

Az ökológiai szemléletmód

- Megjegyzések

a gimnáziumi biológia ökológia részének tanításához -

Egy tankönyvet különböző koncepció szerint, többféle logikai fonalat követve lehet megírni. Különösen nehéz helyzetben van a tankönyvíró akkor, ha biológia tankönyvek megírására vállalkozik. Az élővilág felépítése és működése ugyanis szigorú törvényszerűségek szerint történik, a biológiai folyamatok térben és időben összerendezettek, összehangoltak. Ezek a folyamatok egyidőben, de különböző dimenziókban történnek. Míg a biokémiai reakciók vagy az anyagcserefolyamatok igen rövid idő alatt mennek végbe, addig a biogén elemek vagy a víz körforgalma a természetben jóval hosszabb időt vesz igénybe. E különböző dimenziójú folyamatokban különböző mechanizmusok szerint jön létre a biológiai szerveződés (organizáció).

A biológiában három szerveződési szintet különíthetünk el.

- 1.) Az egyed alatti (infraindividuális) szintek: molekula, sejt, szövet és a szervek
- 2.) Egyedi (individuális) szint: a szervezetek
- 3.) Az egyed feletti (szupraindividuális) szintek: a populáció, társulás (=élőlényközösség) és a bioszféra.

A biológia oktatásának egyik sarkalatos kérdése az, hogy milyen logikai elv szerint épüljenek egymásra a tankönyvek. Egyik lehetséges mód az organizációs szintenként történő építkezés. Nagyjából ezt a koncepciót követték Lénárd Gábor - Fazekas György gimnáziumi biológia tankönyvei. Sokfelől, és számos kritikát kapott ez az elképzelés, elsősorban azért, mert az ember első biológiai élményei nyilvánvalóan nem a sejtekkel vagy szövetekkel történő találkozásból adódnak. *A biológiai ismeretszerzés kiindulópontja ugyanis a természet- és az élőlényszeret: növények, állatok, erdők, rétek, vizek élőlényközösségeinek a megismerése.* Ezt kell a biológiatanítás startpontjának tekinteni, ahogy ezt a Lénárd Gábor által írt legújabb gimnáziumi tankönyv is teszi. Élőlények nélkül a "legszofisztikáltabb" biomatematikai modell sem használható arra, amire szolgálni hivatott volna.

Ez a rövid "tanulmány" nem lektorálni kívánja a biológia tankönyveket, mivel ezt megtették még "kézirát korában" a bírálók. Csupán néhány gondolatébresztésre serkentő megjegyzést szeretne megosztani másokkal a jelenlegi másodikos biológia tankönyv kapcsán.

Ez az élővilág fontosabb és nagyobb rendszertani (taxonómiai) egységeinek áttekintésével kezdődik, beleszöve ebbe a részbe néhány jelentősebb evolúciós mozza-

natot, valamint a növény- és állatszervezetten jelentősebb elemeit is. Sajnos ez a rész nagyon az általánosság szintjén mozog. A következő nagy egység, "Az élővilág és a környezet" jobb megalapozását feltétlenül elősegítené egy szélesebb körű fajismeret.

A Biológia II. tankönyv (már terjedelmében is) a fő hangsúlyt az egyed feletti szerveződési szintek jelenségeinek tárgyalására helyezi. Az élővilág bonyolultságának (komplexitásának) alapja elsősorban az, hogy a biológiai szerveződési szintekre számos szabályozási és vezérlési folyamat összehangoltsága a jellemző. Bármilyen zavaró hatásra a megzavart élő természet valamilyen válaszreakciót ad a biológiai szervezettség miatt. A környezeti válságot, a bioszférakrizist kiváltó okok alapvetően azok a durva civilizációs hatások, amelyek az ember nélkül is épp elég bonyolult élőlényközösségeket érték és érik napjainkban. Az egyre súlyosabb környezet- és természetvédelmi problémák megoldhatósága (és megoldása!) azonban nemcsak pénz, hanem szemlélet kérdése is. Csak egy élőlényközpontú, ökológiai szemléletmód lehet eredményes a környezeti problémák megfelelő operatív kezelésében. Egy neo-naturalista (modern természetbúvár) alapokon nyugvó szemléleti egység elérésére kell törekedni a biológia tanításában. Ennek elérése pillanatnyilag iszonyú nehéznek tűnik, s nagy kihívás a közoktatás mindhárom szintjén.

Lénárd Gábor által írott tankönyvet áttanulmányozva érezhető a szemléletváltásra való törekvés. Igényesen megírt, egyik fő érdeme a korrektségre való törekvés ami példaértékű, hiszen az ökológiára sajnos nem jellemző a diszciplináris fegyelem. Szerző törekszik az elméleti tisztánlátásra és az egységes szemlélet kialakítására. Elsősorban tisztázni kívánja az ökológia fogalomrendszerét: a biológiai szerveződési szinteket, a környezet és tűrőképesség (tolerancia) fogalmakat. Nagyobb súlyt kellene fektetni a környék és az ökológia környezet megkülönböztetésére, valamint a ténylegesen ható külvilág (környezet) és a tényleges hatás alatt álló belvilág (tűrőképesség=tolerancia) értelmes összerendelésére. Alapvető fontosságú az ökológiai és élettani (fiziológiai) optimumok és pesszimumok egyértelmű megkülönböztetése is.

Érthetetlen, hogy miért maradt ki az *ökológiai jelzés (indikáció)* kulcsfontosságú fogalma, az általános indikátor elv értelmezése (hiszen a természetben minden populáció indikátor értékű). Szép számban élnek a Földön ún. szélsőségesen specialista, vagyis több környezeti tényezőre nézve is szűktűrűsű fajok. Ezeket az ökológiai szakirodalom már régóta indikátoroknak nevez. Erre sok példa van a hazai növények és állatok köréből is. Az indikátor szervezetek előfordulása vagy hiánya jelzi a környezeti tényezők bizonyos értéktartományait.

Régóta ismert és a gyakorlatban alkalmazást nyert a légszennyezés mértékének jelzésére a szmóindikáció, vagy az ivóvíz minősítésére a kóli-szám. Nemcsak fajok populációi, de társulások, sőt a nagy biogeográfiai egységek (növényzeti övek, biomok) is jelzik a meghatározó környezeti tényezőket.

Az ökológiai jelzések, vagyis a populációk és társulások egyes környezeti tényezőkre – pl. víz-levegő-talajszennyezésekre – adott válaszainak felfogása és megfelelő értelmezése napjaink legfontosabb kérdései közé tartoznak.

Az alapvető környezeti tényezők tárgyalása során kézenfekvő lenne a *korlátozó (limitáló)* tényezők bemutatása még több konkrét példa kapcsán. Bármilyen környezeti tényező, amelynek értéke eléri az élőlény tűrőképességének határait – akár

a maximumot, akár a minimumot – korlátozó tényezővé válik. A limitáló tényezők a környezet szabályozó szerepét valószínűsítik meg a populációk és az élőlényközösségek előfordulásában és viselkedésében.

A legtöbb növény- és állatfaj elterjedését (areáját) a Földön éghajlati tényezők korlátozzák. Magashegységekben az alhavi erdőhatár és a sarki fahatár kialakulásában is az éghajlati tényezők játszanak szerepet: a víz és a hő együttes korlátozó hatása érvényesül.

Természetes vizekben a kémhatás bizonyos mértékű eltolódása jelentősen megváltoztathatja a vízi élőlények előfordulását, szaporodását, tömegviszonyait, táplálékhálózatban betöltött szerepüket s ezáltal az élőlényközösségek eredeti faji összetételét és addigi dinamizmusát. Napjainkban a vízi környezet savasodásának hatására jelentősen megváltozik pl. az algák fajszáma és a különböző algacsoportok tömegviszonya. A vízi állatok közül különösen érzékenyek a savanyodásra a szitakötők lárvái, egyes kagylók, a lazac és a pisztráng. A tömeges halpusztulásokért a savasodás is felelős az egyéb környezeti tényezők mellett.

A szárazföldi növényeknél a talaj kémhatása (talaj-pH) jelentős korlátozó tényező lehet. Közvetlenül is meghatározza több élőlény elterjedését és gyakoriságát, a vegyületek oldékonyságát s ezáltal a tápanyagok felvehetőségét. A talajok tompítóképeségének (pufferkapacitásának) jelentős szerepe van a savanyodás és más káros környezeti hatások kivédésében (mérséklésében).

Az ún. élettelen környezeti tényezők tárgyalása során sokféle lehetőség kínálkozik az ökológiai adaptáció bemutatására is, pl. a szárazságtűrés roppant változatos formái vagy lápok oxigénhiányhoz alkalmazkodott élőlényei kapcsán.

A Biológia II. tankönyv az ökológia alapvető fogalmainak tisztázása és a klasszikus értelemben vett abiotikus környezeti tényezők tárgyalását követően az anyagforgalom, energiaáramlás és a biológiai produkció kérdéseivel folytatódik. Megfontolandó, hogy mindezek az élőlényközösségekben ill. bioszférákban lezajló folyamatok tárgyalhatók-e a populációs kapcsolatok, a táplálékláncok és táplálékhálózatok ismerete nélkül. Az anyagforgalom, a biogén elemek körforgalma (biológiai ciklus) és az energiaáramlás ugyanis az élőlényközösségekben a táplálkozási szerkezet (trofikus struktúra) és annak működése révén valósul meg durván az elsődleges termelők (növények) a fogyasztók (állatok) és az elhalt szervesanyagot lebontó szervezetek (baktériumok, gombák, bizonyos állatok) táplálkozási kapcsolatai révén.

Egy másik lehetséges koncepció: a *zonalitási jelenségek* és a *zonalitási törvényszerűségek*, vagyis a talajföldrajz és a biogeográfia alapvető elemeivel, egy leíró résszel folytatni a tankönyvet. A biogeográfiai egységek megjelenését természeti-földrajzi adottságok határozzák meg. A nagy *éghajlati-talaj- és növényzeti zónák*, valamint a *biomok* nagyjából az Egyenlítővel párhuzamosan, övezetesen helyezkednek el a Földön (horizontális zonalitás elve). Ezt a szabályos elrendeződést több tényező módosíthatja, pl. tengeráramlatok, szárazulatok – tengerek viszonya, szélrendszerek, domborzati viszonyok.

Hegyvidéken pedig a csúcs felé haladva egymás fölött helyezkednek el a növényzeti övek (magassági övezetesség, vertikális zonalitás jelensége). Ezt a szabályosságot is módosítja többféle hatás, pl. alapközet ill. a rajta kialakult talajtípus jellege, az expozíció, lejtőszög, völgyhatás felerősödése. A módosító hatásoknak megfelelő-

en gyakran találkozunk a zonalitástól eltérő pozicionális kivételekkel, ezek az extrazonális és intrazonális biogeográfiai egységek.

A zonalitási törvényszerűséget először *A. Humboldt* hangsúlyozta s ő írta le elsőként a Föld növényzeti öveit. A talajzónák felismerése és leírása pedig *V. Dokucsajev* nevéhez fűződik. A zonalitás jelenségének korai felismerése nyilván annak köszönhető, hogy két egyszerű makroklimatikus változóval: a csapadékmennyiség és a hőmérséklet együttes havi ingadozásával jól magyarázható. A klimadiagramok mellett igen szemléletes és hasznos volna a Föld talaj- és vegetációzónáit bemutató térkép is.

A populációk és élőlénytársulások alapsajátosságait szerencsésebb volna minél több konkrét példán bemutatni. Kulcsfontosságú a populációk növekedését leíró egyenletek és görbék értelmezése, az "r" és a "K" stratégista élőlények bemutatása, a populációk társulásokká való szerveződése. A populációs kölcsönhatásokat a társulások szerkezetei fejezetben szükséges tárgyalni, hiszen ezek azok a relációstruktúrák, amelyek révén megvalósul az élőlényközösségekben az organizáció. A két legfontosabb szabályozó szerepű populációs kapcsolat a *versengés* és a *zsákmányszerzés*. Mindkettőre számos példa van az élővilágban. Két együttélő faj populációja közötti versengés a korlátozottan rendelkezésre álló létfontosságú környezeti tényezőért folyik, pl. a felvehető talajnedvességért, tápanyagért, fényért a növények körében, táplálékért, fészkelőhelyért az állatvilágban.

A közös forrásokat felhasználó populációknak igényeiket a környezet adta lehetőségekhez kell szabni. A különböző populációk *tartós együttlétezése* (koegzisztenciája) egy társulásban csak akkor valósulhat meg, ha a környezeti tényezőkkel szembeni igényeiket képesek egymáshoz illeszteni. Sok populáció elvándorlását, elpusztulását vagy túlélését a versengés okozza. Két, minden környezeti tényezőre nézve azonos populáció nem élhet tartósan együtt egy élőlényközösségben (kompetitív kizárás elve).

A versengés folyamata és kimenetele határozza meg adott társulásban az együttélő fajok számát, másszóval a sokféleségét. A populációk tartós együttélésének kérdéseivel – hány faj milyen módon osztja fel egymás között a ténylegesen ható környezeti tényezők által kijelölt sokdimenziós absztrakt teret – a nietsche elmélet foglalkozik.

A *szukcesszió* hatalmas és izgalmas témaköre szinte kimeríthetetlen és napjainkban, amikor a természetes ill. természetközeli társulások gyors és nagymérvű leromlási folyamataival kell szembenézni, szinte létkérdés a szukcessziós történések megismerése. A szukcesszió a társulásdinamika egyfajta megnyilvánulása: az élőlényközösségek időben rendezett és irányított egymásrakövetkezése. A folyamat egyik fontos mozzanata az egyes fajok beépülése a társulásba. Minél több faj épül be, annál erősebb a közöttük folyó versengés. A szukcessziós folyamatok során változik a társulások sokfélesége (diverzitása), nő a populációk közötti kapcsolatok száma. A társulás–szukcesszióval párhuzamosan zajlik a talajszukcesszió is.

A nagyfokú civilizációs zavaró hatások (amit környezetszennyezés néven szoktunk összefoglalni) következménye többek között az élőlényközösségek leromlása (degradációja), ami nem más, mint valamilyen normálistól eltérő szukcesszió. A szárazföldi társulások és talajok degradációja mellett a tavak és folyóvizek vízminőségének leromlási folyamata is jelentős mértékben megnőtt az utóbbi időben. A le-

romlás egyik fő oka a tavak növényi tápanyagokban, elsősorban foszfor- és nitrogénvegyületekben való feldúsulása, ami a tavak eutrofizálódását eredményezte. A talajok, vizek és élőlényközösségek degradációs folyamataira sajnos egyre több példa sorolható fel, s ezek közül többnek helyt kell adni a tankönyvekben is.

A szukcessziós folyamatok nagy geológiai léptékű időskálán is lezajlottak, amelynek háttérében elsősorban a jelentős mértékű éghajlati változások álltak. Az utolsó jégkorszak végétől a Kárpát-medencében is jól nyomunkövesíthetők ezek a nagyobb földrajzi területeket érintő szukcessziós változások.

Magyarország jelenlegi természetes, helyesebben természetközeli élővilága a jégkorszakot követő éghajlati változásoknak megfelelően jellegzetes módon változott. Az ún. bükk-kor óta, gyakorlatilag változatlan éghajlati körülmények között az ember megjelenése jelentős, sőt drasztikus változásokat eredményezett az élőlényközösségekben.

Hazánk területét az ember megjelenése előtt erdők, erdős-sztyeppek és pusztagyeppek borították. Az ember egyre intenzívebbé váló tájatalakító tevékenységének "köszönhetően" az eredeti, természetes tájak jelentős része eltűnt, helyüket kultúrtájak foglalták el. A természetközeli élőhelyek fragmentálódtak, esetleg kis foltokká zsugorodtak össze, apró *élőhelyszigeteket* (ökológiai izolátumokat) képeznek a kultúrsivatagban.

A természetvédelem egyik fontos feladata e "szigetek" élőlényközösségeinek a megóvása. A szétdarabolódás és elszigetelődés nem közömbös az élővilágra: az ott élő populációkra és társulásokra. Az élőhelyszigetek életközösségeinek jellemzőit csak a valódi szigetek tanulmányozásával érthetjük meg. A szigetek egyéb más szempontból is, pl. izoláció, fajkeletkezés különösen hálás objektumok, ami érthetővé teszi azt a sokféle kutatást, ami elsősorban *Darwin* alapvető ötleteiből, megfigyeléseiből bontakozott ki.

A jelenlegi, természet- és környezetvédelmi problémákkal terhelt világban az ökológia egyik alapproblémája az élőlényközösségek keletkezésének, szerveződésének és stabilitásának a vizsgálata. A *sziget-biogeográfia* és az *izolátumdinamika* kiváló lehetőségeket nyújt e problémakörök tanulmányozására. Közel 15 éve fedezték fel azokat a párhuzamokat, amelyek a valódi szigetek és a kultúrtájak tengerében izolálódó természetközeli élőhelyek, természetvédelmi területek és Nemzeti Parkok között vannak. Az elszigetelődött természetvédelmi területek biológiai történéseit lehetetlen megérteni az izolátumok biotális dinamizmusának figyelembevétel nélkül. Ez az alapja a megfelelő ökológiai szemléletű környezet- és természetvédelmi intézkedéseknek és tervezőmunkának.

Egy új szellemű modern természetbúvárokodás – amelynek alapja a megfelelő te-repjártasság – sikeres ötvözése a legújabb populációdinamikai, ökofiziológiai, evolúciógenetikai, ökológiai modellezési, stabilitáselméleti ismeretekkel nem utópisztikus ábránd, a jövőben talán megvalósuló egységes szemléletű biológia oktatásban.