

MULLAS VABALT ELUNEVATE ÖHULÄMMASTIKUSEONDAJATE BAKTERITE LEVIKUST EESTI KAMAR-LEETMULDADES

O. RÖOS

Kultuurtaimedede kasvu pidurdab väga sageli lämmastiku defitsiit mullas. Lämmastiku-probleemi täielik lahendamine pöllumajanduses pole mõeldav aga ainult keemiatööstuse abiga. Olulise osa lämmastikuvajadusest peab katma nn. «bioloogiline lämmastik», s. o. lämmastik, mis koguneb mulda öhu molekulaarset lämmastikku seondavate bakterite kaasabil. Selles osas omavad sümbiootiliste lämmastikufiksatorite körval küllalt suurt tähtsust ka mullas vabalt elunevad öhulämmastikuseondajad mikroorganismid, mida tuntakse praegu 20 liigi ümber [6, 11]. Nendest tuleb eriti esile tösta kahte — aeroobset lämmastikuseondajat *Azotobacter chroococcum*'it ja anaeroobset *Clostridium Pasteurianum*'it. Peale nimetatute õnnestus Eesti NSV-s P. Rahno ja V. Tohveril 1955. aastal eraldada kamar-karboonaatsetest pöllumullast uus termofüilne öhulämmastikuseondaja liik — *Thermobacillus azotifigens* [13, 17], mis oma molekulaarset lämmastikku fikseeriva võime poolest on lähedane *Clostridium Pasteurianum*'ile.

Andmed nende lämmastikuseondajate bakterite leviku kohta tüüpilistes kamar-karboonaat- ja huumus-karboonaatmuldades on autor esitanud juba varem [16].

Käesoleva uurimuse eesmärgiks on selgitada *Azotobacter*'i, *Clostridium Pasteurianum*'i ja *Thermobacillus azotifigens*'i, samuti ka *Azotobacter*'iga sümbiootilisi suhteid omavate [7, 18] aeroobsete tselluloosilagundajate bakterite levikut Eesti kamar-leetmuldade profiilis nende muldade erineva kultuuristatuse korral.

Selleks koguti kolme suve jooksul (1961—1963) ja analüüsiti 150 mulla proovi. Nendest 95 proovi võeti huumushorisondist (5 cm sügavusest kihist), teised sügavamal paiknevatest mulla kihtidest.

Uurimisobjektid ja metodika

Eesti kamar-leetmullad diferentseeritakse leetumisastme järgi kolmeks mullaerimiks. Öhulämmastikuseondajate bakterite leviku uuriti igas mullaerimis.

Käsitletavate muldade leviku, morfoloogiliste tunnuste, agrokeemiliste näitajate, vee-režiimi, viljakuse jt. omaduste kohta leidub andmeid kirjanduses [1, 2, 3, 4, 9, 14, 15 jt.].

Mullaproovid võeti paralleelselt ühe ja sama maa-ala kultuuristamata ja kultuuristatud osast ühe ja sama mullaerimi piirides. Proovivõtukohad valiti võimalikult lähestikku (vahemaa 2—10 m). Proovid sügavkaevetest võeti mulla geneetiliste horisontide kaupa kuni 75 cm sügavuseni.

Mullaproovide mikrobioloogiline analüüs tehti ENSV TA Eksperimentaalbioloogia Instituudi mikrobioloogia laboratooriumis metodika järgi, mis kinnitati 1953. aastal üleliidulisel mullamikrobioloogide konverentsil.

Azotobacter eraldati kahel meetodil: 1) mullasuspensiooni väljakülviga Ashby' agarile (sisekülvina) ja 2) mullasõmerate asetamisega geelolekus Ashby' agarile. Esimese meetodiga saab määrata *Azotobacter*'i arvukust, kuid selle meetodi väike tundlikkus ei võimalda *Azotobacter*'i madala tiitri kindlakstegemist. Teine meetod on märgatavalalt tundlikum, eriti kui tavalist 4—5-päevast inkubatsiooniaega pikendada 20—60 päevani [16]; kuid ainult seda kasutades saab *Azotobacter*'i-sisaldusest vaid orienteeriva ülevaate.

Thermobacillus azotifigens'i koloniate arv loeti Tohveri agarsöötmel [17] pärast 24- ja 48-tunnist inkubeerimist termostaadis 60° C temperatuuril. Et sööde ei osutunud

antud mikroobi suhtes rangelt elektiivseks, kontrolliti 80% analüüs tulemustest mikro-skoopiliselt.

Clostridium Pasteurianum'it kultiveeriti Vinogradski vedelsöötmel ja aeroobseid tselluloosilagundajaid Hutchinsoni vedelsöötmel.

Mullaproovide agrokeemiline analüüs (pH_{KCl} , liikuva alumiiniumi sisaldus, neeldumisnahuvus, küllastusaste, kergesti lahustuvate P_2O_5 ja K_2O sisaldus, huumusesisaldus) tehti Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi agrokeemia laboratooriumis Kuusikul.

Nõrgalt leetunud kamar-leetmuldades võeti 49 mulla-proovi, neist 32 sügavkaevetest.

Huumushorisondi (A_1) ülemisest kihist (5 cm sügavusest) võetud 23 mullaproovi analüüsimeisel selgus, et *Azotobacter* hakkas mullasuspensiooni väljakülvi korral arenema üheksal juhul (39,1%). Need proovid olid pärít keskmiselt ja tugevasti kultuuristatud nõrgalt happelise kuni neutraalse reaktsiooniga ($\text{pH}_{\text{KCl}} \geq 6,0$) põllu- ja aiamuldades.

Azotobacter'i tiiter sellistes muldades oli tavaliselt 30—300 rakukest 1 g absoluutkuivas mullas. Maksimaalne sisaldus — 1700 rakukest 1 g absoluutkuivas mullas — fikseeriti Tartu raj. Teedla sovhoosi Terepi osak. põllumullast võetud proovis (vt. tab. 1).

Mõõdukalt happelise reaktsiooniga ($\text{pH}_{\text{KCl}} 5,2—6$) kultuuristatud nõrgalt leetunud kamar-leetmuldades õnnestus *Azotobacter*'i esinemist tuvastada harva ja seda ainult mullasõmerate meetodiga.

Kultuuristamata nõrgalt leetunud kamar-leetmuldades õnnestus *Azotobacter*'it eraldada vaid mullasõmerate meetodi abil ja ainult neil juhtudel, kus $\text{pH}_{\text{KCl}} > 6,0$. Seejuures oli *Azotobacter*'eist asustatud mullasõmerate protsent madal (kuni 25%).

Azotobacter'i-sisaldus huumushorisondi alumises osas (25 cm sügavuses) ei olnud tugevasti kultuuristatud põllu- ja aiamuldades oluliselt väiksem tema sisaldusest sama horisondi pindmises kihis (5 cm sügavuses). Muldade madalamatel kultuuristusastmetel leidus *Azotobacter*'it huumushorisondi alumises kihis aga 2—10-kordsett vähem.

Huumushorisondi all paiknevad mullakihid sisaldasid *Azotobacter*'it väga vähe. Suhteliselt kõige ebakindlam oli *Azotobacter*'i esinemine muldade leethorisondis ($A_2\text{B}$): seal teda kas ei leidunud üldse või oli temaga asustatud mullasõmerate protsent alla 15 (Uusnas, Loodis, Ülenurmets jm.).

Thermobacillus azotofigens'i leviku iseloom nõrgalt leetunud kamar-leetmuldades langes peaegu täiesti *Azotobacter*'i omaga ühte (batsilli kõrge sisaldus kultuuristatud muldades ja tema mitteleiduvus erimi kultuuristamata variantides). Kultuuristatud muldade huumushorisondis leidus *Thermobacillus azotofigens*'i rakukesi 1 g absoluutkuivas mullas. 2000—9000. Erjnevalt *Azotobacter*'ist oli tema sisaldus siin sageli suurem just 25 cm sügavuses kihis.

Thermobacillus'e esinemist mulla sügavamates horisontides õnnestus fikseerida harva. Vaid aiamuldades ning mõningates tugevasti kultuuristatud põllumuldades (Loodis, Navestis, Ülenurmets jm.) leidus teda ka sisseuhetheorisondis (B) ning mulla lähtekivimis (BC ja C).

Mis puutub anaeroobse lämmastikuseondaja *Clostridium Pasteurianum*'i arvukusse nõrgalt leetunud kamar-leetmuldade huumushorisondis, siis enamikul juhtudest (60%) oli see erimi kultuuristatud variantides 2—10-kordne, vörreledes kultuuristamata variantidega.

Märgatavalt erinev oli *Clostridium*'i-sisaldus huumushorisondi 5 ja 25 cm sügavuses kihis ja seda nii kultuuristatud kui ka kultuuristamata muldades. Keskmiselt 10,4-kordsett rohkem kui pindmises kihis leidus *Clostridium*'i huumushorisondi sügavamas kihis.

Tabel I

Mullas yabalt elunevate õhulämmastikuseondajate bakterite levik nõrgalt leetunud kamar-leetmuidades

Tabel 2

Mullas vabalt elunevate õhulämmastikuseondajate bakterite levik keskmiselt ja tugevasti leetunud kamar-leetmuldades

Mullaproovi võtmise koht	Mulla loimiis	Geenetüline hoitasoni	Sügavus, cm	Kolviik	Kultuur (taimekooslus)	Proovivõtutu aeg	Liliku AI 100 mullas, mg	Küllastusaste, %	Neeldumismahlu VS 100 g mullas, mg.-ekv.	Liliku AI 100 mullas, mg	Huumus Tüürini järgi, %	Aerobuses tseüloosi-tasega jaad	Closstridium pasteurianum	Thermobacillus azotofrigens	Azotobacter chroococcum	Azotobacter est assustatud mulla-someraid, %	Keskmiselt leetunud kamar-leetmuldades				Tugevasti leetunud kamar-leetmuldades			
																	P ₂ O ₅	K ₂ O	Tuhandeis rakkudes 1 g absoluutkuivas mullas	Tuhandeis rakkudes 1 g absoluutkuivas mullas				
Tartu raj., «Võnnu» kolhoos	sl	A ₁	5	Pöld	Mai	5,0	1,26	58	3,5	8	1,10	0,06	*	*	*	*	6	*	*	*				
	sl	A ₁	20	"	"	5,4	0,32	68	4,0	8	0,81	*	20	*	*	*	*	*	*	*				
	sl	A ₂ B'	35	"	"	5,6	0,63	76	4,0	3	0,33	*	0,06	*	*	*	*	*	*	*				
	sl	B''	55	"	"	5,6	0,15	74	4,5	1	0,13	*	0,02	*	*	*	*	*	*	*				
	sl	B''	75	"	"	5,9	0,15	79	2,5	1	0,17	*	0,02	*	*	*	*	*	*	*				
Viljandi raj., «Koidu» kolhoos	ls ₁	A ₁	5	"	Oder	Juuni	5,0	0,59	25,4	87	2,5	7	2,09	2	100	12	*	72	*	*				
	ls ₁	A ₁	BC	5	"	Kuusik	August	5,4	0,54	27,9	92	2,5	8	2	10	5	*	*	*	*	*			
	ls ₁	A ₁	BC	75	Pöld	Oder	"	4,7	5,2	14,8	78	2,0	1	1	100	1	*	*	*	*	*			
Viljandi raj., Ähimäe vahtkond (Sultsi)	1	A ₁	5	Mets	"	"	"	5,0	0,67	5,0	78	4,0	3	1,5	1	0,6	*	*	*	*	*			
	1	A ₁	BC	75	Pöld	Oder	"	5,2	0,67	5,0	78	4,0	3	1,5	1	*	*	*	*	*	*			
	1	A ₁	BC	75	"	"	"	5,0	0,67	5,0	78	4,0	3	1,5	1	*	*	*	*	*	*			
Tartu raj., «Uusjõu» kolhoos	ls ₁	A ₁	5	Pöld	Oder	Juuli	5,0	1,89	68	4,0	9	*	100	*	*	*	*	*	*	*	*			
	ls ₁	A ₁	18	"	"	"	5,1	1,26	75	3,5	8	*	10	*	*	*	*	*	*	*	*			
	ls ₁	A ₂	35	"	"	"	4,8	0,95	73	2,5	6	*	10	*	*	*	*	*	*	*	*			
	ls ₁	BC	70	"	"	"	4,4	0,44	3,5	6	*	0,2	*	*	*	*	*	*	*	*	*			

I — liivi, sl — saviliiviv,

ls₁ — kerge liivsvi.

* Kasutatud meetodi abil esinemist ei tähdatud.

Mullaprofiili sügavamates horisontides (A_2B , B , BC , C) oli *Clostridium*'i arvukus 10—100-kordelt väiksem, võrreldes huumushorisondiga. Üksnes aiamuldades (Loodi, tab. 1) võis täheldada suhteliselt kõrget *Clostridium*'i-sisaldust ka 40 ja 75 cm sügavuses.

Aeroobsete tselluloosilagundajate bakterite arvukus nõrgalt leetunud kamar-leetmuldade huumushorisondi ülemises kihis (5 cm sügavusel) oli kultuuristatud muldades märgatavalt kõrgem (100—400-kordne), võrreldes vahetus läheduses paiknevate sama mullaerimi kultuuristamata variantidega. Eriti kõrge oli nimetatud bakterite sisaldus aiamuldades (Loodi, tab. 1). Huumushorisondi alumises kihis (25 cm sügavusel) oli tselluloosilagundajate sisaldus enamasti kuni 10-kordelt madalam, kuid aia- ja tugevasti kultuuristatud pöllumuldades (Loodis, Navestis, Uusnas jm.) sageli ka niisama suur kui ülemises kihis.

Mullaprofiili sügavamat horisondid (A_2B , B , BC , C) sisaldasid aeroobseid tselluloosilagundajaid baktereid vähe (kuni 600, harva kuni 2000 rakukest 1 g mullas). Kõige vähem leidus tselluloosilagundajaid muldade leethorisondis (kuni 60 rakukest 1 g mullas).

Keskmiselt leetunud kamar-leetmuldades oli uuritavate mikroorganismide esinemine märksa ebakindlam ja nende arvukus tublisti tagasihoidlikum kui nõrgalt leetunud kamar-leetmuldades.

Huumushorisondist 5 cm sügavuselt võetud 54 mullaaproovist *Azotobacter*'it mullasuspensioonide väljakülvi teel ei leitud. Ka mullasõmerate meetodil õnnestus teda sedastada vaid kolmeteistkünnel juhul (24,1%), kusjuures *Azotobacter*'ist asustatud mullasõmeraid oli tavaliselt ainult 10—60% (Viljandi raj. «Koidu» kolhoosis võetud mullaaproovis 72% — vt. tab. 2). Kõnesoleva mullaerimi piires leiti *Azotobacter*'it vaid pölli- ja aiamuldadest.

Märksa tagasihoidlikum oli keskmiselt leetunud kamar-leetmuldades ka *Thermobacillus azotofigens*'i esinemine. Teda õnnestus leida vaid üheksas pölli- ja aiamuldadest võetud proovis (16,7%).

Clostridium Pasteurianum esines kõigis uuritud mullaaproovides. Kultuuristatud muldades leidus teda peaegu alati 10—100-kordelt rohkem kui vahetus naabruses paiknevates erimi kultuuristamata variantides.

Selget reageerimist muldade kultuuristamisele võis märgata ka aeroobsete tselluloosilagundajate bakterite juures. Suhteliselt kõrge oli nende sisaldus aia- ja pöllumuldades (2000—7000 rakukest 1 g mullas), järsult madalam aga söötidel ja metsadest võetud proovides (kuni 60 rakukest 1 g mullas). Ainult üksikuil juhtudel oli nende bakterite sisaldus suhteliselt kõrge ka metsamuldades, peamiselt liivmuldades (Ähimäe, tab. 2).

Kõnesoleva mullaerimi sügavamates kihtides ei õnnestunud leida ei *Azotobacter*'it ega *Thermobacillus azotofigens*'it. Aeroobsetid tselluloosilagundajaid esines minimaalsel hulgal üksikute kultuuristatud muldade sisseuhtehorisondis (50—60 cm sügavuses). Suhteliselt arvukam oli siin vaid *Clostridium Pasteurianum*.

Tugevasti leetunud kamar-leetmuldades leidus uurtavatest mikroorganismidest ainult *Clostridium Pasteurianum*'it. See oli siin kogu profiili ulatuses üsna arvukas.

*

Tublisti erinevad olid *Azotobacter*'i kolooniate kasvukiirus ja pigmentsiooni intensiivsus nii ühe kui ka teise eespool kirjeldatud bakteri eraldamise meetodi puhul. Selgus, et need olenevad eeskätt muldade kultuuristusest ja reaktsioonist, aga ka mulla geneetilisest horisondist ning proovivõtu sügavusest.

Kõige intensiivsemat kasvukiirust täheldati *Azotobacter*'i kolooniate tugevasti kultuuristatud nõrgalt leetunud kamar-leetmuldade ($\text{pH}_{\text{KCl}} \geq 6,0$) huumushorisondi ülemises kihis (5 cm sügavusel). Vastavates proovides tekis praktiliselt maksimaalne kolooniate hulk juba neljandal-viendal inkubeerimispäeval. *Azotobacter*'i kolooniad pigmenteerusid sel puhul helehalliks, üksikutel juhtudel ka helepruuniks. Tumepruuni pigmentatsiooni omandasid nad tavaliselt alles pärast kestvamat (kuni 20-päevast) inkubatsiooni.

Kultuuristatud nõrgalt leetunud kamar-leetmuldade huumushorisondi alumisest kihist (25 cm sügavuselt), eriti aga mulla sügavamatest horisontidest (A₂B, B, BC) ning erimi kultuuristamata aladel ($\text{pH}_{\text{KCl}} \geq 6,0$) võetud proovides võis esimestel inkubeerimispäevadel mullasõmerate ümber Ashby' agaril märgata vaid vähesse värvituna lima esinemist. Selle hulk kasvas pidevalt ja 18.—21. päevast alates pigmenteerus lima algul valkjaks, siis helehalliks, mõningail juhtudel ka nõrgalt pruunikaks. Nii selle lima kui ka tema ümberkülvide mikroskoobilisel uurimisel selgus, et tegemist on ikkagi *Azotobacter chroococcum*'iga. Kuid ka pärast kestvat inkubatsiooni õnnestus *Azotobacter*'it leida ainult osas mullaproovides.

Kultuuristatud keskmiselt leetunud kamar-leetmuldades oli *Azotobacter*'i kolooniate kasvukiirus märksa aeglase ning pigmenteerumine tagasihoidlikum, võrreldes kultuuristatud nõrgalt leetunud kamar-leetmuldadega. Näiteks oli «Koidu» kolhoosi pöllumullast (tab. 2) võetud proovis ($\text{pH}_{\text{KCl}} 5,0$) veel üheteistkümnendal päeval sõmerate ümber vaid värvitud lima, kuid 18.—21. inkubeerimispäeval omandasid kolooniad Valkja pigmentatsiooni ning võis täheldada *Azotobacter*'i kolooniatele iseloomuliku täpilise struktuuri esinemist.

Nähtavasti on aeglase kasvukiirusega ning aeglasedelt ja nõrgalt pigmenteeruvad *Azotobacter*'i tüved võimelised fikseerima õhulämmastikku vaid väga vähesel määral; sest *Azotobacter*'i kolooniate pigmentatsiooni intensiivsuse ja vastavate bakteritüvede õhulämmastiku seondamise võime vaheline korrelatiivne seos on töestatud [10].

Kui võrrelda *Azotobacter*'i arvukust, bakterikolooniate kasvukiirust ja pigmentatsiooni omandamise kiirust ning intensiivsust ühelt poolt kamar-leetmuldades ja teiselt poolt huumus-karbonaatmuldades ning tüüpilistes kamar-karboonaatmuldades, ilmneb, et kõik loetletud näitajad on märgatavalts kõrgemad nimetatud kamar-karboonaatmuldades [16].

Seega on *Azotobacter*'i elunemise tingimused kamar-leetmuldades tublisti ebasoodsamad, võrreldes tüüpiliste kamar-karboonaatmuldade ja huumus-karboonaatmuldadega.

Näib, et mulla reaktsiooni piirväärtuseks, mille puhul võiks *Azotobacter*'i elunemise tingimusi kultuuristatud muldades pidada enam-vähem rahuldasvaks, on meie oludes $\text{pH}_{\text{KCl}} 6,0$. Seda kinnitavad nii *Azotobacter*'i ilmumine mullasuspensiooni väljakülv meetodil kui ka mullasõmerate ligilähedaselt 100%-line asüstus bakteriga, aga samuti ka *Azotobacter*'i kolooniate suhteliselt intensiivne kasvukiirus ja pigmenteerumine elektiivsöötmel. *Azotobacter*'i kolooniate vähene arv sel puhul siiski näitab, et tingimused pole veel täiesti soodsad bakteri kiireks paljunemiseks. Seniste tähelepanekute põhjal on *Azotobacter*'ile optimaalse reaktsiooni alampiirkond $\text{pH}_{\text{KCl}} 6,5$.

Happelistes ($\text{pH}_{\text{KCl}} < 6,0$) kamar-leetmuldades on aga tingimused *Azotobacter*'i elunemiseks võrdlemisi või täiesti ebasoodsad, mistõttu neis muldades ka kohati esinev *Azotobacter* on nähtavasti vähe aktiivne või hoopis inaktiivne [10, 12].

Clostridium seevastu on reaktsiooni suhtes teatava astmeni tolerantne. Tema rakukesed võivad areneda ja fikseerida lämmastikku pH_{KCl} 4,0—9,5

vahemikus [5]. Olulisemat mõju selle bakteri aktiivsusele avaldab nähtavasti muldade kultuuristatus. Nii on V. Jemtsevi [8] andmeil mitteharitud mullas 42% *Clostridium*'ist spoorsete, mitteaktiivsete rakkude vormis, kuid haritud pöllumullas esinevad peaaegu kõik *Clostridium*'i rakukesed vegetatiivsete rakkude kujul (spore on ainult 1%).

Käesoleva uurimistöö käigus selgus ühtlasi, et hiljuti avastatud *Thermobacillus azotofigens* levib ka kamar-leetmuldades, kusjuures tema nõuded keskkonnatingimustesse suhtes on lähedased *Azotobacter*'i omadele. Andmed selle batsilli aktiivsuse kohta nendes muldades senini veel puuduvad.

KIRJANDUS

1. Hallik O., 1948. Lõuna-Eesti pöllumuldade lubjasus ja kohalike magevee-lubisetete tähtsus selle reguleerimisel. Tartu.
2. Pihho A., Kask R., 1960. Eesti NSV mullaerimite iseloomustus. Tallinn.
3. Lillemäe A., 1958. Eesti NSV mullastik. Tallinn.
4. Pihho A., 1956. Eesti NSV leet- ja soostunud muldade agrokeemilistest omadustest. Dissertatsioon. Käsikiri Eesti Pöllumajanduse Akadeemia raamatukogus.
5. Willis W. H., 1934. The metabolism of some nitrogen fixing *Clostridia*. Agricultural Exp. Station Iowa State College of Agriculture and Mechanic Arts. Res. Bull., No. 173. Ames, Iowa.
6. Возняковская Ю. М., 1963. О подборе микроорганизмов для их использования в составе бактериальных удобрений. Микробиология, 32, вып. 1.
7. Возняковская Ю. М., 1954. Взаимоотношения между целлюлозоразлагающими бактериями и азотобактером. Агробиология, № 4.
8. Емцев В. Т., 1958. Анаэробные азотфикссирующие бактерии рода *Clostridium*, их распространение в почвах и взаимоотношения с высшим растением. Кандидатская диссертация.
9. Кендра Х. Э., 1962. О свойствах дерново-подзолистых почв в окрестностях Вильянди. Сб. научн. тр. ЭСХА. Тр. по почвоведению и агрохимии, 24. Тарту.
10. Креслинь Д. Я., 1961. Изменение реакции (рН) питательной среды в зависимости от интенсивности роста местных штаммов азотобактера. Тр. Ин-та микробиол. АН ЛатвССР, вып. XIV.
11. Мишустин Е. Н., 1962. Биологический азот в сельском хозяйстве и использование бактериальных удобрений. Доклад на научно-методическом совещании по бактериальным удобрениям. Л.
12. Мишустин Е. Н., Бахарева З. И., 1940. Почвенная кислотность как фактор, определяющий появление в почве неактивного азотобактера. Микробиология, 8, вып. 9—10.
13. Рахно П. Х., Тохвер В. И., 1957. О возможности усвоения молекулярного азота при температуре 50° отдельными почвенными бактериями. Докл. АН СССР, 112, № 1.
14. Рейнтом Л. Ю., 1960. Почвы Юго-Восточной Эстонии. Автореферат.
15. Рейнтом Л. Ю., Роома И. П., 1956. Почвы Тартуского района. Сб. научн. тр. ЭСХА, 2.
16. Рысы О., 1963. Распространение азотобактера в дерново-карбонатных типичных и перегнойно-карбонатных почвах Эстонской ССР. Изв. АН ЭССР. Сер. биол., 3.
17. Тохвер В. И., 1956. Предварительные данные о термофильном возбудителе фиксации атмосферного азота (*Thermobacillus azotofigens* Rahno et Tohver sp. n.). Изв. АН ЭССР. Сер. биол., 3.
18. Штуцер Ю. М., 1945. О симбиотических отношениях между целлюлозоразлагающими бактериями и азотобактером. Микробиология, 14, вып. 2.

О РАСПРОСТРАНЕНИИ СВОБОДНОЖИВУЩИХ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ЭСТОНСКОЙ ССР

О. Рыс

Резюме

В течение трех летних периодов (1961—1963) изучалось распространение свободно живущих в почвах азотфиксаторов (азотобактер, *Clostridium Pasteurianum* и *Thermobacillus azotofigens*), а также аэробных целлюлозоразлагающих бактерий в профиле неокультуренных и окультуренных дерново-подзолистых почв Эстонской ССР. С этой целью брались и анализировались 150 образцов почвы.

Выяснилось, что условия обитания в дерново-подзолистых почвах Эстонской ССР являются обычно неблагоприятными для азотобактера; в результате этого азотобактер был представлен в этих почвах или в ничтожном количестве, или не обнаруживался совсем. Относительно высокое содержание его было в окультуренных дерново-слабоподзолистых почвах с реакцией $\text{pH}_{\text{KCl}} \geq 6,0$.

В неокультуренных дерново-подзолистых почвах азотобактер встречался очень редко. В более глубоких слоях дерново-подзолистых почв (A_2B , B , BC) условия для азотобактера оказались самыми неблагоприятными в подзолистом горизонте (A_2B).

Закономерности распространения термофильного азотфиксатора *Thermobacillus azotofigens* и аэробных целлюлозоразлагающих бактерий в профиле дерново-подзолистых почв, в общем, оказались такими же, как и у азотобактера.

У *Clostridium Pasteurianum* выявила известная тенденция к повышению его численности в окультуренных дерново-подзолистых почвах. Этот микроорганизм был представлен во всех анализированных образцах почвы, причем, наибольшая численность была обнаружена в гумусовом горизонте на глубине 25 см. Среди изученных объектов *Clostridium Pasteurianum* оказался самым толерантным по отношению к неблагоприятным почвенным условиям.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
15. VIII 1963

ON THE OCCURRENCE OF FREE-LIVING NITROGEN-FIXING MICROORGANISMS IN THE SODDY-PODZOLIC SOILS OF THE ESTONIAN S.S.R.

O. Rõos

Summary

During the three subsequent summer of 1961, 1962 and 1963 researches were carried out on the occurrence of free-living nitrogen-fixing microorganisms (*Azotobacter*, *Clostridium Pasteurianum* and *Thermobacillus azotofigens*) as well as of aerobic cellulose-destroying microorganisms in the profile of soddy-podzolic soils of the Estonian S.S.R.

It was stated that in the soddy-podzolic soils of the Estonian S.S.R. the inhabitation conditions are usually unfavourable for *Azotobacter*. As a result, no or only a low quantity of *Azotobacter* was detected in these soils. However, relatively large amounts of *Azotobacter* were found in the cultured soddy-weakly-podzolised soils with $\text{pH}_{\text{KCl}} \geq 6,0$.

In non-cultured soddy-podzolic soils *Azotobacter* was found quite rarely.

In the deep horizons of the soddy-podzolic soils (A_2B , B , BC) the most unfavourable inhabitation conditions for *Azotobacter* were detected in the A_2B horizon.

The regularities of the occurrence of thermophilic nitrogen-fixing bacilli *Thermobacillus azotofigens* and aerobic cellulose-destroying microorganisms in the profile of soddy-podzolic soils proved to be, on the whole, almost identical with those of the *Azotobacter*.

Concerning *Clostridium Pasteurianum* being revealed in all analysed soil samples, a certain tendency to an increase of the quantity of this bacterium in cultured soddy-podzolic soils was detected.

The greatest amounts of this microorganism were found in the humus horizon at a depth of 25 cm. Among the objects studied here the *Clostridium Pasteurianum* proved to be the most tolerant microorganism in respect to unfavourable soil conditions.

Academy of Sciences of the Estonian S.S.R.,
Institute of Experimental Biology

Received
Aug. 15th, 1963