

## **Az erdőtalajban élő állati véglények (protozoák) mennyiségének évi változásai**

írta: dr. Varga Lajos (Sopron)  
egyetemi magántanár.

Sopron környékének két kísérleti erdejéből és egy erdők között fekvő rétről vett talajpróbák állati véglényeit vizsgáltam meg 14 hónapon keresztül abból a szempontból, hogy a talajban élő protozoák milyen mennyiségben fordulnak elő s vajjon előfordulási számuk változik-e és milyen mértékben az esztendő folyamán. A vizsgálatok arra az érdekes eredményre vezettek, hogy az erdők talajában sokszor nagy mennyiségben élő protozoák számbeliileg igen nagy változásokat mutatnak. Ezek a változások nem egyformán folynak le a különböző kísérleti erdőkben, ámde általános szempontból mégis meghatározott törvényszerűségek mutathatók ki, amelyek az erdőtalajokat meglehetősen megkülönböztetik a mezőgazdasági művelés alatt álló talajoktól.

Lássuk most, milyen módon folynak le a protozoák mennyiségének változásai a különböző kísérleti erdőterületek talajában.

1. Az 1. számú kísérleti területen, mely a soproni Ráb-patak völgyében fekvő *hicos erdőben* fekszik, az *összprotozoák* száma *decemberben* volt a legmagasabb. A reá következő tél derekán a talaj befagyottsága miatt ez a szám tetemesen csökken s a nagyon meleg *szepetember* száraz talajában eléri az évi minimumot. Ettől az időtől kezdve az *összprotozoák* száma rohamosan emelkedik s december havában eléri a maximumot. A következő évre átmenve, megint igen erős csökkenés mutatható ki, bár az említett decemberben meglehetősen enyhe időjárás uralkodott s ez folytatódott januáriusban is, úgyhogy a talaj nem fagyott be teljesen.

A *betokozódott* protozoák évi görbéje már nem mutat olyan szeszélyes ugrásokat, bár itt is egy főmaximumot találunk, még pedig decemberben. Ugy látszik tehát, hogy az eleven életet élő, ú. n.

*aktív* protozoák téli nyugalmi állapotba való térése (betokozódása) is december hónapban történik fokozottabban.

Természetes, hogy a talaj életében és biocönózisában az aktív protozoáknak van a legfontosabb szerepük. Hiszen a nyugalmi állapotba tért, *betokozódott* protozoák az erdőtalajban *lappangó életet* élnek, azaz *anabiózis* állapotában vannak. Ezeknek életműködései a lappangó élet idején pedig olyan végtelenül csekély, hogy teljesen figyelmen kívül hagyható. Az *összprotozoák* számának ismerete pedig csak segédeszköz abból a célból, hogy a betokozódott egyének (ciszták) számának levonásával belőle kiszámíthassuk az *aktív*, tehát eleven életet élő protozoák számát. Végeredményben tehát bennünket leginkább az *aktív* protozoák érdekelnék, hiszen ezek vesznek tevékeny részt a talaj életében és biocönózisában.

Az *aktív* protozoák mennyiségének változásaira tehát fokozott figyelmet kell fordítanunk. De már itt meg kell jegyezmem, hogy az *összprotozoák* számát a vizsgálatok eredményeinek leírásakor nem hanyagoltam el, hiszen megtörténhetett, hogy a talajoknak a laboratóriumba való beszállítása alkalmával a sterilis szállítóüvegben, valamint a talajszuszpenzió készítésekor, bármilyen gyorsan megtörtént is a tenyészetek beállítása, egyes aktív protozoák betokozódhattak.

Az *aktív* protozoák mennyiségének évi változása nagyon érdekes képet mutat. Március és szeptember havában az 1. sz. kísérleti terület talajában egyáltalán nem volt *aktív* állati véglény. Ezzel szemben április és június havának folyamán csekély maximum mutatkozik. A legnagyobb maximum pedig december havában jelentkezett.

Az aktív protozoák számában tehát meg lehet különböztetni egy *nyári* és egy *téli* maximumot. Figyelemreméltó, hogy egyes hónapokban csakis betokozódott protozoák találhatók a talajban, de aktív protozoa nincsen.

2. Nagyon érdekes a 2. sz. *kísérleti terület* protozoa-faunájának évi viselkedése. Ez az erdő is lúcos, az előző terület mellett fekszik, de sokkal világosabb, ritkásabb, kevésbé zárt. Feltűnő, hogy talajában a protozoák sokkal kisebb mennyiségben voltak találhatóak. 1928 decemberében az *összprotozoák* száma 25.000 volt egy grammnyi talajban, de ez a mennyiség a téli hónapokban erősen megcsökkent s két kisebb nyári emelkedés után megint csak az ősz végére érte el maximumát.

A *betokozódott* protozoák száma az egész 14 hónapon keresztül meglehetősen egyenletes marad, egyetlen késő őszi maximummal.

Az *aktív* protozoák mennyisége itt is két maximumot mutat: egy nyári kettős alacsony emelkedést és egy késő őszi, rendes maximumot.

3. A 3. sz. *kísérleti terület* protozoáinak száma érdekes különb-

séget mutat az előző területekével szemben. Ugy az össz-, mint az *aktív* protozoák száma júniusban éri el a nyári maximumot, ámde a decemberi maximum jóval felülmulja ezt. A *betokozódott* protozoák száma meglehetősen egyenletes.

4. A 4. számú kísérleti terület nagy mértékben különbözik az előbbi területektől. *Tarvágás*, mely azelőtt *gyertyánból* (*Carpinus betulus* L.) álló sarjerdő volt. Vizsgálataim idején fa nem volt rajta, csak a tarvágás után megjelent rendes növényi asszociáció takarta a talajt. Protozoa-faunája nagyon érdekes változásokat mutat.

Az *összprotozoák* számában az eddig leírt kísérleti területek *összprotozoáival* szemben április hava mutat föl kisméretű maximumot s a szám egész októberig alig emelkedett. Novemberben hirtelen magasra szökik s 1 gramm talajban 10.000 az *összprotozoák* száma. És egy december havi csökkenés után júniusban megint hirtelen emelkedik, hogy azután újra jelentékenyen alászálljon.

Az *aktív protozoák* száma is nagyjában ugyanezt a menetet mutatja s nagyon szépen előtűnik az erősen kifejezett *novemberi maximum*. Februárius, március és szeptember havában *nincsen* egyetlen *aktív protozoa* sem!

A *betokozódott* protozoák száma januáriusban a legmagasabb, ami a novemberi *aktív protozoák* magas számának érdekes következménye. Mert ebből látható, hogy az *aktív protozoák* nem tűntek el nyomtalanul, hanem nagy számban tokozódtak be a talaj befagyása alkalmával.

Tehát ez a kísérleti terület, mint *tarvágás*, meglehetősen különbözik a protozoák mennyiségét és ennek változásait is figyelembe véve, a dús erdővel belepertt előző három kísérleti területtől. Egészen különálló típus, mely nem tartozik bele az előző talajtípusba, a protozoákat tekintve sem. Érdekes jelenség, hogy a többi organikus és anorganikus faktor változásai is lényeges különbségeket mutatnak. Így a baktériumok, a humusztartalom, hidrogénionkoncentráció (pH) és nitrogéntartalmú változásai is sajátos különbségeket tanúsítanak.

Az *aktív protozoák* számának *késő őszi* maximuma azonban ebben a sarjerdő-talajban is igen jól kimutatható.

5. Az 5. számú kísérleti terület *sarjerdő*, melyben az állomány fele lucfenyő (*Picea excelsa*). Rendkívül érdekes, hogy talajprotozoáinak számát tekintve mindenben megegyezik a 4. sz. kísérleti terület, tehát a *tarvágás* protozoáinak számbeli viselkedésével. Van egy csekély *júniusi* és egy jellemző, erősen kifejezett *novemberi maximum* úgy az *összprotozoák* számában, mint az *aktív protozoák* mennyiségében. Egyébként az is nagyon jellemző, hogy a protozoák száma az év legnagyobb részében meglehetősen *egyenletes*, alig emelkedő s alig

## 1. sz. táblázat.

A 7. sz. kísérleti terület protozoáinak  
változásai 14 hóna-

Hónapok		1929 január	február	március	április	május	június
Protozoák	Összesen	7.500	7.500	2.500	2.500	5.000	5.000
	Cysták	2.500	2.500	1.000	1.000	100	100
	Aktív	5.000	5.000	1.500	1.500	4.900	4.900
Baktériumok	Összesen	2,150.000	3,030.000	5,150.000	1,350.000	8,350.000	32,860.000
	Aerob	1.550.000	2,900.000	4,550.000	1,000.000	8,000.000	32,000.000
	Anaerob	600.000	130.000	600.000	350.000	350.000	860.000
Humus-tartalom		1·51	1·32	1·25	1·53	0·96	1·24
Hidrogénion-töménység (ph)		4·94	6·53	6·59	6·50	6·61	7·02
Víz-tartalom		10·6	11·7	14·9	9·7	9·2	10·8
Össz-nitrogén		—	—	—	0·0007056	0·0002184	0·0003948
Nitrát-nitrogén		—	—	—	0·0000104	0·0000179	0·0000449
Levegő-hőmérséklet		— 5·2	— 11·2	+ 3·6	+ 8·6	+ 16·5	+ 17·6
Talaj-hőmérséklet		— 0·3	— 1·5	+ 0·45	+ 3·85	+ 9·9	+ 10·0
Csapadék		70·3	11·0	10·7	47·9	63·3	68·9

csökkenő. Nevezetes és fontos jelenség, hogy az esztendő *négy* hónapjában (jan., febr., aug. és szept.) *aktív* protozoa nem volt kimutatható.

Ez a kísérleti terület tehát az előzővel egy típusba sorolható. Ezt egyébként a többi szerves és szervetlen tényező viselkedésének hasonlósága is megkívánja.

Úgy látszik tehát, hogy a *tarvágás* és *sarjerdő talaja mikrobiológiai tekintetben nagyon hasonlítanak egymáshoz.*

6. A 6. számú kísérleti terület igazi lomboserdő, főleg *gyertyánból* (*Carpinus betulus* L.) összetéve. Ezt tudva, azonnal az a kérdés tör előre, vajjon van-e valami különbség a *tülelevelű erdő* és a *lomboserdő* talajának protozoa-faunája között? A vizsgálatok alapján határozott igennel kell erre a kérdésre megfelelnünk.

Úgy az *összprotozoák*, mint az *aktív* protozoák száma a lomboserdő talajában erőteljes *tavaszi* maximumot, de ennél sokkal erősebben kifejezett *novemberi* maximumot mutat. Ez a jelenség ilyen mértékben egyetlen más erdőtalajban sem volt kimutatható. Különösen feltűnő az áprilisban jelentkező és júniusig tartó tavaszi maximum, mely az *aktív* protozoáknál júniusban mintegy 5000-re emelkedett fel. A novemberi maximum 9000-es számától azonban tetemesen visszamaradt.

mennyisége és egyéb tényezők  
pon keresztül.

július	augusztus	szeptember	október	november	december	1930 január	február
2.500	2.500	2.500	5.000	10.000	25.000	10.000	7.500
100	1.000	1.000	1.000	2.500	2.500	2.500	1.000
2.400	1.500	1.500	4.000	7.500	22.500	7.500	6.500
50,300.000	—	5,000.000	4,900.000	4,780.000	2,110.000	400.000	560.000
48,000.000	—	4,500.000	3,000.000	4,680.000	2,100.000	300.000	440.000
2,300.000	—	500.000	1,900.000	100.000	10.000	100.000	120.000
1·70	1·77	3·95	2·66	1·46	1·65	1·45	1·45
7·32	7·81	8·58	5·59	5·33	4·84	5·04	5·31
13·2	10·3	9·3	7·6	9·2	10·0	9·2	1·04
0·0004396	0·0004480	0·0002464	0·0001792	0·0002436	0·0003388	0·0005320	0·0002016
0·0000221	0·0000265	0·0000189	0·0000223	0·0000286	0·0000337	0·0000306	0·0000517
+ 20·9	+ 20·6	+ 16·9	+ 9·2	+ 5·1	+ 3·3	+ 0·6	— 1·6
+ 15·5	+ 15·5	+ 14·1	+ 9·7	+ 5·5	+ 4·3	+ 1·4	— 0·8
83·0	48·8	12·8	63·9	82·7	22·8	1·6	50·3

Az *aktív* protozoákra jellemző azonban, hogy mégis volt három hónap, még pedig február, augusztus és szeptember, amikor a lomboserdő talajában egyáltalában nem voltak jelen. Minthogy a késő őszi (novemberi) maximum a lomboserdő talajában is megvan, azért ebben a tekintetben nagy különbség nem észlelhető a túlevelű és lombos erdő talaja között.

7. A 7. számú kísérleti terület 1.0-es záródású öreg lúcos. Protozoafaunája nagyon érdekesen viselkedik. Legfeltűnőbb az, hogy az eddigi területekkel szemben talajában az *egész esztendő* folyamán voltak *aktív protozoák*. Az idős lúcos talaja már olyan életteret tár elénk, amelyben az életkörülmények teljesen kiegyensúlyozottak. Az ilyen élettérben, az öreg, zárt erdő meleg talajában (bár a talajhőmérséklet itt is olyan változásokat mutatott, mint a többi erdő talajában) egyenletesebb elosztású a víztartalom is, melynek mérése kiderítette, hogy a talajban az egész esztendő folyamán bőségesen volt talajvíz. Erre kell visszavezetnünk azt a feltűnő jelenséget, hogy még télen és nyár végén is bőségesen lehetett *aktív* talajprotozoákat találni. Még január- és februárban is lehetett 5000 aktív protozoát találni. A legalacsonyabb szám (1500 protozoa egy gramnyi talajban) négy hónapban (március, április, augusztus és szeptember) volt.

Az *aktív* protozoák számának *nyári* maximuma májusban kez-

## 2. sz. táblázat.

A 8. sz. kísérleti terület protozoáinak mennyi-  
14 hónapon

Hónapok		1929 január	február	március	április	május	június
Protozoák	Összesen	—	—	5.000	5.000	5.000	10.000
	Cysták	—	—	2.500	1.000	100	100
	Aktív	—	—	2.500	4.000	4.900	9.900
Baktériumok	Összesen	8,960.000	3,740.000	2,860.000	2,600.000	10,250.000	37,000.000
	Aerob	8,760.000	3,700.000	2,600.000	2,400.000	9,800.000	36,000.000
	Anaerob	200.000	40.000	260.000	200.000	450.000	1,000.000
Humus-tartalom		1·82	1·95	2·05	1·97	1·78	2·34
Hidrogénion-töménység (ph)		—	6·62	6·22	6·50	6·58	6·75
Víz-tartalom		13·1	14·3	19·7	19·2	7·9	15·6
Össz-nitrogén		—	—	—	0·0006804	0·0006152	0·0001732
Nitrát-nitrogén		—	—	—	0·0000473	0·0000213	0·0000252
Levegő-hőmérséklet		— 5·2	— 11·2	+ 3·6	+ 8·6	+ 16·9	+ 17·6
Talajhőmérséklet		— 0·3	— 1·5	+ 0·45	+ 3·85	+ 9·9	+ 10·0
Csapadék		70·3	11·0	10·7	47·9	63·3	68·5

dődött és júliusban végződött, tehát éppen olyan sokáig tartott, mint a 6. kísérleti lomboserdőben. Októbertől kezdve aztán rohamosan emelkedik az aktív állati véglények száma, hogy decemberben egyszerre 22.500-ra szökjék fel. Ennek az erdőnek a talajában tehát egy hónappal későbbre, decemberre esik a protozoák maximális száma. Ha az egész évi változásokat diagramban kifejezzük, akkor tűnik fel valójában a szám magasra szökése és a télelejei maximum nagyszerű kifejlődése. Olyan jellemző maximum ez, mint amilyen az *összbaktériumok* nyári, júliusi maximuma.

Ámde annak ellenére, hogy az egész éven keresztül van aktív protozoa, a számok mégis lecsökkennek megfelelő minimumokra, főleg a tenyészeti időszakban.

Fontos tehát megállapítanunk, hogy a maximumok és minimumok szabályos változásai ennek az erdőnek a talajában is megvannak.

Nagyon érdekes képet mutat a *betokozódott* protozoák (ciszták) számának változása is. Egész éven keresztül bámulatosan egyenletes ez. Csak a téli hónapokban lehetett némi emelkedést tapasztalni, ámde ez is alig feltűnő. És éppen ez a körülmény mutatja az öreglúcos erdő talajának kiegyensúlyozottságát. A téli fagyok, a nyári szárazságok életet semmisítő hatásai nem érvényesülhetnek annyira erőteljesen, mint az eddig leírt, fiatalabb erdők, sarjerdő és tarvágás talajaiban.

sége és egyéb tényezőinek változásai keresztül

július	augusztus	szeptember	október	november	december	1930 január	február
5.000	5.000	2.500	7.500	25.000	10.000	5.000	7.500
100	1.000	100	2.500	1.000	5.000	2.500	2.500
4.900	4.000	2.400	5.000	24.000	5.000	2.500	5.000
58.500.000	—	1.900.000	1.690.000	4.400.000	1.740.000	950.000	910.000
56.500.000	—	1.400.000	1.600.000	2.900.000	1.650.000	850.000	850.000
2.000.000	—	500.000	90.000	1.500.000	90.000	100.000	60.000
2·29	3·59	4·49	2·06	1·83	1·97	2·11	1·71
7·03	7·65	8·55	5·79	5·40	5·31	5·14	5·31
13·5	10·2	8·8	8·9	9·8	11·1	10·1	15·7
0·0005040	0·0002072	0·0003640	0·0002352	0·0003276	0·0003808	0·0004368	0·0005516
0·0000236	0·0000517	0·0000288	0·0000299	0·0000234	0·0000221	0·0000387	0·0000418
+ 20·9	20·6	+ 16·9	+ 9·2	+ 5·1	+ 3·3	+ 0·6	— 1·6
+ 15·5	+ 15·5	+ 14·1	+ 9·7	+ 5·5	+ 4·3	+ 1·4	— 0·8
83·0	48·8	12·8	63·9	82·7	22·8	1·6	50·3

Ennek az idős erdőnek a talaja olyan életkörülményeket nyújt a benne életteret találó biocönózis tagjainak, hogy azok az egész esztendőn keresztül aktív életet élhetnek, s ennek következtében a betokozódás szükségességének nem kell okvetlenül bekövetkeznie.

8. A 8. számú kísérleti terület már nem erdő, hanem dús alluvialis talajon, patak völgyében kifejlődött, sűrű növényzetű, fűves rét. Legeltetésre nem, csak kaszálónak használják s így az emberi hatások minimális szerepéről lehet szó csupán. Azért, az eddig felsorolt erdőtalajokhoz viszonyítva, ezt is az emberi hatásoktól független, természetes lélettérnek (biotop) vehetjük.

Protozoa-faunája rendkívül érdekes változásokat mutat. Számuk kifejezetten maximumra emelkedik nyár elején, júniusban, de ez csak rövid ideig tart. Nagy tömegük jelenik meg novemberben s ez a késő őszi főmaximum ugyanazokat a jellegzetességeket mutatja, mint minden erdőtalaj. Szintén rövid ideig tart, mert a decemberi hidegek, melyek a rét talaját fokozottabban lehűtik, mint az erdőkét, az aktív életet teljesen megbénítják s a protozoákat lappangó életre kényszerítik. Nagyon jellemző azonban, hogy a 7. sz. öreg lúcoserdőhöz hasonlóan a rét talajában is az egész esztendő folyamán voltak aktív protozoák. Amde ezek száma jóval felülmulja a többi erdőtalaj aktív protozoáinak mennyiségét. Hiszen még az évi minimum, mely

itt is szeptember havára esik, 2400 aktív protozoát mutatott fel. A nyári másodrendű maximum júniusban 9900, de természetesen még ez a szám is eltörpül a novemberi főmaximum 24.000-es száma mellett. Egy gramnyi földben ekkora mennyiséget egyetlen erdőtalajban sem találtam. Úgy látszik tehát, hogy az erdőkövezte rét átmenetet képez a kevesebb mennyiségű protozoákkal rendelkező erdőtalajoktól a mezőgazdasági művelés alatt levő talajokhoz, melyekben mindig igen magas a talajlakó protozoák száma.

Azt a tényt, hogy a réti talajban egész nyáron keresztül volt *aktív állati véglény*, könnyen megmagyarázhatjuk a talaj víztartalmának magasságával. A víztartalom méréseinek eredményei azt mutatták, hogy a rét talajában rendszeren bőséges mennyiségű víz jelen. Még akkor is, amikor április—májusban a víztartalom minimumra esett, a következő hónapban (június) beállott víztartalom-emelkedés az aktív protozoák mennyiségét is erősen felszöktette. De egyébként is tudott dolog, hogy az alluviális rétek talaja, melyeken keresztül patakok és vízerecskék csörgedeznek át, mindig sokkal nedvesebb, mint az erdőké.

A talajlakó protozoák számának viselkedése tehát arra a nagyon érdekes megállapításra vezet, hogy a rendszeres művelés alatt álló erdei rét protozoa-faunájában ugyanolyan változások észlelhetők, mint az erdőtalajokéban. Végeredményben tehát *az erdei rét talaja úgy viselkedik, mint az erdő talaja*. Erre az érdekes megállapításra egyébként úgy a baktériumok mennyiségét, mint a talajok hidrogénion-koncentrációját (pH) figyelembe véve és tanulmányozva már *Fehér* is rámutatott. Itt a protozoák számában mutatkozó változások is megerősítik az ő megállapításait.

\*

A talált adatok áttekintése céljából két táblázatot mellékelek csupán: az egyik a 7. sz. öreg lúcoserdő talajában mért faktorok és protozoa-állomány változásait mutatja (1. sz. táblázat), a másik (2. sz. táblázat) a 8. sz. kísérleti terület (rét) adatait tartalmazza, havonkénti mérések alapján.