

PĀRSKATS

PAR MEŽA ATTĪSTĪBAS FONDA ATBALSTĪTO PĒTĪJUMU

<u>PĒTĪJUMA NOSAUKUMS:</u>	BIOLOĢISKO PREPARĀTU PIELIETOŠANA <i>HETEROBASIDION ANNOSUM</i> IZRAISĪTAS SAKŅU TRUPES IEROBEŽOŠANAI SKUJKOKU AUDZĒS
----------------------------	--

LĪGUMA NR.: 060808/S320

IZPILDES LAIKS: 06.08.2008 – 03.11.2008

IZPILDĪTĀJS: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”

PROJEKTA VADĪTĀJS Dr.silv. Tālis Gaitnieks

SATURA RĀDĪTĀJS

KOPSAVILKUMS	2
IEVADS	3
1. LITERATŪRAS APSKATS	5
1.1. Sakņu piepes <i>Heterobasidion annosum</i> bioloģija un izraisītie ekonomiskie zaudējumi	5
1.2. Lielās pergamentsēnes <i>Phlebiopsis gigantea</i> bioloģija un izmantošana <i>Heterobasidion annosum</i> izplatības ierobežošanā.....	6
1.3. Eksperimentā izmantoto koku sugu raksturojums	8
1.3.1. Veimuta priede <i>Pinus strobus</i> (L.).....	8
1.3.2. Sitkas egles <i>Picea sitchensis</i> (Bong) Carr.....	8
1.3.3. Menzīsa duglāzija <i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco.....	8
1.3.4. Klinškalnu priede <i>Pinus contorta</i> Dougl.....	9
1.3.5. Sibīrijas lapegle <i>Larix sibirica</i> Ledb.	9
1.3.6. Parastā egles <i>Picea abies</i> (L.) Karst.....	10
1.3.7. Parastā priede <i>Pinus sylvestris</i> (L.) Karst.....	10
1.4. Lielās pergamentsēnes <i>Phlebiopsis gigantea</i> un sakņu piepes <i>Heterobasidion annosum</i> augšanas ātrums dažādu koku sugu koksnē	11
2. MATERIĀLS UN METODIKA.....	12
2.1. Empīriskā materiāla ievākšanas vietas	12
2.2. Lauka darbu metodika <i>Phlebiopsis gigantea</i> izolātu ievākšanai	13
2.3. Lauka darbu metodika <i>Phlebiopsis gigantea</i> augšanas ātruma noteikšanai koksnē....	13
2.4. Laboratorijas darbu metodika <i>Phlebiopsis gigantea</i> izolātu efektivitātes novērtēšanai	17
2.5. Laboratorijas darbu metodika <i>P. gigantea</i> un <i>H. annosum</i> augšanas ātruma noteikšanai koksnē.....	22
2.6. Datu matemātiskā analīze <i>P. gigantea</i> izolātu efektivitātes novērtēšanai	24
3. REZULTĀTI UN DISKUSIJA.....	25
3.1. <i>Phlebiopsis gigantea</i> izolātu efektivitātes analīze	25
3.2. <i>P. gigantea</i> augšanas ātruma analīze	35
3.3. <i>P. gigantea</i> izolātu micēlija attīstības dinamikas novērtējums.....	38
3.4. <i>H. annosum</i> izolātu augšanas novērtējums	41
SECINĀJUMI.....	43
LITERATŪRA.....	44

KOPSAVILKUMS

Projekta nosaukums: Bioloģisko preparātu pielietošana *Heterobasidion annosum* izraisītās sakņu trapes ierobežošanai skujkoku audzēs.

Projekta vadītājs: Tālis Gaitnieks.

Galvenie izpildītāji: Kristīne Pāruma, Kristīne Kenigshalde, Barbara Stivriņa, Natālija Arhipova, Kari Korhonen.

Sakņu piepes *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. izraisītā sakņu trupe, tāpat kā Eiropā, ir viena no postošākajām skujkoku slimībām arī Latvijā. *H. annosum* rada ievērojamus zaudējumus mežsaimniecībai, izraisot koku priekšlaicīgu bojāeju. Sakņu trapes ierobežošanai Eiropā visplašāk izmanto bioloģisko preparātu „Rotstop”, kura sastāvā ir lielās pergamentsēnes *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jül. sporas. Priežu celmu apstrāde ar *P. gigantea* ir attīstīta un sekmīgi pielietota daudzās valstīs, tomēr nav zināma viena izolāta „Rotstop” ietekme uz ekosistēmu, tā lietošanas drošība attiecībā uz ģenētisko un bioloģisko daudzveidību.

Darba mērķis: Latvijā izdalīt efektīvākos *P. gigantea* celmus (izolātus) un pārbaudīt to efektivitāti laboratorijas apstākļos, kā arī pārbaudīt dažādu izolātu augšanu koksnē.

Kopā ievākti 155 koksnes paraugi: no parastās priedes 106 un no parastās egles 49. Laboratorijā izolēti 49 *P. gigantea* celmi no parastās priedes un 25 no parastās egles koksnes. Pētījumam, laboratorijas apstākļos, tika izmantoti 54 Latvijā ievāktie *P. gigantea* izolāti un Somijā ražotais *P. gigantea* sporas saturošais preparāts „Rotstop”. Pētījumam lauka apstākļos izmantoti divi 2007. gadā ievāktie izolāti (K4 un G1), 2008. gadā ievāktais izolāts Gi107P, „Rotstop”, kā arī *H. annosum* izolāti: Ērgļi (S intersterilitātes grupa) un 385 Rv (P intersterilitātes grupa).

Tika salīdzināta Latvijas *P. gigantea* izolātu efektivitāte (micēlija augšanas ātrums, antagonisms pret *H. annosum* S un P intersterilitātes grupām, oīdiju produkcija) ar preparāta „Rotstop” sastāvā esošās *P. gigantea* izolāta efektivitātes rādītājiem.

Konstatēts, ka laboratorijas apstākļos, vairāki Latvijā ievāktie *P. gigantea* izolāti pēc efektivitātes rādītājiem būtiski neatšķiras no „Rotstop” izolāta efektivitātes rādītājiem. *P. gigantea* izolātu T207E raksturo būtiski lielāka oīdiju produkcija, salīdzinājumā ar „Rotstop” izolātu ($p < 0.001$).

Lauka eksperimentā pārbaudīts 3 *P. gigantea* Latvijas izolātu un „Rotstop” augšanas ātrums koksnē septiņām koku sugām. Konstatēts, ka *P. gigantea* micēlijs labi attīstās Veimuta priedes, parastās priedes, klinškalnu priedes koksnē, sliktāk parastās egles koksnē un Sibīrijas lapegles koksnē, bet attīstība netika konstatēta Sitkas egles un Menzīsa duglāzijas koksnē. *P. gigantea* Latvijas izolāti K4 un Gi107P Veimuta priedes, parastās priedes un klinškalnu priedes koksnē uzrāda lielāku micēlija augšanas ātrumu, salīdzinājumā ar „Rotstop”. Savukārt izolāts G1 parastās egles koksnē ir efektīvāks ($11,7 \pm 2,7$ cm/28 dienās), kā „Rotstop” ($8,5 \pm 3,4$ cm/28 dienās). *H. annosum* labi attīstās Veimuta priedes, parastās priedes, klinškalnu priedes, parastās egles un Sitkas egles koksnē, bet slikti Sibīrijas lapegles un Menzīsa duglāzijas koksnē.

IEVADS

Sakņu piepes *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. izraisītā sakņu trupe ir viena no postošākajām skujkoku slimībām Eiropā, tajā skaitā arī Latvijā.

Tā rada ievērojamus zaudējumus mežsaimniecībai, izraisot koku priekšlaicīgu bojāeju, kā arī padarot rūpnieciski neizmantojamu koksnes vērtīgāko daļu. Eiropas Savienības valstīs vien ikgadējie finansiālie zaudējumi bojāto kokmateriālu un samazinātā koksnes pieauguma dēļ sasniedz 500 miljonus eiro. (Woodward et al. 1998; Webber and Thorpe 2001). Egļu audzēs sakņu trapes radītie zaudējumi ir īpaši aktuāli, jo *H. annosum* izraisītā sakņu trupe stumbrā var izplatīties līdz 12m augstumam.

Baltijas valstīs trupējušu koku īpatsvars egļu audzēs ir 20-50% (Vasilauskas et al. 2002; Gaitnieks et al. 2004). Trupes izraisītie zāģbaļķu vērtības zudumi ir 6-9%, taču zaudējumi var sasniegt pat 30-40% (Tamminen 1985; Kaarna-Vuorinen 2000).

Pētījumi liecina, ka viens no svarīgākajiem profilakses pasākumiem, sakņu trapes izplatības ierobežošanā, ir svaigu celmu virsmu apstrāde ar bioloģiskiem vai ķīmiskiem preparātiem. Atšķirībā no ķīmiskajiem preparātiem, bioloģiskās kontroles aģenti un to metabolīti ir viegli noārdāmi, tādā veidā ir iespējams izvairīties no ekoloģiskām briesmām. Bioloģisko līdzekļu ietekme ir ilgstoša, tie var kļūt arī par noturīgu biocenozes komponentu.

Kā vienu no efektīvākajiem bioloģiskās aizsardzības veidiem var minēt celmu virsmu apstrādi ar antagonistu sporām (Holdenrieder and Greig 1998). Starp bazidiomicētēm lielā pergamentsēne *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jül. pagaidām ir vienīgā sēne, kas spēj visefektīvāk nodrošināt *H. annosum* izplatības ierobežošanu celmos. Viens no vislabāk pazīstamākajiem *P. gigantea* sporas saturošajiem bioloģiskajiem preparātiem ir „Rotstop” (Korhonen et al. 1994). Daudzās valstīs priežu celmu apstrāde ar *P. gigantea* ir attīstīta un sekmīgi pielietota.

Zviedrijā veiktajos pētījumos tika noskaidrots, ka preparāta „Rotstop” efektivitāte Zviedrijā ir zemāka kā Somijā (Berglund et al. 2005; Thor and Stenlid 2005). Šī iemesla dēļ tika meklēti Zviedrijas vietējie *P. gigantea* izolāti, kas būtu efektīvāki un labāk piemēroti Zviedrijas apstākļiem. Ir svarīgi arī Latvijā atrast efektīvus *P. gigantea* izolātus, ko perspektīvā varētu izmantot, ražojot bioloģiskos preparātus *Heterobasidion annosum* izraisītās sakņu trapes ierobežošanai. Ar AS „Latvijas valsts meži” iniciatīvu Latvijā „Rotstop^F” (turpmāk tekstā „Rotstop”) tika reģistrēts 2006. gadā.

Mūsu darba mērķis ir Latvijā izdalīt efektīvākos *P. gigantea* izolātus un pārbaudīt to ietekmi uz *H. annosum* attīstību skujkoku celmos.

2008. gadā tika izvirzīti sekojoši darba uzdevumi:

1. Ievākt atšķirīgus *P. gigantea* sēnes izolātus;
2. Noteikt sēnes *P. gigantea* micēlija augšanas ātrumu;
3. Laboratorijas apstākļos analizēt *P. gigantea* antagonismu pret *H. annosum* S un P intersterilitātes grupām;
4. Pārbaudīt sēnes *P. gigantea* sporu produkcijas efektivitāti;
5. Salīdzināt Latvijā ievākto sēnes *P. gigantea* izolātu un preparāta „Rotstop” sastāvā esošās sēnes *P. gigantea* efektivitātes radītājus;
6. Pārbaudīt dažādu *P. gigantea* izolātu augšanas ātrumu egles un priedes koksnē.

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Sakņu piepes *Heterobasidion annosum* bioloģija un izraisītie ekonomiskie zaudējumi

Sakņu piepe *Heterobasidion annosum*(Fr.) Bref. ir koksni noārdoša bazidiomicēte. *H. annosum* augļķermeņi ir neregulāras formas, sēdoši (Laflamme 1994). Virspuses krāsa piepei var būt no tumši brūnas (gandrīz melnas) līdz pat gaiši brūnai. Augļķermeņu diametrs ir 5-30 cm, biezums – 3-4 cm. Apmale ir balta. Himenofors ir stobrveida, kas ir dzeltenīgā vai baltā krāsā (Eglītis, Gailītis 1930; Шевченко, Цилюрик 1986) (1. attēls). Augļķermeņa pamatne ir paplašināta, savukārt apmale ir plānāka, bieži uzliekta. Atrodamas atmirušu vai vēl dzīvu koku sakņu kakla rajonā. *H. annosum* ir raksturīga gan dzimumiskā gan bezdzimumiskā vairošanās. Dzimumiski sēne vairojas ar bazīdijsporām, bezdzimumiski vairojas ar konīdijām (Laflamme 1994).



1. attēls. *Heterobasidion annosum* augļķermenis uz egles celma.

Raksturīgākās pazīmes, kas liecina, ka koki ir inficēti ar šo slimību, ir trupējuma plankumi, kas redzami uz nozāgētu koku celmu virsmas. Plankumi sākotnēji ir gaiši dzelteni, parasti bālāki nekā veselā koksne, tos aptver tumšākas krāsas zona. Vēlāk trupējusi koksne kļūst mīksta, šķiedraina, sausa, brūngana. Pēc ilgāka laika stumbrā var izveidoties dobums (Greig 1998).

Pazīmes, kas liecina par inficēšanos ar *H. annosum*, dzīvos kokos nav ļoti atšķirīgas no citu trupi izraisošo sēņu bojājumiem koksnē. Sakņu trupe dzīva koka stumbrā var attīstīties bez ārējām pazīmēm. Kad vismaz puse no koka sakņu sistēmas vai sakņu kakls ir inficēts,

simptomi koksne kļūst redzami. Ir redzami sveķaini izdalījumi pie koka pamata vai sveķainas brūces uz saknēm. Infekcijai pastiprinoties koku vainags dzeltē vai brūnē, vērojama vainaga izretināšanās. Jauni koki, kas aug uz bijušām lauksaimniecības zemēm, var nokalst vienas sezonas laikā - īpaši priedes (Greig 1998; Cram 2003).

H. annosum sēne konstatēta gandrīz 150 saimniekaugu sugām (Hodges 1969). Eiropas ziemeļu daļā galvenie saimniekaugi ir skujkoki. Inficēšanās ar sakņu piepi visbiežāk tiek konstatēti priedei (*Pinus sylvestris* L.) un eglei (*Picea abies* (L.) Karst). Ir novērots, ka sakņu piepe inficē arī āra berzu (*Betula pendula* Roth), apsi (*Populus tremula* L.), pīlādzi (*Sorbus aucuparia* L.), kadiķi (*Juniperus communis* L.), baltalksni (*Alnus incana* (L.) Moench.), sila virsi (*Calluna vulgaris* (L.) Hull). Vairumā gadījumu *H. annosum* neinficē lapu koku tīraudzes, bet gan izplatās no slimības skartiem skuju kokiem sakņu kontaktu ceļā (Korhonen, Piri 1993).

1.2. Lielās pergamentsēnes *Phlebiopsis gigantea* bioloģija un izmantošana *Heterobasidion annosum* izplatības ierobežošanā

Lielā pergamentsēne *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich ir saprofitiska bazidiomicēte, kas izraisa tipisku skujkoku kokmateriālu balto trupī. Plaši izplatīta mērenās un boreālās joslas mežos visā pasaulē (Eriksson et al. 1981).

P. gigantea jaunie augļķermeņi ir caurspīdīgi, baltpelēki, vecākas sēnes – pelēkas vai dzeltenbrūnas (2. attēls). Diametrs augļķermeņiem var būt no 20 līdz 30 cm (Käärik and Rennerfelt 1957), biezums – 0,5 mm (Cram 2003). Augļķermeņi var veidoties trīs līdz četrus gadus pēc infekcijas koksne (Holdenrieder and Greig 1998).

P. gigantea sēnes dzimumiskā vairošanās notiek ar bazīdijsporām, bezdzimumiskā – ar oīdijām (veģetatīvajām sporām). Bazīdijsporu izmēri – 6-8 x 2,75-4 μm, oīdiju izmēri – 5-10 x 2,5-6 μm (Eriksson et al. 1981).

Lai sēne optimāli attīstītos ir nepieciešams augsts mitruma saturs. *P. gigantea* sēnes augļķermeņi veidojas uz kritālām un ciršanas atliekām. Sēne ir bieži sastopama uz divus - trīs gadus veciem egļu un priežu celmiem. Visbiežāk augļķermeņi sastopami uz priežu celmiem (Käärik and Rennerfelt 1957).



2. attēls. *Phlebiopsis gigantea* augļķermeņi.

Visā pasaulē (Lielbritānijā, Kanādā, ASV, Francijā, Vācijā, Zviedrijā, Somijā, Polijā) ir veikti daudzi lauka pētījumi, lai izpētītu *P. gigantea* ietekmi uz *H. annosum* attīstību koksnē, analizētu sēnes antagonismu, efektivitāti (Rishbeth 1975; Thor 1997; Varese et al. 2003; Pettersson and Rönnerberg 2001; Vainio et al. 2001; Webber and Thorpe 2001).

Starp bazidiomicētēm *P. gigantea* ir vienīgā suga, kas plaši tiek pielietota *H. annosum* bioloģiskajā kontrolē. Līdzīgi *H. annosum*, *P. gigantea* var inficēt vēl dzīvus svaigi cirstu celmu audus un, pateicoties straujai celma kolonizācijai, neļauj attīstīties *H. annosum* (Holdenrieder and Greig 1998). *P. gigantea* augšana ir daudz ātrāka nekā *H. annosum*: *H. annosum* vidējais augšanas ātrums dzīvās saknēs variē no 9.5 līdz 25.0 cm gadā, bet *P. gigantea* - vairāk nekā 20 cm trīs mēnešos (Pettersson and Rönnerberg 2001).

P. gigantea veģetatīvā izplatīšanās notiek ar oīdijām. Oīdijas tiek producētas lielā skaitā, tās ir pietiekoši rezistentas pret izžūšanu un viegli uzglabājamās. Pašlaik *P. gigantea* oīdiju pulveris tiek plaši lietots ES valstīs *H. annosum* izraisītās sakņu trapes kontrolē. Skandināvijā tas ir reģistrēts kā bioloģiskās kontroles preparāts „Rotstop”, Polijā – kā preparāts PgIBL, Lielbritānijā – kā PG Suspension (Thor 1997).

Pētot celmu apstrādes situāciju Eiropas valstīs, tika konstatēts, ka *P. gigantea* ir visplašāk lietotais *H. annosum* kontroles līdzeklis – Eiropā ar to katru gadu tiek apstrādāti apmēram 210 000 ha mežu (Thor 2001).

1.3. Eksperimentā izmantoto koku sugu raksturojums

1.3.1. Veimuta priede *Pinus strobus* (L.)

Veimuta priedei raksturīgs slaidis stumbrs ar samērā plānu mizu un krevi. Dzinumi tievi, zaļi, matiņi tikai vasaras sākumā. Skujas zilganzaļas, 5 – 10 cm garas, tievas, mīkstas, īsvasās sakārtotas pa piecām, kokā paliek 2 – 3 gadus. Čiekuri nokareni, 8 – 15 cm gari, nedaudz liekti, sēklzviņas plāni koksnainas ar vairodziņu pašā galā. Sēklas 5 – 6 mm garas ar spārnu. Šī priežu suga ir ziemcietīga un vietām veido pašizsēju (Mauriņš, Zvirgzds 2006).

Veimuta priede ir visbiežāk sastopamā svešzemju priežu suga Latvijas parkos. Biežāk sastopama Latvijas rietumu daļā. Mazāk izplatīta teritorijas austrumos un piejūras rajonos (Cinovskis 1974). Dabiskais izplatības areāls ir Ziemeļamerikas Atlantiskās daļas kalnu meži. Latvijā pēdējos 50 gados maz stādīta. Iemesls tam ir mizas rūsa, kuras starpsaimnieks ir meža upene un tās kultivāri. Arī pilsētas apstākļus pacieš vāji (Mauriņš, Zvirgzds 2006).

1.3.2. Sitkas egle *Picea sitchensis* (Bong) Carr.

Sitkas egle ir pirmā lieluma koks ar brūnu vai brūni pelēku, plānu mizu. Plati konisks vainags. Sugai raksturīgas plakanas skujas, kas ir asas un šauras (1mm). Virspusē zaļas, apakšpusē ar izteiktām atvārsnīšu joslām. Čiekuri līdz 10 cm gari, čaugani, cilindriski. Sēklas spārns vismaz četras reizes garāks par sēklu (Mauriņš, Zvirgzds 2006).

Sitkas egles dabiskais izplatības areāls ir Ziemeļamerikas Klusā okeāna piekrastes kalnu mežu teritorijas no 40° – 60° Z pl. Šī suga ir izturīga pret gaisa piesārņojumu, tādēļ Eiropā tā plaši tiek audzēta mežu kultūrās un apstādījumos. Latvijā kultivē reti (Mauriņš, Zvirgzds 2006).

1.3.3. Menzīsa duglāzija *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco.

Menzīsa duglāzija ir pirmā lieluma koks, kas savvaļas apstākļos sasniedz no 50 – 100 m augstumu. Stumbrs taisns, cilindrisks. Jauniem kokiem miza ir gluda, bet sasniedzot 25 – 30 gadu vecumu sāk veidoties kreve. Pēc koksnes mehāniskajām īpašībām līdzīga parastās priedes koksnei. Skujas 2 – 3 cm garas, taisnas, plakanas. To virspuse tumši zaļa, bet apakšpuse ar bālgani pelēkzaļu atvārsnīšu joslām. Pumpuri lieli, olveida, brūni ar smailu, konisku galu. Skujas pie koka paliek 8 – 10 gadus. Čiekuri gaiši brūni, 5 – 10 cm gari. Sēklas saaugušas ar spārniem, 5 – 10 mm garas (Mauriņš, Zvirgzds 2006).

Menzīsa duglāzijas dabiskais izplatības areāls ir ļoti liels un nevienmērīgs. Tas aptver Ziemeļamerikas rietumu daļas kalnu reģionus no Britu Kolumbijas līdz Kalifornijai, austrumos līdz Kaskādu kalniem Oregonā un Sjerranevadai Kalifornijā (Pīrāgs 1968). Latvijā Menzīsa duglāzijas ir stādīta visā teritorijā. Vairāk to ir Kurzemē un DR rajonos no Daugavas. Izplatību ierobežo galvenokārt augsnes apstākļi, jo retāk tā konstatēta smilšainu, stipri podzolētu augšņu rajonos (Cinovskis 1974).

1.3.4. Klinškalnu priede *Pinus contorta* Dougl.

Bieži sastopama priede ar vairākām varietātēm. Stumbrs var sasniegt 35 m augstumu. Raksturīgs šaurs, konisks vainags. Miza plāna, zvīņaina, sarkanīga līdz melnīgsnēji brūnai. Skujas tumši zaļas vai dzeltenzaļas, bieži izliektas un novietojums pa divām un pie koka paliek 5 – 10 gadus. Čiekuri 3 – 6 cm gari, šķībi, olveidīgi (Cinovskis 1993).

Klinškalnu priedes dabiskais izplatības areāls ietver Klusā okeāna rietumu piekrastes un kalnu rajonus ASV un Kanādā no 34° – 64° Zp. Kontinenta iekšienē izplatīta kalnu ziemeļu vai ziemeļrietumu nogāzēs, pat līdz 3000 m augstumam (Baumanis 1993).

1.3.5. Sibīrijas lapegle *Larix sibirica* Ledb.

Koki sasniedz 35 – 40 m augstumu. Stumbrs slaidš, taisns. Vecākiem kokiem miza ir bieža krevaina, ar dziļām rievām, pelēkbrūna, iekšpusē sarkanbrūna. Vainags jauniem kokiem piramidāls, veciem kokiem skrajš, plati olveidīgs. Skujas 3 – 3,5 cm garas, īsvasu pušķī pa 30 – 50. Skuju dzeltēšana notiek septembrī, bet oktobrī tās nobirst. Čiekuri 2,2 – 3 cm gari, olveida vai izstiepti ovāli, iedzelteni brūni. Segzvīņas nedaudz redzamas starp sēklu zvīņām tikai pie čiekura pamata (Saliņš 1962).

Savvaļā Sibīrijas lapegle aug Sibīrijā no Obas un Irtišas rietumiem līdz Baikāla ezeram. Latvijā kultivēta pareti, jo ekotipi, kas veidojušies kontinentālos apstākļos, ievērojami cieš ziemas atkušņos un vēlajās pavasara salnās. Sastopama parkos un apstādījumos (Mauriņš, Zvirgzds 2006).

1.3.6. Parastā egle *Picea abies* (L.) Karst.

Pirmā lieluma koks ar taisnu un maz rauktu stumbru. Jauniem kokiem miza pelēka vai iesārti pelēka, veciem tumši pelēka ar nelielu krevi. Kodolkoksne nav iekrāsota. Vainags visu dzīves laiku blīvs, konisks. Pumpuri brūni vai dzeltenbrūni, koniski. Skujas 1,2 – 2,5 cm garas, tumši zaļas, spīdīga, četršķautņainas, ar spīcu galu. Uz zariem parasti turas 5 – 7 gadus. Sākumā čiekuri ir zaļi vai violetsarkanīgi, nogatavojušies brūni. Sēklas 3 – 5 mm garas, brūnas, ar nedaudz liektu smaili, spārns dzeltenbrūns (Mauriņš, Zvirgzds 2006).

Parastās egles dabiskais izplatības areāls ir Centrāleiropā līdz Šveices un Serbijas kalniem, Ziemeļeiropā līdz līnijai Kolas pussala – Dienvidurāli. Latvijā bieži sastopama visā teritorijā. Īpaši cieš no sakņu trapes un nepanes arī gaisa piesārņojumu. Parastās egles aizņemtā kopplatība no Latvijas mežiem ir 19%. Tīraudzes un mistraudzes veido, galvenokārt kopā ar priedi, bērzu un apsi (Mauriņš, Zvirgzds 2006).

1.3.7. Parastā priede *Pinus sylvestris* (L.) Karst.

Pirmā lieluma koks, kas sasniedz 45 m augstumu. Mežaudzēs augošiem kokiem stumbrs ir taisns, slaidš, bet savrup augoši koki veido rauktu stumbru. Jauniem kokiem miza ir gluda, vēlāk tā stumbra lejasdaļā ir ar brūni pelēku krevi. Kodolkoksne iekrāsojas sarkanīgi brūna, bet aplieva šaura un gaiša. Vainags skrajš, jaunākiem kokiem konisks, vecākiem kokiem ovāls. Skujas 3 – 7 cm garas, zilganzaļas, izvietotas pa divām īsvasā. Pie koka paliek 2 – 4 gadus. Čiekuri 3 – 7 cm gari, iegareni olveida. Sēklas 3 - 4 mm garas, raibas, ar taisnu smaili. Spārni sēklām brūngani (Mauriņš, Zvirgzds 2006).

Parastās priedes dabiskais izplatības areāls ir ļoti plašs, kas ietver visu Eirāziju no stepēm līdz mežatundrai. No Lielbritānijas salām un Skandināvijas dienvidiem līdz Ohotskas jūrai un Amūras lejtecei. Sastopama arī Krimā un Kaukāzā. Aizņemtā kopplatība no Latvijas mežiem ir 38%. Aug gan tīraudzēs, gan mistraudzēs kopā ar egli, bērzu, retāk ar apsi (Mauriņš, Zvirgzds 2006).

1.4. Lielās pergamentsēnes *Phlebiopsis gigantea* un sakņu piepes *Heterobasidion annosum* augšanas ātrums dažādu koku sugu koksnē

Lielās pergamentsēnes *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jül. un sakņu piepes *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. augšanas ātrumu dažādās koksnēs ietekmē koksnes ķīmiskais sastāvs, mehāniskās īpašības, mitrums. Koksni veido aplievas koksne un kodolkoksne, kas fizioloģiski un bioķīmiski savstarpēji atšķiras. Dažām priežu sugām *H. annosum* vieglāk kolonizē aplievas koksni nekā kodolkoksni, līdzīgi tas ir arī parastajai eglei (*Picea abies* (L.) Karst) un Menzīsa duglāzijai (*Pseudotsuga menziesii*). Sitkas eglē (*Picea sitchensis*) vienlīdz labi tiek kolonizēta kā aplievas koksne tā kodolkoksne. Koksnes mitruma apstākļi ir nozīmīgi *H.annosum* micēlija attīstībai. Aplievas koksne ir mitrāka par kodolkoksni, turklāt tajā ir koncentrētas barības vielas, tādēļ sausuma periodā *H. annosum* attīstās aplievas koksnē, bet pie lielāka mitruma apstākļiem attīstība notiek tikai kodolkoksnē, jo aplievas koksne ir pārāk mitra (Redfern and Stenlid, 1998).

H. annosum vertikālais augšanas ātrums parastās egles koksnē var būt 18 – 40 cm gadā (Huse and Venn, 1993; Berglund, 2005). *P. gigantea* aug daudz ātrāk nekā *H. annosum*: *H. annosum* vidējais augšanas ātrums dzīvās parastās egles saknēs variē no 9.5 līdz 25.0 cm gadā, bet *P. gigantea* - vairāk nekā 20 cm trīs mēnešos (Pettersson and Rönnerberg, 2001).

Dāņu zinātnieku pētījumi ir parādījuši, ka *P. gigantea* un *H. annosum* micēlijs labāk aug aplievas koksnē nekā kodolkoksnē. *P. gigantea* vislabāk radiāli augusi uz egles un lapegles (*Larix x eurolepis*) koksnes, gandrīz tikpat labi uz priedes, lēnāk uz duglāzijas un vislēnāk uz Sitkas egles. *H. annosum* vislabāk audzis priedes, lēnāk egles, vēl lēnāk duglāzijas un lapegles, un vislēnāk Sitkas egles aplievas koksnē (Thomsen and Jacobsen, 2006). Arī K. Korhonen (viedokļu apmaiņa) uzskata, ka *P. gigantea* labāk aug uz aplievas koksnes.

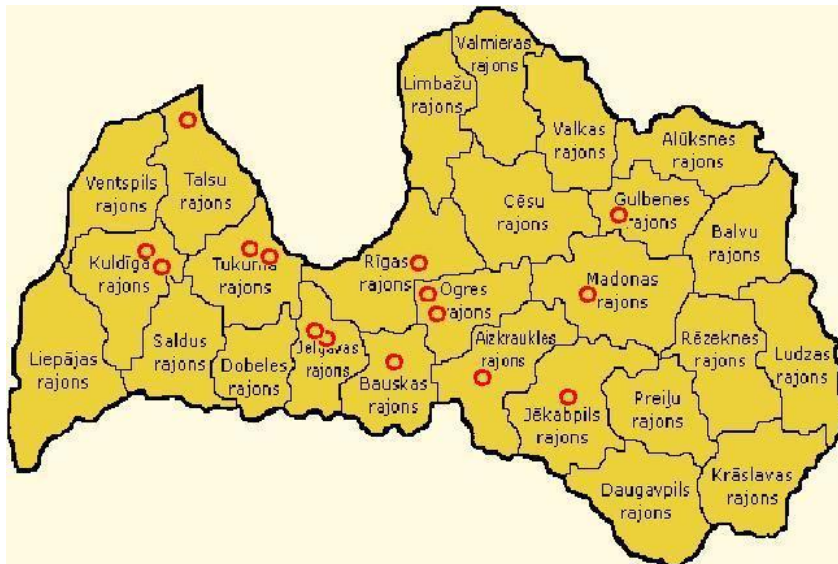
P. gigantea kolonizē priedes aplievas koksni daudz efektīvāk nekā egles koksni. *P. gigantea* koksnes virsmas kolonizēšanas efektivitāte atkarīga no pietiekama skaita dīgtspējīgu sporu uz virsmas (Korhonen, 2001). *P. gigantea* ir labi adaptējusies augšanai priedes koksnē, pat pie nelielas sporu koncentrācijas. *P. gigantea* dažādu izolātu augšanas ātrums uz agara bija 3,8 – 10,8 mm dienā, egles koksnē 0,1 – 3,9 mm dienā (Sun et al. unpublished 2006). Eksperimentos noskaidrots, ka *P. gigantea* ir reti novērojama uz Sitkas egles celmiem, savukārt *H. annosum* spēj kolonizēt Sitkas egles celmu 13 – 14 mēnešu laikā

4 cm dziļumā (Woods et al., 2006), bet stumbrā izaugt 5 –15cm gadā (Stenlid and Redfern, 1998).

2. MATERIĀLS UN METODIKA

2.1. Empīriskā materiāla ievākšanas vietas

Laikā no 2007. gada līdz 2008. gada novembra mēnesim, Talsu, Bauskas, Jēkabpils, Aizkraukles, Jelgavas, Kuldīgas, Tukuma, Ogres, Rīgas, Gulbenes un Madonas rajonos, tika ievākti dažādi Latvijas izcelsmes *Phlebiopsis gigantea* izolāti (3. attēls).



3. attēls. *P. gigantea* izolātu ievākšanas vietas.

Šajā laika posmā tika ievākti 155 *P. gigantea* koksnes paraugi: 106 paraugi no parastās priedes koksnes un 49 no parastās egles koksnes. Līdz šim laboratorijā izolēti 49 *P. gigantea* celmi no parastās priedes koksnes un 25 celmi no parastās egles koksnes. Laboratorijā ir izanalizēti 39 *P. gigantea* izolāti no parastāspriedes koksnes un 15 no egles koksnes.

Ievāktu izolātu nosaukumi veidoti no izcelsmes vietas nosaukuma viena vai diviem burtiem. Aiz vietu apzīmējošiem burtiem, tālāk pievienots kārtas skaitlis, kam seko izolēšanas gads. Nosaukumam beigās tiek pievienots burts P (priede) vai E (egle). Šie pēdējie burti nosaukumā norāda no kādas koksnes katrs sēnes celms ir izolēts. Piemēram,

izolāts J107P: izcelsmes vieta Jelgava, 1. kārtas numurs, izolēts 2007. gadā no priedes koksnes. *P. gigantea* izolātu ievākšanas rajoni atzīmēti.

2.2. Lauka darbu metodika *Phlebiopsis gigantea* izolātu ievākšanai

Phlebiopsis gigantea sēne tika meklēta uz divus-četrus gadus veciem priežu un egļu celmiem, kā arī uz nogāztiem kokiem un mežā atstātām ciršanas atliekām. Sēne parasti tiek atrasta uz tās koksnes daļas, kas ir vērsta pret zemi, kā arī uz baļķu galiem. Ar cirvja palīdzību paņēma nelielus (5 x 10 cm) paraugus. Iegūtos paraugus ievietoja polietilēna maisos. Katrā maisā pievienoja etiķeti ar izcelsmes vietas nosaukumu. Paraugus uzglabāja aukstajā kamerā (+ 4 °C).

2.3. Lauka darbu metodika *Phlebiopsis gigantea* augšanas ātruma noteikšanai koksnē

Eksperiments ierīkots 2008. gada 10. jūlijā. Eksperimentam izmantotas 7 koku sugas: Sitkas egle (*Picea sitchensis*), Menzīsa duglāzija (*Pseudotsuga menziesii*), parastā egle (*Picea abies* (L.) Karst), parastā priede (*Pinus sylvestris* L.), klinškalnu priede (*Pinus contorta*), Veimuta priede (*Pinus strobus* L.), Sibīrijas lapegle (*Larix sibirica*) – koku vecums ir no 18 – 44 gadiem. Eksperimentā izmantota koku stumbru bazālā daļa bez zariem vai gandrīz bez zariem ar diametru 10,5 – 16,5 cm. Koki iegūti MPS Kalsnava un Zvirgzdes sēklu plantācijas teritorijā. No katras koku sugas eksperimentam izmantoti 2 koki, kas sazāģēti 14 blūķīšos (kopā izmantoti 98 blūķīši). Koks sazāģēts 1 m garos nogriežņos un pārvietots uz eksperimenta ierīkošanas vietu MPS Kalsnava teritorijā. Tieši pirms eksperimenta ierīkošanas katrs nogrieznis sazāģēts 20 – 30 cm garos blūķīšos. No viena nogriežņa iegūti 3 blūķīši. Blūķīši (sākot no koka celma daļas) tika numurēti: pirmajam nogrieznim attiecīgi 1., 2., 3.; otrajam nogrieznim 4., 5., 6; trešajam nogrieznim 7., 8., 9. utt. No katra varianta tika analizēti 6 blūķīši. Lai izslēgtu katra konkrēta koka īpašību (piemēram, rezistences) ietekmi uz eksperimenta rezultātiem, eksperimentam izvēlēti blūķīši no diviem kokiem un dažādām vietām, piemēram, 1.1., 1.4., 1.5., 2.3., 2.5., 3.2. (pirmais numurs apzīmē koku, otrs – blūķīti). Pēc sazāģēšanas blūķīšu augšējā virsma sadalīta četrās vai sešās daļās (42 blūķīšiem sešās un 56 blūķīšiem 4 daļās), velkot līnijas caur blūķīša centru, ar ūdensizturīgas krāsas marķiera palīdzību (4. attēls).



4. attēls. Bluķīšu sagatavošana eksperimentam.

Uz bluķīšu virsmas atzīmēta arī koku suga un ar burtu „R” atzīmēta vieta, kurā tiks iestrādāts preparāts „Rotstop”. Pēc tam pa līniju ar rokas elektrofrēzes palīdzību tika izfrēzētas 0,5 cm dziļas bedrītes tā, lai bedrīte ietvertu gan aplievu, gan kodolkoksnī (5. attēls).



a)



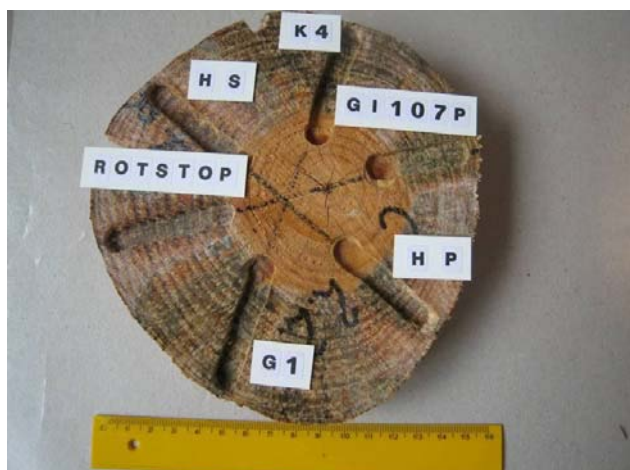
b)

5. attēls. Eksperimentam paredzētie bluķīši: (a) 4 *P. gigantea* izolāti + 2 *H. annosum* izolāti, (b) 4 *P. gigantea* izolāti.

Laboratorijā (2 stundas pirms eksperimenta sākuma) pagatavota katra izolāta sporu suspensija ar sporu koncentrāciju 5000 sporas uz mililitru *P. gigantea* izolātiem un 500 sporas uz mililitru *H. annosum* izolātiem un 0,5 ml attiecīgā izolāta suspensijas ar automātiskās pipetes palīdzību iepilināti bedrītē. Eksperimentā izmantoti četri *P. gigantea* un divi *H. annosum* izolāti. *P. gigantea* izolāti K4 un Gi107P, preparāts „Rotstop” uzskatāmi par labi augošiem, izolāts G1 – slikti augošs, kā konstatēts pēc laboratorijas eksperimentiem.

Izolāti ievākti Kalsnavā, Ģibuļos un Gulbenē. Izmantots *H. annosum* (S) Ērgļi (Latvijā ievāktais) un *H. annosum* (P) 385 (Rv), Zviedrijā ievāktais izolāts.

Izolāti *H. annosum* S grupa, *P. gigantea* K4 un Gi107P, *H. annosum* P grupa un *P. gigantea* izolāts G1 tika iestrādāti pulksteņa rādītāja virzienā sākot no „Rotstop” izolāta (6. attēls).



6. attēls. *P. gigantea* un *H. annosum* iestrādes vietas. 4 *P. gigantea* izolāti + 2 *H. annosum* izolāti.

14 bluķīšiem veikta divu pretējo sektoru apsmidzināšana ar sporu suspensiju, pārējo bluķīša daļu apsmidzināšanas laikā aizsedzot ar papīra lapu (7.attēls). Petri platēs uz agara barotnes pārbaudīta katra eksperimentā izmantotā izolāta sporu dīgtspēja.



a)



b)

7. attēls. Bluķīšu apstrāde ar *P. gigantea* izolātiem: (a) pilināšanas metode, (b) smidzināšanas metode.

Bluķīši novietoti nojumē, lai atrastos daļējā noēnojumā, un regulāri laistīti, lai to virsma būtu pietiekami mitra. Bluķīši novietoti uz agroplēves, lai uzturētu augsnes mitrumu un lai izslēgtu tiešu kontaktu ar augsni. Bluķīši lauka apstākļos inkubēti divas nedēļas. Gaisa temperatūra dienā bija 20 – 25 °C, naktī 7 – 15 °C. Pārsvārā laika apstākļi bija lietaini, bez nokrišņiem bija 6 dienas.

Pēc inkubācijas uz lauka bluķīši, kas bija inficēti ar 2 vai 4 *P. gigantea* izolātiem, tika sazāģēti vertikāli, no katra bluķīša iegūstot 2 dēlīšus (novērtējot 2 *P. gigantea* izolātu attīstību) vai vienu klucīti (novērtējot 4 *P. gigantea* izolātu attīstību). Ar 4 *P. gigantea* izolātiem un 2 *H. annosum* inficētie bluķīši tika sazāģēti 6 – 8 ripās (ripu biezums 2 – 3 cm) (8. attēls).



a)



b)

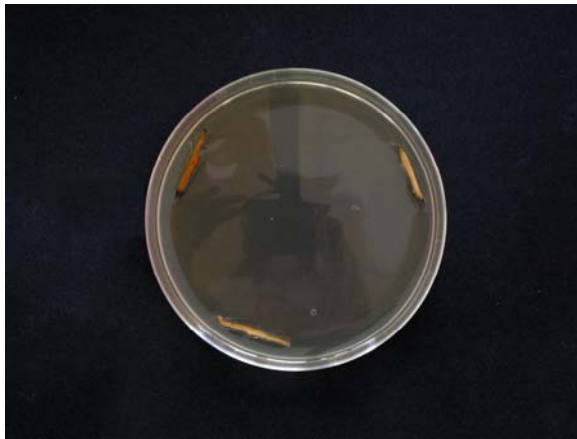
8. attēls. Paraugu sagatavošana pēc bluķīšu inkubācijas uz lauka: (a) klucīšu un (b) ripu eksperimentam.

Paraugus no katra bluķīša ievietoja atsevišķos maisos un tajā pašā dienā nogādāja LVMI „Silava”.

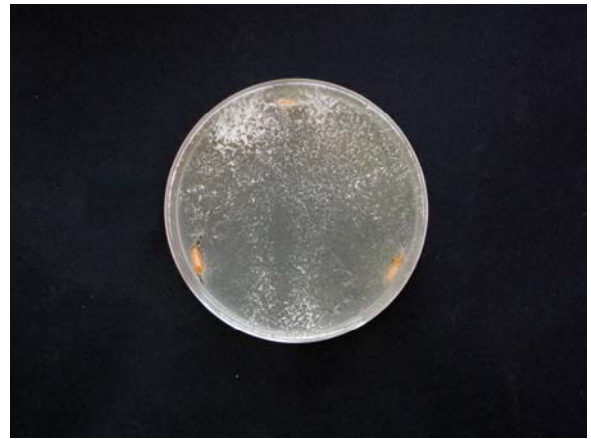
2.4. Laboratorijas darbu metodika *Phlebiopsis gigantea* izolātu efektivitātes novērtēšanai

Phlebiopsis gigantea kultūru iegūšana

Ar naža vai skalpeļa palīdzību no ievāktajiem koksnes paraugiem izgrieza 20-25 mazus koka gabaliņus (0,2 - 0,5 x 2 cm). Pirms novietošanas Petri platēs uz sterilas iesala-agara barotnes, iegūtos koksnes gabaliņus virspusēji sterilizēja virs atklātas liesmas. Katrā Petri platē ievietoja divus līdz trīs koksnes gabaliņus pēc iespējas tālāk vienu no otra (9. attēls). Petri plates uzglabāja termostatā (*Lovibond* – Thermostat Cabinet) vienu līdz divas nedēļas 20 °C temperatūrā un regulāri novēroja sēnes koloniju attīstību (10. attēls).



9. attēls. Petri plate ar koksnes gabaliņiem *P. gigantea* izolēšanai.



10. attēls. *P. gigantea* micēlijs.

Iesala-agara barotne:

Maltozes ekstrakts (SIGMA „Malt extract”, Steinheim, Germany)

15 g

Agars (Difco Laboratories „Agar”, Detroit, Michigan, USA)

12 g

Ūdens

1000 ml

Barotni autoklāvēja 20 min 121°C temperatūrā.

***Phlebiopsis gigantea* kultūru identifikācija**

Phlebiopsis gigantea kultūras identificēja pēc to makroskopiskajām un mikroskopiskajām pazīmēm, izmantojot Leica DM 4000B mikroskopu (pal. 100x).

Makroskopiskās pazīmes:

Micēlija krāsa: balta;

Micēlija virsma: gluda, matēta;

Micēlija apmale: gluda;

Micēlija konsistence: sīkgraudaina.

Mikroskopiskās pazīmes:

Gaisa micēlijs sadalīts tipiskās oīdiņu virknēs;

Oīdiņas cilindriskas, ar noapaļotiem galiem;

Micēlijs inkrustēts ar kalcija oksalāta kristāliem;

Micēlijā bieži sastopamas sprādzes un dubultās sprādzes.

***Phlebiopsis gigantea* tīrkultūru iegūšana**

Izmantojot nosterilizētu metāla cilindru (diametrs 5 mm) un preparējamo adatu, no *P. gigantea* kultūras ieguva vienādus micēlija gabaliņus, kurus pa vienam novietoja atsevišķās Petri platēs ar iesala-agara barotni un inkubēja termostatā 20 °C temperatūrā. Iegūtās tīrkultūras glabāja termostatā pie tādas pašas temperatūras.

***Phlebiopsis gigantea* micēlija augšanas ātruma noteikšana**

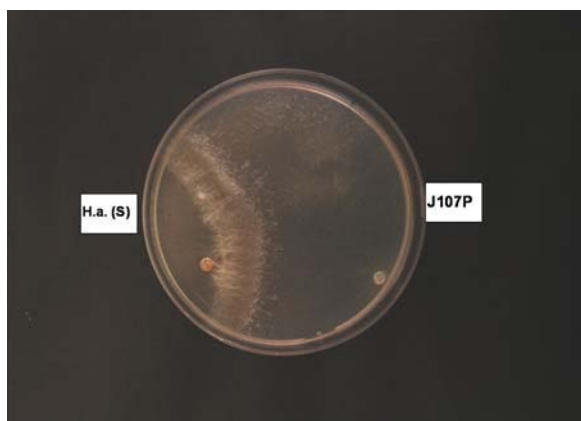
Phlebiopsis gigantea tīrkultūras micēlija gabaliņu novietoja uz iesala-agara barotnes pie pašas Petri plates malas. Petri plates novietoja termostatā 20 °C temperatūrā un katru dienu vienā un tajā pašā laikā ar lineālu izmērīja augoša micēlija rādiusu virzienā no micēlija gabaliņa uz Petri plates malām. Micēlija augšanas robežas atzīmēja uz Petri plates apakšējās virsmas ar pildspalvu (11. attēls). Augšanas ātrumu mērīja deviņu dienu laikā. Mērījumus veica trīs atkārtojumos. Pēc iegūtajiem rezultātiem izrēķināja katra *Phlebiopsis gigantea* izolāta micēlija vidējo augšanas ātrumu dienā.



11. attēls. *P. gigantea* micēlija augšanas ātruma mērīšana no 1. līdz 7. dienai.

***Phlebiopsis gigantea* antagonisma pārbaude pret *H. annosum*
S un P intersterilitātes grupām**

Katru *P. gigantea* izolāta micēlija gabaliņu pārnesa atsevišķā Petri platē uz sterilas iesala-agara barotnes, izmantojot nosterilizētu pipeti. Pēc tam uz šīs pašas Petri plates pārnesa agara gabaliņu ar *H. annosum* S intersterilitātes grupas (Zviedrijas izolāts *Rb 175*) kultūru un novietoja 5-6 cm attālumā no pārbaudāmās kultūras. Petri plates inkubēja termostatā 20 °C temperatūrā. Regulāri novēroja abu sēņu koloniju augšanu un attīstību. Pēc 10 un 20 dienām kopš sēņu uzlikšanas uz platēm mērīja *P. gigantea* pārauguma zonas platumu (12. attēls). Identiskus mērījumus veica, izmantojot *H. annosum* P intersterilitātes grupu (Zviedrijas izolāts 385Rv).



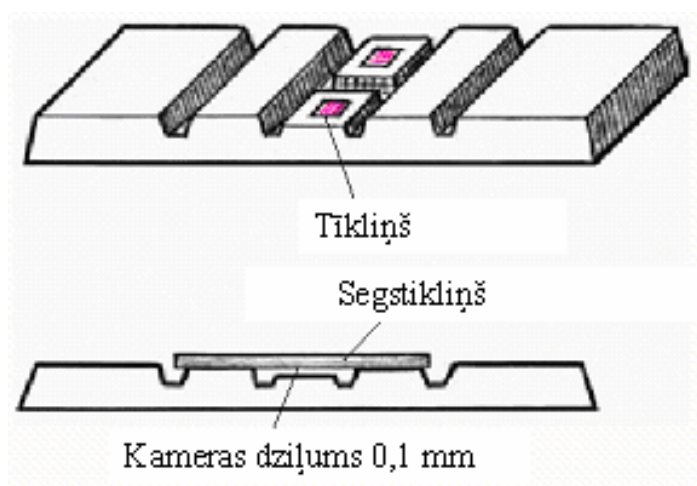
12. attēls. J107 *P. gigantea* izolāta antagonisms pret *H. annosum* S intersterilitātes grupu – demarkācijas līnija.

***Phlebiopsis gigantea* oīdiju (veģetatīvo sporu) produkcijas noteikšana izmantojot Gorjajeva kameru**

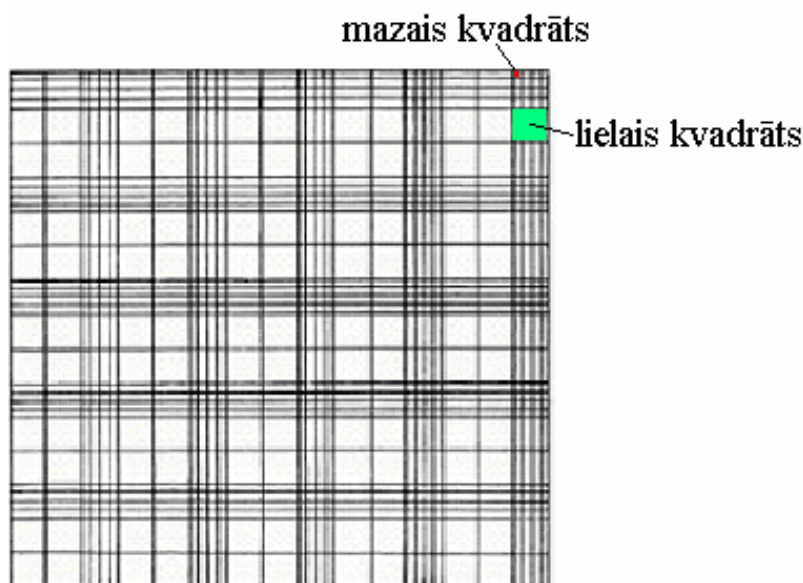
No katra *Phlebiopsis gigantea* izolāta tīrkultūras pagatavoja suspensiju. Izmantojot sterilu pipeti, Petri platē pievienoja 1ml ūdens un ar nosterilizēto špateli vienmērīgi izkliedēja pa visu virsmu. Ar pipeti iegūto suspensiju iesūca un pārnesa Ependorfa mēģenē.

Lai noteiktu oīdiju skaitu iegūtajā suspensijā, tika Gorjajeva kamera (13. attēls).

Gorjajeva kamera ir biezs priekšmeta stikls, kura vidusdaļā šķērsām izdobtas četras renītes, izveidojot piecas taisnstūrveida plāksnītes. Vidējā plāksnīte, ko īpaša renīte perpendikulāri pārdala uz pusēm, ir par 0,1 mm zemāka nekā divas blakusesošās. Tāpēc, pārsedzot kameru ar segstikliņu, izveidojas mikrotelpa, kuras dziļums ir 0,1 mm.



13. attēls. Gorjajeva kamera (Ройтберг, Струтынский, 1999).



14. attēls. Gorjajeva kameras tīkliņš (Ройтберг, Струтынский, 1999).

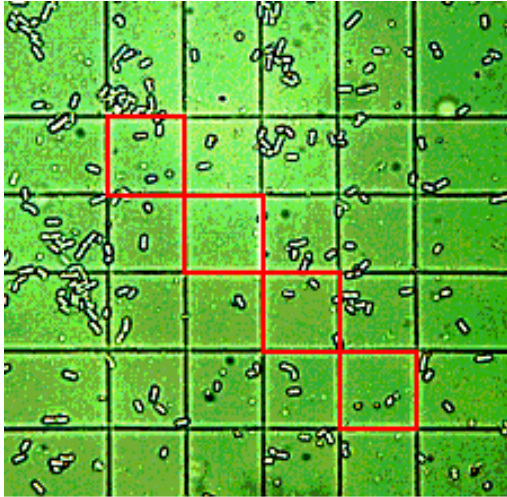
Uz vidējās plāksnītes abu pušu virsmām stiklā iegravēts tīkliņš (14. attēls). Tīkliņš sastāv no 225 lielajiem kvadrātiem, no kuriem 25 kvadrāti ir sadalīti katrs vēl 16 mazajos kvadrātiņos. Lielā kvadrāta malas garums ir 0,2 mm (laukums atbilstoši ir 0,04 mm²), mazā kvadrāta malas garums ir četras reizes mazāks (0,05 mm) (laukums atbilstoši ir 0,0025 mm²) (1. tabula).

Tabula 1. Gorjajeva kameras tehniskais raksturojums

Kameras parametri	Parametru raksturlielumi
Lielā kvadrāta malas garums, mm	0,2 ± 0,0015
Mazā kvadrāta malas garums, mm	0,05 ± 0,001
Tīkliņa malas garums, mm	3 ± 0,003
Tīkliņa laukums, mm ²	9
Kameras dziļums, mm	0,1 ± 0,003
Kameras masa, g	4

Kameru apstrādāja ar 70% etilspirtu. Uz kameras vidējās plāksnītes uzlika segstikliņu un to pieslīpēja tā, lai uz segstikliņa malas kļūtu redzami varavīksnes gredzeni (tā tika precīzi ievērots kameras tilpums). Ar sterilu pipeti paņēma 100 μl suspensijas un ievadīja Gorjajeva kamerā, uzpilot to uz kameras vidējās plāksnītes līdzās segstikliņa malai. Pēc 1-2 minūtēm, kad izbeidzās šķidrums plūsma kamerā, to uzlika uz mikroskopa galdiņa. Izmantojot 100 x palielinājumu, *P. gigantea* oīdijas tika saskaitītas 20 mazajos kvadrātos. Šim nolūkam redzes lauka kreisajā augšējā stūrī atrada lielo sadalīto kvadrātu un saskaitīja oīdijas četrus mazajos

kvadrātiņos pa lielā kvadrāta diagonāli. Pēc tam pārbīdīja kameru pa diagonāli uz leju un atrada nākamo sadalīto kvadrātu, līdzīgi saskaitīja oīdijas četros mazajos kvadrātos un tā tālāk (15. attēls).



15. attēls. *P. gigantea* oīdijas Gorjajeva kameras lielajā kvadrātā.

Ja oīdijas atradās uz mazā kvadrāta malas, tad pieskaitīja tikai uz divām malām (uz kreisās un apakšējās malas) esošās, ja vismaz puse šūnas atradās kvadrātā. Pēc tam aprēķināja vidējo oīdiju skaitu vienā mazajā kvadrātā. Ievērojot mazā kvadrāta laukumu, noteica vidējo oīdiju skaitu 1mm^2 . Skaitījumus veica trīs atkārtojumos mēnesi pēc kultūru uzsēšanas.

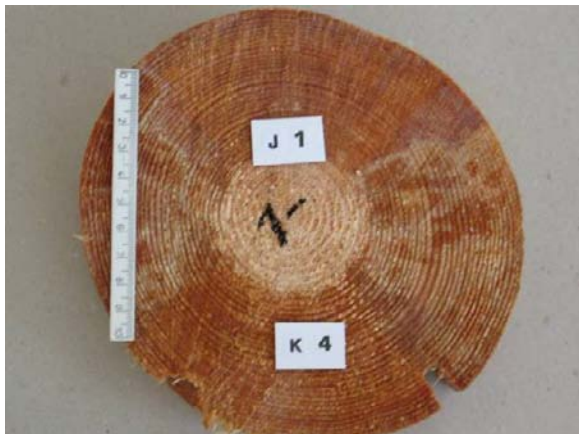
2.5. Laboratorijas darbu metodika *P. gigantea* un *H. annosum* augšanas ātruma noteikšanai koksnē

Laboratorijā katrai ripai un dēlītim noņēma mizu, nomazgāja ar birsti remdenā, tekošā krāna ūdenī un notecināja lieko ūdeni. Ripas un dēlīšus ievietoja polietilēna maisos, lai tie neizžūst, atstājot maisa galu vaļā, lai nodrošinātu tajā gaisa cirkulāciju. Maisus ar ripām un dēlīšiem stāvus novietoja kastēs un inkubēja 7 - 28 dienas istabas temperatūrā, ik pēc 7 dienām sekoja ripu un dēlīšu analīze. Izmantojot binokulāro mikroskopu *Leica MZ 7.5* (palielinājums 3 – 20x), katru cm^2 sistemātiski pārbaudīja uz *H. annosum* konīdiju klātbūtni uz ripu virspuses un apakšpuses un ar ūdensizturīgas krāsas marķiera palīdzību apvilka konīdiju aizņemtos laukumus (16. attēls).



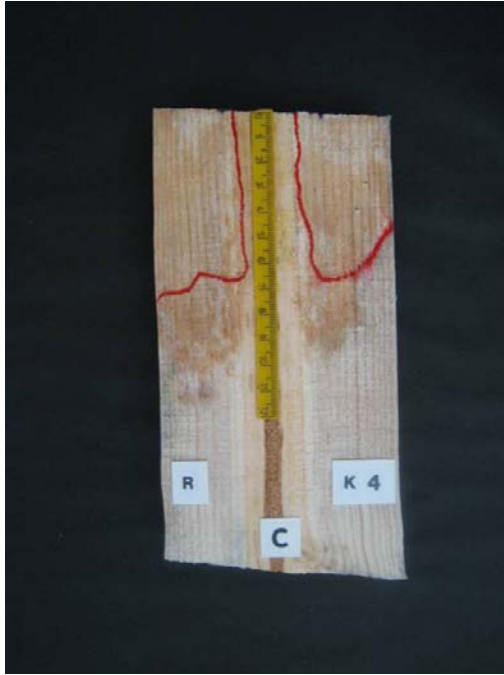
16. attēls. *H. annosum* konīdijas (iedaļas vērtība 1mm).

P. gigantea klātbūtne tika noteikta pēc brūnganā krāsojuma, kas pēc inkubācijas polietilēna maisos izveidojās uz koksnes ripām (17. attēls). No katras blukšņa tika analizētas 6 – 8 ripas, un izmērot katras ripas biezumu, aprēķināts, cik tālu attīstās *P. gigantea* micēlijs.



17. attēls. *P. gigantea* raksturīgais krāsojums koksņē.

Uz dēlīšu virsmas pēc inkubācijas ar ūdensizturīgas krāsas marķiera palīdzību atzīmēja *P. gigantea* micēlija kolonizēto laukumu (18. attēls). Ar lineālu tika izmērīts, cik tālu koksni kolonizējis *P. gigantea* micēlijs. *P. gigantea* micēlija augšana mērīta ik pēc 7 dienām.



18. attēls. *P. gigantea* attīstība klinškalnu priedes koksnē pēc divu nedēļu inkubācijas laboratorijā (pēc vienas nedēļas sēnes kolonizētais laukums atzīmēts ar nepārtrauktu līniju).

2.6. Datu matemātiskā analīze *P. gigantea* izolātu efektivitātes novērtēšanai

Iegūtie rezultāti apstrādāti, izmantojot programmu *Microsoft Excel*. Rēķināja vidējās vērtības un standartnovirzes, kā arī korelāciju starp visiem iespējamiem efektivitātes rādītājiem. Korelācijas koeficienta būtiskumu pārbaudīja, salīdzinot ar kritisko vērtību pie $\alpha = 0,05$ (Liepa, 1974).

Izolātu efektivitātes rādītāju vērtību salīdzināšanai izmantota dispersijas analīze (ANOVA).

3. REZULTĀTI UN DISKUSIJA

Līdz 2008. gada novembra mēnesim tika ievākti 155 sēnes *P. gigantea* paraugi. No parastās egles koksnes ievākti 49 un no parastās priedes koksnes 106 paraugi. No koksnes paraugiem, laboratorijas apstākļos izdalīti 49 *P. gigantea* celmi no parastās priedes koksnes un 25 celmi no parastās egles koksnes. Laboratorijā ir izanalizēti 39 *P. gigantea* izolāti no parastās priedes koksnes un 15 no parastās egles koksnes.

3.1. *Phlebiopsis gigantea* izolātu efektivitātes analīze

Laboratorijas apstākļos tika mērīts *P. gigantea* izolātu micēlija augšanas ātrums. Sēnes *P. gigantea* izolātu micēlija vidējais pieaugums deviņu dienu laikā ir attēlots 2. tabulā. Iegūtie dati liecina, ka deviņu dienu laikā vidējais izolātu micēlija pieaugums ir nevienmērīgs: vismazākais tas ir pirmajā dienā pēc kultūras uzsēšanas (0,9 mm), vislielākais astotajā un devītajā dienā (10 mm).

Tabula 2.
P. gigantea izolātu micēlija vidējais pieaugums (mm) deviņu dienu laikā.

<i>P. gigantea</i> celma nosaukums	<i>P. gigantea</i> kultūru micēlija vidējais (pēc 3 atkārtojumiem) pieauguma zonas garums, mm									Vidējā vērtība
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Gi107P	2,3	3,5	6,0	13,7	12,0	10,0	6,8	11,7	11,7	8,6
Gi207P	0,4	2,5	4,7	5,0	6,5	5,7	4,8	10,7	9,7	5,5
Gi307P	0,6	4,3	4,2	6,0	11,0	7,8	8,7	11,8	11,7	7,3
B107E	0,4	2,7	3,8	5,3	6,3	8,3	5,2	11,2	10,7	6,0
B207E	0,1	1,5	3,3	6,2	7,3	9,7	4,2	9,3	9,8	5,7
B307E	0,3	3,0	2,8	4,9	7,0	9,7	9,8	6,2	11,3	6,1
B407E	0,4	1,0	2,3	3,3	5,3	9,0	9,3	10,7	10,7	5,8
B507E	0,4	1,7	2,7	3,5	5,0	7,3	8,0	10,7	10,7	5,5
B607E	0,6	1,3	2,8	5,3	7,2	6,7	9,3	8,3	10,0	5,7
B707E	1,0	2,8	4,1	7,7	7,7	8,7	9,0	9,7	10,0	6,7
S107P	0,5	1,9	3,5	6,2	6,3	6,2	5,7	6,0	6,3	4,7
S207P	0,4	2,2	3,7	6,7	8,0	8,7	9,7	9,7	11,7	6,7
J107P	0,4	3,0	4,7	5,7	7,0	10,3	10,2	10,3	11,7	7,0
J207P	0,1	0,5	2,0	4,0	4,3	6,0	8,8	9,7	10,7	5,1
J307P	0,6	1,3	3,3	6,3	6,7	9,7	9,0	10,0	11,3	6,5
J407P	0,6	3,0	3,5	4,0	5,3	7,0	7,3	11,0	11,7	5,9
J507P	0,3	2,8	4,0	5,8	9,2	9,5	9,7	10,3	11,7	7,0
J607P	0,3	2,8	4,0	6,0	9,2	9,5	10,3	10,0	11,7	7,1
J707P	0,9	2,4	3,3	6,9	10,2	9,3	10,0	10,0	11,0	7,1

2. tabulas turpinājums.

J807P	1,0	1,4	2,6	4,0	7,1	8,3	9,0	10,3	11,0	6,1
J907P	1,0	1,2	1,6	3,7	4,7	6,7	8,2	9,7	10,3	5,2
J1007P	0,4	1,6	4,1	5,0	8,1	7,8	10,3	10,0	11,0	6,5
J1107P	1,5	2,2	3,8	8,0	9,3	9,5	9,3	10,0	11,0	7,2
J1207P	1,4	1,8	3,3	4,7	8,2	10,8	11,0	10,0	10,7	6,9
J1307P	0,1	1,5	2,6	4,3	10,3	10,2	10,3	10,7	11,7	6,9
J1407P	0,2	1,8	3,7	4,8	6,3	10,8	10,7	10,3	13,2	6,9
J1507P	0,1	1,8	3,2	4,3	10,3	10,7	10,3	9,8	10,3	6,8
J1607P	0,1	0,2	1,8	2,5	4,0	5,3	8,0	8,5	10,7	4,6
J1707P	5,6	6,2	6,8	7,4	8,1	8,8	9,0	9,1	8,7	7,8
K107P	5,1	5,7	6,1	6,7	7,2	7,6	7,5	7,4	7,1	6,7
K207P	1,1	3,2	5,0	6,7	9,0	11,3	11,7	10,7	11,7	7,8
K307P	0,6	1,2	2,3	4,3	6,3	9,7	9,7	9,7	11,0	6,1
K407P	0,7	2,0	3,5	6,2	8,7	9,7	10,0	10,7	10,8	6,9
Kn107E	1,1	1,6	4,0	6,3	7,3	8,7	9,3	10,0	10,3	6,5
Kn207P	0,1	0,5	1,0	2,0	3,4	4,7	7,8	8,0	9,2	4,1
Le107E	0,3	1,3	2,8	4,0	6,3	9,0	9,0	9,7	12,2	6,1
Le207P	2,4	2,8	4,3	9,5	10,0	8,8	10,3	10,0	10,3	7,6
Le307P	1,7	2,8	5,7	8,3	10,5	10,0	10,3	9,7	11,7	7,9
Le407P	1,3	2,2	4,3	7,7	10,3	10,5	10,3	10,3	12,0	7,7
Le507P	0,2	2,1	3,8	4,7	6,5	11,2	11,0	10,7	10,0	6,7
Le607P	0,2	2,7	4,2	4,8	5,7	7,7	8,3	9,0	8,5	5,7
Le707P	0,1	3,3	4,8	7,7	9,7	9,8	9,2	10,3	12,3	7,5
Le807P	1,0	1,7	3,5	5,3	6,7	11,0	9,7	11,0	12,7	6,9
Kd107E	1,3	2,2	4,3	7,0	8,7	10,7	11,0	11,2	14,2	7,8
Kd207P	0,2	1,3	3,0	5,0	6,2	8,7	9,0	10,3	11,8	6,2
O107E	1,3	4,7	4,7	7,3	10,7	10,3	9,7	9,3	9,7	7,5
O207E	1,5	3,0	5,0	6,5	11,3	9,0	10,3	11,3	13,0	7,9
T107E	1,3	2,2	3,8	4,5	9,3	9,8	10,3	11,0	13,0	7,3
T207E	1,3	1,5	2,7	4,7	5,8	9,8	10,0	10,7	12,0	6,5
N107P	1,3	2,3	3,7	5,8	7,3	7,7	7,8	10,0	12,0	6,4
N207P	0,2	1,7	3,0	3,7	5,3	9,8	9,7	10,0	11,3	6,1
D107P	0,3	3,2	4,8	5,5	10,0	10,5	10,0	10,7	12,3	7,5
Sk107E	1,1	4,0	6,7	9,0	12,3	9,3	10,0	10,3	11,2	8,2
E107P	1,1	2,8	6,3	11,0	11,7	10,3	10,7	11,0	12,0	8,5
ROTSTOP	1,5	2,7	4,7	6,5	10,0	10,3	10,7	11,7	12,3	7,8

Veicot mērījumus deviņu dienu laikā, konstatēts, ka lielākais micēlija vidējais pieaugums dienā ir izolātiem Gi107P (8,6 mm), E107P (8,5 mm) un Sk107E (8,2 mm). Preparāta „Rotstop” sastāvā esošās *P. gigantea* micēlija vidējais pieaugums dienā ir 7,8 mm. Viszemākais micēlija vidējais pieaugums dienā ir J1607P (4,6 mm) un Kn207P (4,1 mm).

Iegūtie rezultāti par *P. gigantea* antagonismu pret *H. annosum* atšķiras starp dažādiem *P. gigantea* izolātiem. Rezultātu atšķirības ir vērojamas arī viena izolāta robežās pret *H. annosum* S un P intersterilitātes grupām (3., 4. tabula).

Tabula 3.
P. gigantea izolātu antagonisms pret *H. annosum* S intersterilitātes grupu.

<i>P. gigantea</i> celma nosaukums	Demarkācijas līnijas platums, mm		Vidējā vērtība	Demarkācijas līnijas vidējais pieaugums mm/dienā
	Dienu skaits pēc kultūru uzsēšanas			
	10	20		
Gi107P	5,5	21	13,25	0,80
Gi207P	6,6	19	12,8	0,81
Gi307P	3,5	21,5	12,5	0,71
B107E	7	18,5	12,75	0,81
B207E	5	22	13,5	0,80
B307E	7,5	19,5	13,5	0,86
B407E	7	17	12	0,78
B507E	4,5	19	11,75	0,70
B607E	7	20,5	13,75	0,86
B707E	7,5	18	12,75	0,83
S107P	6	19,5	12,75	0,79
S207P	6,3	20	13,15	0,82
J107P	4,5	19	11,75	0,70
J207P	4	20,5	12,25	0,71
J307P	7	22,5	14,75	0,91
J407P	4	19	11,5	0,68
J507P	6	23,5	14,75	0,89
J607P	6	22	14	0,85
J707P	5	20,5	12,75	0,76
J807P	5	18,5	11,75	0,71
J907P	7	22	14,5	0,90
J1007P	6	21	13,5	0,83
J1107P	6	21	13,5	0,83
J1207P	5,5	22	13,75	0,83
J1307P	5	15	10	0,63
J1407P	8	16	12	0,80
J1507P	4	17	10,5	0,63
J1607P	6	17,5	11,75	0,74
J1707P	6,5	21	13,75	0,85
K107P	4,5	20,5	12,5	0,74
K207P	5,5	18,5	12	0,74
K307P	7,5	24,5	16	0,99
K407P	7,5	21	14,25	0,90
Kn107E	7	19,5	13,25	0,84
Kn207P	6	18	12	0,75
Le107E	6,5	19,5	13	0,81
Le207P	6	19,5	12,75	0,79
Le307P	10	20	15	1,00
Le407P	4,5	22,5	13,5	0,79
Le507P	5,5	21,5	13,5	0,81
Le607P	5	17	11	0,68
Le707P	5,5	20	12,75	0,78

3. tabulas turpinājums.

Le807P	5,8	17,5	11,65	0,73
Kd107E	6,5	23	14,75	0,90
Kd207P	6	21	13,5	0,83
O107E	6	21	13,5	0,83
O207E	5	17	11	0,68
T107E	6	19,5	12,75	0,79
T207E	5,5	16,5	11	0,69
N107P	5,5	15,5	10,5	0,66
N207P	4	17	10,5	0,63
D107P	5,5	17,5	11,5	0,71
Sk107E	5	15,5	10,25	0,64
E107P	6,5	20,5	13,5	0,84
ROTSTOP	7,5	21	14,25	0,90

Vidējais *P. gigantea* demarkācijas līnijas pieaugums pret *H. annosum* S intersterilitātes grupas izolātiem variē no 0,63 mm/dienā (N207P, J1507P, J1307P izolāti) līdz 1,00 mm/dienā (Le307P izolāts). Lielāko *P. gigantea* vidējo pārauguma zonu veido izolāti: Le307P (1,00 mm/dienā), K307P (0,99 mm/dienā), J307P (0,91 mm/dienā) un J907P (0,90 mm/dienā). Preparāta „Rotstop” sastāvā esošā *P. gigantea* pārauguma zonas pieaugums ir 0,90 mm/dienā. Mazāko *P. gigantea* pārauguma zonas pieaugumu veido izolāti: N207P, J1507P, J1307P 0,63 mm/dienā.

Tabula 4.
P. gigantea izolātu antagonisms pret *H. annosum* P intersterilitātes grupu.

<i>P. gigantea</i> celma nosaukums	Demarkācijas līnijas platums, mm			Demarkācijas līnijas vidējais pieaugums mm/dienā
	Dienu skaits pēc kultūru uzsēšanas		Vidējā vērtība	
	10	20		
Gi107P	7	16,5	11,75	0,76
Gi207P	8	13	10,5	0,73
Gi307P	5,5	17,5	11,5	0,71
B107E	6	13,5	9,75	0,64
B207E	5	16,5	10,75	0,66
B307E	5,5	13,5	9,5	0,61
B407E	8	11	9,5	0,68
B507E	5	13	9	0,58
B607E	7	13,5	10,25	0,69
B707E	5	13,5	9,25	0,59
S107P	9,5	12	10,75	0,78
S207P	7	12,5	9,75	0,66
J107P	4,5	15	9,75	0,60
J207P	3,5	11,5	7,5	0,46
J307P	6	10	8	0,55
J407P	3,5	11	7,25	0,45
J507P	6,5	12	9,25	0,63

4. tabulas turpinājums.

J607P	6,5	16,5	11,5	0,74
J707P	6	17,5	11,75	0,74
J807P	6	17,5	11,75	0,74
J907P	7	22,5	14,75	0,91
J1007P	4,5	19,5	12	0,71
J1107P	4	15,5	9,75	0,59
J1207P	4,5	14	9,25	0,58
J1307P	6,5	10	8,25	0,58
J1407P	4,5	14,5	9,5	0,59
J1507P	5,5	15	10,25	0,65
J1607P	6,5	14	10,25	0,68
J1707P	5,5	14,5	10	0,64
K107P	5,5	14	9,75	0,63
K207P	5	12,5	8,75	0,56
K307P	4	18,5	11,25	0,66
K407P	7	14	10,5	0,70
Kn107E	8,5	12,5	10,5	0,74
Kn207P	5,5	8	6,75	0,48
Le107E	5,5	11	8,25	0,55
Le207P	8	13,5	10,75	0,74
Le307P	7,5	13	10,25	0,70
Le407P	5,5	14	9,75	0,63
Le507P	7,5	12,5	10	0,69
Le607P	6,5	14,5	10,5	0,69
Le707P	6,5	10,5	8,5	0,59
Le807P	4,5	10,5	7,5	0,49
Kd107E	4,5	14	9,25	0,58
Kd207P	5	11,5	8,25	0,54
O107E	4	13	8,5	0,53
O207E	5,5	14	9,75	0,63
T107E	6,5	11	8,75	0,60
T207E	8	10,5	9,25	0,66
N107P	7	11,5	9,25	0,64
N207P	6	13	9,5	0,63
D107P	8	15	11,5	0,78
Sk107E	7,5	11,5	9,5	0,66
E107P	8,5	9	8,75	0,65
ROTSTOP	7	16,5	11,75	0,76

Vidējais *P. gigantea* demarkācijas līnijas pieaugums pret *H. annosum* P intersterilitātes grupas izolātiem variē no 0,45 mm/dienā (J407P izolāts) līdz 0,91 mm/ dienā (J907P izolāts). Analizējot antagonismu pret *H. annosum* P grupu, konstatēts, ka labākos rezultātus uzrāda *P. gigantea* izolāti: J907P (0,91 mm/ dienā), S107P un D107P (0,78 mm/ dienā). Preparāta „Rotstop” vidējais pārauguma zonas platums dienā pret *H. annosum* P intersterilitātes grupu ir 0,76 mm/dienā. Mazāko *P. gigantea* pārauguma zonas pieaugumu veido izolāti: Kn207P (0,48 mm/ dienā), J207P (0,46 mm/ dienā) un J407P (0,45 mm/ dienā).

P. gigantea izolātu oīdiju produkcija tika mērīta pēc viena mēneša no kultūru uzsēšanas. Mūsu iegūtie dati liecina, ka *P. gigantea* izolātu oīdiju skaits Gorjajeva kameras 1 mm² tilpumā variē no 0,1 x 10³ izolātam J1507P līdz 18 x 10³ sporām izolātam T207E (5. tabula). Vislielākā oīdiju produkcija starp analizētajiem *P. gigantea* izolātiem konstatēta izolātiem T207E: 18x10³ sporas/mm² un Gi307P: 5x10³ sporas/mm². Preparāta „Rotstop” sastāvā esošā *P. gigantea* sporu produkcija ir 4x10³ sporas/mm². Viszemākā sporu produkcija konstatēta izolātam Kd107E, Le807P, K207P: 0,3x10³ sporas/mm² un J1507P izolātam - 0,1x10³ sporas/mm².

Tabula 5.
P. gigantea izolātu vidējā oīdiju produkcija.

<i>P. gigantea</i> celma nosaukums	Vidējais oīdiju skaits Gorjajeva kameras mazajā kvadrātā (0,0025 mm ²)	Vidējais oīdiju skaits 1 mm ² /10 ³
Gi107P	11	4
Gi207P	1	1
Gi307P	13	5
B107E	1	0,5
B207E	7	3
B307E	2	1
B407E	4	1
B507E	4	2
B607E	2	1
B707E	3	1
S107P	2	1
S207P	5	2
J107P	5	2
J207P	6	2
J307P	2	1
J407P	4	1
J507P	1	1
J607P	7	3
J707P	9	4
J807P	5	2
J907P	1	1
J1007P	5	2
J1107P	4	2
J1207P	2	1
J1307P	3	1
J1407P	3	1
J1507P	0	0,1
J1607P	2	1
J1707P	5	2
K107P	6	2
K207P	1	0,3
K307P	3	1
K407P	3	1
Kn107E	5	2
Kn207P	2	1

5. tabulas turpinājums.

Le107E	6	2
Le207P	6	2
Le307P	2	1
Le407P	6	2
Le507P	6	2
Le607P	4	1
Le707P	4	2
Le807P	1	0,3
Kd107E	1	0,3
Kd207P	1	1
O107E	5	2
O207E	9	4
T107E	1	0,4
T207E	46	18
N107P	5	2
N207P	3	1
D107P	6	2
Sk107E	2	1
E107P	11	4
ROTSTOP	11	4

Datu analīzē tika pārbaudīta korelācija starp *P. gigantea* izolātu efektivitātes rādītājiem. Korelācijas analīze parāda, ka izolātu efektivitātes rādītājiem ir ļoti vāja korelācija (6. tabula). Korelācijas koeficientu vērtības starp izolātu efektivitātes rādītājiem ir mazākas par 0,5. Korelācija tika rēķināta pie $\alpha = 0,05$. Korelācijas koeficienta kritiskā vērtība: 0,497 (Liepa, 1974).

Tabula 6.
P. gigantea izolātu efektivitātes rādītāju korelācijas analīzes rezultāti.

	Micēlija augšanas ātrums	Antagonisms pret <i>H. annosum</i> S intersterilitātes grupu	Antagonisms pret <i>H. annosum</i> P intersterilitātes grupu	Oīdiju produkcija
Micēlija augšanas ātrums	1	0.15	0.10	0,16
Antagonisms pret <i>H. annosum</i> S intersterilitātes grupu	0.15	1	-	- 0,07
Antagonisms pret <i>H. annosum</i> P intersterilitātes grupu	0.10	-	1	-0,13
Oīdiju produkcija	0.16	-0.07	-0,13	1

Izolāti pēc to efektivitātes rādītāju vērtībām tika ranžēti. No tiem izvēlēti seši sēnes izolāti, kas uzrādīja augstākās vērtības (novērtējot micēlija augšanas ātrumu, antagonismu pret *H. annosum* S un P intersterilitātes grupām, oīdiju produkciju). Konstatēts, ka preparāta „Rotstop” sastāvā esošās *P. gigantea* izolāts ir starp sešiem labākajiem pēc visiem efektivitātes rādītājiem (7. tabula).

Tabula 7.
P. gigantea efektīvāko izolātu salīdzinājums ar „Rotstop”.

Micēliju augšanas ātrums		Antagonisms pret H.a. S intersterilitātes grupu		Antagonisms pret H.a. P intersterilitātes grupu		Oīdiju produkcija	
<i>P. gigantea</i> izolāti	<i>P. gigantea</i> izolātu micēlija vidējais augšanas ātrums, mm/dienā	<i>P. gigantea</i> izolāti	Pārauguma zonas vidējais pieaugums, mm/dienā	<i>P. gigantea</i> izolāti	Pārauguma zonas vidējais pieaugums, mm/dienā	<i>P. gigantea</i> izolāti	Vidējais oīdiju skaits/ 1 mm ² , x 10 ³
Gi107P	8.62	Le307P	1.00	J907P	0.91	T207E	18
E107P	8.54	K307P	0.99	S107P	0.78	Gi307P	5
Sk107E	8.22	J307P	0.91	D107P	0.78	E107P	4
O207E	7.89	ROTSTOP	0.90	Gi107P	0,76	Gi107P	4
Le307P	7.85	J907P	0.90	ROTSTOP	0,76	ROTSTOP	4
ROTSTOP	7.80	K407P	0.90	J607P	0.74	J707P	4

Veicot dispersijas analīzi, konstatēts, ka efektīvāko izolātu vidējie micēlija augšanas ātrumi būtiski neatšķiras ($p=0,95>0,05$). Salīdzinot ar „Rotstop” nav būtisku atšķirību, novērtējot arī to antagonismu gan pret *H. annosum* S, gan P intersterilitātes grupu, (S intersterilitātes grupa: $p=0,99$ un P intersterilitātes grupa $p=0,24$). Toties pastāv būtiskas atšķirības starp izolātu sporu produkcijas rādītājiem ($p<0,001$). Vislielāko sporu produkciju uzrādīja izolāts T207E (18×10^3) (8. tabula).

Tabula 8.
Dispersijas analīzes tabula - izolātu efektivitātes rādītāju novērtējums.

Statistiskie rādītāji					
Izolātu efektivitātes rādītāji	SS (kvadrātu summa)	df (brīvības pakāpju skaits)	MS (vidējais kvadrāts)	F(F kritērijs)	p (p-vērtība)
Vidējais micēlija augšanas ātrums	17,737	5	3,547	0,232	0,947
Antagonisms pret H.a. S intersterilitātes grupu	6,531	5	1,306	0,026	0,999
Antagonisms pret H.a. P intersterilitātes grupu	29,25	5	5,85	0,243	0,243
Oīdiju produkcija	$63 \cdot 10^3$	5	$12 \cdot 10^3$	535	<0,001

Balstoties uz iegūtajiem datiem par izolātu efektivitātes rādītājiem, var secināt, ka vairāki Latvijas izcelsmes *P. gigantea* izolāti: Gi107P; E107P; Le307P; J907P un Sk107E, laboratorijas apstākļos, ir tik pat efektīvi kā „Rotstop” izolāts. Attiecībā uz oīdiju produkciju, Latvijas izolāti T207E un Gi307P uzrāda būtiski augstākas vērtības, kas ir ļoti svarīgi no bioloģisko preparātu ražošanas aspekta.

Turpmākajā darbā, analizējot izolātu augšanas ātrumu koksne, būtu jānovērtē izolāts Gi107P (jo šis izolāts līdzīgi kā „Rotstop” uzrāda augstākas vērtības vairākiem analizētajiem efektivitātes rādītājiem), kā arī izolāts T207E, jo sporu produkcija ir viens no svarīgākajiem efektivitātes rādītājiem (K. Korhonen viedoklis). Salīdzinot iegūtos datus ar 2007. gada rezultātiem (9. tabula), redzams, ka arī salīdzinājumā ar iepriekšējā gadā analizētajiem izolātiem, „Rotstop” izolāts pēc visiem analizētajiem parametriem uzrāda salīdzinoši augstas vērtības. Atsevišķi Latvijas izolāti, salīdzinājumā ar „Rotstop”, uzrāda augstākas vērtības, bet tikai pēc viena no analizētajiem parametriem. Piemēram, augšanas ātrums – Kd2, antagonisms pret *H. annosum* P grupu (P1), sporu produkcija J1 un J2. Īpašu interesi izraisa izolāts J2, jo novērtējot sporu produkciju, šis izolāts uzrāda būtiski ($p < 0,0001$) lielāku vērtību, salīdzinājumā ar „Rotstop”.

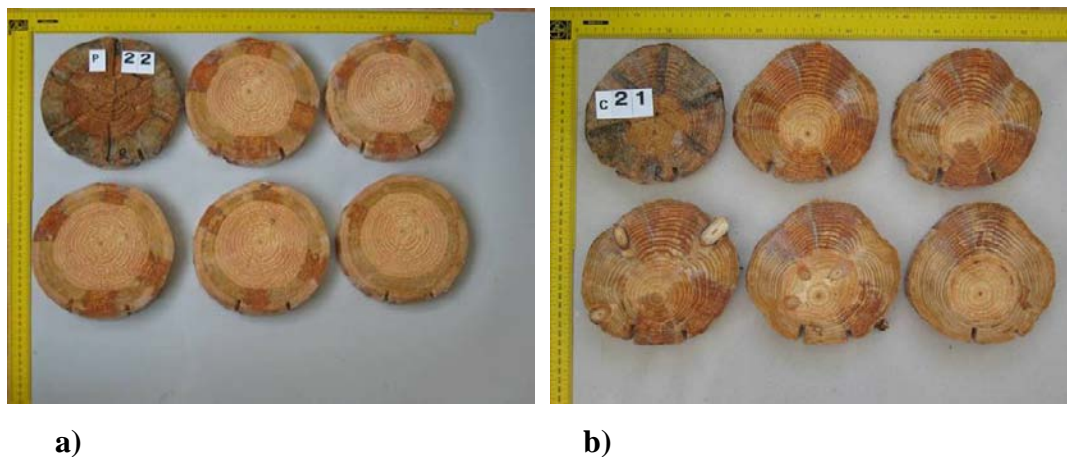
Tabula 9. *P. gigantea* efektīvāko izolātu salīdzinājums ar „Rotstop” (2007.g).

Augšanas ātrums		Antagonisms pret H.a. S intersterilitātes grupu		Antagonisms pret H.a. P intersterilitātes grupu		Oīdiju produkcija	
<i>P. gigantea</i> izolāti	<i>P. gigantea</i> izolātu micēlija vidējais augšanas ātrums, mm/dienā	<i>P. gigantea</i> izolāti	Pārauguma zonas vidējais pieaugums, mm/dienā	<i>P. gigantea</i> izolāti	Pārauguma zonas vidējais pieaugums, mm/dienā	<i>P. gigantea</i> izolāti	Vidējais oīdiju skaits/ 1 mm ² , x 10 ³
C2	8,83	J4	1,43	P1	1,15	J2	13
K4	8,56	G1	1,40	Kd2	1,15	J3	8
Kd7	8,50	Kd3	1,38	J1	1,10	G1	5
J5	8,43	J1	1,30	K6	1,08	Kd6	5
J6	8,43	C3	1,25	Kd4	1,08	C2	4
ROTSTOP	8,33	ROTSTOP	1,18	ROTSTOP	0,98	ROTSTOP	4

Turpmākajos pētījumos būtu jānovērtē, kuri no laboratorijā pārbaudītajiem efektivitātes rādītājiem korelē ar *P. gigantea* izolātu efektivitāti lauka apstākļos. Jāizvērtē no dažādām koksnēm (egles un priedes) izdalīto *P. gigantea* celmu antagonisms pret *H. annosum* S un P intersterilitātes grupām. Lai gan Somijā veiktajos pētījumos, novērtējot *P. gigantea* antagonismu pret *H. annosum*, konstatēts, ka laboratorijas apstākļos *P. gigantea* izolāti uzrāda būtiskas atšķirības pret *H. annosum* S un P grupām ($p < 0,01$) atšķirības ir niecīgas ($1,88 \pm 0,04$ mm pret $1,62 \pm 0,06$ mm), un K. Korhonens uzskata, ka tam nav praktiskas nozīmes no celmu aizsardzības viedokļa (Korhonen 1978). Tomēr, kā liecina Lietuvā veiktie pētījumi, *H. annosum* S grupa labāk attīstās eglēs nekā P grupa – respektīvi S grupa, kas pamatā inficē egli, ir labāk piemērojusies attīstībai egles koksnē (Vasiliauskas, Stenlid 1998). Savukārt Somijā veiktie pētījumi liecina, ka *P. gigantea* labāk attīstās priedes nekā egles koksnē (Korhonen 2001). No šī aspekta problemātiska ir tieši egļu celmu aizsardzība pret *H. annosum*. Tādēļ uzskatām, ka laboratorijas apstākļos ir svarīgi novērtēt *P. gigantea* antagonismu pret *H. annosum* S grupu.

3.2. *P. gigantea* augšanas ātruma analīze

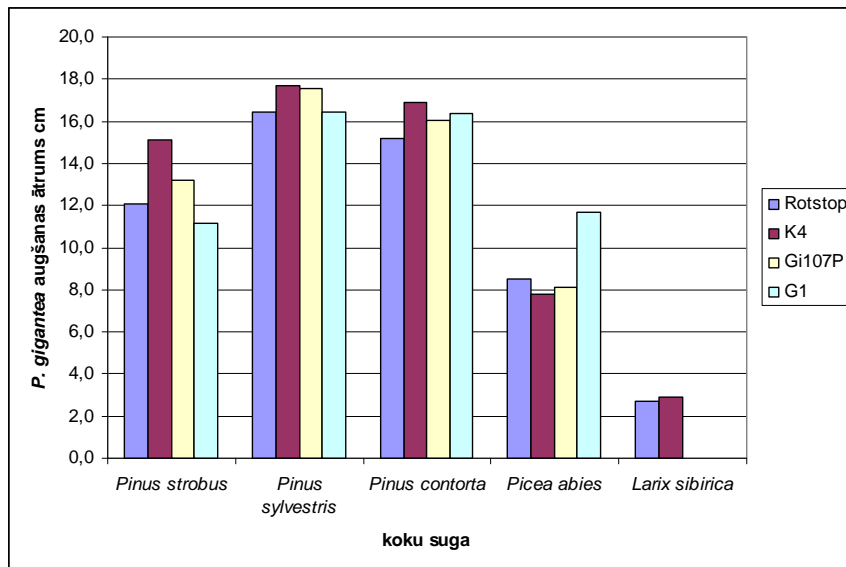
P. gigantea izolātu augšana konstatēta Veimuta priedes, parastās priedes, klinškalnu priedes, parastās egles un Sibīrijas lapegles koksnē, bet izolātu attīstība netika konstatēta Sitkas egles un Menzīsa duglāzijas koksnē (19. attēls).



19. attēls. *P. gigantea* izolātu attīstība parastās priedes (a) un klinškalnu priedes (b) koksnē.

Sēnes attīstība pamatā konstatēta aplievas koksnē. Arī Somijā veiktie pētījumi liecina, ka *P. gigantea* labāk aug aplievas koksnē (K. Korhonen – viedokļu apmaiņa). Mūsu iegūtie rezultāti daļēji saskan ar citu autoru datiem, kas konstatējuši, ka „Rotstop” izolāts labi aug lapegles, lēnāk duglāzijas koksnē, bet īpaši slikti Sitkas egles koksnē – eksperimentā izmantotas koksnes ripas (Thomsen, Jacobsen 2001). Tas, ka minētajā pētījumā tomēr konstatēta *P. gigantea* attīstība Sitkas egles un Menzīsa duglāzijas koksnē varētu būt skaidrojams ar koku individuālajām īpašībām. Arī mūsu pētījumā no divām analizētajām eglēm *P. gigantea* attīstība konstatēta tikai vienam kokam.

Novērtējot analizēto *P. gigantea* izolātu micēlija attīstību dažādu koku sugu koksnē redzam, ka, piemēram, Veimuta priedes koksnē „Rotstop” izolāts uzrāda vērtību $12,1 \pm 1,1$ cm, bet izolāts K4 $15,1 \pm 0,6$ cm. Tomēr atšķirības nav būtiskas (20. attēls).



20. attēls. *P. gigantea* izolātu attīstība koksnē (ripu eksperiments).

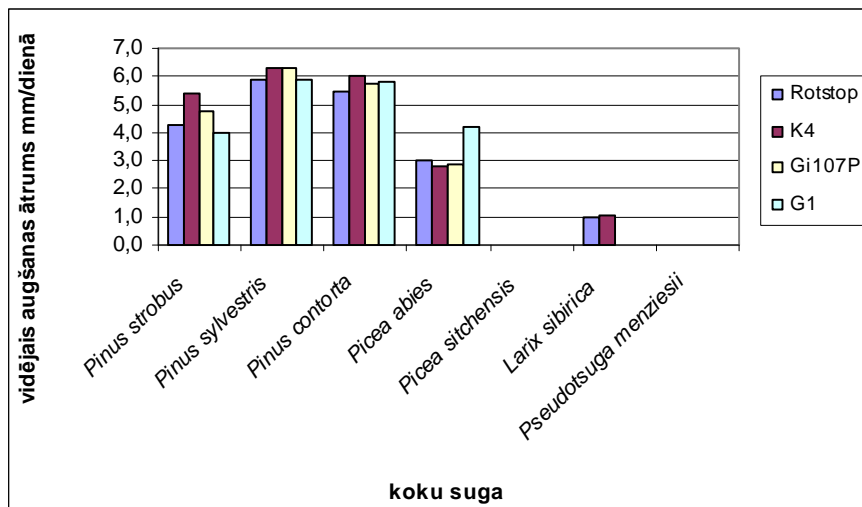
Līdzīgi analizējot atsevišķas koku sugas būtiskas atšķirības starp analizētajiem izolātiem nav konstatētas. Tomēr attiecībā uz priežu ģints sugām, izolāts K4 uzrāda augstākas vērtības salīdzinājumā ar „Rotstop” izolātu. Jāatzīmē, ka egles koksnē augstākās vērtības uzrāda izolāts G1: $11,7 \pm 2,7$ cm, salīdzinājumā ar pārējiem izolātiem ($8,1 \pm 1,5$... $8,5 \pm 3,4$ cm), taču laboratorijas eksperimentā izolāts G1 raksturojas ar ļoti sliktu micēlija attīstību. Arī literatūras dati liecina, ka laboratorijas eksperimenti neatspoguļo izolātu efektivitāti (respektīvi, kā izolāti nodrošina celmu aizsardzību pret *H. annosum*). Gan Anglijā, gan Somijā veiktajos pētījumos secināts, ka laboratorijas testi *in vitro* neatspoguļo izolātu efektivitāti *in vivo* (Rishbeth 1975, Sun et al., unpublished). Tomēr attiecībā uz oīdiju produkciju un antagonismu pret *H. annosum* S intersterilitātes grupu, minētais izolāts G1 uzrāda ļoti augstas vērtības. Šie dati apstiprina mūsu hipotēzi, ka svarīgi ir novērtēt *P. gigantea* antagonismu pret *H. annosum* S grupu.

Salīdzinot dažādu *P. gigantea* izolātu attīstību atšķirīgu sugu koksnē, tika konstatētas būtiskas atšķirības. Piemēram, Veimuta priedes koksnē „Rotstop” izolāts 28 dienās koksnē izplatās $12,1 \pm 1,1$ cm, bet priedes koksnē $16,4 \pm 0,7$ cm, $p=0,009$ (10. tabula). Vissliktāk „Rotstop” izolāts aug Sibīrijas lapegles koksnē – 28 dienās tikai $2,7 \pm 0,1$ cm un atšķirības ir būtiskas, salīdzinot ar Veimuta priedi, parasto priedi un klinškalnu priedi (visos gadījumos $p < 0,0001$).

Tabula 10. *P. gigantea* izolātu attīstības novērtējums.

Koku suga	Izolātu micēlija kopējais garums cm			
	Rotstop	K4	Gi107P	G1
<i>Pinus strobus</i>	12,1±1,1	15,1±0,6	13,2±0,3	11,1±1,2
<i>Pinus sylvestris</i>	16,4±0,7	17,7±0,8	17,6±0,6	16,5±0,9
<i>Pinus contorta</i>	15,2±0,4	16,9±0,5	16,0±0,5	16,4±0,5
<i>Picea abies</i>	8,5±3,4	7,8±3,2	8,1±1,5	11,7±2,7
<i>Larix sibirica</i>	2,7±0,1	2,9±0,2	0	0

Novērtējot atšķirīgu *P. gigantea* izolātu augšanas ātrumu dienā, konstatēts, ka dažādās koku sugās tas variē vidēji no 1 ... 6 mm/dienā – parastai eglei 3 ... 4 mm/dienā (21. attēls). Somijā veiktajos pētījumos, analizējot 18 *P. gigantea* izolātu attīstību parastās egles koksne, konstatēts, ka augšanas ātrums variē samērā plašā amplitūdā: 0,1 – 3,9 mm/dienā (Sun et. al., unpublished).

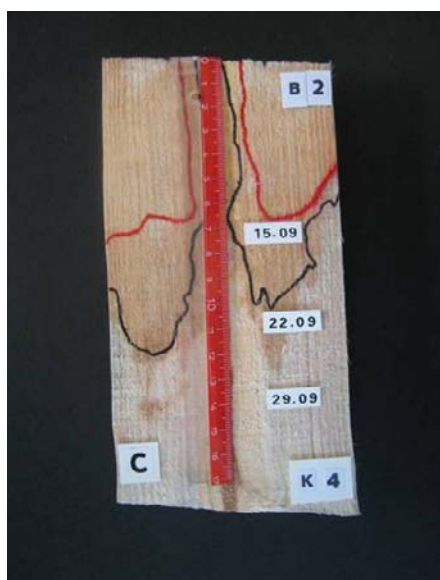


21. attēls. *P. gigantea* izolātu vidējā augšanas ātruma salīdzinājums (ripu eksperiments).

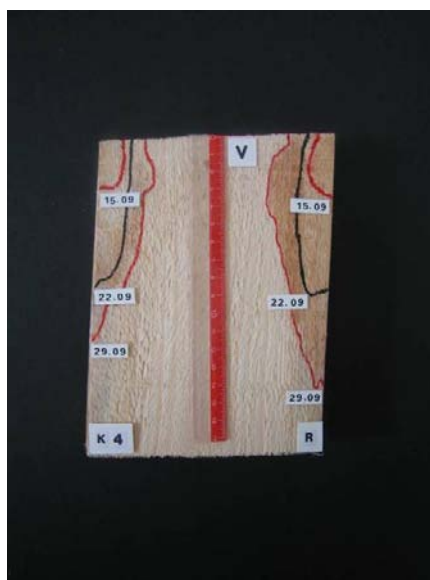
Šie dati principā saskan ar mūsu iegūtajiem datiem, tomēr, kā jau minēts, mūsu pētījumā *P. gigantea* attīstība parastās egles koksne konstatēta tikai vienam no analizētajiem kokiem.

3.3. *P. gigantea* izolātu micēlija attīstības dinamikas novērtējums

Novērtējot *P. gigantea* izolātu attīstības dinamiku, tika izmantoti gan sazāgēti koka klucīši gan dēļi (22. attēls). Šajā eksperimentā *P. gigantea* attīstība konstatēta tikai trīs koku sugām: parastai priedei, klinškalnu priedei un Veimuta priedei (23. attēls). Secināts, ka attiecībā uz parasto priedi un klinškalnu priedi, labākos rezultātus uzrāda Latvijā izdalītais izolāts K4. Piemēram, parastās priedes koksne 21 dienu pēc eksperimenta ierīkošanas „Rotstop” izolāts koksne attīstās $13,4 \pm 1,0$ cm, bet K4 $16,2 \pm 0,4$ cm. Savukārt, 32 dienas pēc eksperimenta ierīkošanas attiecīgi $22,7 \pm 1,2$ cm un $26,2 \pm 0,5$ cm. Arī izolāts Gi107P attiecībā uz parasto priedi un klinškalnu priedi uzrāda augstākas vērtības, „salīdzinājumā ar „Rotstop”.



a)

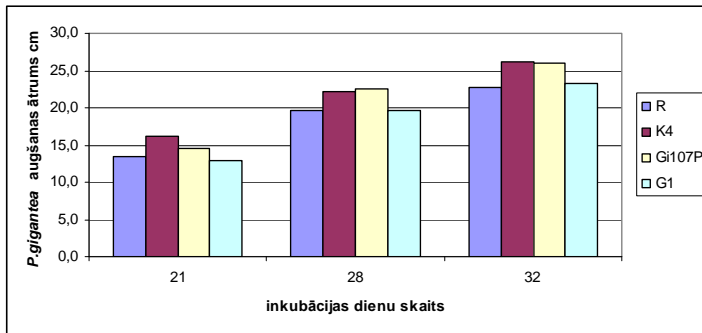


b)

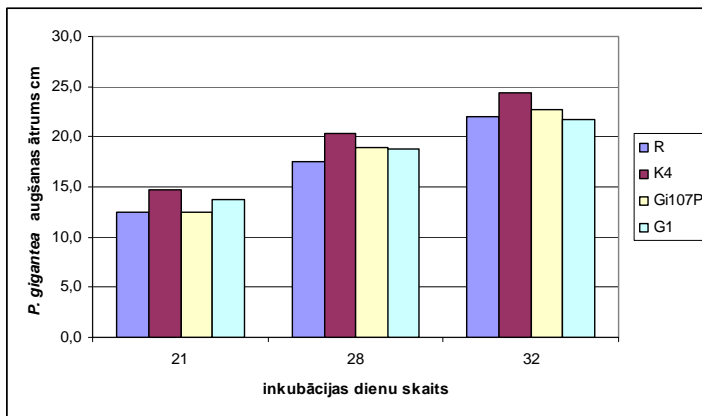
22. attēls. *P. gigantea* izolātu attīstības dinamikas novērtējums klinškalnu priedes (a) un Veimuta priedes koksne (b).

Veimuta priedes koksne augstākas vērtības uzrāda izolāti G1 un „Rotstop”, piemēram, 28 dienas pēc eksperimenta ierīkošanas, izolāts G1 Veimuta priedes koksne izaug $18,9 \pm 2,1$ cm, bet „Rotstop” $16,1 \pm 0,3$ cm. Savukārt 32 dienas pēc eksperimenta ierīkošanas, attiecīgi $22,9 \pm 2,9$ cm un $23,3 \pm 2,2$ cm. Izolāts K4 28 dienas pēc eksperimenta ierīkošanas Veimuta priedes koksne izaug $16,1 \pm 2,3$ cm, bet pēc 32 dienām $20,7 \pm 1,8$ cm.

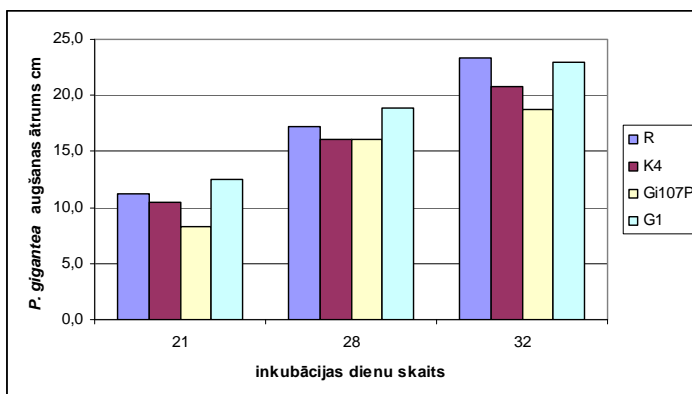
Parastā priede



Klinškalnu priede

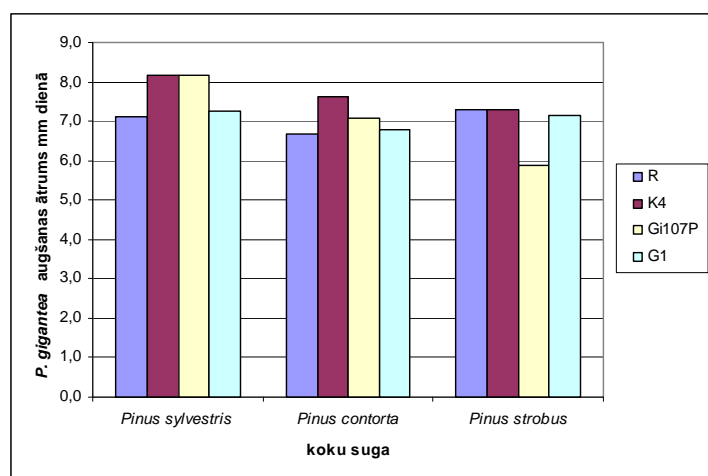


Veimuta priede



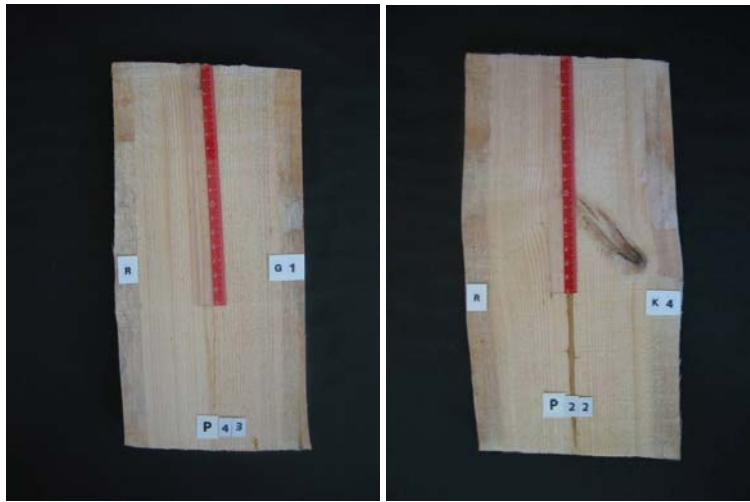
23. attēls. *P. gigantea* izolātu attīstība koksnē (klucīšu eksperiments).

Minētajā eksperimentā, salīdzinot augšanas ātrumu mm/dienā, redzam, ka, piemēram, parastās priedes koksnē izolātu K4 un Gi107P vidējais augšanas ātrums ir 8 mm/dienā (24. attēls). Analizējot ripas, secināts, ka minēto izolātu augšanas ātrums ir 6 mm/dienā, tātad abos eksperimentos rezultāti ir ļoti līdzīgi. Atšķirības varētu būt skaidrojamas ar to, ka ripu eksperimentā, ja, piemēram, *P. gigantea* krāsojums tika fiksēts pēdējās analizētās ripas virspusē un ripas biezums ir 3 cm, tad mēs nevaram konstatēt, vai krāsojums beidzas 0,5 vai 2,5 cm tālāk.



24. attēls. *P. gigantea* izolātu vidējā augšanas ātruma salīdzinājums (klucīšu eksperiments).

Papildus eksperimentā tika analizēta 2 Latvijas izolātu G1 un K4 attīstība parastās egles un parastās priedes dēlīšos. Parastās egles koksnē tik analizēta izolāta K4 attīstība, salīdzinājumā ar „Rotstop”, bet parastās priedes koksnē, izolātu G1 un K4 attīstība, salīdzinājumā ar „Rotstop” (24. attēls) Novērtējot micēlija augšanas ātrumu mm/dienā, konstatēts, ka parastās priedes koksnē izolātu augšanas ātrums būtiski neatšķiras (4,7 ... 4,9 mm), bet parastās egles koksnē „Rotstop” augšanas ātrums ir $3,8 \pm 0,3$ mm/dienā, bet izolāta K4 augšanas ātrums ir $4,8 \pm 1,0$ mm/dienā.



a)

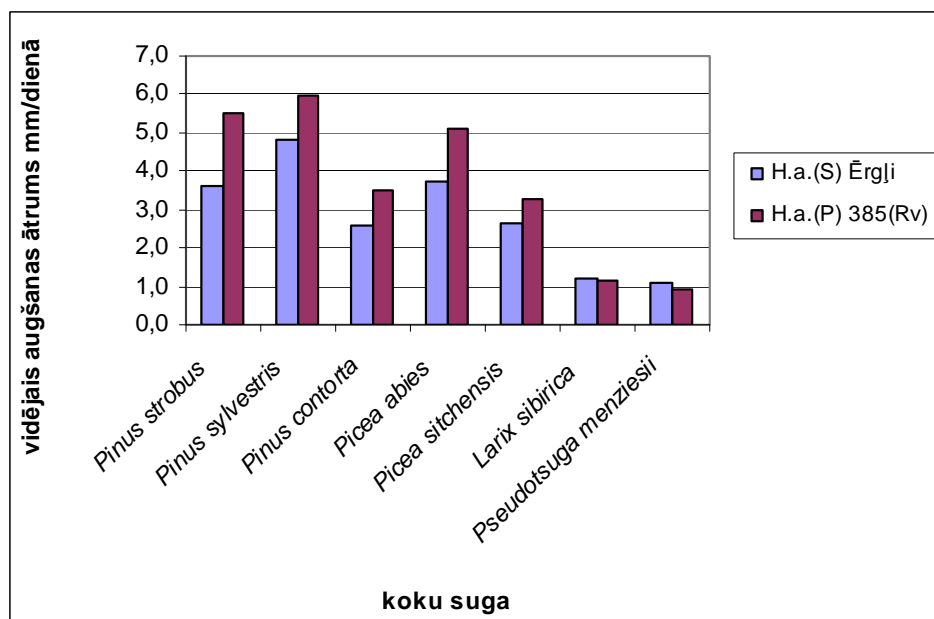
b)

25. attēls. *P. gigantea* izolātu G1 (a) un K4 (b) attīstības novērtējums parastās priedes koksņē salīdzinājumā ar „Rotstop”.

Arī šie dati saskan ar ripu eksperimentā iegūtajiem rezultātiem. Kopumā iegūtie rezultāti ļauj secināt, ka jau šobrīd Latvijā ir izdevies izdalīt vairākus *P. gigantea* celmus, kas ir efektīvāki (novērtējot micēlija attīstību koksņē), salīdzinājumā ar „Rotstop”.

3.4. *H. annosum* izolātu augšanas novērtējums

H. annosum attīstība konstatēta visām eksperimentā izmantotajām koku sugām (25. attēls). Izolātu lielākais vidējais augšanas ātrums ir parastās priedes koksņē $4,8 \pm 0,8$ mm/dienā izolātam Ērgļi (S grupa) un $6 \pm 0,8$ mm/dienā izolātam 385(Rv) (P grupa).



25. attēls. *H. annosum* izolātu vidējais augšanas ātrums dažādu koku sugu koksņē.

Viszemākais izolātu vidējais augšanas ātrums ir Sibīrijas lapegles un Menzīsa duglāzijas koksņē un abām koku sugām S un P grupas izolātu augšanas ātrums praktiski neatšķiras. Pārējām analizētajām koku sugām P grupas izolāts aug ātrāk: izolāta 385 (Rv) (P grupa) vidējais augšanas ātrums Veimuta priedes, parastās priedes, klinškalna priedes, parastās egles un Sitkas egles koksņē ir par 0,7 ... 1,9 mm/dienā lielāks par *H. annosum* izolāta Ērgļi (S grupa) vidējo augšanas ātrumu. Iespējams, ka minētās atšķirības nosaka konkrēto *H. annosum* celmu īpašības. Arī citi autori norāda, ka atsevišķi *H. annosum* celmi ir agresīvāki salīdzinājumā ar citiem (Woodward 1998) Iegūtie dati atšķiras no dāņu pētnieku rezultātiem, kas secinājuši, ka *H. annosum* vissliktāk attīstās Sitkas egles koksnes ripās (Thomsen, Jacobsen 2001). Tomēr minētajā pētījumā arī atzīmēta sliktāka *H. annosum* attīstība uz Menzīsa duglāzijas un Sibīrijas lapegles koksnes. Domājams, ka atšķirības attiecībā par Sitkas egles „rezistenci” pret *H. annosum* infekciju, saistītas ar koksnes īpašībām vai arī izmantoto *H. annosum* izolātu „agresivitāti”. Turpmākajos pētījumos nepieciešams pārbaudīt izdalīto *P. gigantea* sēnes izolātu efektivitāti pret *H. annosum* infekciju.

SECINĀJUMI

1. Iegūtie rezultāti liecina, ka 6 Latvijas *Phlebiopsis gigantea* izolāti (Gi107P, E107P, Sk107E, O207E, Le307P un Kd107E) uzrādīja lielāku micēlija augšanas ātrumu: 7,83 – 8,62 mm/dienā, salīdzinot ar preparāta „Rotstop” sastāvā esošo izolātu: 7,80 mm/dienā.

2. Novērtējot antagonismu pret *Heterobasidion annosum* S intersterilitātes grupu, secināts, ka Latvijas izolāti Le307P un K307P (vidējais demarkācijas līnijas pieaugums no 0,99 - 1,00) ir efektīvāki par preparāta „Rotstop” sastāvā esošo izolātu: 0,90 mm/dienā.

3. Secināts, ka Latvijas izolāti J907P, S107P un D107P ir efektīvāki pret *Heterobasidion annosum* P intersterilitātes grupu (demarkācijas līnijas vidējais pieaugums: 0,78 - 0,91 mm/dienā), salīdzinot ar preparāta „Rotstop” sastāvā esošo izolātu: 0,76 mm/dienā.

4. Konstatēts, ka Latvijā ievāktu *Phlebiopsis gigantea* izolātu T207E raksturo būtiski lielāka oīdiju produkcija salīdzinājumā ar „Rotstop” izolātu ($p < 0,001$).

5. *P. gigantea* micēlijs labi attīstās Veimuta priedes, parastās priedes, klinškalnu priedes koksne, sliktāk parastās egles koksne un Sibīrijas lapegles koksne, bet attīstība netika konstatēta Sitkas egles un Menzīsa duglāzijas koksne.

6. *P. gigantea* Latvijas izolāti K4 un Gi107P Veimuta priedes, parastās priedes un klinškalnu priedes koksne, bet izolāts G1 parastās egles koksne uzrāda augstāku micēlija augšanas ātrumu ($11,7 \pm 2,7$ cm/28 dienās), salīdzinājumā ar „Rotstop” ($8,5 \pm 3,4$ cm/28 dienās).

7. *H. annosum* labi attīstās Veimuta priedes, parastās priedes, klinškalnu priedes, parastās egles un Sitkas egles koksne, bet slikti Sibīrijas lapegles un Menzīsa duglāzijas koksne.

LITERATŪRA

1. Baumanis I., Birģelis J., Paegle M. 1993. Klinģkalnu priede (*Pinus contorta* Dougl. var *Latifolia engelm*) un tās introdukcijas perspektīvas Latvijā. Meģzinātne. 1(34)'92, 2(35)'93: 4 -15 lpp.
2. Berglund M., Rönnerberg J., Holmer L., Stenlid J. 2005. Comparison of five strains of *Phlebiopsis gigantea* and two *Trichoderma* formulations for treatment against natural *Heterobasidion* spore infections on Norway spruce stumps. – Scandinavian Journal of Forest research, 20: 12-17.
3. Breitenbach J., Kränzlin F. 1986. Fungi of Switzerland. Vol. 2. Switzerland: 314 pp.
4. Cinovskis R. 1993. „Greizā” priede. Meģzinātne. 1(34)'92, 2(35)'93: 15 -21 lpp.
5. Cinovskis R., Janele I., Skujeniece I., Zvirgzds A. 1974. Koki un krūmi Latvijas lauku parkos. Rīga. „Zinātne”.
6. Cram M. 2003. Biological Control: A Guide to Natural Enemies in North America. http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/pathogens/p_gigantea.html
7. Eglītis M., Gailītis L. 1930. Meģu kaites un kaitēkģi. Rīga: Meģu departamenta izd., 133 lpp.
8. Eriksson J., Hjortstam K. and Ryvarden L. 1981. The Corticiaceae of North Europe. Vol.6. Fungiflora, Oslo: 1051-1276.
9. Fiodorov N. 1998. Eastern Europe and Baltic Countries. In: Woodward, S., J. Stenlid, R. Karjalainen, A. Hüttermann (ed.) *Heterobasidion annosum*: biology, ecology, impact and control. CAB International, Wallingford, UK: 387- 404.
10. Gaitnieks T., Sica L., Indriksons A., Grantina L. 2004. Root rot detection in Norway spruce stands using pulse electronic tool. In: Proceedings of 11th IUFRO Conference on Root and Butt Rots, august 16-22, 2004. Poland: 379-385.
11. Greig B. J. W. 1998. Field Recognition and Diagnosis of *Heterobasidion annosum*. In: Woodward, S., J. Stenlid, R. Karjalainen, A. Hüttermann (ed.) *Heterobasidion annosum*: biology, ecology, impact and control. CAB International, Wallingford, UK: 35 - 41.
12. Hodges C. S. 1969. Modes of infection and spread of *Fomes annosus*. – Annual Review of Phytopathology, 7: 247-266.
13. Holdenrieder O. and Greig B. J. W. 1998. Biological methods of control. In: Woodward, S., J. Stenlid, R. Karjalainen, A. Hüttermann (ed.) *Heterobasidion annosum*: biology, ecology, impact and control. CAB International, Wallingford, UK: 235 – 258.
14. Huse K.J. and Venn K. 1993. Vertical spread of *Heterobasidion annosum* in stems of Norway spruce. – In: Johansson M., Stenlid J. Proceedings of Eighth IUFRO Conference on Root and Butt Rots. Sweden/Finland. August 9-16, 1993. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden: 211.
15. Käärrik A. and Rennerfelt E. 1957. Investigations on the fungal flora of spruce and pine stumps. – Statens Skogsforskningsinstitut, 47 (7): 15.

16. Kaarna-Vuorinen L. 2000. Rot frequency and the ensuring economic losses, and the causes of butt-rot in final fellings of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stands in south-eastern Finland. University of Helsinki, Dept. of Forest Economics. Publications (8), 82 pp.
17. Korhonen K. 2001. Stimulated stump treatment experiments for monitoring the efficacy of *Phlebiopsis gigantea* against *Heterobasidion annosum*. In: Proceedings of 10th IUFRO Conference on Root and Butt Rots. Quebec City. September 16-22, 2001. Canada: 207.
18. Korhonen K., Liponen K., Bendz M., Johansson M., Ryen I., Venn K., Seiskari P., Niemi M. 1994. Control of *Heterobasidion annosum* by stump treatment with Rotstop, a new commercial formulation of *Phlebiopsis gigantea*. – In: Johansson M., Stenlid J. Proceedings of Eighth IUFRO Conference on Root and Butt Rots. Sweden/Finland. August 9-16, 1993. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden: 675 – 685.
19. Korhonen K. 1978. Intersterility groups of *Heterobasidion annosum*. Commun. Inst. For. Fenn. 94 (6)”: 1 – 25.
20. Korhonen K., Piri T. 1993. The main hosts and distribution of the S and P groups of *Heterobasidion annosum* in Finland. – In: Johansson M., Stenlid J. Proceedings of Eighth IUFRO Conference on Root and Butt Rots. Sweden/Finland. August 9-16, 1993. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden: 260 - 267.
21. Laflamme G. 1994. Annosus root rot caused by *Heterobasidion annosum*. Quebec Region, Information Leaflet LFC 27, Canadian Forest Service, Sainte-Foy, Quebec, 12 pp.
22. Liepa I. 1974. „Biometrija”, Rīga: Zvaigzne, 336 lpp.
23. Mauriņš A., Zvirgzds A. 2006. Dendroloģija. LU. 94 – 107 lpp.
24. Pettersson M. and Rönnerberg J. 2001. Growth of inoculated *Heterobasidion annosum* in roots of *Picea abies* – effects of thinning and stump treatment with *Phlebiopsis gigantea*. In: Proceedings of 10th IUFRO Conference on Root and Butt Rots. Quebec City. September 16-22, 2001. Canada: 155 – 159.
25. Pīrāgs D. 1968. Duglāzija. Rīga. „Zinātne”. 5 – 12 lpp.
26. Redfern D.B. and Stenlid J. 1998. Spore Dispersal and Infection. – In: Woodward, S., J. Stenlid, K. Karjalainen, A. Hüttermann (ed.) *Heterobasidion annosum*: biology, ecology, impact and control. CAB International, Wallingford, UK : 116.
27. Rishbeth J. 1975. Stump inoculation: a biological control of *Fomes annosus*. In: Bruehl G.W. (ed.), *Biology and Control of Soilborne Pathogens*. American Phytopathological Society, Minnesota, USA: 158-162.
28. Saliņš S. 1962. Lapegle. Latvijas PSR Zinātņu Akadēmijas izdevniecība. 17 – 21 lpp.
29. Stenlid J. and Redfern D.B. 1998. Spread within the Tree and Stand. – In: Woodward, S., J. Stenlid, K. Karjalainen, A. Hüttermann (ed.) *Heterobasidion annosum*: biology, ecology, impact and control. CAB International, Wallingford, UK : 129.
30. Sun H., Korhonen K., Hantula J. and Kasanen R. Variation in properties of *Phlebiopsis gigantea* related to biocontrol against infection by *Heterobasidion* spp. in Norway spruce stumps. 2 – 8. Unpublished.

31. Tamminen P. 1985. Butt rot in Norway spruce in southern Finland. *Commun. – Instituti Forestalis Fenniae*, 127: 1-52.
32. Thomsen I.M. and Jacobsen J.B. 2001. Testing Rotstop on Sitka spruce, douglas – fir and larch. In: *Proceedings of 10th IUFRO Conference on Root and Butt Rots*. Quebec City. September 16-22, 2001. Canada: 217 - 218.
33. Thor M. 1997. Stump treatment against *Heterobasidion annosum* - techniques and biological effect in practical forestry. Licentiate's thesis. Department of Forest Mycology and Pathology, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden: 21 pp.
34. Thor M. 2001. Operational stump treatment against *Heterobasidion annosum* in European forestry – current situation. In: *Proceedings of 10th IUFRO Conference on Root and Butt Rots*. Quebec City. September 16-22, 2001. Canada: 170-175.
35. Thor M. and Stenlid J. 2005. *Heterobasidion annosum* infection of *Picea abies* following manual or mechanized stump treatment. – *Scandinavian Journal of Forest Research*, 20: 154-164.
36. Vainio E., Lipponen K., Hantula J. 2001. Persistence of a biocontrol strain of *Phlebiopsis gigantea* in conifer stumps and its effects on within-species genetic diversity. – *Forest Pathology*, 31: 285-295.
37. Varese G. C., Gonthier P., Nicolotti G. 2003. Impact of biological and chemical stump treatments against *Heterobasidion annosum* on non-target microorganisms. In: Laflamme G, Bérubé JA, Bussières G (eds.) *Root and butt rots of forest trees: Proceedings of the IUFRO Working Party 7.02.01*, Quebec, Canada, September 16-22, 2001, Laurentian Forestry Centre, Quebec: 145-154.
38. Vasiliauskas R., Juska E., Vasiliauskas A., Stenlid J. 2002. Community of Aphyllphorales and root rot in stumps of *Picea abies* on clear-felled forest sites in Lithuania. – *Scandinavian Journal of Forest Research*, 17: 398-407.
39. Vasiliauskas R., Stenlid J. 1998. Spread of S and P group isolates of *Heterobasidion annosum* within and among *Picea abies* trees in central Lithuania. *Can. J. For. Res.* 28: 961 – 966.
40. Webber J., Thorpe K. 2001. Potential for biological control of *Heterobasidion annosum* in the UK using Rotstop. In: *Proceedings of 10th IUFRO Conference on Root and Butt Rots*. Quebec City. September 16-22, 2001. Canada: 221 – 225.
41. Woods C.M., Woodward S., Pinard M.A. and Redfern D.B. 2005. Colonization of Sitka spruce stumps by decay – causing hymenomycetes in paired inoculations. *Mycological Research*. Vol. 110, Issue 7, July 2006, P. 854 – 868.
42. Woodward S., Stenlid J., Karjalainen R., Hüttermann A. 1998. *Heterobasidion annosum*: biology, ecology, impact and control. CAB International, Wallingford, UK: 589 pp.
43. Шевченко А., Цилюрик М. 1986. Лесная фитопатология. Киев, Вища шк. Головн. Изд., 334 стр.