
Egļu sakņu rizosfēras mikrofloras antagonisms pret *Heterobasidion annosum*

T. Gaitnieks^{1*}, N. Arhipova¹, V. Nikolajeva², L. Vulfa², I. Balašova²

Gaitnieks, T., Arhipova, N., Nikolajeva, V., Vulfa, L., Balašova, I. (2009).
Antagonism of microflora of spruce rhizosphere against *Heterobasidion annosum*. Mežzinātne / Forest Science 19(52): 91-108.

Kopsavilkums: Sakņu piepes *Heterobasidion annosum* izplatību ietekmē augsne, jo īpaši sakņu rizosfēras mikroflora. Pret *H. annosum* antagonistisku mikroorganismu trūkums augsnē veicina skujkoku sakņu infekciju ar šo patogēnu. Īpaši apdraudētas ir egļu kultūras, kas ierīkotas bijušajās lauksaimniecības zemēs. Mūsu darba mērķis bija pārbaudīt egļu sakņu rizosfēras mikrofloras antagonismu pret *H. annosum*. Empīriskais materiāls ievākts 19 objektos: 11 meža un 8 lauksaimniecības zemēs 10-11 un 20-23-gadīgās egļu audzēs. Mikrofloras raksturošanai izmantotas atšķaidījuma un augšnes pīciņu apauguma metodes, bet antagonisma pārbaudei – modificēta K. Mankas metode.

Salīdzinot lauksaimniecības un meža zemēs ierīkotās 10 un 20-gadīgās egļu kultūras, konstatēts, ka lauksaimniecības zemēs egļu sakņu rizosfērā ir būtiski lielāks baktēriju skaits: $(1,3 \pm 0,5) \times 10^5$ – 10-gadīgo un $(1,7 \pm 0,2) \times 10^5$ – 20-gadīgo egļu rizosfērā lauksaimniecības zemēs, bet $(0,3 \pm 0,1) \times 10^5$ – 10-gadīgo un $(0,6 \pm 0,2) \times 10^5$ – 20-gadīgo egļu rizosfērā meža zemēs ($P < 0,05$). Meža zemēs 10-gadīgo egļu rizosfērā ir būtiski lielāks aktinomicētu skaits ($(4,7 \pm 1,4) \times 10^3$) nekā lauksaimniecības zemēs ($(2,2 \pm 0,3) \times 10^3$) ($P < 0,05$).

Meža zemēs egļu sakņu rizosfērā konstatēta lielāka mikroskopisko sēņu daudzveidība salīdzinājumā ar lauksaimniecības zemēm. *Trichoderma* spp. daudzums ir būtiski mazāks 20-gadīgo egļu rizosfērā salīdzinājumā ar 10-gadīgo egļu rizosfēru gan bijušajās lauksaimniecības, gan meža zemēs ($P < 0,05$). Pārējo dominējošo sēņu ģinšu (*Penicillium*, *Mortierella*, *Mucor*, *Cladosporium* un *Verticillium*) daudzums būtiski neatšķiras ($P > 0,05$).

Meža zemēs 69% no egļu sakņu rizosfēras izdalītajām sēnēm uzrādīja stipru vai ļoti stipru antagonismu pret *H. annosum* S grupu un 62% – pret *H. annosum* P grupu, bet lauksaimniecības zemēs stipru vai ļoti stipru antagonismu pret *H. annosum* S grupu uzrādīja 31% izdalīto sēņu un 13% – pret *H. annosum* P grupu. Stipru antagonismu pret *H. annosum* uzrādīja *Trichoderma*, *Mortierella*, *Penicillium*, *Verticillium*, *Arthrobotrys*, *Dicoccum*, *Mycogone* ģints sēnes un *Streptomyces* ģints baktērijas. Egļu sakņu rizosfēras mikrofloras kopējais antagonisms ir izteiktāks pret *H. annosum* P grupu.

Nozīmīgākie vārdi: sakņu trupe, *Heterobasidion annosum*, parastā egle, augšnes mikroflora, antagonisms, rizosfēra.

¹ LVMI "Silava", Rīgas iela 111, Salaspils, LV-2169, Latvija; e-pasts: talis.gaitnieks@silava.lv

² LU Bioloģijas fakultāte, Kronvalda bulv. 4, Rīga, LV-1586, Latvija

...

Gaitnieks, T., Arhipova, N., LSFRI "Silava", Nikolajeva, V., Vulfa, L., Balašova, I., University of Latvia, Faculty of Biology. **Antagonism of microflora of spruce rhizosphere against *Heterobasidion annosum*.**

Abstract: Microflora of spruce rhizosphere influences *Heterobasidion annosum* distribution within spruce stand. If there are not antagonistic microorganisms into the soil, the infection rate with *H. annosum* via root-root contacts significantly increases and pure spruce culture planted on the former agricultural lands are in really high infection risk. The main aim of our work was to investigate antagonism of rhizosphere microflora of spruce against *H. annosum*. Empirical material was collected in 19 spruce stands: 11 on forest soils and 8 on former agricultural lands in two age groups: 10-11 and 20-23 years old spruce stands. Dilution and soil clots' overgrowth methods were used to estimate the plate counts of bacteria, including actinomycetes, and microscopic fungi in soil. Antagonism was estimated using Manka's modified method.

Number of bacteria in samples, which were taken in agricultural lands ($(1.3 \pm 0.5) \times 10^5$ – in rhizosphere of 10 years old spruce and $(1.7 \pm 0.2) \times 10^5$ – in rhizosphere of 20 years old spruce) was significantly higher in comparison with forest soils ($(0.3 \pm 0.06) \times 10^5$ – in rhizosphere of 10 years old spruce and $(0.6 \pm 0.2) \times 10^5$ – in rhizosphere of 20 years old spruce) ($P < 0.05$).

Number of actinomycetes in samples, which was taken from rhizosphere of 10 years old spruces on forest soils ($(4.7 \pm 1.4) \times 10^3$), was significantly higher than in rhizosphere of similar age spruce on former agricultural lands ($(2.2 \pm 0.3) \times 10^3$) ($P < 0.05$).

Community of microscopic soil fungi was more diverse in rhizosphere of spruce on forest soils in comparison with rhizosphere of spruce on former agricultural lands. *Trichoderma* spp. was significantly more distributed in rhizosphere of 10 years old spruce than in rhizosphere of 20 years old spruce both on former agricultural and forest soils ($P < 0.05$). There were not any significant differences between distribution of other dominant fungal taxa (*Penicillium*, *Mortierella*, *Mucor*, *Cladosporium* and *Verticillium*) ($P > 0.05$).

Amount of fungal strains, isolated from rhizosphere of spruce growing on forest soils, which showed strong or very strong antagonism against *H. annosum*, are 69% (against S group) and 62% (against P group), but amount of fungal strains, isolated from rhizosphere of spruce growing on former agricultural soils, which showed strong or very strong antagonism against *H. annosum*, are 31% (against S group) and 13% (against P group). Strains of *Trichoderma*, *Mortierella*, *Penicillium*, *Verticillium*, *Arthrobotrys*, *Dicoccum*, *Mycogone* spp. and *Streptomyces* spp. showed strong antagonisms against *Heterobasidion annosum*. Antagonism of rhizosphere microflora complex was stronger against *H. annosum* P group.

Key words: root rot, *Heterobasidion annosum*, Norway spruce, soil microflora, antagonism, rhizosphere.

...

Гайтниека Т., Архипова Н., ЛГИАН «Силава», Николаева В., Вулфа Л., Балашова

И., Латвийский университет. **Антагонизм ризосферной микрофлоры ели против *Heterobasidion annosum*.**

Резюме: На распространение корневой губки *Heterobasidion annosum* влияют почвенные условия, особенно микрофлора корневой ризосферы. Отсутствие в почве антагонистических к *H. annosum* микроорганизмов способствует заражению деревьев хвойных пород корневой губкой – особенно еловых культур, произрастающих на бывших сельскохозяйственных землях.

Цель данного исследования – проверить антагонизм микрофлоры корневой ризосферы ели против *H. annosum*. Эмпирический материал собран в 19 объектах, в 10-11 и 20-23 летних еловых насаждениях – 11 из которых произрастали на лесных, а 8 – на сельскохозяйственных землях. Для характеристики микрофлоры использованы метод растворов и метод обростания почвенных комочков. При проверке антагонизма использован модифицированный метод К. Манка.

Сравнивая 10 и 20-летние еловые культуры, заложенные на сельскохозяйственных и лесных землях, установлено, что корневая ризосфера ели на сельскохозяйственных землях содержит существенно больше бактерий ($(1,3 \pm 0,5) \times 10^5$ – в ризосфере ели в 10-летних насаждениях и $(1,7 \pm 0,2) \times 10^5$ – в ризосфере ели в 20-летних насаждениях), чем ризосфера ели на лесных землях ($(0,3 \pm 0,06) \times 10^5$ – в ризосфере ели в 10-летних насаждениях и $(0,6 \pm 0,2) \times 10^5$ – в ризосфере ели в 20-летних насаждениях) ($P < 0,05$). В 10-летних насаждениях ризосфера ели на лесных землях содержит существенно больше актиномицет ($(4,7 \pm 1,4) \times 10^3$) по сравнению с ризосферой ели на сельскохозяйственных землях в таком же возрасте ($(2,2 \pm 0,3) \times 10^3$) ($P < 0,05$).

В корневой ризосфере ели на лесных землях установлено большее многообразие микроскопических грибов, чем у ели на сельскохозяйственных землях. Количество *Trichoderma* spp. в ризосфере ели в 20-летних насаждениях существенно меньше по сравнению с ризосферой ели в 10-летних насаждениях, произрастающих как на сельскохозяйственных, так и на лесных землях ($P < 0,05$). Количество остальных родов доминирующих грибов (*Penicillium*, *Mortierella*, *Mucor*, *Cladosporium* и *Verticillium*) существенных различий не имеют ($P > 0,05$).

На лесных землях 69% выделенных из корневой ризосферы ели грибов проявили сильный или очень сильный антагонизм против *H. annosum* группы S и 62% – против *H. annosum* группы P, а на сельскохозяйственных землях сильный и очень сильный антагонизм против *H. annosum* группы S проявили 31% выделенных грибов, а против *H. annosum* группы P – 13% грибов. Сильный антагонизм против *H. annosum* проявили грибы рода *Trichoderma*, *Mortierella*, *Penicillium*, *Verticillium*, *Arthrobotrys*, *Dicoccum*, *Mycogone*, а также бактерии рода *Streptomyces*. Общий антагонизм микрофлоры корневой ризосферы ели особенно ярко проявился против *H. annosum* группы P.

Ключевые слова: корневая губка, ель обыкновенная, микрофлора почвы, антагонизм, ризосфера.

Ievads

Viena no bīstamākajām kokaugu slimībām ir sakņu trupe, ko izraisa sēņu komplekss *Heterobasidion* spp. jeb sakņu piepe. Latvijā šo kompleksu pārstāv divas sugas: *Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen (S grupa) un *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. s.s. (P grupa). Īpaši bīstama šī slimība ir egļu audzēs, jo trupe stumbrā var izplatīties līdz 12 metru augstumam (Woodward et al., 1998). LVMI Silava veiktajos pētījumos konstatēts, ka damakšņa, vēra un šaurlapju āreņa meža tipos 81-86 gadus vecu egļu stumbros sakņu trupe izplatās vidēji līdz 6,9 m augstumam.

Heterobasidion spp. izraisītā sakņu trupe īpaši apdraud skujkoku plantācijas, kas ierīkotas nemeža zemēs (Graber, 1996; Rennerfelt, 1946; Rishbeth, 1949, 1957; Rohmeder, 1937; Werner, 1971). Slimības sastopamība bijušajās lauksaimniecības zemēs var būt saistīta ar augšnes īpašībām, kas veicina patogēna attīstību, piemēram, augsts augšnes pH (Maraite, Meyer, 1966; Rishbeth, 1951; Werner, 1971). Iespējams, ka augšnes mikroflorā ir maz *Heterobasidion annosum* antagonistu un konkurentu (Ma'nka, Lakomy, 1995; Rishbeth, 1949, 1951; Sierota, Kwa'sna, 1998). Slimības attīstību veicinoši faktori var būt arī nesabalansēts barības vielu saturs (Rennerfelt, 1946), augšnes sablīvēšanās (Анхудинов, 1950) un ektomikorizas sēņu trūkums (Lange, 1993), tomēr faktori, kas ietekmē sēnes *H. annosum* aktivitāti un koku rezistenci, ir grūti atšķirami (Piri, 2003).

Nozīmīgākajos sakņu piepes biotopos – celmos un saknēs, kā arī meža augsnēs ir pārstāvēti *Heterobasidion annosum* antagonisti. Veselo koku rizosfērā un rizoplānā sastopamie antagonisti veicina koku aizsardzību pret *H. annosum* (Ханко,

М., Ханко, С. 1982).

Daudzās valstīs tiek meklēti mikroorganismu celmi no dažādām ekoloģiskajām grupām, ieskaitot rizosfēras mikroorganismus, mikorizas un koksni noārdošas sēnes, kas uzrāda antagonismu pret *Heterobasidion annosum* (Maier et al., 2004, Woodward et al., 1998; Ханко, М., Ханко, С. 1982).

H. Ciha (Zycha) uzskata, ka koku inficēšanās procesā ar *Heterobasidion annosum* liela nozīme ir konkurencei ar augsnē un koksnē dzīvojošiem mikroorganismiem – baktērijām un sēnēm. Audžu izcelsme, augšanas apstākļi un citi mežsaimnieciskie un ekoloģiskie faktori netieši veicina slimības attīstību – ietekmējot sēņu un baktēriju populācijas (Zycha, Dimitri, Kliefoth, 1970).

Ja augsnē nav efektīvu antagonistu, *Heterobasidion annosum* micēlijs no slimajām saknēm vieglāk inficē veselās, turklāt veselās saknes var inficēties ar šīs sēnes sporām, kas, piemēram, ar lietus ūdeni ieskalojas augsnē. Tātad, meklējot antagonistus starp koksni noārdošajām sēnēm, ļoti svarīgi atrast aktīvus antagonistus arī augsnē sastopamo sēņu vidū.

G. Šlenkers (Schlenker) ir secinājis – acidofilajām mikorizas sēnēm var būt aizsargfunkcija pret sakņu piepi skābās meža augsnēs, bet bāziskās – neviena no izolētajām un izpētītajām mikorizas sēnēm neuzrāda pietiekamu antagonistisku efektu pret *Heterobasidion annosum* (Schlenker, 1976).

Sakņu trapes attīstība priežu audzēs konstatēta jau no 4-6 gadu vecuma. Tādēļ lietderīga būtu profilaktisko pasākumu veikšana jau pirmajos gados pēc stādīšanas, īpaši, ja apmežošana izdarīta sanitārās cirtes vietā. Celmu apstrāde ar *Phlebiopsis gigantea* nepasargā jaunus stādus no inficēšanās ar sakņu piepi, ja *Heterobasidion*

annosum sastopama augsnē. Tādēļ stādu rizosfērā vajadzētu meklēt sēnes – dabiskos antagonistus, kas nepieļautu stādu inficēšanos ar sakņu piepi (Хансо, М., Хансо, С. 1982).

Jau tagad praksē pret dažiem patogēniem izmanto to parazītus, antagonistus (kas izdala citu mikroorganismu augšanu inhibējošas vielas) un konkurentus. Piemēram, *Trichoderma* spp., kas ir citu sēņu parazīti, antagonisti un konkurenti, lieto pret tādiem augu sakņu slimību izraisītājiem kā *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Sclerotium rolfii*. *Trichoderma* sp. preparātu – „Trihodermins” – ražo arī Latvijā. Fluorescējošas *Pseudomonas*, kuru fluorescences pigments inhibē citu mikroorganismu augšanu, izmanto pret *Rhizoctonia solani*, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, *Pythium* spp., *Fusarium oxysporum*, *Ralstonia solanacearum*, *Sclerotium rolfii*, iestrādājot blīvu baktēriju suspensiju augsnē, lai baktērijas nokļūtu augu rizosfērā. Ja izdotos atrast mikroorganismu celmus, kas būtu efektīvi antagonisti pret *Heterobasidion annosum*, tad, stimulējot šo mikroorganismu attīstību (arī mākslīgi tos ienesot augsnē), būtu iespējams samazināt augu inficēšanos ar sakņu piepi (Baker, Cook, 1974; Dinakaran, Arjunan, 1999; Papavizas, 1985).

Mūsu darba mērķis – raksturot egļu sakņu rizosfēras mikrofloru, kā arī noskaidrot antagonismu starp *Heterobasidion annosum* un rizosfēras mikrofloru.

Materiāli un metodika

Empīriskais materiāls ievākts Iecavas, Sidrabenes, Bikstu, Kalsnavas, Tukuma, Lielupes, Daugmales, Ropažu un Suntažu mežniecībā (1. tabula).

Kopumā apsektas 19 egļu audzes: 8 objekti lauksaimniecības zemēs ierīkotajās

egļu kultūrās un 11 objekti egļu stādījumos meža zemēs. Dati ievākti 10-12, kā arī 20-23-gadīgās egļu audzēs; 10-12 gadus vecās audzēs izvēlēti 9 objekti (4 objekti – lauksaimniecības zemēs un 5 – meža zemēs), bet 20-23 gadus vecās audzēs – 10 objekti (4 objekti – lauksaimniecības zemēs un 6 – meža zemēs). Apsektās mežaudzes pārstāv Dm, Vr, As, Kp, Ks, Gr un Ap meža tipus. Visos objektos ievākti augsnes paraugi mikrobioloģiskai analīzei.

Egļu sakņu rizosfēras mikrofloras raksturošana Aktinomicētu, baktēriju un mikroskopisko sēņu daudzuma noteikšana, izmantojot atšķaidījumu metodi

Katrā parauglaukumā 3 vietās ievākti augsnes paraugi 5-10 cm dziļumā, tuvu egļu saknēm (egļu rizosfērā). Sagatavota augsnes suspensija – 10 g augsnes uz 90 ml destilēta ūdens (30 min. uz kratītāja). Tad pēc vispār pieņemtās metodikas sagatavotas atšķaidījumu sērijas: atšķaidījums $1:10^5$ pa 0,2 ml uzsēts uz Petri platēm ar glicerīna – arginīna barotni (aktinomicētēm), Torntona barotni (baktēriju kopskaitam) un atšķaidījums $1:10^3$ – uz iesala barotnes (sēnēm). Katram variantam veikti 3 atkārtojumi. Baktērijas un aktinomicētes kultivētas 20-24°C temperatūrā, kolonijas skaita 7.-15. dienās. Sēņu inkubācijas laiks – 3 diennaktis istabas temperatūrā (20-22°C), pēc tam izdarīta izaugušo koloniju uzskaitē.

Torntona barotne: K_2HPO_4 – 1 g; $MgSO_4$ – 0,2 g; $CaCl_2$ – 0,1 g; NaCl – 0,1 g; $FeCl_3$ – 0,01 g; KNO_3 – 0,5 g; asparagīns – 0,5 g; mannīts – 1,0 g; agars – 12 g; destilēts ūdens – 1000 ml.

Glicerīna-arginīna barotne: glicerīns – 12,5 g; arginīns – 1 g; K_2HPO_4 – 1 g; NaCl – 1 g; $MgSO_4$ – 0,5 g; $FeSO_4$ – 0,01 g; $CuSO_4$ – 0,01 g; $MnSO_4$ – 0,01 g; $ZnSO_4$ – 0,01 g; agars – 12 g;

1. tabula, Table 1

Pētījumu objektu raksturojums

Sample plot parameters

Nr. No.	Objekts Sample plot	Kvartāls/nogabals vai/un vietas nosaukums Forest district/plot or/and place name	Meža tips Forest type	Vecums Stand age
Lauksaimniecības zemes / Former agriculture lands				
1	Iecava 1	"Medņi"	Vr	10
2	Iecava 2	"Gaiļi"	Gr	11
3	Iecava 3	"Skujenieki"	Gr	11
4	Biksti	1 kv. 17 nog. "Truši"	Dm	10
5	Jaunpils	8 kv. 9 nog.	Vr	20
6	Garoza 1	147 kv. 18 nog.	Vr	20
7	Ropaži 2	467 kv. 13 nog.	As	23
8	Ropaži 3	497 kv. 15 nog.	Dm	23
Meža zemes / Forest lands				
9	Kalsnava 1	169 kv. 6 nog.	Dm	10
10	Kalsnava 2	128 kv. 5 nog.	As	20
11	Kalsnava 3	136 kv. 11 nog.	Kp	10
12	Kalsnava 4	112 kv. 9 nog.	As	20
13	Kalsnava 5	125 kv. 6 nog.	As	20
14	Kalsnava 6	169 kv. 1 nog.	Ks	10
15	Garoza 2	155 kv. 6 nog.	Vr	20
16	Dzelzāmurs 1	314 kv. 10 nog.	Dm	12
17	Dzelzāmurs 2	337 kv. 18 nog.	Ap	10
18	Ropaži 1	439 kv. 2 nog.	As	20
19	Suntaži	152 kv. 14 nog.	Dm	20

destilēts ūdens – 1000 ml.

Iesala barotne: iesala ekstrakts – 15 g, agars – 20 g, destilēts ūdens – 1000 ml.

Aprēķina aktinomicētu, baktēriju kopskaita un mikroskopisko sēņu kvv (kolonijas veidojošās vienības) skaitu 1 g augsnes (Alef, Nannipiri, 1988; Dhingra, Sinclair, 1985; Семенов, 1990). Sēņu dominējošās ģintis nosaka, izmantojot Leica DM4000B mikroskopu ar 100-200 reizu palielinājumu (Barnett, Hunter, 1972; Литвинов, 1967).

Aktinomicētu sastopamības novērtējums augsnē un rizosfērā, izmantojot apauguma metodi

Petri platēs ar glicerīna – arginīna barotni ievietotas: 1) 10 no egļu sakņu rizosfēras paņemtas augsnes piciņas, 2) 10 egļu sakņu aptuveni vienāda lieluma (4-5 mm) gabaliņi, kam nopurināta augsne.

Kultivētas termostatā 20-24°C temperatūrā, pēc 7-15 inkubācijas dienām noteikts, ap cik piciņām vai sakņu gabaliņiem izaugušas aktinomicētu kolonijas.

No vienā parauglukumā 5 vietās

ievāktajiem rizosfēras augšnes paraugiem izmantotas 5 plates $\times$ 10 augšnes piciņas un 5 plates $\times$ 10 sakņu gabaliņi (Alef, Nannipiri, 1988).

Celulozi noārdošās mikrofloras novērtējums

Augsnes bioloģiskās aktivitātes (potenciālā mikroflora) novērtēšanai raksturota celulozi noārdošā mikroflora, izmantojot I. Zaharova ieteikto metodi. Augsne no egles rizosfēras samitrināta ar sterilizētu ūdeni un mazās piciņās pārnesta uz Petri platēm (barotnei virsū uzlikti filtrpapīra gabaliņi 7 cm diametrā). Izmantotas 2 barotnes:

Častuhina barotne (mikroskopisko sēņu izdalīšanai): $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 0,75 g; KH_2PO_4 – 0,5 g; MgSO_4 – 0,25 g; FeSO_4 – 0,01 g; MnSO_4 – 0,01 g; agars – 20 g; destilēts ūdens – 1000 ml;

Kadota barotne (baktēriju izdalīšanai): NaNO_3 – 0,5 g; K_2HPO_4 – 1 g; MgSO_4 – 0,5 g; FeSO_4 – 0,01 g; agars – 20 g; destilēts ūdens – 1000 ml.

Katram variantam veikti 3 atkārtojumi (Захаров, 1978). Petri plates 10 dienas inkubētas termostatā 26-28°C temperatūrā. Rezultāti izteikti procentos – apaugušo piciņu skaits/25 $\cdot$ 100%.

Egļu sakņu rizosfēras mikrofloras antagonisma pārbaude pret *Heterobasidion annosum*

Egļu sakņu rizosfēras un rizoplānas mikrofloras ietekme uz *H. annosum* augšanu. Izvēlētas *Heterobasidion annosum* testkultūras: Rb175 (S grupa) un 358 (P grupa) (testkultūras iegūtas Zviedrijas Lauksaimniecības universitātē Upsalā), to kultivēšanai izmantots iesala agars. Testkultūrām vienmēr jābūt viena vecuma. Testkultūra (*H. annosum* sporu suspensija) uzsēta uz barotnes Petri platē, vienlaicīgi uz plates

novietots pārbaudāmais, iespējams, antagonistiskais materiāls: Petri platē uzsētajam *H. annosum* uzliek 5 vienāda lieluma sakņu gabaliņus (ar visu augsni). Inkubē 10-15 dienas termostatā 19-20°C temperatūrā. Sakņu rizosfēras un rizoplānas mikroorganismu ietekmes uz *H. annosum* attīstību novērtēšanai izmantota modificēta L. Vulfas (LU Bioloģijas fakultāte) ieteiktā metodika: ar Leica mikroskopu (100 $\times$ palielinājums) pārbauda – cik *H. annosum* konīdiju ir uz Petri plates. Ja to ir vairāk nekā 75% no Petri plates virsmas, tad antagonisma nav, ja 50% – mikrofloras antagonisms ir vājš, ja mazāk par 25% – mikrofloras antagonisms ir stiprs un ja *H. annosum* konīdijas nav konstatētas – mikrofloras antagonisms ir ļoti stiprs.

No egļu sakņu rizosfēras izdalīto mikroskopisko sēņu antagonisma pārbaude pret *Heterobasidion annosum*

Uz iesala barotnes Petri platē novieto agara bloku ar *H. annosum* kultūru (7 dienas veca, izaudzēta uz iesala agara) un izvēlētas mikroskopiskās sēnes kultūras bloku (sēnes izdalītas no egļu rizosfēras un audzētas tirkultūrā 6 dienas uz iesala barotnes). Inkubē 19°C temperatūrā 10 dienas, regulāri pārbaudot attiecības starp abām sēnēm, kas no bloka pāriet un turpina augt uz barotnes Petri platē.

Antagonisms noteikts, pamatojoties uz K. Mankas metodes (Ханко, М., Ханко, С., 1982): ļoti stiprs antagonisms – sēne uzaug *H. annosum* micēlijam virsū un pilnīgi to iznīcina; antagonisms nav konstatēts – *H. annosum* micēlijs uzaug virsū analizējamai sēnei; stiprs antagonisms – veidojas sterila zona – sterilās zonas platums starp analizējamo sēnes un *H. annosum* micēliju liecina par antagonisma stiprumu, tas ir, jo plātāka sterilā josla, jo izteiktāks ir antagonisms; ja

antagonisms vājš – *H. annosum* micēlijs sāk augt uz analizējamās sēnes micēlija, veidojot antagonisma zonu – micēlija uzbiezinājumu (Dhingra, Sinclair, 1985; Хансо, М., Хансо, С., 1982).

Rezultāti un diskusija

Sakņu rizosfēras mikrofloras salīdzinājums lauksaimniecības un meža zemēs

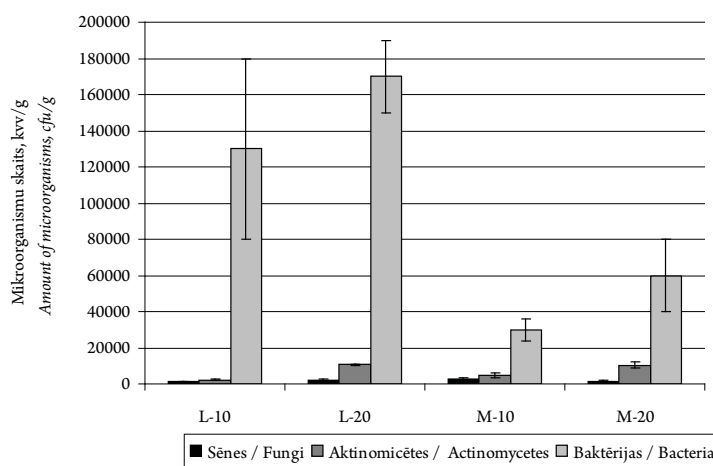
Novērtējot egļu rizosfēras mikrofloru lauksaimniecības un meža zemēs, analizēti 19 augšnes vidējie paraugi (8 lauksaimniecības zemēs un 11 līdzīga vecuma egļu audzēs meža zemēs). Analizētās egļu audzes pēc vecuma iedalītas: 10-11-gadīgās (4 no tām lauksaimniecības zemēs un 5 meža zemēs) un 20-23-gadīgās (4 lauksaimniecības zemēs un 6 meža zemēs). Kontrolei izvēlētas līdzīga vecuma meža zemes (2. tabula).

Analizējot vidējos rādītājus, secināts, ka mikroskopisko sēņu skaits lauksaimniecības zemēs ($(1,2 \pm 0,3) \times 10^3$ – 10-gadīgo un $(1,9 \pm 0,5) \times 10^3$ – 20-gadīgo egļu sakņu rizosfērā) un meža zemēs ($(2,4 \pm 0,9) \times 10^3$ – 10-gadīgo un $(1,4 \pm 0,3) \times 10^3$ – 20-gadīgo egļu sakņu rizosfērā) būtiski neatšķiras

($P > 0,05$). Līdzīgi rezultāti iegūti arī iepriekšējos pētījumos 2004. gadā (Arhipova et al., 2008). Audžu vecums arī būtiski neietekmē sēņu daudzumu egļu rizosfērā ($P > 0,05$) (1. attēls).

Aktinomicētu daudzums lauksaimniecības zemēs ($(2,2 \pm 0,3) \times 10^3$) ir būtiski mazāks nekā meža zemēs ($(4,7 \pm 1,4) \times 10^3$) 10-gadīgo egļu rizosfērā ($P < 0,05$), bet būtiski neatšķiras 20-gadīgās audzēs ($(10,8 \pm 3,3) \times 10^3$ lauksaimniecības zemēs un $(10,3 \pm 1,7) \times 10^3$ meža zemēs) ($P > 0,05$). Aktinomicētu skaits 20-gadīgo egļu rizosfērā ir lielāks nekā 10-gadīgo egļu rizosfērā abos variantos (gan lauksaimniecības, gan meža zemēs) ($P < 0,05$) (1. attēls).

Baktēriju daudzums lauksaimniecības zemēs ($(1,3 \pm 0,5) \times 10^5$ – 10-gadīgo egļu rizosfērā un $(1,7 \pm 0,2) \times 10^5$ – 20-gadīgo egļu rizosfērā) ir būtiski lielāks nekā meža zemēs ($(0,3 \pm 0,06) \times 10^5$ – 10-gadīgo egļu rizosfērā un $(0,6 \pm 0,2) \times 10^5$ – 20-gadīgo egļu rizosfērā) ($P < 0,05$). Arī šie dati apstiprina iepriekšējos pētījumos iegūtās atziņas. Būtisku atšķirību starp 10 un 20-gadīgām audzēm, kas ierīkotas lauksaimniecības zemēs, nav ($P > 0,05$) (1. attēls). Līdzīgi arī A. Vasiljauskas secinājis, ka bijušajās lauksaimniecības



1. attēls. Mikroorganismu daudzums egļu rizosfērā lauksaimniecības un meža zemēs (L – lauksaimniecības zemes; M – meža zemes; 10 un 20 – audžu vecums).
Figure 1. Amount of microorganisms in rhizosphere of spruce on former agricultural and forest lands (L – agricultural lands, M – forest lands, 10 and 20 – stand age).

2. tabula, Table 2

Egļu rizosfēras mikrofloras daudzuma novērtējums, izmantojot atšķaidījuma metodi (kvv/g)
*Microbiological estimation of spruce microflora of spruce rhizosphere using soil dilution
plate method (cfu/g)*

Nr.p.k. No.	Objekts Sample plot	Sēnes ($\times 10^3$) Fungi	Aktinomicētes ($\times 10^3$) Actinomycetes	Baktērijas ($\times 10^5$) Bacteria
10-11 gadus vecas egļu kultūras lauksaimniecības zemēs 10-11 years old spruce stands on agricultural soil				
1	Iecava 1	1,1 $\pm$ 0,1	2,2 $\pm$ 0,6	0,8 $\pm$ 0,1
2	Iecava 2	1,0 $\pm$ 0,2	2,6 $\pm$ 0,6	2,0 $\pm$ 0,4
3	Iecava 3	0,8 $\pm$ 0,2	2,5 $\pm$ 0,4	1,7 $\pm$ 0,7
4	Biksti	1,8 $\pm$ 0,4	1,4 $\pm$ 0,3	0,6 $\pm$ 0,1
	Vidēji Average	1,2 $\pm$ 0,3	2,2 $\pm$ 0,3	1,3 $\pm$ 0,5
20-23 gadus vecas egļu kultūras lauksaimniecības zemēs 20-23 years old spruce stands on agricultural soil				
5	Jaunpils	3,2 $\pm$ 0,6	10,7 $\pm$ 2,0	1,3 $\pm$ 0,2
6	Garoza 1	1,4 $\pm$ 0,1	6,0 $\pm$ 0,7	2,2 $\pm$ 0,6
7	Ropaži 2	1,6 $\pm$ 0,3	13,7 $\pm$ 3,7	1,6 $\pm$ 0,6
8	Ropaži 3	1,5 $\pm$ 0,2	13,0 $\pm$ 2,7	1,7 $\pm$ 0,2
	Vidēji Average	1,9 $\pm$ 0,5	10,8 $\pm$ 3,3	1,7 $\pm$ 0,2
10-11 gadus vecas egļu kultūras meža zemēs 10-11 years old spruce stands on forest soil				
1	Kalsnava 1	2,1 $\pm$ 0,3	5,0 $\pm$ 1,3	0,2 $\pm$ 0,01
2	Kalsnava 3	5,1 $\pm$ 0,7	3,1 $\pm$ 0,4	0,5 $\pm$ 0,03
3	Kalsnava 6	0,8 $\pm$ 0,1	9,3 $\pm$ 0,3	0,5 $\pm$ 0,05
4	Dzelzāmurs 1	2,3 $\pm$ 0,1	2,3 $\pm$ 0,3	0,2 $\pm$ 0,07
5	Dzelzāmurs 2	1,9 $\pm$ 0,2	3,7 $\pm$ 0,3	0,3 $\pm$ 0,07
	Vidēji Average	2,4 $\pm$ 0,9	4,7 $\pm$ 1,4	0,3 $\pm$ 0,06
20-23 gadus vecas egļu kultūras meža zemēs 20-23 years old spruce stands on forest soil				
6	Suntaži	1,7 $\pm$ 0,1	11,0 $\pm$ 2,3	0,3 $\pm$ 0,03
7	Garoza 2	1,3 $\pm$ 0,2	7,3 $\pm$ 1,7	1,4 $\pm$ 0,4
8	Ropaži 1	0,9 $\pm$ 0,2	13,7 $\pm$ 1,3	0,2 $\pm$ 0,04
9	Kalsnava 2	0,7 $\pm$ 0,1	9,3 $\pm$ 1,7	0,2 $\pm$ 0,03
10	Kalsnava 4	1,4 $\pm$ 0,2	15,3 $\pm$ 1,7	0,7 $\pm$ 0,1
11	Kalsnava 5	2,6 $\pm$ 0,4	5,0 $\pm$ 0,2	0,4 $\pm$ 0,1
	Vidēji Average	1,4 $\pm$ 0,3	10,3 $\pm$ 1,7	0,6 $\pm$ 0,2

zemēs būtiski lielāko mikroorganismu daļu sastāda baktērijas, tai skaitā aktinomicētes (Василяускас, 1989).

Iegūto datu precizēšanai papildus izmantota apauguma metode (Gaitnieks et al, 2004) – aktinomicētu daudzuma noteikšanai –, un I. Zaharova metode (Зархов, 1978) – celulozi noārdošo baktēriju un mikroskopisko sēņu skaita noteikšanai. Iegūtie dati apkopoti 3. tabulā.

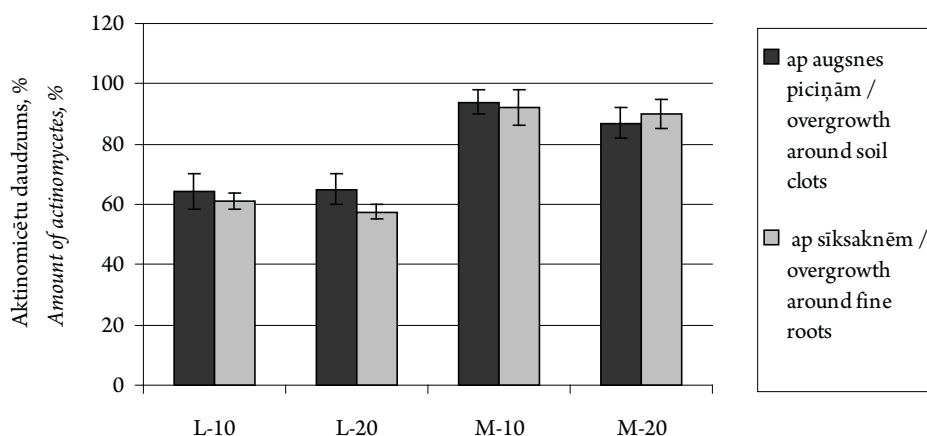
Salīdzinot streptomicētu daudzumu egļu sakņu rizosfērā lauksaimniecības un meža zemēs, secināts, ka meža zemēs streptomicētu īpatsvars (92-94% 10-gadīgo egļu rizosfērā un rizoplānā un 87-90% 20-gadīgo egļu rizosfērā un rizoplānā) ir būtiski lielāks nekā bijušajās lauksaimniecības zemēs (58-65% 10-gadīgo egļu rizosfērā un rizoplānā un 53-62% 20-gadīgo egļu rizosfērā un rizoplānā) ($P < 0,05$) (2. attēls).

Aktinomicētes, īpaši streptomicētes, ir dažādu antibiotiku producenti. Daudzām no tām ir arī ektoenzīmu sistēmas, kas spēj sadalīt proteīnus, celulozi un hitīnu, tādējādi ļaujot

noārdīt mikroskopisko sēņu šūnu apvalkus (Baker, Cook, 1974). Pārbaudot streptomicētu antagonismu pret *H. annosum*, secināts, ka vairums no tām uzrāda antagonistisku efektu (Johansson, Marklund, 1980).

Analizējot datus, kas iegūti ar I. Zaharova metodi (3. tabula), secināts, ka lauksaimniecības zemēs ierīkoto 10-gadīgo egļu kultūru rizosfērā celulozi noārdošo mikroskopisko sēņu ir būtiski mazāk ($86 \pm 8\%$) nekā meža zemju egļu rizosfērā ($100 \pm 0\%$ abu vecumu audzēs) un arī lauksaimniecības zemēs ierīkoto 20-gadīgo egļu kultūru rizosfērā ($100 \pm 0\%$) ($P > 0,05$). 20-gadīgas kultūras egļu rizosfērā celulozi noārdošo sēņu daudzums būtiski neatšķiras no meža audzes egļu rizosfēras ($P > 0,05$).

Celulozi noārdošo baktēriju daudzums (3. tabula) būtiski lielāks ir lauksaimniecības zemēs ierīkoto audžu sakņu rizosfērā ($93,0 \pm 3,0\%$ 10-gadīgo egļu rizosfērā un $71,0 \pm 9,0\%$ 20-gadīgo egļu rizosfērā) nekā egļu audzēs meža zemēs ($49,2 \pm 16,0\%$ 10-gadīgo egļu rizosfērā



2. attēls. Aktinomicētu daudzums egļu rizosfērā lauksaimniecības un meža zemēs (L – lauksaimniecības zemes; M – meža zemes; 10 un 20 – audžu vecums).

Figure 2. Amount of actinomycetes in rhizosphere of spruce on former agricultural and forest lands (L – agricultural lands, M – forest lands, 10 and 20 – stand age).

3. tabula, Table 3

Aktinomicētu, baktēriju kopskaits un mikroskopisko sēņu sastopamība 10 un 20-gadīgo egļu sakņu rizosfērā lauksaimniecības un meža zemēs

Distribution of actinomycetes, bacteria and microscopic fungi in rhizosphere of 10 and 20 years old spruce on former agricultural and forest lands

Objekts Sample plot	Apauguma metode Overgrowth method		Zaharova metode Zaharova method	
	Aktinomicētes ap augšnes piciņām Actinomycetes overgrow soil clots %	Aktinomicētes ap sīksaknēm Actinomycetes overgrow fine roots %	Baktērijas ap augšnes piciņām uz Kadota barotnes Bacteria overgrow soil clots on Kadota agar %	Sēnes ap augšnes piciņām uz Častuhina barotnes Fungi overgrow soil clots on Chastuhina agar %
10-11 gadus vecas egļu kultūras lauksaimniecības zemēs 10-11 years old spruce stands on agricultural soils				
Iecava 1	57	60	88	76
Iecava 2	80	67	100	100
Iecava 3	57	60	92	68
Biksti	63	57	92	100
10-11 gadus vecas egļu audzes meža zemēs 10-11 years old spruce stands on forest soils				
Kalsnava 1	100	100	90	100
Kalsnava 3	100	100	48	100
Kalsnava 6	100	100	8	100
Dzelzāmurs 1	80	70	12	100
Dzelzāmurs 2	90	90	88	100
20-23 gadus vecas egļu kultūras lauksaimniecības zemēs 20-23 years old spruce stands on agricultural soils				
Jaunpils	50	60	76	100
Garoza 1	70	60	84	100
Ropaži 2	70	60	48	100
Ropaži 3	70	50	76	100
20-23 gadus vecas egļu kultūras meža zemēs 20-23 years old spruce stands on forest soils				
Suntaži	90	100	100	100
Garoza 2	90	90	36	100
Ropaži 1	70	70	4	100
Kalsnava 2	90	90	0	100
Kalsnava 4	80	90	20	100
Kalsnava 5	100	100	36	100

un $32,7 \pm 16,7\%$ 20-gadīgo egļu rizosfērā) ($P < 0,05$).

Egļu rizosfērā dominējošās sēņu ģintis lauksaimniecības un meža zemēs

Analizējot mikroskopisko sēņu daudzveidību, secināts, ka 20-gadīgu egļu rizosfērā *Trichoderma* spp. īpatsvars ir būtiski mazāks salīdzinājumā ar 10-gadīgu egļu rizosfēru gan bijušajās lauksaimniecības, gan meža zemēs. Visās audzēs būtiski neatšķiras *Penicillium*, *Mortierella*, *Mucor*, *Cladosporium*, *Verticillium* un *Botrytis* ģinšu sēņu daudzums (3. attēls). Tikai lauksaimniecības zemēs augošo egļu kultūru rizosfērā konstatētas *Acremonium* ģints sēnes, arī askomicētu īpatsvars egļu rizosfērā lauksaimniecības zemēs ir krietni lielāks nekā egļu rizosfērā meža zemēs (3. attēls).

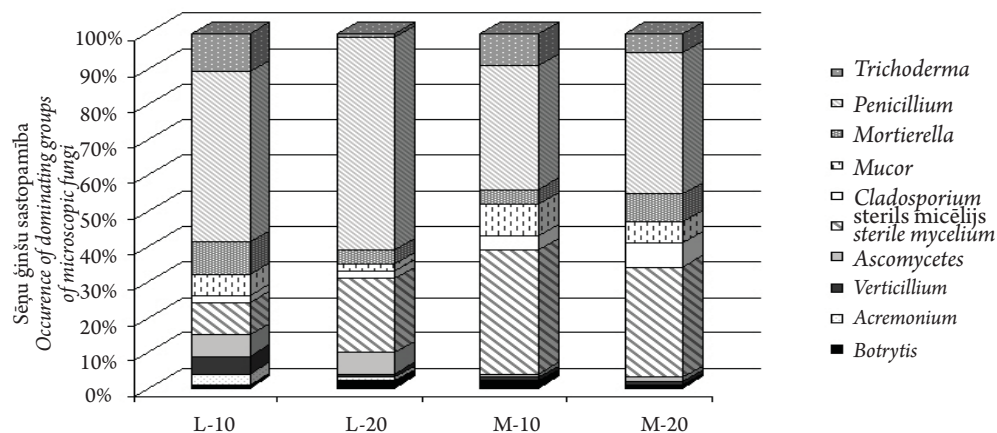
Tomēr meža zemēs sēņu ģinšu daudzveidība ir daudz lielāka. Bez iepriekš minētajām mikroskopisko sēņu ģintīm, meža zemēs augošo egļu rizosfērā konstatētas arī

tādas ģintis kā *Cephalosporium*, *Mycogone*, *Paecilomyces*, *Dactylosporium*, *Arthrobotrys*, *Dicoccum*, bet lauksaimniecības zemēs ierīkotās kultūras egļu rizosfērā – *Cephalosporium*, *Heterosporium* ģints sēnes.

Egļu rizosfēras mikrofloras antagonisms pret *Heterobasidion annosum*

Tika analizēts gan kopējais rizosfēras un rizoplānas mikroorganismu antagonisms pret *Heterobasidion annosum* (4. tabula), gan no egļu sakņu rizosfēras izdalīto atsevišķo mikroskopisko sēņu antagonisms (5. tabula).

Kā liecina iegūtie rezultāti (4. tabula), *H. annosum* antagonistiski mikroorganismi konstatēti visos analizētajos objektos. Visās augsnēs – gan lauksaimniecības, gan meža zemēs – egļu sakņu rizosfēras mikroorganismi uzrādīja ļoti stipru antagonismu pret *H. annosum* P grupu, bet mazāk izteiktu – pret S grupu. Citu autoru darbos atzīmēts, ka *H. annosum* S grupa attīstībai egles koksne ir pielāgojusies labāk nekā



3. attēls. Dominējošo sēņu ģinšu sastopamība egļu rizosfērā lauksaimniecības un meža zemēs (L – lauksaimniecības zemes; M – meža zemes; 10 un 20 – audžu vecums).

Figure 3. Occurrence of dominating groups of microscopic fungi in different types of soil (L – agricultural lands, M – forest soil, 10 and 20 – stand age).

4. tabula, Table 4

Egļu rizosfērā un rizoplānā sastopamo mikroorganismu antagonisms pret *H. annosum*
Antagonism of microorganisms of spruce rhizosphere and rhizoplane against H. annosum

Objekts Sample plot	Antagonisms Antagonism	
	<i>H. annosum</i> S grupa <i>H. annosum</i> group S	<i>H. annosum</i> P grupa <i>H. annosum</i> group P
10-11 gadus vecas egļu kultūras lauksaimniecības zemēs 10-11 years old spruce on agricultural soil		
Iecava 1	T+.*	T++
Iecava 2	T++	T++
Iecava 3	T+-	T+
Biksti	MT+	MT++
10-11 gadus vecas egļu audzes meža zemēs 10-11 years old spruce stands on forest soil		
Kalsnava 1	MT++	MT++
Kalsnava 3	MT+-	MT++
Kalsnava 6	MT++	MT++
Dzelzāmurs 1	T++	T++
Dzelzāmurs 2	MT+	MT+
20-23 gadus vecas egļu kultūras lauksaimniecības zemēs 20-23 years old spruce stands on agricultural soil		
Jaunpils	MT+	MT+
Garoza 1	MT+	MT+
Ropaži 2	MT+	MT+
Ropaži 3	MT+-	MT+
20-23 gadus vecas egļu audzes meža zemēs 20-23 years old spruce stands on forest soil		
Suntaži	MT+-	MT+
Garoza 2	+-	+-
Ropaži 1	MT+	MT++
Kalsnava 2	MT+	MT++
Kalsnava 4	MT+	MT+
Kalsnava 5	MT+	MT+

* T – *Trichoderma* spp.; M – *Mucor* spp.;

+- vājš antagonisms; *H. annosum* konidijas aizņem apmēram 50% no Petri plates laukuma;

++ ļoti stiprs antagonisms, *H. annosum* konidijas netika konstatētas visā Petri plates laukumā;

+ stiprs antagonisms, *H. annosum* konidijas aizņem apmēram 25% no Petri plates laukuma.

+- weak antagonism; *H. annosum* detected on approximately 50% area of Petri dish;

++ very strong antagonism, no *H. annosum* detected on all area of Petri dish;

+ strong antagonism, *H. annosum* detected on approximately 25% area of Petri dish.

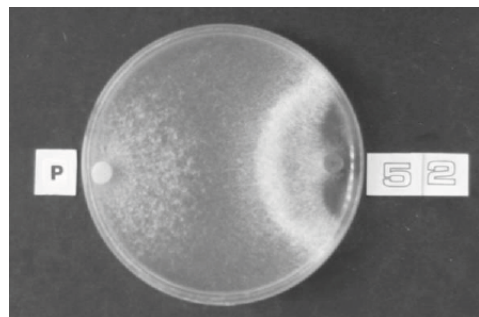
P grupu (Vasiliauskas, Stenlid, 1998). Savukārt pret *H. annosum* S grupu izteiktāku antagonismu uzrādīja 10-11-gadīgu meža zemēs augošu egļu sakņu rizosfēras mikroorganismi. Iespējams, tas saistīts ar lielāku *Trichoderma* spp. daudzumu augsnē.

Izdalītajām 39 sēnēm un 3 aktinomicētēm tika pārbaudīts antagonisms pret *H. annosum*. Rezultāti apkopoti 5. tabulā. Secināts, ka *Trichoderma* spp. visos analizētajos variantos uzrāda stipru antagonismu pret *H. annosum*, pilnīgi nomācot (inhibējot) tā attīstību. *Mucor* spp. pārsvarā neuzrāda vai uzrāda vāju antagonismu pret *H. annosum*, izņemot sēnes celmu no objekta Kalsnava 2, kas uzrādīja stipru antagonismu, īpaši pret S grupu. *Mortierella* spp. pārsvarā neuzrāda vai uzrāda vāju antagonismu pret *H. annosum*, izņemot celmus no objektiem Kalsnava 3, Kalsnava 4 un Kalsnava 5, kas uzrādīja stipru antagonismu ne tikai pret S grupu, bet arī pret P grupu. Visos analizētajos variantos konstatēts pārsvarā stiprs *Penicillium* ģints sēņu antagonisms pret *H. annosum* (4. attēls). Izdalīto aktinomicētu antagonisms pret *H. annosum* bija ļoti atšķirīgs. Vairākas sēnes, piemēram, *Dicoccum asperum* uzrādīja ļoti stipru antagonismu pret *H. annosum* S grupu, bet vāju antagonismu pret *H.*

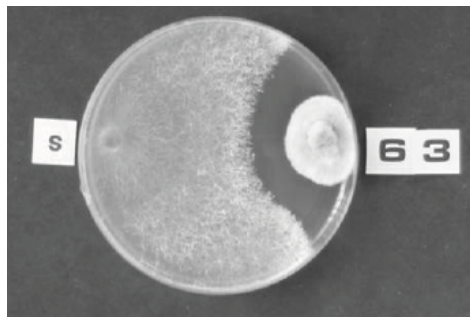
annosum P grupu (5. attēls).

Antagonismu pret *H. annosum* uzrādīja arī dažas sterilā micēlija dēļ nenoteiktās sēnes, īpaši no objektiem Kalsnava 1, Kalsnava 3 un Iecava 2.

Pēc 5. tabulas datiem secināms, ka meža zemēs egļu sakņu rizosfērā ir vairāk pret *H. annosum* agresīvu sēņu celmu nekā bijušajās lauksaimniecības zemēs ierikoto egļu kultūru sakņu rizosfērā. Lietuvā veiktajos pētījumos konstatēts, ka priežu, egļu un bērzu rizosfērā pret *H. annosum* antagonistiska mikroflora meža zemēs ir pārstāvēta vairāk nekā lauksaimniecības zemēs. Mūsu pētījumos secināts, ka meža zemēs 69% no egļu sakņu rizosfēras izdalītajām sēnēm piemīt stiprs vai ļoti stiprs antagonisms pret *H. annosum* S grupu (18 no 26 analizētajiem celmiem) un 62% – pret *H. annosum* P grupu (16 no 26 analizētajiem celmiem), bet lauksaimniecības zemēs stiprs vai ļoti stiprs antagonisms pret *H. annosum* S grupu piemīt 31% izdalīto sēņu (5 no 16 analizētajiem celmiem), bet 13% – pret *H. annosum* P grupu (2 no 16 analizētajiem celmiem). Turpmākajos pētījumos būtu īpaši skaidrojama *Trichoderma* spp. nozīme egļu sakņu aizsardzībā pret *H. annosum*.



4. attēls. *Dicoccum asperum* (S2) vājš antagonisms pret *Heterobasidion annosum* P grupu (P).
Figure 4. Weak antagonism of *Dicoccum asperum* (S2) against *Heterobasidion annosum* group P (P).



5. attēls. *Penicillium* sp. (63) antagonisms pret *Heterobasidion annosum* S grupu (S).
Figure 5. Antagonism of *Penicillium* sp. (63) against *Heterobasidion annosum* group S (S).

5. tabula, Table 5

Mikroskopisko sēņu un aktinomicētu antagonisms pret *H. annosum*
Antagonism of microscopic fungi and actinomycetes against H. annosum

Mikroorganismi Microorganisms	Objekts Sample plot	Antagonisms pret <i>H. annosum</i> Antagonism against <i>H. annosum</i>	
		S grupa Group S	P grupa Group P
<i>Trichoderma</i> spp.	Kalsnava 1	++	++
	Ropaži 1	++	++
	Kalsnava 2	++	++
	Biksti	++	++
<i>Mucor</i> spp.	Dzelzāmurs 2	-	-
	Kalsnava 5	-	-
	Kalsnava 2	+-	-
		0,3 cm*	+
	Kalsnava 6	+-	-
<i>Mortierella</i> spp. (melns micēlijs/ black mycelium)	Dzelzāmurs 2	+-	-
	Iecava 3	-	-
	Iecava 1	+-	-
<i>Mortierella</i> sp. (dzeltens micēlijs/ yellow mycelium)	Kalsnava 4	0,2 cm	0,2 cm
<i>Mortierella</i> spp. (balts micēlijs/ white mycelium)	Kalsnava 5	3,7 cm	+-
	Jaunpils	-	-
	Iecava 3	+	+-
		-	-
	Kalsnava 3	0,4 cm	0,3 cm
	Biksti	-	-
<i>Penicillium</i> spp.	Kalsnava 3	0,2 cm	+-
		+-	+
	Kalsnava 5	+	+
	Iecava 2	1,1 cm	0,1 cm
	Kalsnava 6	1,0 cm	+
<i>Botrytis</i> sp.	Garozā 1	+-	-
<i>Streptomyces</i> sp.	Garozā 2	1,4 cm	1,0 cm
<i>Verticillium</i> sp.	Garozā 2	0,2 cm	+
<i>Dactylosporium</i> sp.	Garozā 2	-	-
<i>Arthrobotrys</i> sp.	Kalsnava 5	0,5 cm	+
<i>Dicoccum asperum</i>	Dzelzāmurs 2	0,3 cm	+-
<i>Heterosporium</i> sp.	Iecava 3	-	-

Secinājumi

1. Salīdzinot lauksaimniecības un meža zemēs ierīkotās 10 un 20-gadīgās egļu kultūras, konstatēts, ka egļu sakņu rizosfērā lauksaimniecības zemēs ir būtiski lielāks ($P < 0,05$) baktēriju skaits nekā egļu rizosfērā meža zemēs.
2. Meža zemēs 10-gadīgu egļu rizosfērā aktinomicētu skaits ir būtiski lielāks nekā 10-gadīgu egļu rizosfērā lauksaimniecības zemēs ($P < 0,05$); meža zemēs egļu sakņu rizosfērā konstatēta lielāka mikroskopisko sēņu daudzveidība nekā lauksaimniecības zemēs.
3. Gan bijušajās lauksaimniecības, gan meža zemēs 20-gadīgu egļu rizosfērā *Trichoderma* spp. īpatsvars ir būtiski mazāks nekā 10-gadīgu egļu rizosfērā ($P < 0,05$). Pārējo dominējošo sēņu ģinšu (*Penicillium*, *Mortierella*, *Mucor*, *Cladosporium*, *Verticillium* un *Botrytis*) daudzums būtiski neatšķiras ($P > 0,05$).
4. Meža zemēs 69% no egļu sakņu rizosfēras izdalītajām sēnēm uzrādīja stipru vai ļoti stipru antagonismu pret *H. annosum* S grupu un 62% – pret *H. annosum* P grupu; lauksaimniecības zemēs stipru vai ļoti stipru antagonismu pret *H. annosum* S grupu uzrādīja 31% izdalīto sēņu, bet pret *H. annosum* P grupu – 13%.
5. Stipru antagonismu pret *H. annosum* uzrādīja *Trichoderma*, *Mortierella*, *Penicillium*, *Verticillium*, *Arthrobotrys*, *Dicoccum*, *Mycogone* ģints sēnes un *Streptomyces* ģints baktērijas; egļu sakņu rizosfēras mikrofloras kopējais antagonisms ir izteiktāks pret *H. annosum* P grupu.

Literatūra

- Alef, K., Nannipiri, P. (eds.) (1988). Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Acad. Press, pp. 20-100.
- Arhipova, N., Gaitnieks, T., Vulfa, L., Nikolajeva, V., Balašova, I. (2008). *Heterobasidion annosum* attīstību ietekmējošo faktoru novērtējums egļu audzēs. LLU raksti 20 (150), pp. 117-127.
- Baker, K.F., Cook, R.J. (1974). Biological control of plant pathogens. W. H. Freeman and Co., San Francisco, USA, 443 pp.
- Barnett, H.L., Hunter, B.B. (1972). Illustrated genera of imperfect fungi. Third edition. Burgess Publishing Company, pp. 53-131.
- Dhingra, O.D., Sinclair B.J. (1985). Basic plant pathology methods. CRC Press, Boca Raton, Florida, 355 pp.
- Dinakaran, D., Arjunan, G. (1999). Biocontrol agents for crop disease. Department of Crop Protection, ADAC&RI, Tiruchirappalli, pp. 1-15.
- Gaitnieks, T., Sica, L., Indriksons, A., Grantina, L. (2004). Root-rot detection in Norway spruce stands using pulsed electronic tool. In: Root and Butt Rot of Forest Trees. 11th International Conference on Root and Butt Rots. 16-22 August 2004, Poznan – Białowieża, Poland. Programme & Abstracts, p. 96. (Poster abstract).
- Grabner, D. (1996). Die Kernfäuleschäden an Fichte (*Picea abies* Karst.) in der Schweiz nördlich der Alpen: Untersuchungen über das Schadenausmass, die ökologischen, waldbaulichen und mykologischen Einflussfaktoren sowie die ökonomischen Auswirkungen. Beih. Schweiz. Z.

Forstwes., p. 283.

- Johansson, M., Marklund, E.** (1980). Antagonists of *Fomes annosus* in the rhizosphere of grey alder (*Alnus incana*) and Norway spruce (*Picea abies*). European Journal of Forest Pathology, 10, pp. 385-395.
- Maier, A., Riedlinger, J., Fiedler, H.-P., Hampp, R.** (2004). Actinomycetales bacteria from a spruce stand: characterization and effects on growth of root symbiotic and plant parasitic soil fungi in dual culture. Mycological Progress, 3(2), pp. 129-136.
- Mańka, M., Lakomy, P.** (1995). Effect of thinning in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stand growing on former arable land, on suppressiveness of soil to *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. and *Armillaria obscura* (Schaeff.) Herink. Phytopathologia Polonica, 9(21), pp. 45-51.
- Maraite, H., Meyer, J.A.** (1966). Incidence de quelques facteurs du milieu sur la pourriture rouge de l'épicéa. Bulletin de la Société Royale Forestière de Belgique, 73, pp. 493-509.
- Papavizas, G. C.** (1985). *Trichoderma* and *Gliocladium*: Biology, ecology and potential for biocontrol. Annual Review of Phytopathology, 23: 23-54.
- Piri, T.** (2003). Silvicultural control of *Heterobasidion* root rot in Norway spruce forests in southern Finland. Academic dissertation in Forest Pathology. Faculty of Agriculture and Forestry of the University of Helsinki; 1-18 pp.
- Rennerfelt, E.** (1946). Om rottrötan (*Polyporus annosus*) i Sverige. Dess utbredning och sätt att uppträda. Referat: Über die Wurzelfäule in Sweden. Ihre Verbreitung und ihr Vorkommen unter verschiedenen Verhältnissen. Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut, 35(8), pp. 1-88.
- Rishbeth, J.** (1949). *Fomes annosus* Fr. on pines in East Anglia. Forestry, 22, pp. 174-183.
- Rishbeth, J.** (1951). Observations on the biology of *Fomes annosus*, with particular reference to East Anglian pine plantations. III Natural and experimental infection of pines, and some factors affecting severity of the disease. Annals of Botany, 15, pp. 221-246.
- Rishbeth, J.** (1957). Some further observation on *Fomes annosus* Fr. Forestry, 30, pp. 69-89.
- Rohmeder, E.** (1937) Die Stammfäule (Wurzelfäule und Wundfäule) der Fichtenbestockung. Mitteilungen aus der Landesforstverwaltung Bayerns, H., 23. München, 170 pp.
- Sierota, Z., Kwaśna, H.** (1998). Changes in fungal communities in abandoned farmland soil enriched with pine sawdust. Folia Forestalia Polonica, 40, pp. 85-94.
- Schlenker, G.** (1976). Einflüsse des Standorts und der Bestandesverhältnisse auf die Rotfäule (Kernfäule) der Fichte. Forstwiss. Forschungen, 36, pp. 39-46.
- Vasiliaskas, R., Stenlid, J.** (1998). Spread of S and P group isolates of *Heterobasidion annosum* within and among *Picea abies* trees in central Lithuania. Canadian Journal of Forest Research, 28, pp. 961-966.
- Werner, H.** (1971). Untersuchungen über die Einflüsse des Standorts und der Bestandesverhältnisse auf die Rotfäule (Kernfäule) in Fichtenbeständen der Mittleren Alb. Summary: The influence of site and stand conditions on red rot (heart rot) in Norway spruce stands of the central Schwabish Alb. Mitteilungen des Vereins für Forstliche Standortskunde und

Forstpflanzenzüchtung, 20, pp. 9-49.

Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R., Hüttermann, A. (eds.) (1998). *Heterobasidion annosum*: Biology, Ecology, Impact and Control. CAB International, Wallingford, UK, 589 pp.

Zycha, H., Dimitri, L., Kliefoth, R. (1970). Ergebnis objektiver Messungen der durch *Fomes annosus* verursachten Rotfäule in Fichtenteständen. Allg. Forst. Jagdztg, 141, pp. 66-73.

Анкудинов, А. М. (1950). Усыхание сосновых культур на старых пашнях. Лесное Хозяйство, 3(9), с. 46-49.

Захаров, И. С. (1978). Образование гумусовых веществ целлюлёзоразрушающими микроорганизмами. ЩТИИНЦА, Кишинев, 116 с.

Литвинов, М. А. (1967). Определитель микроскопических почвенных грибов. Наука, с. 25-277.

Семенов, С. М. (1990). Лабораторные среды для актиномицетов и грибов. М. Агропромиздат, 240 с.

Василяускас, А. (1989). Корневая губка и устойчивость экосистем хвойных лесов. Вильнюс, 175 с.

Хансо, М., Хансо, С. (1982). Поиск антагонистов корневой губки. Лесоводственные исследования XX лесоводство. Таллин, Валгус, с. 22-30.