

Néhány adat a cukorrépa gyökérszónájában élő protozoonokról

VARGA LAJOS

MTA Talajbiológiai Kutató Laboratórium, Sopron

A növények gyökérszónájában élő protozoonokról, ezek életfeltételeiről, faji összetételéről és a gazdanövényhez való viszonyáról még nagyon keveset tudunk. Nálunk Biczók [1, 2] foglalkozott az őszi búza rhizoszférájában élő protozoonokkal. A cukorrépa gyökérszónájának protozoonjait tudomásom szerint eddig nem vizsgálta senki. Ezért még 1952 szeptember végén a sopronhorpácsi kísérleti gazdaságból néhány teljesen kifejtett és levélzetétől megfosztott cukorrépát hoztunk be vastag talajlabdájukkal együtt, zsákokba gondosan elhelyezve, hogy a kiásott talaj szét ne essék. A behozatal után a cukorrépát óvatosan kiszedtük és a talajtól fokozatosan megtisztítottuk.

A protozoonok vizsgálata céljából a következő eljárásokat végeztem:

1. A répa vastag főgyökeréből kifejlődött vékony, talajmentes mellékgyökereket vágunk le és kb. 3 mm hosszúságra feldarabolva 1 g mennyiséget steril desztillált vízben jól összeráztunk. Ebből a folyadékból azután megfelelő hígításokat állítottunk elő olyan módon, ahogyan a talajlakó protozoonok mennyiségi vizsgálatánál szoktunk (Varga [4, 5], Varga és Telegdy Kováts [6]).

2. A répa testétől 5 cm távolságra levő és gyökérmentes talajból is vettünk mintát, hogy a benne levő protozoonok mennyiségét meghatározhassuk és a vékony mellékgyökereken élő protozoonok számával összehasonlíthassuk. Itt is a szokásos hígítási módszert alkalmaztuk.

3. Apróra vágott finom mellékgyökerekből 1 g mennyiséget Petri-csészében talajkivonatos húsagarba tettünk a kitenyésző protozoonfajok meghatározása céljából. Ugyancsak ilyen gyökérmennyiséget helyeztünk el 50—50 ml-es Erlenmeyer-palackokban 10—10 ml steril mannitos és ugyanúgy Giltay-féle tápoldatokban külön-külön. Itt is a protozoonfajok meghatározását végeztük el.

4. A főgyökér csúcsa közelében éles steril késsel lekapartuk a répa bőrét és talajkivonatos húsagarban, továbbá az előző pontban említett eljáráshoz hasonlóan mannitos és Giltay-féle tápoldatokba téve tenyésztettük ki a bőrkaparékból származó protozoonokat. Az edényekbe 1—1 g bőrkaparékot helyeztünk el.

Ezekkel az egyszeri és inkább tájékozódó vizsgálatokkal a következő kérdésekre óhajtottam választ kapni:

1. A teljesen kifejtett („érett”) cukorrépa finom mellékgyökerein milyen mennyiségben élnek a protozoonok és ezeknek milyen a faji összetétele?

2. Van-e mennyiségi és fajbeli különbség a rhizoszférában és a gyökerektől 5 cm távolságra a talajban élő protozoon-populáció között?

3. A vékony gyökérdarabkákról milyen protozoonfajok tenyészthetők ki a „szilárd” húsagaron, továbbá a mannitos és Giltay-féle tápoldatokban?

4. Élnek-e protozoonok a répatest bőrén is?

A cukorrépa finom mellékgyökerein (1 g) és a répától 5 cm távolságra a talajban (1 g) élt protozoonok mennyiségét az 1. táblázat mutatja. Ebből kitűnik, hogy a már éretnek tekinthető cukorrépa mellékgyökerein és ezektől 5 cm távolságra az „összes”

protozoonok mennyisége ugyanaz. Ez azért feltűnő, mert a rhizoszféra mikroorganizmusairól általában azt állapították meg, hogy azok rendszerint sokszorta nagyobb számban vannak a gyökérszónában, mint a talajban. Igaz, hogy főként fiatal növények

1. táblázat

A cukorrépa linom mellékgökereinek (1 g) és a répától 5 cm távolságra a talajban (1 g) élt protozoonok mennyisége

(1) A vizsgált anyag	(2) Összes protozoonok	(3) Ciszták	(4) Aktív protozoonok
	s z á m a		
a) Vékony gyökereken	100 000	1 000	99 000
b) 5 cm-re a talajban	100 000	10 000	90 000

rhizoszféráját vizsgálták, amikor a növény és így gyökereinek fiziológiai aktivitása, azaz a gyökérváladékok kiválasztása fokozott mértékű. Úgy látszik tehát, hogy az érett cukorrépa mellékgökereinek a protozoonok életére gyakorolt hatása nagyon megcsökkent.

2. táblázat

Flagellata

(1) A faj neve	(2) Rhizo- szférá- ban	(3) Talaj- ban	(4) Bőr- kaparék- kon
<i>Allantion tachyploon</i> Sandon .		+	
<i>Astasia klebsi</i> Lemm.	+		
<i>Bodo angustus</i> Bütschli	+	+	+
<i>Bodo celer</i> Klebs	+	+	
<i>Bodo edax</i> Klebs		+	
<i>Bodo lens</i> Klebs	+		
<i>Bodo obovatus</i> Lemm.	+		
<i>Bodo ovatus</i> Stein			+
<i>Cercobodo agilis</i> Moroff	+	+	+
<i>Cercobodo bodo</i> Lemm.	+	+	
<i>Cercobodo vibrans</i> Sandon	+		
<i>Cercomonas longicauda</i> Duj. .	+	+	
<i>Mastigamoeba limax</i> Moroff. .	+	+	
<i>Mastigella mutabilis</i> Grand. .	+		
<i>Monas arhaddomonas</i> Meyer .	+		
<i>Monas guttula</i> Ehrbg.	+	+	
<i>Monas vivipara</i> Ehrbg.	+	+	
<i>Monas vulgaris</i> Stein		+	
<i>Oicomonas mutabilis</i> Kent ..			+
<i>Oicomonas termo</i> Kent	+	+	+
<i>Phyllomitus undulans</i> Stein ..		+	
<i>Scytomonas pusilla</i> Stein	+	+	+
Összesen	16	14	6

Ez a hatás azonban még nem szűnt meg teljesen. Erre vall az a jelenség, hogy a mellékgökereken csak 1000 cysta és 99 000 aktív protozoon volt, a talajban azonban már 10 000 cystát és 90 000 aktív protozoonot lehetett kimutatni. Ezt csak úgy tudjuk megmagyarázni, hogy a gyökérszónában a protozoonok aktív életére kedvezőbb ökológiai viszonyok (táplálék, víztartalom) vannak még az érett cukorrépa állapotában is, mint a gyökerektől át nem szőtt talajban.

A gyökérszónában és a talajban megfigyelt protozoonfajokat a 2., 3. és 4. táblázat mutatja. A 2. táblázat az *Ostoro*s-véglényeket (*Flagellata*) tünteti fel, még pedig a rhizoszférában, a talajban és a répa bőrének kaparékában élő fajokat. Ezek a nagyon kicsiny, 5—30 μ testhosszúságot elérő állatkák a talajok leggyakoribb és legnagyobb számban előforduló alakjai. Ostoruk vagy ostoraik mozgatásával úsznak, de

számos faj oda is rögzül egy rögcskéhez, ásványi szemcséhez, vagy a gyökér epidermiséhez. Egyes *Bodo*-, *Monas*-fajok azok, amelyek egyik ostorukkal rögzülve helytülő (sessilis) életmódot folytatnak.

Az ostoros-véglények főként baktériumokkal és igen apró szerves törmelékekkel táplálkoznak. Ámde a rhizoszférában való jelenlétük szempontjából fontos az a körülmény is, hogy a vízben oldott szerves anyagokat (szénhidrátokat, szerves savakat) is fel tudják venni és hasznosítani. Feltehető ugyanis, hogy a növény gyökereitől kiválasztott szerves

3. táblázat

Rhizopoda

(1) A faj neve	(2) Rhizo- szférában	(3) Talajban	(4) Bőr- kaparékon
1. Amoebina			
<i>Amoeba albid</i> a Nägler	+	+	+
<i>Amoeba beryllifera</i> Penard	+		
<i>Amoeba cucumis</i> Gläser		+	+
<i>Amoeba fluida</i> Gruber	+	+	
<i>Amoeba guttula</i> Duj.		+	+
<i>Amoeba limax</i> Duj.	+	+	+
<i>Amoeba radiosa</i> Duj.	+		+
<i>Amoeba spinifera</i> Nägler		+	
<i>Amoeba verrucosa</i> Ehrbg.	+		
<i>Dactylosphaerium radiosum</i> Ehrbg.	+		
<i>Dimastigamoeba soli</i> Martin—Levin	+		
<i>Hartmannella glebae</i> Dobell	+		
<i>Naegleria gruberi</i> Schard.		+	
<i>Vahlkampfia tachypodia</i> Gläs.	+		
2. Testacea			
<i>Corythion dubium</i> Taranek	+		
<i>Cryptodifflugia vulgaris</i> Francé	+		
<i>Difflugia arcuata</i> Leidy	+		
<i>Difflugia lobostoma</i> Leidy	+		
<i>Trinema lineare</i> Penard	+		
Összesen	15	7	5

anyagokat (szénhidrátok, aminosavak, foszfatidák, biotin stb.) közvetlen felvétellel táplálkozásukhoz felhasználják. Biztosnak vehető azonban, hogy főként a rhizoszférában élő baktériumok tömeges jelenléte és a gyökérszónában levő nagyobb, állandóbb víztartalom vonzza őket oda. A rhizoszférában aztán a kedvező életkörülmények között gyorsan elszaporodnak. A baktériumoknak táplálékul való felhasználásával azonban nem okozhatnak kárt, mert egyrészt azok igen nagy számban vannak jelen, másrészt az eddigi tapasztalatok szerint egyes baktériumok szaporodási ütemét stimulálni képesek.

A cukorrépa rhizoszférájában összesen 16 *Flagellata*-fajt találtam, illetőleg tenyésztettem ki. Legnagyobb részük olyan fajokból áll, amelyek az 5 cm távolságban levő talajban is előfordulnak. Van azonban köztük hat olyan faj (37%), amelyek csak a rhizoszférában éltek. Ezzel szemben a talajban csak 14 faj élt s ebből is négy olyan faj van (28,5%), amelyek a rhizoszférában nem voltak meg.

Mind a rhizoszférából, mind a talajból kitenyésztett ostoros-fajok azonban gyakori talajlakók. Még több vizsgálat szükséges ahhoz, hogy el lehessen dönteni, melyek ragaszkodnak a rhizoszférához és melyek kerülnek azt.

A 3. táblázat a rhizoszférából, a talajból és a répa bőréről kitenyészített *Rhizopoda* (gyökérlábúak)-fajokat tünteti fel. A csupasz-amőbák (*Amoebina*) közül főként az *Amoeba-genus* fajai jelentek meg, eléggé nagy számban. A házas-amőbák (*Testacea*) már ritkábbak. Összesen 15 *Rhizopoda*-faj került elő a rhizoszférából, a talajból azonban csak hét faj. Különös, hogy a megfigyelt *Testacea*-k csak a rhizoszférában voltak jelen. Ez is megerősíti Biczók [2] megfigyeléseit, aki különböző növények rhizoszférájában tekintélyes faj- és egyedszámú *Testacea* jelenlétét mutatta ki. Még érdekesebb, hogy a 15 *Rhizopoda*-fajból csak három olyan faj van, amelyek a talajban is megvoltak.

3. táblázat

Ciliata

(1) A faj neve	(2) Rhizoszférában	(3) Talajban	(4) Bőr- kaparékban
<i>Chilodonella megalotrocha</i> Stokes		+	
<i>Colpidium campylum</i> Stokes		+	
<i>Colpidium colpoda</i> Stein	+	+	
<i>Colpoda cucullus</i> Müll.	+	+	
<i>Colpoda maupasii</i> Enr.	+		
<i>Colpoda steini</i> Maupas	+		
<i>Cyclidium glaucoma</i> Müll.	+	+	
<i>Frontonia acuminata</i> Ehrbg.		+	
<i>Glaucoma scintillans</i> Ehrbg.		+	+
<i>Loxophyllum</i> sp.?	+		
<i>Nassula elegans</i> Ehrbg.	+		
<i>Prorodon teres</i> Ehrbg.		+	
<i>Tachysoma pellionella</i> Müller—Stein			+
Összesen	7	8	2

A *Rhizopoda*-k életmódja teljesen eltér a *Flagellata*-kétől, mert az alaton, tehát a gyökér vagy az ásványi szemcsék, rögöcskék felszínén csúszkálva, igen lassú mozgással változtatják helyüket. Táplálékukat is továbbhaladásuk alkalmával kebelezik be, vagy állábaikkal veszik fel. Leginkább baktériumokkal és igen apró elhalt szerves maradványokkal táplálkoznak. Ők is fogyasztói tehát a gyökérszóna baktérium-állományának. Számuk azonban jóval kevesebb, mint az ostorosoké s így ők sem okozhatnak nagyobb kárt a baktériumok pusztításával.

A 4. táblázat a csillós-véglények (*Ciliata*) fajait tünteti fel. Ezek már jóval nagyobb testű, rendszerint igen élénken mozgó állatkák. Életükhöz nagyobb térre, több vízre van szükségük. Amint a 4. táblázatból látható, a rhizoszférából összesen hét, a talajból nyolc fajtát lehetett kimutatni. Az itt élő fajok egy része a legtöbb esetben bizonyos úszkálás után elhelyezkedik a törmelék, a baktériumtelepek között és egy helyben maradványokba belesodorják a baktériumokat, parányi szerves törmelékkel. A talajban nyolc faj volt. Ebből öt faj nem volt meg a rhizoszférában, viszont innen négy olyan faj került elő, amelyek a talajból nem voltak kimutathatók.

Mind a megfigyelt *Rhizopoda*-, mind a *Ciliata*-fajok általában meglehetősen gyakori talajlakó állatkák, tehát nem mondhatjuk egyikről sem, hogy a rhizoszféra jellegzetes tagjai volnának.

Érdekes a bőrkaparék mikrofaunája. Anyagából az agaron, mannitos és Giltay-féle tápoldatokban egyformán sokkal kevesebb protozoonfaj tenyésztett tovább, mint a rhizoszférában vagy a gyökértől 5 cm távolságra levő talajból vett mintában. A *Flagellata*-csoportból (2. táblázat) csak hat fajuk került elő, amelyek közül két faj csak itt élt. A *Rhizopoda*-k csoportjából csak *Amoeba*-fajok voltak jelen (öt faj) s ezek is mind olyanok, amelyek vagy a rhizoszférában, vagy a talajban is megvoltak (3. táblázat). A *Ciliata*-csoportból azonban csak két faj került elő (4. táblázat), amelyek közül a *Tachysoma pellionella* csak itt, viszont a *Glaucoma scintillans* a talajban is élt.

Ezek az adatok azt mutatják, hogy a cukorrépa főgyökerén is élnek a mikrofauna protozoon-fajai, ámde sokkal kevesebb számban, mint akár a rhizoszférában, akár a talajban. Az érett cukorrépa főgyökerének felületén bizonyára nem találnak olyan kedvező életkörülményeket, mint a rhizoszférában, vagy a talajban. Erre mutat az is, hogy a bőrkaparék anyagában nagyon sok protozoon-cisztát lehetett megfigyelni. Ezek a bőr parányi bemélyedéseiben voltak a legnagyobb számban.

A talajkivonatos húsagaron, a mannitos és Giltay-féle tápoldatokban a cukorrépa mellékgyökereinek rhizoszférájában és a távolabb levő talajban élő protozoonok jól tenyésznek. A fajok meghatározásában ezeket a tenyészeteket is fel lehetett használni.

A 2., 3. és 4. táblázat adatai szerint az érett cukorrépa mellékgyökerein összesen 38 protozoonfajt, a talajban 29, a főgyökér felszínén csak 13 protozoonfajt sikerült kimutatni. A rhizoszféráhatás tehát az őszi érett cukorrépán a fajok számában is megnyilvánul.

Még megemlítem, hogy a rhizoszférában éltek a gombaállatkák (*Mycetozoa*) amóba-alakjai, továbbá szabadon élő (nem élősködő) fonálférgek (*Nematoda*) is. A gyökerektől távolabb levő talajban való előfordulásuk csak szórványos volt, ámde a *Nematodá*-k a főgyökér bőrkaparékában igen nagy számban éltek. A közvetlen mikroszkópi vizsgálat során a lekaparás után azonnal steril desztillált vízzel megnedvesítve 1 cm² bőrdarabkán 47 egyedet (juvenilis és ivarérett alakok) számláltam meg. Ez arra vall, hogy a főgyökérnek a csúcsa felé (tehát a talaj felszínétől mintegy 30 cm mélységben) is igen kedvező ökológiai viszonyok (bőséges táplálék, nedvesség és oxigén) vannak a szabadon élő *Nematodá*-k számára, amelyek benépesítik a cukorrépa bőrének felszínét.

Amint az előző adatokból kitűnik, mi régebben a tágabb értelemben vett rhizoszféra protozoonjait vizsgáltuk. Nem használtuk azt a módszert, amelyet Tepper (id. Pántos [3]) 1954-ben vezetett be s amelyet kutatásaiban nálunk Pántos [3] is alkalmaz. Ennek az a lényege, hogy a vizsgált növény gyökérzetéről erős vízszugárral teljesen lemossa a talajrögöket. Az így tisztára mosott gyökereket ismét többszöri lemosásnak veti alá, majd a gyökereket szétdörzsöli. Így valójában csak a gyökerek epidermisére közvetlenül rátapadó és ott élő mikroorganizmusokat vizsgálja, mint a rhizoszféra — gyökérfelületi — zónájának szervezeteit, amelyek feltehetően a magasabbrendű növényekkel a legszorosabb kölcsönhatásban vannak. Talán kerül alkalom arra, hogy ezzel a módszerrel is megvizsgáljuk a cukorrépa rhizoszférájának protozoonumáját.

Összefoglalás

1952. szeptember 26-án a sopronhorpácsi kísérleti gazdaságból már érettnek tekinthető cukorrépát hoztunk laboratóriumunkba talajlabdájával együtt. Saját módszerrel (Varga [4], Varga és Telegdy Kováts [6]) megvizsgáltuk a talajrögöktől megtisztított répa 3 mm hosszúságúra darabolt mellékgyökereinek 1 g-nyi mennyiségében élő protozoonok számát és fajait. Ugyanakkor a főgyökértől 5 cm távolságra levő, gyökerektől át nem szótt talaj (a felszíntől mintegy 30 cm mélységben) 1 g-jában

élő protozoonok számát és fajait is meghatároztuk. Lepakartunk a répa csúcsa felé eső bőréről is anyagot protozoon-fajainak meghatározása céljából.

A mellékgyökerek rizoszférájában és a talajban élő protozoonok mennyiségét az 1. táblázat mutatja. Ebből látható, hogy az „összes protozoonok” (aktívák és cysták együtt) egyforma számban voltak jelen mind a rizoszférában, mind a talajban. A cysták száma azonban jelentékenyen nagyobb volt a talajban, mint a gyökérszónában, ami utóbbinak még az érett répa mellékgyökerén is a gyökérhatás kedvezőbb állapotára mutat.

A gyökérszónában, talajban és répabőr-kaparéokban megfigyelt *Flagellata*-fajokat a 2. táblázat, a *Rhizopoda*-kat a 3. táblázat, a *Ciliatá*-kat pedig a 4. táblázat tünteti fel. Ezekből kiderül, hogy a gyökérszónában összesen 38, a talajban 29, a répa bőrén pedig 13 *Protozoa*-faj fordult elő. A rizoszférahatás tehát az őszi érett cukorrépa a fajok számában is még megnyilvánul.

A rizoszférában megtelepedő és bizonyára a talajból oda kerülő protozoonok főként baktériumokkal táplálkoznak. A gyökérszónában levő kedvezőbb ökológiai viszonyok (táplálék, víztartalom, oxigén) hatására nagymértékben elszaporodnak. A baktériumok állományában azonban kárt nem okozhatnak, de életműködéseik közben húgyanyagokat ürítenek ki, amelyek ilyen módon a gyökerek környékét nitrogéntartalmú oldatokkal gazdagítják.

A cukorrépa rizoszférájában a *Mycetozoa* amőba-alakjai, továbbá szabadon élő (nem élősködő) *Nematoda*-k is éltek. Legtöbb *Nematoda* a cukorrépa főgyökerének felszínén volt található.

Érkezett: 1958. augusztus 4.

I r o d a l o m

- [1] *Biczók, F.*: Előtanulmányok a búza rizoszférájának protozoonjairól. *Agrokémia és Talajtan* 2. 45. 1953.
- [2] *Biczók, F.*: Testazeen in der Rhizosphäre. *Annales Biol. Univ. Hungariae.* 2. 385. 1954.
- [3] *Pántos, Gy.*: A búza rizoszféra-baktériumainak főformái, fiziológiai tulajdonságai és kölcsönös kapcsolatai a növényvel. *MTA Agrártud. Oszt. Közlem.* 9. 315. 1956.
- [4] *Varga, L.*: Nährflüssigkeiten zur Züchtung der Protozoenfauna des Bodens. *Zentralbl. Parasitenkunde, Infektionskrankh.* II. Abt. 90. 249. 1934.
- [5] *Varga, L.*: A talaj állatvilága. In: *Fehér, D.*: Talajbiológia, Akad. Kiadó. Budapest. 1954.
- [6] *Varga, L. & Telegdy Kovács L.*: A talajlakó apró állatok vizsgálatára alkalmas módszerek. In: *Ballenegger, R.*: Talajvizsgálati módszerkönyv. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1953.

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ПРОТОЗОА, ЖИВУЩИХ В ПРИКОРНЕВОЙ ЗОНЕ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Л. Варга

Лаборатория почвенной биологии А. Н. Венгрии, Шопрон

Резюме

Образцы сахарной свеклы вместе с окружающей их почвой привезли в нашу лабораторию из опытного хозяйства Шопронхорпач 26-го сентября 1952 года. Сахарная свекла была очищена от почвы, боковые корешки её разрезаны на кусочки в 3 см, и в одном грамме их определили своими методами (Варга [4], Варга Телегди-Ковач [6]) количество и виды протозоа. В то же время определили число и виды протозоа в одном грамме почвы с глубины 30 см, и в 5 см от главного корня. С эпидермиса нижнего конца свеклы взяли образец для определения видов протозоа.

В первой таблице приведены данные о количестве протозоа, живущих в ризосфере боковых корней и в почве. Из данных таблицы видно, что «общее количество протозоа» (активные и цисты вместе взятые) были в одинаковом количестве и в ризосфере, и в почве. Это является неожиданным, так как всегда считалось, что в ризосфере имеется больше организмов, чем в почве. Правда, в таких исследованиях обычно изучали ризосферу молодых растений, когда физиологическая активность, т. е. количество корневых выделений этих растений, всегда является повышенной.

Автор считает, что в фазе зрелости сахарной свеклы заметно снижается влияние боковых корней на жизнедеятельность протозоа, но все же оно ощутимо.

Это доказывается тем, что на боковых корнях обнаруживаются только 1000 цист и 99 тысяч активных протозоа, а в то же время в почве 10 тысяч цист и 90 тысяч активных протозоа. Такое явление объясняется тем, что в корневой зоне даже в фазе зрелости сахарной свеклы имеются более благоприятные для активной жизни протозоа экологические условия (питательные вещества, содержание воды), чем в почве без корней. Во второй таблице приведены данные о видах *Flagellata* найденных в прикорневой зоне в почве и на эпидермисе корней. Эта группа протозоа встречается в наибольшем количестве и в почве и в ризосфере. Они плавают в каплях почвенной влаги а некоторые виды их проводят сидячий образ жизни. Они питаются главным образом бактериями, но способны поглощать непосредственно растворенные в почвенной влаге органические вещества, главным образом углеводы, встречающиеся в прикорневой зоне. Можно предполагать, что они способны использовать некоторую часть корневых выделений.

В третьей таблице приведены данные о количестве *Rhizopoda*. Они уже не плавают а ползают на поверхности эпидермиса корней, почвенных комочков и минеральных частичек. Питаются органическими отходами, бактериями и жгутиковыми. В прикорневой зоне живут виды *Testacea*, а в почве их совершенно нет. В четвертой таблице приведены данные о видах *Ciliata*. В наибольшем количестве найдены их виды, питающиеся бактериями. Размер их тел больше (20—100 μ .) и они добывают себе питательные вещества или при плавании, или захватывая их, а поэтому они требуют большего водного пространства.

В таблицах 2, 3, 4 приводятся виды протозоа, найденные на снятом эпидермисе корня свеклы. Здесь наблюдается несколько видов.

Что притягивает протозоа в ризосферу?

Зная их образ и физиологию, в первую очередь можно сказать, что их привлекают в ризосферу обильные условия питания бактериями, благоприятные экологические условия (более постоянное содержание влаги, достаточное количество кислорода), и наличие корневых выделений. Уничтожая бактерии, они не приносят вреда, так как количество бактерий достаточно велико. Во время жизни они выделяют мочевидные вещества при помощи пульсирующего пузырька, поэтому окружающая корень обогащается растворами, содержащими азот.

Жизнь протозоа в ризосфере до сих пор изучена очень мало. Но несмотря на это, можно сказать, что их связь с высшими растениями очень слаба и случайна. Они могут размножаться в ризосфере, так как экологические факторы в ризосфере более благоприятны, чем в почве, из которой они передвигаются в ризосферу.

В ризосфере сахарной свеклы живут еще амебные формы *Mycetozoa*, а так же свободно живущие, непаразитные нематоды. В почве, на некотором расстоянии от корней они встречаются уже очень редко, а нематоды живут в большом количестве в эпидермисе главного корня. Во время непосредственного микроскопического наблюдения после снятия эпидермиса, смоченного дистиллированной водой, насчитывалось 47 штук (молодых и половозрелых) на одном cm^2 эпидермиса. Это указывает на то, что в районе конца главного корня (значит на 30 см поверхности почвы) имеются еще очень благоприятные экологические условия (обилие питательных веществ, влажность и кислород) для свободно живущих нематод, которые заселяют поверхность эпидермиса сахарной свеклы.

Таблица 1. Количество протозоа, живущих в одном грамме корневых волосков сахарной свеклы, и в одном грамме почвы взятой в 5 см от свеклы. 1. Исследуемые вещества (а) на корневых волосках, (в) в почве взятой в 5 см от свеклы. 2. Общее число протозоа. 3. Цисты (4) активные протозоа.

Таблица 2. *Flagellata.* *Таблица 3.* *Rhizopoda.* *Таблица 4.* *Ciliata* (1) Название вида (2) В ризосфере (3) В почве (4) на снятом эпидермисе.

Über die in der Wurzelzone der Zuckerrübe lebenden Protozoen

L. VARGA

Bodenbiologisches Forschungslaboratorium der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Sopron

Zusammenfassung

Am 26. September 1952 wurden aus dem Versuchsgut von Sopronhorpács mit Erdballen ausgehobene, ziemlich reife Zuckerrüben in unser Laboratorium eingebracht. Die Rüben wurden von der anhaftenden Boden gereinigt, die Nebenwurzeln auf 3 mm lange Stücke zerschnitten und hieraus wurde

die Menge und die Arten der pro 1 g vorhandenen Protozoen mit eigenen Methoden (Varga [4], Varga—Telegdy Kováts [6]) geprüft. Gleichzeitig wurde in 5 cm Abstand von der Hauptwurzel, in dem von Wurzeln nicht durchzogenen Boden (in ungefähr 30 cm Tiefe) die auf 1 g Boden entfallende Zahl und Art der Protozoen bestimmt. Auch von der Rübenhaut wurde — aus der Spitzengegend — Material abgeschabt, um auch hier die vorhandenen Protozoen-Arten zu bestimmen.

Die Menge der in der Rhizosphäre der Nebenwurzeln und im Boden vorgefundenen Protozoen ist in Tabelle 1 angeführt. Es ist hieraus ersichtlich, dass die Anzahl der „Gesamt-Protozoen“ (aktive und Cysten zusammen) in der Rhizosphäre und im Boden die gleiche war. Dieser Umstand ist deshalb bemerkenswert, weil doch über die Mikroorganismen der Rhizosphäre im allgemeinen festgestellt worden war, dass diese in der Wurzelzone in erheblich grösserer Zahl vorkommen, als in dem umgebenden Boden. Die erwähnten Untersuchungen wurden aber vorwiegend in der Rhizosphäre von Jungpflanzen durchgeführt, in dem Stadium, wo die physiologische Aktivität der Pflanzen und damit auch ihrer Wurzeln — d. h. die Ausscheidung der Wurzelsäfte — besonders stark ist. Unsere Untersuchungen deuten nun dahin, dass bei reifen Zuckerrüben ein wesentlich schwächerer Einfluss auf das Protozoenleben ausgeübt wird.

Diese Wirkung hört jedoch mit der zunehmenden Reife keinesfalls vollständig auf. Hierauf lässt nämlich die Erscheinung schliessen, dass in den Nebenwurzeln nur 1000 Cysten und 99,000 aktive Protozoen, im Boden dagegen 10,000 Cysten und 90,000 aktive Protozoen festgestellt werden konnten. Dieser Umstand ist wohl damit zu erklären, dass in der Wurzelzone für das aktive Leben der Protozoen günstigere ökologische Bedingungen (Nährstoffe, Wassergehalt) — auch noch bei reifen Rüben — vorherrschen, als in dem von Wurzeln nicht durchzogenen Boden.

Die in der Wurzelzone, im Boden und auch in dem Rübenhaut-Geschabsel vorgefundenen Flagellata-Arten sind in Tabelle 2 angeführt. Sowohl in der Rhizosphäre, als auch im Boden ist diese Protozoen-Gruppe am zahlreichsten vertreten. Die Flagellaten schwimmen im Wasser umher, einzelne Arten führen wiederum ein sessiles Leben. Sämtliche Arten nähren sich von Bakterien, können aber im Wasser der Wurzelzone gelöste organische Stoffe (vor allem Kohlenhydrate) auch direkt aufnehmen. Es ist anzunehmen, dass sie zum Teil auch die aus der Wurzel ausgeschiedenen Stoffe verwerten können.

Tabelle 3 zeigt die Rhizopoden. Diese schwimmen nicht herum, sondern schieben sich auf der Unterlage (an der Oberfläche der Wurzelepidermis, Erdkrümel, Mineralkörner) vorwärts. Fragmente organischer Stoffe, Flagellaten und Bakterien bilden ihre Nahrung. In der Wurzelzone waren verschiedene Testacea-Arten vorhanden, während im Boden keine einzige Art dieser Gruppe vorzufinden war. In Tabelle 4 sind die festgestellten, vorwiegend bakterienfressenden Ciliata-Arten angeführt. Da diese Tiere in Körpermass grösser sind und ihre Nahrung herumschwimmend oder herbeistrudelnd erwerben, benötigen sie einen grösseren Wasserraum.

Die in dem, von der Rübenepidermis abgeschabten Material bestimmten Protozoen-Arten sind in Tabellen 2, 3 und 4 angegeben. Hier waren nur wenige Arten vorzufinden.

Es fragt sich nun, weshalb die Protozoen der Rhizosphäre zustreben? Ihre Lebensweise und ihre Physiologie weisen unzweifelhaft dahin, dass die hier vorhandene reichliche Bakteriennahrung, ausserdem die begünstigenden ökologischen Bedingungen (konstanterer Wassergehalt, ausreichender Sauerstoff) und schliesslich die Wurzelsäfte diese Anziehung ausüben. Die Verzehrung der Bakterien — die ja sehr reichlich vorhanden sind — wirkt sich nicht schädlich aus. Da die Protozoen im Laufe ihrer Lebensfunktionen durch ihre pulsierende Blase Harnstoffe ausscheiden, wird die Wurzelgegend mit N-haltigen Lösungen angereichert.

Unsere Kenntnisse über die Lebensweise der Protozoen der Rhizosphäre sind übrigens noch sehr beschränkt. Es kann aber festgestellt werden, dass ihre Beziehungen zu den höheren Pflanzen ganz locker und fakultativ sind. Sie vermehren sich deshalb in der Rhizosphäre, weil die ökologischen Faktoren dort eben günstiger sind als im Boden, aus dem sie in die Rhizosphäre hinüberwandern.

Die Rhizosphäre der Zuckerrübe wird auch von amöboiden Myxozooa-Formen und von freilebenden (nicht parasitischen) Nematoden bewohnt. Im Boden, in grösserer Entfernung von den Wurzeln kommen diese nur sporadisch vor, in dem Hautgeschabsel der Hauptwurzel waren aber Nematoden recht zahlreich vorzufinden. Bei der unmittelbaren, mikroskopischen Untersuchung konnten auf einem — sofort nach dem Abschaben mit sterilem, destilliertem Wasser befeuchteten — 1 cm² grossen Epidermisstückchen 47 Individuen (juvenile und geschlechtsreife Formen) abgezählt werden. Ein Hinweis darauf, dass die ökologischen Bedingungen (reichliche Nahrung, Feuchtigkeit und Sauerstoff (auch in der Gegend der Wurzelspitze — d. h. in einer Bodentiefe von 30 cm ungefähr — für die freilebenden, an der Epidermis der Zuckerrübe wohnenden Nematoden sehr günstig sind.

Tabelle 1. Die Menge der an den feinen Nebenwurzeln (1 g) der Zuckerrübe und im Boden (1 g) in 5 cm Abstand von der Rübe lebenden Protozoen. (1) Untersuchungsmaterial, (a) an dünnen Wurzeln, (b) auf 5 cm Abstand im Boden. (2) Gesamte Protozoen, (3) Cysten, (4) aktive Protozoen.

Tabelle 2. Flagellata. *Tabelle 3.* Rhizopoda. *Tabelle 4.* Ziliaten. (1) Artennamen, (2) in der Rhizosphäre, (3) im Boden, (4) im Hautgeschabsel.