Az atmoszféra jelenségei meghatározóak az élővilág mindenkori alakulásában, emellett az élőlények is jelentős szerepet játszanak a légkör folyamataiban. Az élőlények atmoszférát érintő szolgáltatásai:

1. Az atmoszféra összetételének kialakítása, oxidáló légkör kialakítása és fenntartása.
2. UV-védelem létrehozása.
3. A légkör tisztítása.
4. Relatív éghajlati stabilitás fenntartása.

Hidroszféra. A Föld minden felszíni és felszín alatti vizében öntisztulási folyamat (pl. szerves anyagok oxidálása, fémek átalakítása, vízdoldékonnyá tétele) zajlik elsősorban prokarióták és algák tevékenysége folytán. A vizek öntisztulása fontos adomány az emberiségnek, hiszen ezáltal juthatunk tiszta vízhez az édesvíz-forrásokból.

A Föld természetes víztározóit (óceánok, tavak, folyók stb.) az emberi társadalmak hulladékanyagaik raktáraként is használják. Bizonyos élőlények, mint a kagylók vagy a szűrőkészülékkel táplálkozó élőlények (pl. szivacsok, csalánozók, zsákállatok) fizikailag szűrik át a vizet, így eltávolítják a lebegő anyagokat és tisztítják a vizet. Vizek lebontó élőlényközösségei a bekerülő anyagoktól mentesítik azt; lebontják (a mérgező anyagok esetében ez detoxikálást jelenthet), illetve a többi élőlény számára nem felvehető formába alakítják őket (pl. komplexképzéssel). Az ipari forrásból származó anyagok fontos csoportja a nehézfémeké (például higany, ólom, ón, cink, arzén). Bár ezeket a mikroorganizmusok nem képesek ártalmatlanítani, de a növények számára felvehető állapotba tudják hozni és képesek is így tartani.

Az szárazföldről és az atmoszférából emberi tevékenység hatására rengeteg szerves és szervetlen anyag érkezik a vizekbe (pl. nitrogén- és foszforvegyületek), melyet a víz mikrobiális közösségei bontanak le.

Pedoszféra [3] A talaj nélkülözhetetlen táplálékunk megtermeléséhez, de számos más funkciója is van. Ahogy a következőkben látni fogjuk, az élőlények tevékenysége nélkül alig lenne talaj bolygónkon.

Szolgáltatások:

1. A talaj létrehozása és fenntartása.
2. Talajvédelem.
3. A vízfolyás csökkentése, áradások és szárazság enyhítése.
4. Lebontás.

Energia befogás. Míg az anyagáramlás ciklikus, az energia áramlása egyirányú a Földön. A földi élet fő energiaforrása a nap energiája. Ezt egyedül a fotoszintetizáló élőlények képesek hasznosítani, illetve továbbadni a táplálékláncban. A fotoszintézis esetében a szolgáltatás minősége kevéssé függ a fajok sokféleségétől, sokkal inkább a fotoszintetizáló biomassza mennyiségétől.

Beporzás. Mind a vadon virágzó növények, mind termesztett társaik megporzásra szorulnak. Ez történhet szél, víz, rovarok, más gerinctelenek, illetve különböző gerinces fajok által. Mezőgazdasági tevékenységnél használatosak e célra „nevelt” beporzó fajok.

A vadon élő virágos növényfajok becsült száma körülbelül 240 000. Több, mint 1200 gerinces faj vesz részt beporzásukban; a gerinctelen beporzók fajszáma pedig megközelíti a 300000-et.

Növényi kártevők kontrollja. Termesztett növényeink kártevőinek természetes (vagyis emberi beavatkozás nélküli) visszaszorítása, kontrollálása rendkívül fontos szolgáltatás, mely növeli mezőgazdasági rendszereink épségét, élelmezésünk biztonságát. A kártevők populációit saját természetes ellenségeik „tartják kordában”. E szolgáltatás pótlása problematikus, olykor nem is lehetséges.

Ennek ellenére az ember feltalált és használ különböző szintetikus növényvédő szereket. Többükről bebizonyosodott azonban, hogy környezetszennyezőek, illetve egészségkárosítóak, ráadásul rendszerint költségesek is. A szintetikus peszticideket ma is széles körben használják a mezőgazdaságban. Ennek mellékhatásaként sokszor kiszorulnak, kipusztulnak a kártevők természetes ellenségei. A növények és kártevőik koevolúciójuk során állandó „fegyverkezési versenyben” vannak egymással. A kártevők e verseny során újabb és újabb válaszreakciót produkáltak a növények kémiai fegyverei ellen. A peszticidekre is előbb-utóbb kialakul a rezisztencia, csökkentve a növényvédő szerek hatásfokát. A ragadozó rovarok (a kártevők fogyasztói) semmiféle védekezési mechanizmussal nem rendelkeznek a kártevők elleni mérgekkel szemben, ezért őket a kártevőknél is komolyabban érintheti egy esetleges peszticid-permetezés. Könnyen belátható, hogy amennyiben a természetes ellenségek száma csökken, több mesterséges szert kell alkalmaznunk, ami tovább pusztítja ezeket az élőlényeket.

NEM FIZIOLÓGIAI SZÜKSÉGLETEKET KIELÉGÍTŐ SZOLGÁLTATÁSOK

Az élővilág, mint lelki és esztétikai örömforrás. Pszichénk „jóléte” szoros kapcsolatban áll közérzetünkkel. Ehhez a jóléthez járul hozzá az élővilág.

Wilson (1984) fogalmazta meg a *biofilia hipotézist*,² mely szerint az ember természethez, az élőkhöz való vonzódása mélyen gyökerező, és nélkülözhetetlen a normális fizikai és szellemi fejlődéshez. A természet hatással van érzelmi életünkre, esztétikai érzékünkre és lelki fejlődésünkre is. A hipotézis feltételezi, hogy az ember természethez való kötődése kifejezett előnyöket biztosított az evolúciós versenyben, az adaptációban, a fennmaradásban és a növekedésben az egyén és a faj szintjén is.

² E.O.Wilson (1984): Biophilia

Az emberiség nagy része rengeteg élményben részesül az élő természet által. Kedvünket leljük abban, ha „felfedezhetjük” a természetet és gyönyörködhetünk sokszínűségében. Egy olyan világban, ahol csak búzatábla és krumpliföld van, az élő természet nemigen nyújtana esztétikai élvezetet; egy réten, ahol több százféle növényfaj burjánzik (nem is beszélve az állatokról), vagy egy tavaszba boruló erdőben már sokkal szemet gyönyörködtetőbb látványban lehet részünk.

Emberek százezrei választanak olyan szabadidős tevékenységeket, mint az ökoturizmus, természetjárás, séta az erdőben, botanikuskert- és állatkert-látogatás, vagy az állatok (pl. madarak) pusztá szemlélése természetes élőhelyeiken. Az élővilág változatossága páratlan tárgya az emberi szellem kíváncsiságának és felfedezőkedvének.

AZ ÉLŐVILÁG SZEREPE AZ EMBERI KULTÚRÁK FENNMARADÁSÁBAN

Bizonyos élőlények rendkívül fontos szerepet játszanak emberi (főként természetközeli) közösségek kultúrájának, s ezáltal magának a közösségnek a fennmaradásában. Kulturális kulcsfajoknak nevezünk bizonyos növény- és állatfajokat, melyek hosszú távú jelenléte és szimbolikus értéke nélkülözhetetlen egy kultúra fennmaradásában. A kulturális kulcsfajok olyan fontos funkciókat töltenek be, melyek nélkül jelentős zavar keletkezne a közösség kultúrájában.

Amazónia különböző pontjain a koka segíti a tudás átadását a generációk között. A sámánok a kokát rituális szertartásokon rágcsálják, a hatása alatt kerülnek olyan tudatállapotba, mely lehetővé teszi a természetfeletti lényekkel való kommunikációt. A kokának többféle szimbolikus jelentése van ebben a kultúrában. Például a koka emberi alakot is ölthet, aki a Természet Uraival tárgyal a természet javainak használatáról. A letuama nép eredettörténetében a koka szorosan kapcsolódik a bennszülöttek őseihez és kultúrájuk keletkezéséhez. Nélkülözhetetlen az olyan hagyományos rituálékban, mint a világgyógyítás vagy a betegségmegelőzés.

Régészeti leletekből feltételezhető, hogy a Húsvét-sziget hajdani lakóinak egy pálmafaj nélkülözhetetlen volt a kultúrájuk központi elemének számító kőszobraik, a *moaik* mozgatásához és felállításához. Valószínű, hogy a pálma kipusztítása volt az egyik fő oka a húsvét-szigeti kultúra hanyatlásának.

Hogyan definiálható tehát a kulturális kulcsfaj? Milyen kritériumoknak kell, hogy megfeleljen az adott élőlény? Ha az alábbi 7 kitétel többségének eleget tesz kulturális kulcsfajnak nevezhető:

- Az adott faj szorosan kötődik a közösségi kultúra mítoszaihoz, a közösség őseihez, vagy eredetéhez.
- Az adott faj központi szerepet játszik a közösségi tudás átadásában.
- A faj jelenléte nélkülözhetetlen a fontos rituálékban, melyek biztosítják a közösség stabilitását.
- A faj indirekt vagy direkt módon kapcsolódik olyan tevékenységekhez, melyek a közösség alapszükségleteit elégítik ki. Ilyenek az élelemszerzés, a hajlékkészítés, vagy a betegségek gyógyítása.
- A faj jelentős spirituális vagy vallási értékkel bír abban az adott kultúrában.
- A faj olyan létezővel rendelkezik, mely vagy a közösség területén van, vagy a közösség tagjai számára hozzáférhető.
- A közösség tagjai az adott fajt az egyik legfontosabb fajként tartják számon.

INDIKÁCIÓ [4]

Az általános indikációs elv értelmében minden egyes élőlény indikátor, vagyis indikál, jelez valamit. „Minden populációnak egyszerre nagyon sokféle vonatkozásban – sokféle mintázatra vonatkoztatva – lehet indikátor szerepe. Az emberi érzékelés határai, illetve háttértudásunk szabják meg azt, hogy milyen jeleket, elváltozásokat érzékelünk értelmezhető „jelnek”. Az indikátorfajok előfordulásukkal vagy hiányukkal jelzik az adott környezeti tényező bizonyos értéktartományát. Az ilyen fajok általában szűktűrésűek a vizsgált környezeti tényezővel szemben. Élőlények számunkra értelmezhető jelzéseit nevezzük bioindikációnak.

Édesvizek gerinctelen faunája, annak kompozíciója alkalmas az adott álló-, illetve folyóvíz szennyezettségének vizsgálatára. Használatos többféle biotikus index, melyekkel rövid idő alatt sok vizet lehet minősíteni, és ez gyakran megismételhető. Az indexek általában két információval számolnak, az adott élőhely fajdiverzitásával és a jelenlevő állatcsoportok szennyezésekkel szembeni érzékenységével. Ha a biotikus indexek használatát összekapcsoljuk kémiai vizsgálatokkal, egyértelmű következtetéseket vonhatunk le a szennyeződés okairól. Ez sok esetben segít, illetve hozzájárul a víztisztítási koncepció kialakításához.

Bizonyos növények, illetve növényi részek színük változásával jelzik környezetük kémhatásának változását. A juhsóska vagy a mezei árvácska savanyú talajt jelez. Ezek az élőlények értékes információval segítik a talajjavítást végzők munkáját. Más növények pusztta jelenlétükkel indikálnak bizonyos elemtartalmat, sótartalmat a talajban. Ezt a tulajdonságukat szokták kihasználni például fémek keresésére. Nitrogéndús talajt jelez többek között a nagy csalán. Ezt felhasználhatja a jó mezőgazdász arra, hogy megtervezze, milyen típusú és mennyi nitrogén-műtrágyára lesz szüksége.

Az indikátorfajok érzékenységük miatt a környezeti tényezők változását mutatják, így alkalmasak a biomonitorozásra. Élőlények alkalmasak szennyezések jelzésére is. Vízben, talajban és levegőben egyaránt találunk különböző élőlényeket, melyek „méri” a közeg szennyezettségi fokát. Kutatók vizsgálták annak lehetőségét, hogy élőlényeket alkalmazzanak a különböző közegek szennyezettségének monitorozására, felváltva a lényegesen költségesebb eszközöket. A víz moni-torozására a vízi, szűrőkészülékkel rendelkező fajok csoportja bizonyult megfelelőnek. Egyes moszatfajok jelenléte, illetve abundanciájuk jelzi a vizek szennyezettségi fokát. Ilyen indikátorfaj például a zöldalga, amely az édesvizek eutrofizálódását jelzi. A talajban a földgigiliszták, a levegőben pedig a mézelő méh töltheti be ezt a posztot. Általánosságban a beporzó fajok jól használhatók környezeti stressz (behurcolt kompetitorok, járványok, paraziták, kémiai és fizikai faktorok, élőhely megváltozása) indikálására, illetve monitorozásra. Léteznek a levegő tisztaságára különösen érzékeny fajok is. Általában a zuzmók rendkívüli érzékenységet mutatnak a levegő kéndioxid-koncentrációjával szemben. Bizonyos zuzmófajokat a levegő szennyezettségi fokának megállapítására szoktak alkalmazni.

BIONIKA [5]

Az élővilág nemcsak szellemi inspirációt nyújt, de az emberek jólétét szolgáló tárgyak gyakorlati kivitelezésének is ihletője. Az evolúció sok millió éve alatt a természet rengeteg problémára olyan tökéletes megoldásokat talált, melyeknek nyomába sem érnek az ember technológiai próbálkozásai. A bionika az élő rendszerek egyes jellemzőit, szerkezeti megoldásait, alkalmazkodási mechanizmusait a gyakorlati és műszaki fejlesztések érdekében tanulmányozó tudományág.

A természettől elcsúszott ötletek felismerhetőek az élet szinte minden területén. Ezek sokszor puszta analógiákban nyilvánulnak meg, egyes élőlények utánzásának eredményei. Ilyenek a repülés (Leonardo da Vincitől napjainkig), vagy az úszás (pingvinek, delfinek hidrodinamikai szempontú vizsgálata alapján) technikai eszközökkel megvalósított változatai. A bionika megjelenik továbbá az építészetben is (pl. fához hasonló tetőszerkezet, fűszál alakú Tv-torony).

Bizonyos élőlények különböző érzékelési módjait vizsgálva jutott el az ember az ultrahang- és hőmérséklet-érzékelők technológiai megvalósításához. Az egyik talán legrégebbi élőlényektől „lopott” találmány a lokátor. Az egyik legismertebb, ultrahangot használó élőlénycsoport a denevéreké. A denevérek visszhang-lokátora 50-200 kHz-es hanghullámokat bocsát ki. A hanghoz hasonlóan az ultrahang is visszaverődik két különböző anyagi minőségű közeg határfelületéről. Megmérve a kibocsátás és a visszavert ultrahang észlelése közötti időt, meghatározható az ultrahang által megtett út, és ezáltal a vizsgált anyag vastagsága, vagy az anyagban talált egyenlőtlenségek (hibák) helye. A gyakorlatban éppen ezért az ultrahang legjelentősebb alkalmazása a különböző anyagok vastagságának, egyenlőtlenségeinek, hibáinak meghatározása. Az ultrahang visszaverődését felhasználják víz alatti mélységmérésre, jéghegyek, halrajok helyzetének meghatározására és nem utolsósorban katonai célokra. Használják továbbá az ultrahangot a hegesztés-technológiában, fémek vizsgálatára és az orvosi diagnosztikában is.

AZ ÉLŐVILÁG SZOLGÁLTATÁSAI – TECHNOLÓGIAI FELHASZNÁLÁSOK

A szolgáltatások harmadik csoportjába olyan élőlények általi tevékenységek tartoznak, melyeket az ember különböző ipari, illetve technológiai folyamatokban irányítottan használ. Élőlényeket alkalmaznak például az élelmiszeriparban, a textiliparban, valamint a talaj- és víztisztítás során.

Szeszipar. Az alkoholgyártás során élesztőfajokat használnak. Például borkészítéshez a borélesztőt, sörkészítéshez a sörélesztőt. Az erjedés során a cukor átalakul alkohollá és széndioxiddá. Sör- vagy borkészítésnél a szén-dioxidot hagyják távozni az oldatból, hiszen az alkoholtermelés a cél.

Sütőipar. A sütőiparban a kenyérdagasztás folyamatában szintén élesztőket használnak. Ebben az iparágban az élesztők széndioxid-termelő aktivitását használják ki.

Az élesztőgombák enzimtevékenységének következtében erjedési folyamatok indulnak meg a nyers kenyértésztában, s ezáltal alakul ki a termék lyukacsos, laza bélszerkezete. A kovász érlelésekor szaporodnak el az élesztőgombák és a tejsav-baktériumok. A tejsav-baktériumok között vannak olyanok, amelyek túlnyomórészt tejsavat termelnek, továbbá olyanok, amelyek tejsavon kívül jelentős mennyiségű ecetsavat, etil-alkoholt, szén-dioxidot és aromaanyagokat is előállítanak. Ennek következtében kellemes ízt, aromát adnak a kenyérnek. A termelt savak csökkentik a kenyér nyúlósodását okozó mikroorganizmusok élettevékenységét, és ezzel növelik a termék eltarthatóságát.

Tejipar. A legtöbb tejipari termék (pl. joghurt, kefir, sajt) előállításához mikroorganizmusokra van szükség. Sok baktériumnak és gombának van tejipari felhasználása. A savanyú tejkészítményeket pasztörözött tejből készítik mikro-organizmus-kultúrák felhasználásával.

Vajgyártás során tejsav-baktériumokat használnak savtermelésre. Az étkezési túró gyártása során is vajkultúrát alkalmaznak. Az állni hagyott tej tejsavképző baktériumok hatására megalvad. Az aludttejet baktériumokkal oltva készítik a joghurtot, míg alkoholos erjedést kiváltó élesztőt is adva a kultúrához kefirt kapunk.

A sajt érlelésekor tejsavbaktérium-tenyészetet használnak. Lágy és félkemény sajtok készítésénél alkalmazzák az ún. rúzs-kultúrát, amelynek mikroorganizmusai sárgás-vöröses

nyálkás bevonatot képeznek a sajt felületén és fehérjebontó enzimeik a sajtot kívülről befelé érlelik.

Textilipar. Vannak olyan textíliák, melyek előállításához élőlények tevékenységét használják. A selyem a textíliák között nagyon előkelő helyen szerepel. Selyemszálat sok hernyó fejleszt ugyan, de csak fiatal korában. Ekkor a fonál még gyenge, így felhasználásra nem alkalmas. Az igazi selyemhernyó szövőmirigye közvetlenül a bebábozódás előtt működik, és egy – némely fajnál olykor három – kilométer hosszú szálat ereszt. Igazi selyemhernyója van többek között az éjjeli nagy pávaszemnek, az európai selyempillének és a szederfa-selyempillének. Az utóbbi faj Kínából ered, de ma már az összes selyemhernyó-tenyésztő vidéken megtalálható. Ez ma a legnagyobb mértékben domesztikált rovar, amely az ember segítő ápolása nélkül a szabadban meg sem élhetne. Jellegzetes selyemszövetek a szatén, a damaszt és a sifon.

Pókháló-szálakból pókselymet tudnak előállítani, amelyet sebvarró-cérnaként használnak szemműtéteknél, illetve mesterséges inszalagot állítanak elő belőle.

Agrárkultúrák beporzása fenntartott beporzó ágensekkel.[6] Termesztett növényeink beporzására szinte kizárólagosan az *Apis* (Európában az *A. mellifera*, Ázsiában az *A. cerana* a legjellemzőbb) nemzetségbe tartozó mézelő méhek kolóniáit alkalmazzák.

A mézelő méh kolóniái világszerte nagy számban pusztulnak a peszticidek, paraziták, szennyezések és élőhelyeik degradációja miatt. Ez sokszor komoly veszteséget jelent betakarításkor. Amerikában a méhészek által fenntartott kolóniák mérete csökkenően van, főképpen két egzotikus, behurcolt atkafajnak köszönhetően. Bár a méhészek azt várják, hogy a méhekben idővel kialakul az atkák elleni rezisztencia (ahogy ez Európában történt), mégis aggódnak a méhek egyedszámának csökkenése, ezzel együtt mezőgazdasági terményeik nem megfelelő beporzása miatt. Az említett aggodalmak miatt kutatások indultak az *Apis mellifera* fajt potenciálisan helyettesítő nem-mézelő méhfajok mezőgazdasági alkalmazhatóságának kiderítésére.

Egyéb, beporzásra alkalmas fajok felkutatása másrésről azért lenne hasznos, mert nem minden termesztett növényfajnak az *Apis* nemzetség tagjai a legmegfelelőbb beporzói. Továbbá minél diverzebb lenne a beporzók közössége, annál biztonságosabbá és hatékonyabbá válna a beporzás.

Biológiai növényvédelem. A mezőgazdasági hozamok kártevők miatti csökkenése jelentős mértékű lehet. Globálisan a termelők az aratást megelőzően a termés 30-40%-át veszítik el a kártevők, illetve betegségek miatt. A kémiai növényvédelem számos negatív hatása miatt egyre több mezőgazdász ismeri fel a biológiai növényvédelemben rejlő lehetőségeket. A biológiai növényvédelem terjedőben van hatékonysága, gazdaságossága és tisztasága miatt.

Biológiai védekezés állati kártevőkkel szemben. A biológiai védekezés elsősorban ragadozó és parazitoid ízeltlábúakat, valamint ragadozó fonálférgeket alkalmaz. A ragadozó ízeltlábúak közül hatékonyan használnak atkafajokat, poloskákat és egyéb ragadozó fajokat az állati kártevőkkel szemben. A parazitoidok nagyobb sikert hoztak a gyakorlatban, mert e fajok gazdaköre sokkal szűkebb, mint a ragadozóké. A fonálférgek közül a *Steinernema* és a *Heterohabditis* nemzetségbe tartozó, növényparazita fajok növényvédelmi felhasználása a legelterjedtebb.

A biológiai növényvédelem a növényi kártevőkben betegséget kiváltó vírusokat (pl. *bakulovírusok*), baktériumokat és gombákat is használ. Az állati kártevők sokfélesége a védekezésben is sokféleséget kíván, hiszen specialista fajok alkalmazása biztonságosabb. Így a növényvédelem érdeke minél több, e célra használható fajt felkutatni.

Biológiai védekezés növényi kórokozókkal szemben. “A növényi kórokozókkal szembeni védekezésre olyan mikroorganizmusokat használhatunk fel, amelyek képesek a növényi kórokozókat elpusztítani, szaporodásukat gátolni, illetve a növényt a fertőzéstől megvédeni.”

A felhasználandó antagonistával (a növény kórokozójának pusztítója) szemben követelmény, hogy ne legyen patogén a védendő növényre, az emberre vagy az állatokra. A kártevő elpusztítása történhet antibiotikum segítségével (ekkor a két antagonista közvetlen érintkezése nem szükséges), illetve parazitizmus által (szükséges a fizikai kontaktus).

A FAJOK KIHALÁSÁNAK KÖVETKEZMÉNYEI

A biodiverzitás [7] nagyobb mértéke nem minden esetben jelent bizonyítottan előnyt. Az viszont igaz, hogy sok szolgáltatás jobb minőségű, illetve szélesebb körű nagyobb diverzitás mellett. A fajok ember általi kipusztítása veszélyes közelségbe hozhatja azt a minimum-diverzitást, mellyel az élőlényközösségek még biztosítani tudják szolgáltatásaikat. Ez annál inkább kockázatos, mert nem tudjuk, mely közös-ségeknél, illetve mely szolgáltatások esetében mekkora az a fajszám, ami alatt a közösség már képtelen erre.

A biológiai sokféleség csökkenése közvetlenül korlátozhatja az élelemforrások elérhetőségét, a gyógyszer-alapanyagok, az ipari alapanyagok és bármely más felhasználható anyagok számát. A fajszám csökkenése továbbá befolyásolhatja további, esetlegesen kulcsfontosságú fajok egyedszámát, ami megváltoztathatja a közösség összetételét és szolgáltatásainak minőségét.

A faj- és genetikai diverzitás csökkenő mértéke jelentős mértékben hat az élőlényközösségek környezeti változásokra adott válaszára is. A környezeti tényezők mai gyors változása nagy alkalmazkodóképességet kíván. Minél több faj alkot egy élőlényközösséget, annál nagyobb esélye van az alkalmazkodásra. Sok faj jelenlétével az elveszett fajok helyét a hasonló funkciót betöltő fajok átvehetik, megőrizvén az élőlényközösség adományait. Ugyanez igaz populációs szinten is, ami azt jelenti, hogy ha egy fajnak sok populációja van, egy gyors változás hatására bekövetkező új környezetben nagyobb biztonsággal lesz olyan populáció, mely képes megélni és helytállni az új feltételek mellett is, illetve képes lesz betölteni egy esetlegesen kipusztult populáció szerepét.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az ember a bioszféra része, így függ annak alkotóelemeitől és azok kapcsolataitól. Sokszor ezekből a kapcsolatokból származnak olyan nélkülözhetetlen ökológiai szolgáltatások, melyek biztosítják az emberi életet és civilizációnk fennmaradását. A Földön élő fajok tíz, vagy akár csak egy százalékának eltávolítása olyan, mintha egy rendkívül összetett szerkezet darabjait pusztítanánk véletlenszerűen, miközben vakon reméljük, hogy nem sérül egyetlen számunkra fontos állapot vagy folyamat sem. Az egész olyan, mintha egy hatalmas ökológiai rulettet játszanánk, melynek katasztrofális következményei lehetnek, főként a jövő generációira nézve. Az elvesztett fajok, illetve ezek szolgáltatásainak pótlása nagyon költséges, hosszú távon nehezen képzelhető el. A szolgáltatások rendszerének komplexitása miatt nem jósolható meg előre, hogy egy-egy faj kihalása milyen következményekkel jár, illetve mely szolgáltatásokat érinti. A szolgáltatások veszélyeztetésével aláássuk gazda-ságunkat, beszűkítjük lehetőségeinket, csökkentjük jómódunk esélyeit, és kockáztatjuk civilizációnk létét.

Tömeges fajkihalásban már többször volt része a Földnek és eddig mindig sikerült felépülnie, kigyógyulnia belőle. Sőt, a tömeges kihalások még serkentik is az evolúciós újításokat, hiszen teret adnak a próbálkozásoknak. Akkor miért aggódunk? Gondoljunk csak bele e folyamatok időléptékébe. Egy-egy tömeges kihalás után a Föld újránépesüléséhez évmilliók kellettek.

Az evolúció nem „törődik” azzal, hogy hány és mely fajokat kell nélkülöznie előrehaladása folyamán. Ha úgy esik, a *Homo sapiens* is minden további nélkül "áldozattá" válhat. Mi valójában nem Földünk távoli jövőjét féltjük. A *Homo sapiens* faj mintegy 200 ezer éves történetet mondhat magáénak. Nagyon valószínű, hogy az általunk gerjesztett kihalási folyamat végére nem lesz egy ember sem, aki ezt dokumentálhatná. Soha nem tudhatjuk, hogy melyik dominódarab a *Homo sapiens* jelzésű, és mely faj után következik.

Sorsunk erősen függ a biodiverzitás mértékétől, míg a bioszféra fennmaradása szempontjából a mi létünk messze nem játszik ekkora szerepet. Magunkat előbb sodorjuk veszélybe a fajok tömeges kipusztításával, mint magát a földi életet. Civilizációnk fennmaradása miatt erősen érdekünkben áll fenntartani a Föld biodiverzitását. Csak bizonyos mértékű sokféleség biztosíthatja azokat az adományokat, amelyeken jelenlegi jólétünk és gyermekeink jövője múlik.

Felhasznált irodalom

- [1] Jordán Ferenc: A kihalások története
<http://www.termesztvilaga.hu/tv98/tv9803/kihal.html>
- [2] Dr. Horváthné Dr. Mosonyi, M. (1998): Az élelmiszerismeret és technológia I. Hajnal Imre Egészségtudományi Egyetem Egészségügyi Főiskolai Kar, Budapest.
- [3] http://egyetemi.hu/fajlok/foldrajz/9.%20%C3%A9vfolyam/BEKG_FOGALOMTAR_Pedoszfera.pdf (2015. október 16.)
- [4] http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0032_okologia/ch06s02.html, (2015. október 16.)
- [5] <https://hu.wikipedia.org/wiki/Bionika> (2015. október 16.)
- [6] Dr. Horváthné Dr. Mosonyi, M. & Varga, Zs. (1998): Az élelmiszerismeret és technológia II. Hajnal Imre Egészségtudományi Egyetem Egészségügyi Főiskolai Kar, Budapest
- [7] Szabó, I. M. (1989): A bioszféra mikrobiológiája III. Akadémiai Kiadó, Budapest