

## Az erdőtalajban lakó állati véglények (protozoák) szerepének és kutatásának problémái

(Befejezés.)

írta: Dr. Varga Lajos,  
egyetemi magántanár.

### 2. A vizsgálatok nehézségei.

Ismeretes, hogy a baktériumokhoz hasonlóan a talajlakó protozoák is rendkívül apró, mikroszkópikus élőlények. Életüket a talajrészecskékhez kötötten és a talajrögöcskék közötti kapilláris vízben élik le. Testalkotásuk nagyon kicsiny, finom, érzékeny. Ezek miatt a vizsgálatuk igen nagy nehézségekbe ütközik s nagyon nehéz őket közvetlenül a *talajból* kivonni, szabaddá tenni s így a mikroszkóp tárgyasztalára vizsgálathoz előkészíteni.

Ezekhez a nehézségekhez járul még az a körülmény is, hogy a legcsekélyebb változások is, akár fizikaiak, kémiaiak, akár biológiaiak legyenek ezek, az érzékeny talajprotozoák életének gyors megszűnését okozhatják. Ha a változások és beavatkozások elegendő időt engednek meg, akkor a legtöbb protozoára általánosan jellemző életmódváltozást hajtják végre: azaz *betokozódnak*, cisztává alakulnak át. Ha azonban a beavatkozások gyorsasága miatt erre nem képesek, akkor elpusztulnak.

A tömegvizsgálatok esetében is háromféle protozoa-állapotot kellett figyelembe venni. 1. Az *aktív*, eleven protozoákat. Kétségtelen, hogy a talaj életében és biocönózisában éppen az aktív protozoáknak van szerepük. 2. A tenyésztés közben a *betokozódott állapotból*, cisztából előbújt alakokat. A talaj begyűjtésekor ezek ciszta-állapotban voltak. Kézenfekvő, hogy a talaj életében semmi szerepük sincsen, hiszen *lappangó* élet állapotában vannak. Minthogy a ciszta héja úgy a fizikai, mint a kémiai vi-

szonyok nagy változásait elbírják, különleges eljárással (a talaj-próbáknak híg sósavval való kezelése által) tudunk hozzájuk férközni. A sósavval ugyanis megöljük az aktív protozoákat s így eltett tenyészetekben csak a *betokozódott* állapotból életre-kelt protozoákat találjuk és számláljuk. 3. *összprotozoák* számát az aktív és cisztaállapotból kitenyésztett fajok mennyisége adja meg.

A protozoák tenyésztéséhez a *Cutler-féle* hígítós tenyésztési módszert használtam, mely a talaj vizes oldalának fokozatosan hígított és meghatározott mennyiségét önti Petri-csészékben ágárlemezekre. Ámde, nagy hibája ennek a módszernek az a körülmény, hogy sok protozoa-faj az ágárlemezeken előállott mester-séges feltételek mellett kevésbé, vagy egyáltalában nem tenyészik. Azután nem látszott bizonyosnak az sem, hogy a *betokozódott* egyedek számának kiderítésére használatos 2%-os sósav eléggé intenzív hatásának vajjon minden ciszta ellen tud-e állani.

Ámde a legnagyobb nehézséget az okozta, hogy a Petri-csészék ágárlemezei rövidesen megkeményedtek, erősen kolloidális tömeggé merevedtek meg. A protozoák szaporodása jól ment ugyan, de mégsem voltak teljesen kedvező életkörülmények között. Hiszen nem szabad elfelejtenünk, hogy a talajprotozoák is csaknem kizárólag *vizi élőlények*, tehát hígban folyó közegben élnek. Az ágárlemezek sűrűn kocsonyás, kolloidális állapota azonban nem ilyen. A protozoák kénytelenek az ágárlemezek parányi üregecskéiben tömörülni, ahol a tápanyag cseppfolyós állapotban gyűlt össze, mint valami végtelenül kicsi barlangokban. Gondoskodni kellett tehát arról, hogy az ágárlemezek minél hígabb halmazállapotúak legyenek. Ezt teljesen csirátlanított, kétszer desztillált vízben hetenkénti hozzáadásával értem el. Ez az eljárás azonban a levegőből való fertőzést teszi lehetővé.

A tenyésztő ágár azonban még így sem volt kifogástalan. Úgy javítottam meg tehát a *Cutler-féle* eljárást, hogy állandóan sterilizált késekkel az ágárlemezekbe 2—3 „ablakocsát” vágtam, ahonnan az egész ágárlemezdarabkát kiemeltem, átlag 1 cm<sup>2</sup> területen. Ide azután sterilis pipettával kétszer desztillált vizet öntöttem. Legcélszerűbbnek tapasztaltam az ablakok vá-

gását egy héttel az eltevés után végezni. Leghelyesebbnek látszik, ha az ablakok közül hármát-négyet a Petri-csésze oldalfalai mellett, egyet pedig a közepén vágunk. Az ablakokban lévő folyadékban, mely tele van kioldott tápláló tenyésztőanyagokkal, kiválóan tenyésznek a protozoák, főleg az *Amoeba*-félék, *Mastigophora*-fajok és a *Csillangós (Ciliata)* véglények. A nem ilyen eljárással kezelt ágárlemezekben éppen a sűrű halmazállapot miatt nem tenyészhetnek a Ciliáták, de nem fejleszthetik ki úszószerveiket a Mastigophorák s legföljebb Amoeba-szerű állapotukban maradnak meg. Ámde az ablakocskák folyadékában, a nekik kitünően kedvező környezetben vidáman úszkálnak és elősőrangúan szaporodnak.

Az így javított Cutler-féle eljárás alkalmazásában azonban hangsúlyoznom kell a leggondosabb sterilizálást. A desztillált víz, a kések és pipetták a leggondosabban sterilizáltak legyenek. Sohasem szabad például valamelyik kést egy másik talajból készült ágárlemezeknél is használni, mert annak a veszélynek tesszük ki magunkat, hogy az egyikből baktériumokat és protozoákat oltunk át a másikba. Ez pedig a vizsgálat pontosságának és az eredmények tisztaságának rovására megy!

Hangsúlyozni kell még azt is, hogy az ablakocskák vágásánál a Petri-csésze fedelét nagyon rövid időre, sterilis helyen és igen csekély magasságra emeljük fel, nehogy a levegőből baktériumfertőzés történhessék. Célszerű hosszú és keskenyvelű, éles késeket — spatulákat — használni. Hasonlóan hosszú és vékonyra kihúzott pipettákkal dolgozunk. Így elérhetjük azt, hogy a Petri-csésze fedelét csak azon a helyen és olyan magasan billentjük fel, amekkora rés éppen elegendő a spatulák és pipetták benyújtására. Az ilyen kicsiny rések a fertőzés lehetőségét a levegő baktériumai által ad minimum redukálják.

Az ablakocskák folyadékában élő protozoákat olyan módon visszük tárgylemezre, hogy sterilizált keskeny pipettával egy csöppnyit szívunk fel, ezt a tárgylemez közepére csöppentjük s azután 2%-os osmiumgőzökben rögzítjük és fedőlemezzel lefedjük; vagy pedig rögzítés nélkül fedjük le s így vizsgáljuk az eleven, váltakozó mozgású életet, amelyet a fedőlemez alatt a táplálékoldatban ide-oda mozgó, rohanó, vagy lassan tovakúszó

protozoák, baktériumok, bacillusok mutatnak. Az elevenséget növeli még a mikroszkóp világító készülékéből kiáradó erős fény is, mely a termosztátoknak állandó sötétségben kifejlődött élőlényeit érinti. Az életnek ez a képe megragadó.

Legalább is 1000—1200-szoros nagyítást kell azonban használnunk.

Természetesen nemcsak az ablakocskák tápláló folyadékában jelentkező protozoákat kell vizsgálnunk, hanem a sűrű ágárlemezből kivágott és éles spatulával felaprózott részecske tartalmát is. Az így tárgylemezen felvágott ágárrészecskéket fedőlemezzel óvatosan szétnyomjuk. Célszerű a felaprózás után desztillált vizet csöpptetni reá s úgy szétnyomni. A felaprózott ágárrészecskék közötti folyadékban, mint valami utcákon, előszere-ttel tartózkodnak és mozognak tova nemcsak a baktériumok, coccusok, és bacillusok, hanem a protozoák is.

Ilyen eljárással a talaj kitenyésztett protozoáinak számára nagyon kedvező környezetet nyújtunk. Úgy tapasztaltam, hogy még a baktériumok és bacillusok is szívesebben gyűlnek össze és szaporodnak az ágárlemezekbe vágott „ablakok” hígan folyós táplolatában, mint az ágárlemezekben. Ez az eljárás tehát a baktériumok tenyésztésénél is felhasználható.

Ámde a különben sok jó tulajdonsággal rendelkező Cutler-féle eljárásnak minden hátrányát így sem lehet teljesen kiküszöbölni. Feltűnő ugyanis, hogy főleg a Ciliáták még így is nagyon nehezen, egyes fajok pedig egyáltalában nem tenyésztethetők ki. A *Colpodák*, *Paramaeciumok*, *Colpidiumok* stb. alig tenyésznek. Ezek számára más tápláló, tenyésztőoldatokra van szükség. Így állott elő az a követelmény, hogy a Petri-csészékbe öntött ágárlemezek helyett egyéb tenyésztő oldatokat keressek. Itt pedig főelvnek tekintettem azt, hogy az erdőtalaj protozoái is tulajdonképpen *vízi élőlények*, tehát *hígan folyós halmazállapotú tápláló*, illetőleg *tenyésztő közegben* kell elhelyezni a tenyészeteket. Csakis így reméltem teljesen kiküszöbölhetőnek a Cutler-féle módszerek megmaradt hátrányait. Új módszerek kidolgozása és kipróbálása most van folyamatban. Természetes, hogy ezek hosszú időt és sok fáradságot igényelnek.

### 3. A figyelembe vett szerves és szervetlen faktorok.

A talajlakó protozoák számának megállapítása mellett még a következő szerves és szervetlen tényezőket tartottam szükségesnek figyelembe venni.

a) A talajbaktériumok számát, még pedig az aerob és anaerob baktériumok szerint elkülönítve, olyan módon, hogy a zselatinán, illetőleg ágárlemezekken kitenyésztett aerob és anaerob baktériumok számát együtt vettük „összbaktérium-szám”-nak. A tenyésztés módszereit és a leolvasásokat *Fehér* dolgozta ki, illetőleg végezte el, mindig ugyanazzal a talajpróbával dolgozva, melyből a talajprotozoák számát határoztam meg.

Kétségtelen, hogy az erdőtalaj életközösségének — biocönózisának — legfontosabb tagjai a baktériumok. Szerepük *Fehér* kiterjedt vizsgálatai révén ma már teljesen tisztázódott. Tudjuk, hogy milyen nagy a jelentőségük az erdőtalaj életében.

b) A talajok humusztartalmát, mint rendkívül fontos tényezőt, gondosan mértük minden esetben.

c) Az erdőtalaj hidrogéniontöménységét (pH) gondosan figyelembe kellett venni, hiszen ez adja a legjobb képet a talaj savanyúságának, illetőleg lúgos hatásának állapotáról. Kiderült, hogy nemcsak a talajbaktériumok életében döntő fontosságú, hanem a talajprotozoák szaporodását, életműködéseit és számát is jelentősen befolyásoló faktor.

*Fehér* részletes vizsgálatai kiderítették azt a sok tekintetben feltűnőényt, hogy az erdőtalaj reakciójának kialakulása időszaki változásokat mutat. A hidrogéniontöménység a téli hónapokban éri el a legalacsonyabb értékét, míg a maximális értékek a nyári hónapokra esnek. Nagyon fontos és feltűnő az a megállapítás is, hogy ezek az időszaki változások jelentékeny ingadozásokat mutatnak, amennyiben szélsőségesen savanyú és alkálikus értékek között mozognak s az értékek közötti különbségek igen nagyok. Hiszen ugyanannak az erdőtalajnak pH-ja januáriusban pl. 4.64, szeptemberben pedig 8.52; egy másik erdőtalajé 4.94—8.58 között váltakozott. Hasonló viszonyokat mutatott ki 12 kísérleti erdőtalajban. A hidrogéniontöménység maximális és minimális értékei között tehát 90%-os különbségeket is észlelt, ami annyira

tekintélyes változás, hogy az egyes élőlények, főleg pedig a protozoák életére csaknem katasztrófális lehet. Hiszen a legújabb vizsgálatok kiderítették, hogy az alsóbbrendű állatok is nem, vagy pedig igen nehezen bírják el a hidrogéniontöménységnek ilyen szélsőséges változásait.

Valóban látni fogjuk, hogy az erdőtalaj pH-jának igen fontos szerepe van a talajprotozoák életében.

És nagyon fontos, hogy a pH mellett a talaj humusztartalma is döntő hatással van a protozoák mennyiségére. Fehérnek kiterjedt és gondos vizsgálatokkal sikerült kimutatnia, hogy az erdőtalaj humusztartalma szintén nem állandó, hanem jelentékeny változásokat mutat. Szeptemberben a legnagyobb, majd fokozatosan csökken és május hónapokban az évi minimumot éri el. Ettől az időtől kezdve megint emelkedik.

Ez a jelenség azért fontos, mert látni fogjuk, hogy a humusztartalom és a talajprotozoák száma között kétségtelen összefüggés mutatható ki.

d) Gondosan mértük a megvizsgált erdőtalajok *víz tartalmát* is. Ezt főleg azért tartottam fontosnak, mert hiszen említettem, hogy a talajprotozoák csaknem kivétel nélkül tipikus *vízi élőlények*. A szervesetlen faktorok között tehát a talaj víz tartalma igen fontos szereppel bír, hiszen par excellence vízi élőlényekről van szó.

e) Mértük a talaj *össznitrogéntartalmát* is. Szerepe igen fontos.

f) A *nitrát-nitrogén* tartalom jelentőségét is sikerült kideríteni.

g) A *levegő hőmérsékletét* a kísérleti helyeken kiállított hőmérők adatainak rendszeres leolvasásával mérettük.

h) A *talaj hőmérsékletét* az előbbi faktoralal párhuzamosan a talajba elhelyezett különleges talajhőmérőkkel rendszeresen mértük.

i) Az *évi csapadékmennyiséget* szintén igen fontos tényezőnek tartom. Mérése a kísérleti területen kiállított hiteles esőmértővel történt s a havi középértékeket használtam fel.

Minden faktort diagrammokon dolgoztunk fel.

Ezek azok a biológiai, fizikai és kémiai faktorok, melyeknek mérési adatait a protozoák vizsgálatához felhasználtam. *Fehér* a maga vizsgálataihoz még egyéb tényezők rendszeres mérését is elvégezte (foszfortartalom, elektromos vezetőképesség, fényerősség, talaj porozitása, légnedvesség, széndioxid-lélekezés stb.), de ezeknek figyelembevételére az eddigi tapasztalatok szerint a protozoák számának megállapításához nem volt szükség, mert kiderült, hogy azok életére és szaporodására hatással nincsenek, illetőleg összefüggést nem lehetett találni közöttük.

#### 4. A megvizsgált kísérleti területek ismertetése.

A kísérleti területek tulajdonságainak leírásában csak azokat az adatokat veszem figyelembe, amelyek a protozoákra vonatkozólag fontosak, illetőleg az erdő jellemzésének megismeréséhez szükségesek.

1. *Kísérleti terület: lúcos* Soprontól délnyugatra, a Rák-patak völgyében, a főiskola tanulmányi erdejének gondnoksága alatt. *Talaja* üde, homokos agyag kavicsos. *Fekvése* nyugati. Tengerszín feletti magassága átlag 400 m. *Állomány:* 0.5 *lúcfenyő* (*Picea excelsa* [Lam. et De.] Lk), 0.3 *gyertyán* (*Carpinus betulus* L.), 0.1 *feketefenyő* (*Pinus nigra* Arn.) és 0.1 *vörösfenyő* (*Larix decidua* Mill.). *Kora:* kb. 29 év. *Záródás* 1.

2. *Kísérleti terület: szintén lúcos;* az előbbi erdővel függ össze, de kissé áterdölve, amennyiben a lombosfák egy részét, főleg az elnyomott példányokat kivágták. *Fekvése* délnyugati. *Záródás:* 0.8. Egyébként teljesen az előbbihez hasonló viszonyok.

3. *Kísérleti terület: szintén lúcos,* az előbbi területekhez tartozik, azonban erősen áterdölve, úgy, hogy a lombosfák és a tűlevelűek egy részét, főleg az elnyomott példányokat kivágták. Egyéb viszonyai az előbbiekével megegyeznek.

4. *Kísérleti terület: tarvágás* a Tolvajárokban a bánfalvai erdei iskola mellett. Azelőtt sarjerdő, melyet *gyertyán* (*Carpinus betulus* L.) alkotott. *Talaja:* gneisz-alapkőzeten mélyen kavicsos. *Fekvése:* északnyugati. Abszolút magassága átlag 250 m. 1928 és 1929-ben teljesen letarolták.

5. *Kísérleti terület: sarjerdő* a Vadászházzal szemben, Ág-

falva mellett. A főiskolai tanulmányi erdőgondnokság alatt. Üde, homokos talaj, agyaggal, kavicsos és gneiszos. *Fekvése*: északnyugati. Abszolút magassága átlag 360 m. Állomány: 0.5 *lúcfenyő* (*Picea excelsa*), 0.3 *jegenyefenyő* (*Abies alba* Mill.) és 0.2 *vörösfenyő* (*Larix decidua* Mill.); mind mesterséges telepítés *gyertyánból* (*Carpinus betulus*) álló sarjerdő védelme alatt, melyet azonban fokozatosan kívágnak.

6. *Kísérleti terület*: *gyertyános* a Bogenriegel mellett. *Talaja*: üde, homokos agyagtalaj gneisz-alapközeten. *Fekvése*: délnyugati. Abszolút magassága átlag 350 m. *Állománya*: 0.9 *gyertyán* (*Carpinus betulus* L.), szórványosan *Betula verrucosa* Ehrh., *Quercus sessiliflora* Salisb. és *Pinus silvestris* L. *Gazdag aljnövényzete* van. *Záródás*: 0.7.

7. *Kísérleti terület*: idősebb *lúcos* a Bogenriegel mellett. Üde, homokos agyagtalaja van, gneiszos. *Fekvése*: délnyugati. Abszolút magassága átlag 350 m. *Állománya*: 0.8 *lúcfenyő* (*Picea excelsa*), 0.2 *vörösfenyő* (*Larix decidua*), *erdei fenyő* (*Pinus silvestris*) és *gyertyán* (*Carpinus betulus*). *Talajnövényzete* igen gyér. *Záródás*: 1.0.

8. *Kísérleti terület*: rét, a Rák-patak mentén, mezőgazdasági művelés alatt; legeltetésre nem használják, de a fűvet évenként kétszer rendszeresen lekaszálják. Az 1. és 4. kísérleti területek között a patak völgyében, annak két oldalán fekszik. *Talaja* alluviális áradmányos televény. *Növényzete* főleg *fűneműekből* (*Gramineákból*) áll.

Ezeknek a területeknek talaját vizsgáltam meg a talajlakó protozoáknak mennyiségére vonatkozólag. Látható, hogy a megvizsgált kísérleti területek között van: 4 *lúcos*, 1 *lúcos sarjerdő*, 1 *lombos levelű erdő* (*gyertyános*), 1 *tarvágás*, melyet előzőleg lombosfák alkottak. Tehát többféle erdőtípusról van szó. Összehasonlítás céljából választottam még egy rendszeres művelés alatt álló, ám az ember hatásától egyébként független, erdők közötti *rétet* is.

Úgy az erdők, mint a rét Soprontól és egyéb helységek, lakóhelyektől távol esnek s így az ember, valamint állatainak befolyásától csaknem teljesen mentesek. Bennük tehát a természet



végzi a maga sajátos tevékenységét s a talajok elete és biocönózis maga szabályozza életfolyamatait.

Még megemlítem, hogy mindegyik erdőtalajból vett próbát, illetőleg ennek 10 grammját úgy hígítottuk fel, hogy 44 Petri-csésze ágarlemezére öntöttük ki. A 8 kísérleti területről tehát összesen 352 drb Petri-csészét kellett 20—20°-on thermosztátokban tartanunk s azokat különböző kezelés után egy hónapon keresztül átlag hetenként egyszer átvizsgálni, legalább 1400—1600-szoros nagyítás mellett.

Ilyen tömeges vizsgálatok szükségesek ahhoz, hogy az erdőtalajban élő protozoák életének és a talajban való szerepének sok-sok titkára némi fényt deríthessünk. Az érdekes eredményeknek az erdész szempontjából is nevezetesebb részeit következő ismeretéseimben fogom leírni.