



AKCIJU SABIEDRĪBAS „LATVIJAS VALSTS MEŽI” UN
LATVIJAS VALSTS MEŽZINĀTNES INSTITŪTA „SILAVA”

ZINĀTŅIETILPĪGĀ
LĪGUMDARBA

SAKŅU TRUPES UZRAUDZĪBA UN IEROBEŽOŠANA SKUJKOKU MEŽOS

ATSKAITE

IZPILDĪTĀJS: LATVIJAS VALSTS MEŽZINĀTNES INSTITŪTS „SILAVA”

PROJEKTA VADĪTĀJS: TĀLIS GAITNIEKS, VADOŠAIS PĒTNIEKS, MEŽZINĀTŅU
DOKTORS

T. Gaitnieks

2011

Saturs

Saturs	2
Kopsavilkums	3
1. Darba uzdevumi	4
2. <i>Heterobasidion</i> sp. infekcijas novērtējums <i>Pinus contorta</i> un <i>Pinus sylvestris</i> stādījumos	5
2.1. Literatūras apskats	5
2.1.1. <i>Heterobasidion annosum</i> izplatīšanās	5
2.1.2. <i>Pinus contorta</i> bioloģija	6
2.2. Materiāls un metodes	8
2.2.1. Empīriskā materiāla raksturojums	8
2.2.2. Lauku darbu metodika	8
2.2.3. Kamerālo darbu metodika	10
2.3. Rezultāti	12
2.3.1. <i>H. annosum</i> auglķermeņu sastopamības novērtējums	16
3. <i>H. annosum</i> auglķermeņu attīstības dinamikas novērtējums platlapju kūdrenos uz lielu dimensiju mežizstrādes atliekām	19
3.1. <i>H. annosum</i> auglķermeņu attīstības dinamika	19
3.2. <i>H. annosum</i> auglķermeņu attīstību ietekmējošo faktoru analīze	23
3.2.1. Metodika	23
3.2.1.1. Empīriskā materiāla raksturojums	23
3.2.1.2. Lauku darbu metodika	24
3.2.1.3. Kamerālo darbu metodika	28
3.2.2. Rezultāti un diskusija	28
3.2.2.1. Sēnes auglķermeņu attīstība dažādos meža tipos	28
3.2.2.2. Sēnes auglķermeņu attīstība atkarībā no mizas bojājumiem	30
4. Egļu un priežu stādu mākslīga inficēšana ar sakņu piepi	33
4.1. Materiāls un metodika	33
4.1.1. Empīriskā materiāla raksturojums	33
4.1.2. Lauka darbu metodika	35
4.1.3. Laboratorijas darbu metodika	35
4.2. Rezultāti	36
5. Sakņu trupes sastopamība mākslīgi atjaunotās priežu jaunaudzēs	38
6. Inficēto platību apzināšana	43
7. Secinājumi	44
8. Literatūras saraksts	45

Kopsavilkums

Pārskata periodā turpināta ar sakņu un stumbra trupi inficēto platību apzināšana. Pavisam apsekoti 10 objekti, no kuriem deviņos atzīmēta ļoti stipra sakņu piepes *Heterobasidion annosum* infekcija, bet vienā nogabalā parastās apmalpiepes *Fomitopsis pinicola* infekcija.

Apsekojot 1985. gadā Vidusdaugavas mežsaimniecībā ierīkoto klinškalnu priedes *Pinus contorta* eksperimentālo stādījumu, tika konstatēti 172 inficēti koki. Pavisam izdalīti 34 genotipi, kuru izplatības robežas ir 1-31 m. Lielāko konstatēto genotipu raksturo 25 inficētas *P. contorta*.

Pinus contorta var. *latifolia* provenienci Summit Lake raksturo lielākas rezistences spējas pret *H. annosum* izraisīto sakņu trupi (mazāks inficēto koku skaits), salīdzinot ar proveniencēm Pink Mountain un Fort Nelson. Parastā priede *Pinus sylvestris* ir rezistentāka pret *H. annosum* izraisīto sakņu trupi kā *P. contorta*.

Ierīkotajā parauglaukumā auglķermeņi tika atrasti 82 ar *H. annosum* inficētiem kokiem. Vidējais uz viena koka konstatētais auglķermeņu laukums: 95,2 cm². *P. contorta* provenienci Summit Lake kopējais auglķermeņu laukums sastāda 789 cm², kas ir vidēji piecas reizes mazāks kā proveniencēm Fort Nelson un Pink Mountain (auglķermeņu laukums attiecīgi: 3486 cm² un 4579 cm²).

MPS Kalsanava kokaudzētā tika aprobēta 3-4 vecu egļu un priežu ietvarstādu inficēšanas metodika (stādus mākslīgi inficējot ar *H. annosum*). Iesāktie eksperimenti tiks turpināti 2011. gadā.

Uz mežā atstātām lielu dimensiju mežizstrādes atliekām Kp meža tipā viena gada laikā izveidojas vidēji 2,5 reizes vairāk *H. annosum* auglķermeņu kā Dm meža tipā (auglķermeņu laukums uz 1 m² koksnes attiecīgi: 31,01 cm² Kp un 12,56 cm² Dm meža tipā). Auglķermeņu daudzumu būtiski ietekmē vidējais atliekas trupējušās daļas diametrs (P<0,001).

Uz 1 m³ mežizstrādes atlieku ar mizas bojājumiem veidojas 2,2 reizes vairāk sēnes *H. annosum* auglķermeņu nekā uz atliekām bez mizas bojājumiem. Būtiska ietekme uz auglķermeņu attīstību ir atliekas vidējam trupējušās daļas diametram (P=0,002) un trapes aizņemtajam laukumam no atliekas šķērsriezuma laukuma (P=0,02).

Sakņu piepe konstatēta 7 no apsekotajām 20 priežu jaunaudzēm (platība 0,9-5,8 ha; vecums 4-16 gadi). Analizētajos objektos atrasti 1-7 inficēti kociņi. Trijās priežu jaunaudzēs konstatēta ļoti stipra *Armillaria* spp. infekcija.

1. Darba uzdevumi

Saskaņā ar projekta uzdevumiem 2009. gadā (Vienošanās pie 2005.gada 10.maija līguma Nr. 5.5.-5.1/12001/05/23 Par pētniecības pakalpojumu sniegšanu) 6. etapā no 2010. gada septembra līdz 2011. gada 31. janvārim bija paredzēti sekojoši darba uzdevumi:

1. *Heterobasidion* sp. infekcijas novērtējums *Pinus sylvestris* un *Pinus contorta* stādījumos (3 objektos):
 - a) parastās priedes un klinškalnu priedes uzņēmība pret *H. annosum* infekciju – inficēto koku daudzuma salīdzinājums lauksaimniecības un meža zemēs;
 - b) rezistentāko klinškalnu priedes provenienču atlase, pamatojoties uz *H. annosum* genotipu robežu analīzi.
2. *H. annosum* augļķermeņu attīstības dinamikas novērtējums platlapju kūdreņos uz lielu dimensiju mežizstrādes atliekām (ne mazāk kā 40 baļķi).
3. Veikt egļu un priežu četrgadīgu stādu mākslīgo inficēšanu ar sakņu piepi, lai izdalītu rezistentākos stādījumu variantus (600 egļu stādi un 400 priežu stādi).
4. Apsekot mākslīgi atjaunotas priežu jaunaudzes (5 – 10 gadus veci stādījumi), lai novērtētu sakņu piepes sastopamību (vismaz 7 objekti).
5. Turpināt ar sakņu un stumbra trupi inficēto platību apzināšanu un *Heterobasidion* sp. kolekcijas papildināšanu (vismaz 4 objekti).

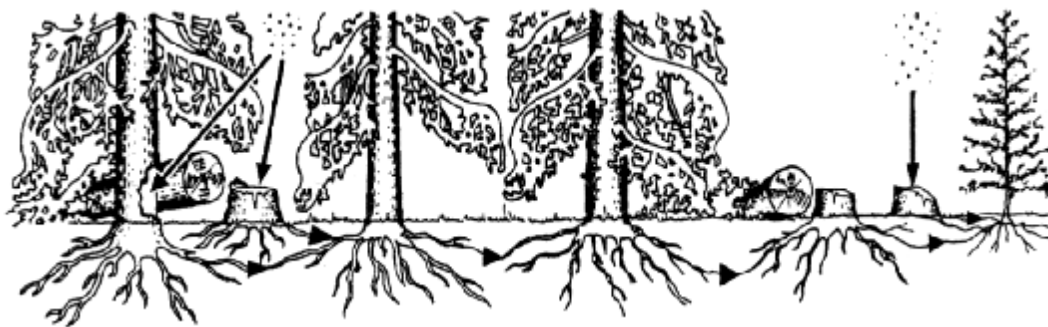
2. *Heterobasidion* sp. infekcijas novērtējums *Pinus contorta* un *Pinus sylvestris* stādījumos

2.1. Literatūras apskats

2.1.1. *Heterobasidion annosum* izplatīšanās

Sakņu piepes *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. infekcija mežaudzēs izplatās divos veidos: ar bazīdijsporām un ar micēliju sakņu kontaktu vietās (1.attēls) (Korhonen, Stenlid, 1998). Vislielākās inficēšanās iespējas ar *H. annosum* bazīdijsporām saglabājas mazāk kā vienu mēnesi pēc ciršanas, tomēr inficēšanās perioda ilgums katrai koku sugai var būt atšķirīgs (Redfern, Stenlid, 1998).

Jaunu infekcijas centru veidošanos veselās audzēs nosaka sporu izplatība, savukārt *H. annosum* infekcijas centra palielināšanos jau inficētā audzē nodrošina micēlija augšana caur sakņu kontaktiem (Hodges, 1969).



1. attēls. *Heterobasidion annosum* izplatīšanās veidi (Stenlid, 1986).

H. annosum izraisītā infekcija konstatēta vairāk kā 200 dažādām kokaugu sugām. Tā ir plaši izplatīta Ziemeļu puslodes skujuoku mežos. Lapu koku inficēšanās novērojama tikai mistrotās audzēs kopā ar jau inficētiem skujukokiem. Visbiežāk *H. annosum* radītie bojājumi konstatēti eglei (*Picea abies* (L.) Karst.) un priedei (*Pinus sylvestris* L.) (Korhonen, Stenlid, 1998). Latvijā izplatītākās skujuoku sugas ir *P. abies*, tās aizņemtā kopējā platība Latvijas mežos ir 19% un *P. sylvestris* - aizņemtā kopplatība Latvijas mežos ir 38%. No introducētajām skujuoku sugām Latvijā sastopamas: Sitkas egle (*Picea sitchensis*), Menzīsa duglāzija (*Pseudotsuga menziesii*), Veimuta priede (*Pinus strobus* (L.) un Sibīrijas lapegle (*Larix sibirica* Ledb.) un Klinškalnu priede *Pinus contorta* Dougl. (Mauriņš, Zvirgzds 2006).

2.1.2. *Pinus contorta* bioloģija

Klinškalnu priedes *Pinus contorta* Dougl. dabiskais izplatības pamatareāls aptver galvenokārt Ziemeļamerikas Klusā okeāna rietumu piekrastes un kalnu rajonus (Baumanis u.c. 1993). Kopš 19. gs ir konstatēts, ka, adaptējoties jaunos vides apstākļos, pieaug *P. contorta* ģenētiskā variācija un ir sākusies skaldīšanās ģeogrāfiskās varietātēs, mūsdienās zināmas 3:

- 1) *P. contorta* var. *bolanderi* –aug augsnēs ar zemu pH Ziemeļkalifornijā;
- 2) *P. contorta* var. *latifolia* izplatības areāls no Meksikas līdz Kanādai;
- 3) *P. contorta* var. *murrayana* nepieciešamas smilšainas augsnes (kāpas) Klusā okeāna piekrastē no Kalifornijas līdz Aļaskai (Cinovskis, 1993; Despain, 2001).

Latvijā *P. contorta* pirmoreiz introducēta 1899. gadā - plantācija nav saglabājusies (Cinovskis, 1993). 1939. gadā atjaunotas *Pinus contorta* Dougl. var. *latifolia* Englem. audzes, kas stipri cietušas vējgāzēs. Deviņdesmito gadu sākumā Latvijā sākti provenienču stādījumu pētījumi, lai noskaidrotu produktīvāko sēklu izcelsmes reģionu sugas pamatareāla robežās (Baumanis u.c., 1993).

Pinus contorta Dougl. var. *latifolia* ir 25 - 30m augsts koks ar biezu, pelēkbrūnu, krevelainu mizu, stumbrs ir taisns, bet stipri zarots, vienā veģetācijas sezonā veido 2-3 zaru mieturus. Skujas ir garākas kā *P. sylvestris*. Sēklas sāk ražot 7 gadu vecumā (Baumanis u.c., 1993). Sēklu dīdžība 60 līdz 90% (Baumanis u.c. 1993; Despain, 2001). Sēklām raksturīga liela izplatīšanās spēja (Knight *et al.*, 2001). Ar vēja palīdzību tās var tikt aiznestas pat 30 km lielā attālumā (Despain, 2001). Veģetācijas periods 120-170 dienas. Varietātei piemīt augstas adaptācijas spējas, tā var būt kā pioniersuga izdegušos vai izcirstos mežos (Hagner, 1983). *P. contorta* piemērotas mitras augsnes ar niecīgu barības vielu daudzumu (Despain, 2001). *P. contorta* introducēta daudzās pasaules valstīs tieši savas produktivitātes dēļ. Zviedru zinātnieki ir noskaidrojuši, ka *P. contorta* ir produktīvāka par *P. sylvestris*. O. Engelm *et al.*, (2001) pētījumos konstatēts, ka *Pinus contorta* ir par 36% produktīvāka nekā *P. sylvestris*. Pirms tam veiktos pētījumos secināts - ka *Pinus contorta* ir pat par 55-60% produktīvāka nekā *P. sylvestris* (Hagner, 1971 cit. pēc Karlman, 2001). Līdz šim Latvijā veiktajos pētījumos mētrāja meža tipā *P. contorta* par 14,3% pārsniedz *P. sylvestris* augstumu un par 24,5% diametru, savukārt, augšanas ātrums juvenilajā vecumā ir par 50% lielāks (Baumanis u.c. 1993). *P. contorta*, salīdzinot ar citiem skujkokiem, konstatēts lielāks krājas pieaugums uz hektāru (*P. abies* - 4,3 m³/ha, *P. sylvestris* – 5,2 m³/ha, *P. contorta* 9 m³/ha). Iespējams *P. contorta* produktivitāte skaidrojama ar ilgo veģetācijas periodu (salīdzinot ar *P. sylvestris* veģetācijas periods ir par 15 - 20% garāks). *P. contorta* cirtmetu sasniedz jau 60 gadu vecumā, bet *P. sylvestris* tikai 100 gadu vecumā (Hagner 1983). Lielāka produktivitāte, kāda ir raksturīga *P. contorta*, var samazināt

vajadzību cirst lielākas meža platības, līdz ar to saudzēt dabiskos un vecos mežus (Knight *et al.*, 2001).

Maza izmēra un biomasas sēklas, ātraudzība nodrošina *P. contorta* veiksmīgu izplatīšanos. Dažās no valstīm, kur tā ir introducēta, tā agresīvi izplatās, piemēram, Jaunzēlandē. Zviedrijā kopš 1994. gada aizliegts to stādīt platībās, kas lielākas par 30 ha (Knight *et al.*, 2001). Ir noskaidrots, ka *P. contorta*, salīdzinot ar *P. sylvestris*, ir daudz izturīgāka pret rūsas sēnēm: *Endocronartium pini* (Pers.) Lev. Ex Hirat. un *Cronartium fiacidum* Wint. (Witzell, 1999 cit. pēc Karman, 2001).

P. contorta līdz šim konstatēta liela inficētība ar celmeni *Armillaria mellea* (Vahl ex Fr.) Kurmer. un sakņu piepi *Heterobasidion annosum*. Zviedrijā pēc aukstas ziemas un lietainas vasaras atzīmēta lielāka *P. contorta* mirstība ar *Armillaria mellea*, *P. sylvestris* inficēšanās konstatēta mazākā apjomā (Karman, 2001). Somijā veiktajos pētījumos noskaidrots, ka *P. contorta* nav piemērota suga, lai veidotu tīraudzes vietās, kur iepriekš augušas egles, kas inficētas ar *H. annosum*, jo sakņu piepe var izraisīt masveida bojāeju 15 gadus veciem *P. contorta* stādiem, tomēr ir proveniencas, kuras infekcija neskar (Weissenberg, 1975). Arī citos somu zinātnieku pētījumos konstatēts, ka *P. contorta* ir lielāka uzņēmība pret *H. annosum* kā *P. sylvestris*. Somijā inficēšanās ar *H. annosum* konstatēta dažādu provenienču stādiem. Darba rezultātā noskaidrots, ka nepieciešams veikt *P. contorta* provenienču rezistences pētījumus, jo ir atrasti *P. contorta* koki, kas netika inficēti, bet tuvu augošās *P. sylvestris* bija inficētas (Hansen 1978). Latvijā *H. annosum* izraisītās sakņu trapes izplatības pētījumi *P. contorta* audzēs nav veikti (I. Baumaņa konsultācija).

H. annosum aizņem *P. contorta* aplievas koksni radiāli izstieptos laukumos (Redfern 1982). LVMI „Silava” veiktajos pētījumos (K. Kenigsvalde – nepublicēti dati) minēts, ka *H. annosum* vidēji aizņemtais laukums *P. contorta* aplievas koksne ir lielāks kā *P. sitchensis* koksne. Līdzīgus datus ieguvī arī D. B. Redfern (1982), kas konstatējis, ka *P. contorta* koksne ir 5 reizes uzņēmīgāka pret *Heterobasidion annosum* kā *P.sitchensis* koksne. Minētajā pētījumā arī noskaidrots, ka *P. contorta* koksne, salīdzinot ar *P. sylvestris*, ir lielāka bazīdijsporu dīdžība.

Saistībā ar klimata izmaiņām, iespējams jārēķinās ar introducētu sugu īpatsvara palielināšanos, tāpēc svarīgi noskaidrot dažādu skujkoku sugu uzņēmību pret *Heterobasidion annosum* izraisīto sakņu trupi. Darba mērķis ir pārbaudīt *P. contorta* rezistenci pret *H. annosum* izraisīto sakņu trupi.

Tika izvirzīti sekojoši darba uzdevumi:

- 1) salīdzināt *P. sylvestris* un *P. contorta* inficētību ar *H. annosum*;
- 2) izdalīt rezistentākās *P. contorta* proveniencas.

2.2. Materiāls un metodes

2.2.1. Empīriskā materiāla raksturojums

Eksperiments veikts 2010. gada oktobrī divos parauglaukumos. Apsekots 1985. gadā ierīkots *P. contorta* eksperimentālais stādījums Vidusdaugavas mežsaimniecībā Vecumnieku iecirknī, 196. kv., 12. nog. (objekta koordinātes - 56°41'6" Z.pl. un 24°27'43" A.g) audzes sastāvs 10CitasP,+P, meža tips – mētrājs. Stādījumos 3 *Pinus contorta* var. *latifolia* proveniences - Pink Mountain, Fort Nelson, Summit Lake un 1 *Pinus sylvestris* variants. Iepriekšējās audzes koki izcirsti 1983. / 1984. gadā. Pēdējā koku ciršana veikta 2009./2010. gada ziemā, kad nocirsti koki to biomasas noteikšanai. Vidusdaugavas mežsaimniecībā eksperimentālo stādījumu parauglaukuma (turpmāk 1. parauglaukums) katrā parcelā ir 60 koki, attālums starp kokiem 1 metrs, starp rindām – 2 metri. Pārbaudītas 64 parcelas.

Kā otrs parauglaukums izvēlēts 1986. gadā Meža pētīšanas stacijas Kalsnavas mežu novadā ierīkotais *P. contorta* eksperimentālais stādījums, 179 kv., 8. nog. (objekta koordinātes 56°40'2" Z.pl un 25°49'59" A.g.). Audzes sastāvs 10 Citas P, meža tips - lāns, kailcirte veikta gadu pirms audzes stādīšanas. Apsekotais Meža pētīšanas stacijas Kalsnavas mežu novada eksperimentālais stādījums (turpmāk tekstā 2. parauglaukums) nav nodalīts parcelās, to veido 6 rindas, attālums starp kokiem 1 metrs, starp rindām – 2 metri. Katrā rindā koku skaits variē no 80 līdz 140.

2.2.2. Lauku darbu metodika

Iespējamā *Heterobasidion annosum* klātbūtne noteikta, novērtējot koku vainagu stāvokli (1.attēls) un konstatējot *H. annosum* augļķermeņus uz sakņu kakla un saknēm (2. attēls).

Visi kaltsie koki parauglaukumos tika nozāģēti, un no tiem, pēc iespējas tuvāk sakņu kaklam, paņemtas apmēram 3 cm biezas ripas. 1. parauglaukumā no kaltsiem kokiem tika ievāktas 258 ripas. Ripas ievāktas no 43 parcelām. Ripu sadalīšanās pakāpe bija ļoti atšķirīga (3. attēls). 1. parauglaukumā iegūtās ripas uzreiz tika nogādātas LVMI „Silava”, kur paraugi uzglabāti +4°C temperatūrā un veikta paraugu turpmākā analīze.

2. parauglaukumā ievāktas 124 koku ripas. 2. parauglaukuma ripas līdz laboratorijas analīžu veikšanai uzglabātas pie -5°C AS Latvijas valsts meži struktūrvienības „Sēklas un stādi” saldētavā, pēc tam ripas tika nogādātas LVMI „Silava”, kur veikta paraugu turpmākā analīze.

Abos parauglaukumos ievākti koksnes paraugi arī no iepriekšējās ģenerācijas celmiem, lai varētu noteikt, vai tie ir bijuši inficēti ar *H. annosum*. No katra celma ar cirvi izcirstas

koksnes skaidas un ievietotas polietilēna maisiņos. Katrs celms, no kura paņemts paraugs, tika numurēts un atzīmēta tā atrašanās vieta stādījuma shēmā.

Atrastie *H. annosum* augļķermeņi tika nolasīti no kokiem un ievietoti polietilēna maisiņos. Augļķermeņi tika nogādāti LVMI „Silava”, kur veikta turpmākā ievāktā materiāla analīze.



1. attēls. Ar *H. annosum* inficēta *P. contorta* audze (1. parauglaukums).

2. attēls. Daudzgadīgs *H. annosum* augļķermenis uz *P. contorta* sakņu kakla.



3. attēls. *P. contorta* ripas no 2. parauglaukuma dažādās sadalīšanās pakāpēs

2.2.3. Kamerālo darbu metodika

Laboratorijā *P. contorta* un *P. sylvestris* ripas tika nomizotas un nomazgātas ar birsti zem tekoša krāna ūdens, pēc tam no ripām notecināja lieko ūdeni. Ripas ievietoja polietilēna maisos, atstājot maisu galus vaļā, lai nodrošinātu tajos gaisa cirkulāciju. Maisus ar ripām stāvus ievietoja kastēs un inkubēja 5 - 7 dienas istabas temperatūrā.

Pēc ripu inkubācijas, izmantojot *Leica* stereomikroskopu MZ 7.5 (pal. 10 x 1,25 – 10 x 4,0) un 0,7 cm x 0,7cm plastmasas režģi, tika pārbaudīts katrs ripas cm², lai konstatētu *H. annosum* konīdijnesējus (4. attēls). Atrodot *H. annosum* konīdijnesējus, tie ar smalku pinceti pārnesti uz Petri platēm un uzsēti uz iesala agara barotnes. No katras ripas konīdijnesēji tika uzsēti 10 atkārtojumos (2 platēs pa pieciem uz katras).

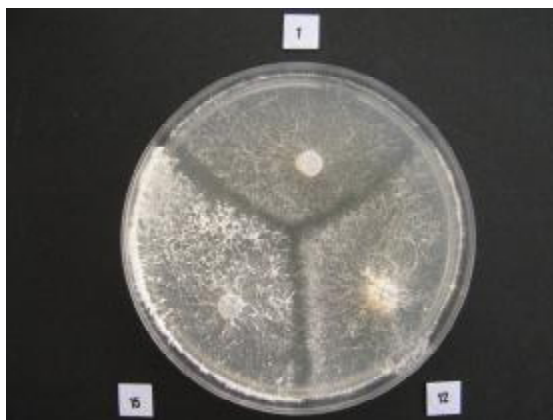


4. attēls. *H. annosum* konīdijnesēji - iedaļas vērtība 1 mm.

Lai noskaidrotu, vai no koksnes ripām iegūtie izolāti pieder vienam genotipam, katra *H. annosum* izolāta tīrkultūras gabaliņu ar liesmā nosterilizētu adatu pārnesa Petri platē uz iesala agara barotnes. Pēc tam uz šīs pašas Petri plates pārnesa divus agara gabaliņus ar citiem *H. annosum* izolātiem un novietoja 1 - 1,5 cm attālumā no uzliktās kultūras. Kultūras piederību konkrētam genotipam noteica trīs nedēļu laikā, novērojot demarkācijas jeb konfrontācijas līniju starp kultūrām (5. attēls) (Stenlid 1985).



a)



b)



c)

5. attēls. *H. annosum* genotipu salīdzinājums.

- a) *H. annosum* izolāti 7, 8 pieder vienam genotipam, izolāts 16 – citam genotipam;
- b) *H. annosum* izolāti 1, 15, 16 pieder dažādiem genotipiem;
- c) *H. annosum* izolāti 44, 83, 89 pieder vienam genotipam.

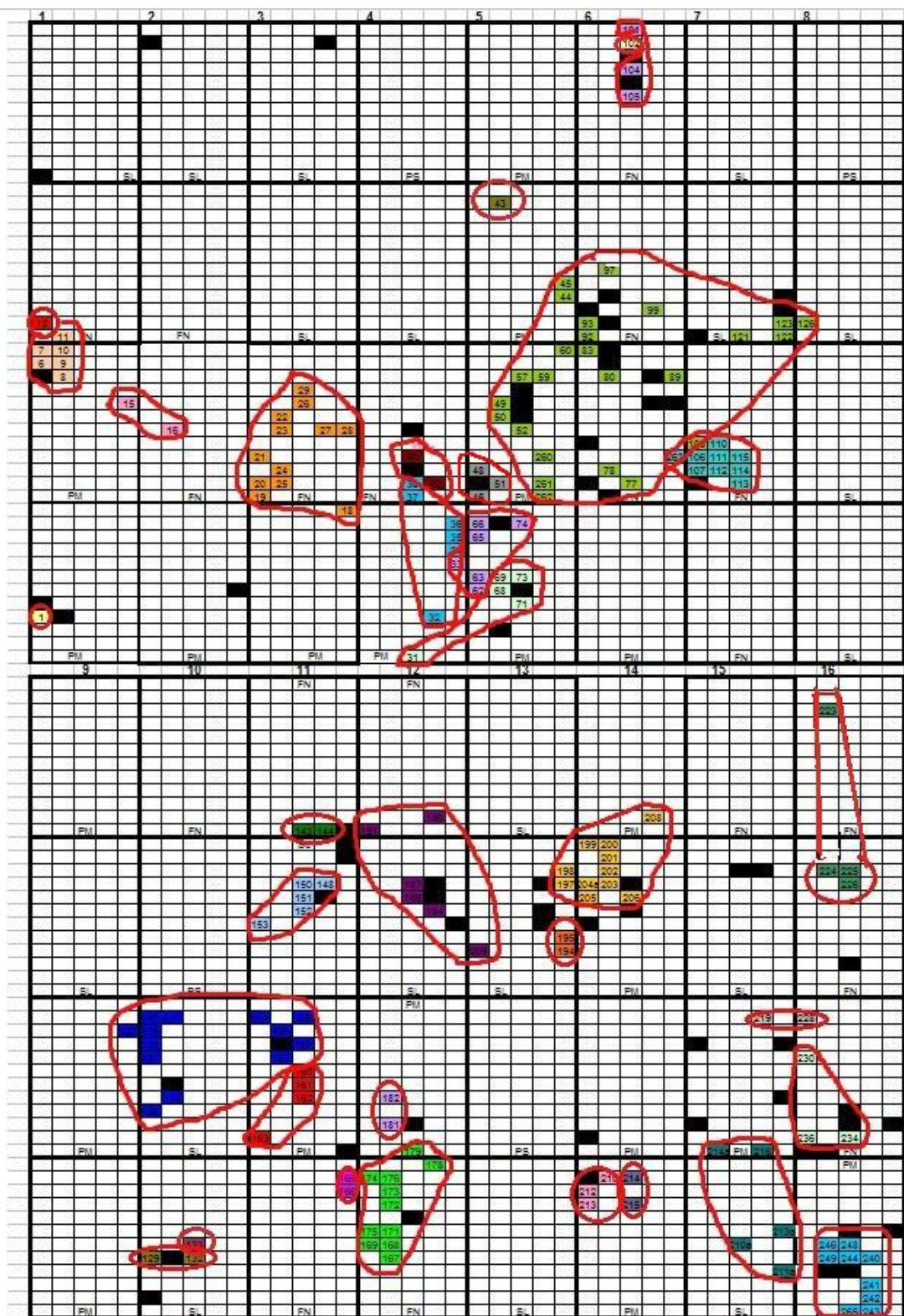
Pēc *H. annosum* genotipu izdalīšanas, iespējama to kartēšana un genotipu robežu noteikšana stādījumu shēmā.

Koksnes paraugi no celmiem tālāk apstrādāti laboratorijā, kur no katra parauga ar skalpeli izgriezti 25 mm gari un 5 mm plati koksnes gabaliņi. Pēc tam koksnes gabaliņi dezinficēti liesmā un uzlikti uz iesala agara barotnes. Pēc 14 dienu inkubācijas istabas temperatūrā, katra plate tika apskatīta, izmantojot mikroskopu Leica DM4000b (palielinājums 100 reizes), lai konstatētu *H. annosum* konīdijnesējus un iegūtu tīrkultūras.

Lai noteiktu augļķermeņu laukumu, tie laboratorijā tika pārzīmēti uz caurspīdīgas A4 formāta plēves. Augļķermeņu laukums tika aprēķināts, izmantojot neregulāru formu priekšmetu laukumu aprēķināšanai paredzēto planimetru PLANIX S10 „Marble”. Ierīce tika noregulēta liektas līnijas garuma mērīšanai (funkcija Stream Area).

2.3. Rezultāti

1. parauglaukumā *H. annosum* infekcija konstatēta 37 parcelās uz 172 ripām (6. attēls). Savukārt *P.sylvestris* stādījumos 1. parauglaukumā *H .annosum* infekcijas pazīmes netika konstatētas, tāpēc arī ripas netika ievāktas. 2. parauglaukumā infekcija konstatēta uz 87 ripām visā parauglaukuma teritorijā un izdalīti 77 *H. annosum* izolāti (7. attēls). Jāatzīmē, ka *Heterobasidion annosum* izraisītā sakņu trupe nebija vienīgais *P. sylvestris* bojāejas iemesls. 2. parauglaukumā tika atrasta arī celmene *Armillaria* spp. Uz 3 kalnu kokiem konstatēti *Armillaria* spp. augļķermeņi - no šiem kokiem *H. annosum* izolāti netika izdalīti. Šajā parauglaukumā konstatēta arī 3 *P. sylvestris* inficēšanās ar *H. annosum*. Otrajā parauglaukumā izdalīto *H. annosum* genotipu salīdzināšana tiks veikta turpmākajā darbā.



○ *H. annosum* genotipu robežas

Mērogs:

10m

6. attēls. 1. parauglaukuma eksperimentālo stādījumu shēma. Ar dažādām krāsām atzīmēti atšķirīgi *H. annosum* genotipi. Melns lauciņš - kaltis koks, no kura nav izdalīts *H. annosum*.

7.

1	2	3	4	5	6	1'	2'	3'	4'	5'	6'	1"	2"	3"
	1						45							
							46					42		
							47			121		43		90
							48						62	
							49				129a		64	
											129b		63	
												44		
		68											65	
								76						
						31								92
									104					93
														95
	3					32								96
						33								
	4									123				97
			98											
							34							
							50	77						
						35			107	124				
				112		36				125				
								79					66	
								78	108					
								80						
						37								
						38	51							
	5	69	99		131		52		109					
	6						53	81						
							54	82						
7		70						83						
					130			84						
	9													
	10	71	100	113										
			101						110	126				
11			102			39				127				
	12							86		128				
							55	85						
				114			56	87						
	13	72		115			57						67	
	14			116			58		111					
18	23			117		40	59							
19								88						
30		73												
15		74												
16		75												
21				118										
22			103											
	17		105											
27														
28														
26							60							
29	20			119			61							
	2zl			120				91						

Mērogs: _____

10 m

7. attēls. Inficēto koku izvietojums 2. parauglaukumā. Oranžs laukums – *H. annosum* izdalīts no *P. contorta*; pelēks - nokaltis koks, no kura nav izdalīts *H. annosum*; zaļš lauciņš- konstatēti *Armillaria* spp. auglķermeņi, bet *H. annosum* netika izdalīts; zils lauciņš - *H. annosum* tika izdalīts no *P. sylvestris*.

Izdalot atsevišķus *H. annosum* genotipus dažādās parcelās un iezīmējot genotipu robežas, iespējams novērtēt, vai *H. annosum* stādījumos izplatījies sporu infekcijas, vai sakņu kontaktu ceļā (viens genotips sastopams vairāk kā vienam kokam). Literatūrā minēts, ka izcirtumā atstāti inficēti celmi ir galvenais infekcijas avots, kas apdraud iestādītos kokus (Woodward *et al.*, 1998). Kā jau minēts iepriekš, *P. contorta* koksni, salīdzinot ar *P. sylvestris*, raksturo lielāka bazīdijsporu dīdžība (Redfern 1982). Dānijā ilglaicīgos lauka eksperimentos konstatēts, ka *P. contorta* ir uzņēmīga pret *H. annosum* (Wagn, 1971, 1987 cit. pēc Piri, 1996). Arī Somijā veiktajos pētījumos secināts, ka *P. contorta* nav piemērota vietās, kur iepriekš augusi ar *H. annosum* inficēta priede vai egle (Weissenberg, 1975). Lai noskaidrotu, vai infekcijas avots ir vecie celmi, nepieciešams izdalīt *H. annosum* izolātus no iepriekšējās ģenerācijas koku celmiem. 1. un 2. parauglaukumā izolātu izdalīšana no celmiem atkārtoti tiks veikta 2011. gada pavasarī, jo 1. parauglaukumā *H. annosum* izolātus no celmiem 2010. gada rudenī neizdevās izdalīt, bet 2. parauglaukumā izdalīti tikai 2 izolāti. Abos parauglaukumos celmi bija stipri satrupējuši, bet 1. parauglaukumā, salīdzinot ar 2. parauglaukumu, celmi bija vairāk sadalījušies. Iespējams, ka atšķirības nosaka dažādi meža tipi un iepriekšējās ģenerācijas koku nociršanas laiks - 2. parauglaukumā 1985. gadā, 1. parauglaukumā 1983. gadā. 2011. gada maijā papildus tiks ierīkots parauglaukums Vecumnieku mežniecībā, kur tiks novērtēta *P. sylvestris* inficētība ar *H. annosum*.

Veicot *H. annosum* genotipu salīdzināšanu, konstatēts, ka *P. contorta* stādījumā sastopami 34 dažādi *H. annosum* genotipi (6. attēls). Lielāko daļu (38%) no genotipiem sastāda samērā sīki genotipi, kas iekļauj 2-3 kokus. Analizētajā platībā izdalīti 5 genotipi (15%), kuros konstatēts tikai viens ar *H. annosum* inficēts koks. Genotipi, kuros iekļauti 10 un vairāk koki arī sastāda 15% no izdalītajiem genotipiem. Vidēji vienā genotipā konstatēti 4,9 koki. Līdzīgā pētījumā Somijā 8-14 gadu vecu *P. contorta* stādījumos vienā genotipā vidēji atrasti 2,0 koki (Piri, 1996). Mūsu pētījumos lielāko konstatēto genotipu raksturo 25 inficētas *P. contorta*. Piri T. (1996) veiktajos pētījumos lielākais *P. abies* stādījumu raksturojošais genotips ietver 28 kokus.

Genotipu robežas variē no 1-31 m. Atsevišķu nelielu genotipu sastopamība liecina par to, ka daļa no iepriekšējās ģenerācijas kokiem iespējams nav bijuši inficēti, bet pēc cirtes inficējušies ar *H. annosum* bazīdijsporām.

Pēc J. Stenlid (1985) formulas tika izrēķināts, cik koku katrā proveniencē inficē 1 genotips: Fort Nelson 3,42; Pink Mountain ar vienu genotipu tiek inficēti 3,08 koki, visrezistentākā ir Summit Lake, kur 1 genotips inficē 3 kokus.

1. parauglaukumā vismazāk *H. annosum* inficēto koku konstatēti *Pinus contorta* var. *latifolia* Summit Lake proveniencē - 30 inficēti koki. Proveniencēm Pink Mountain 77

inficēti koki un Fort Nelson – 65 inficēti koki. Par proveniencas rezistenci pret *H. annosum* liecina koku skaits neinficētajās parcelās, bet šajā gadījumā svarīgi ir izvērtēt „infekcijas fona” ietekmi – respektīvi *H. annosum* infekciju iepriekšējās ģenerācijas celmos un inficēto celmu izvietojumu parauglaukumā. Proveniencas rezistenci raksturo arī lielāks veselo koku skaits *H. annosum* atsevišķu genotipu robežās, tomēr šis novērtējums ir objektīvāks, ja genotipa robežas iekļauj vairākas proveniencas. 1. parauglaukumā, novērtējot veselo koku skaitu *H. annosum* genotipu robežās, iezīmējas proveniencas Summit Lake rezistence, salīdzinājumā ar proveniencēm Pink Mountain, Fort Nelson, tomēr pastāv iespēja, ka daļa šo stādījumu koku ir inficēti ar *H. annosum*, lai gan pagaidām vēl nav novērojamas ārējas infekcijas pazīmes.

1. parauglaukumā četrās apsekotajās *P. sylvestris* parcelās netika konstatēti nokaltuši koki, līdz ar to var uzskatīt, ka *P. sylvestris* ir rezistentāka pret *H. annosum* izraisīto sakņu trupi kā analizētās *P. contorta* proveniencas.

Proveniencei Summit Lake konstatēts vismazāk inficēto koku, kā arī 1 genotipa robežās novērojams mazāk inficēto koku, kas liecina par proveniencas rezistenci, salīdzinot ar proveniencēm Pink Mountain un Fort Nelson.

2.3.1. *H. annosum* augļķermeņu sastopamības novērtējums

1. parauglaukumā tika ievākti 463 jaunie, jeb sporas veidojošie un 271 vecie, jeb sporas neveidojošie augļķermeņi. Augļķermeņu laukums variēja no 0,11 cm² – 188,26 cm². Vidējais augļķermeņa laukums – 12,3 cm², vidējais aktīvi sporulējoša augļķermeņa laukums 9,9 cm². Vidējais uz 1 koka konstatētais augļķermeņu laukums - 95,2 cm². Augļķermeņi atrasti uz 82 kokiem.

1. tabula. Augļķermeņu sastopamība dažādām *P. contorta* proveniencēm

Provenience	Inficēto koku skaits	Koku skaits, kuriem konstatēti augļķermeņi	Kopējais augļķermeņu laukums
Summit Lake	30	20	789,05 cm ²
Fort Nelson	65	26	3486,21 cm ²
Pink Mountain	77	36	4579,22 cm ²

Pēc iegūtiem datiem var secināt, ka augļķermeņu sastopamība un laukums *P. contorta* korelē ar inficēto koku skaitu – provenienci Pink Mountain raksturo ne tikai vislielākais koku skaits, kuriem atrasti augļķermeņi un lielākais kopējais augļķermeņu virsmas laukums, bet arī

vislielākais ar *H. annosum* inficēto koku skaits. Augļķermeņi tika atrasti 67% no *H. annosum* inficētajiem Summit Lake proveniences kokiem, 40% no inficētajiem Fort Nelson proveniences kokiem un 47% proveniences Pink Mountain kokiem. Provenienci Summit Lake raksturo lielāks koku skaits, kuri veido augļķermeņus, tomēr augļķermeņi ir mazāki, jo augļķermeņu kopējais laukums vidēji ir piecas reizes mazāks kā proveniencēm Fort Nelson un Pink Mountain. Salīdzinot ar provenienci Pink Mountain, proveniences Summit Lake kokiem konstatēto augļķermeņu laukums ir pat 5,8 reizes mazāks, lai gan inficēto koku skaits atšķiras tikai 1,8 reizes.

P. contorta stādījumos tika atrasti augļķermeņi arī uz kokiem, kuru skujuas vēl ir dzīvas. Kā noskaidrots mūsu iepriekšējos pētījumos - tas nav raksturīgi *P. sylvestris*.

Uz *P. contorta* tika atrasti arī jaunām *P. sylvestris* raksturīgi gredzenveida formas augļķermeņi, kuru laukums sasniedza pat 188,26 cm² (8.attēls).

2. parauglaukumā no 36 kokiem tika savākti 172 augļķermeņi. Ievākti 114 aktīvi sporulējoši un 58 sporas neveidojoši augļķermeņi. Augļķermeņu virsmas laukums variē samērā plašās robežās no 0,14 cm² līdz 294,24 cm², vidējais augļķermeņa laukums 11,4 cm² (9. attēls), vidējais aktīvi sporulējoša augļķermeņa laukums 11,5 cm². Vidējais uz 1 koka konstatētais augļķermeņu laukums - 53,58 cm².

Mūsu analizētajos parauglaukumos atrasti 899 augļķermeņi, kuru kopējā virsma sasniedz 10730,03 cm² un 64% no tiem sastāda aktīvi sporulējošie augļķermeņi, kas ir bazīdijsporu avots. Citu autoru pētījumi liecina, ka *H. annosum* izdalīto sporu daudzums no augļķermeņa kvadrātcentimetra sastāda 227900 sporas stundā (Kramer, 1979), tāpēc, lai ierobežotu *H. annosum* bazīdijsporu infekciju *P. contorta* audzēs, mežistrādes laikā nepieciešams veikt celmu apstrādi ar bioloģiskajiem preparātiem.



8. attēls. Gredzenveida augļķermenis 1. parauglaurukumā.

9. attēls. Atšķirīgi *H. annosum* augļķermeņi (2. parauglaurukums).

Turpmākajos pētījumos tiks papildus ierīkoti parauglaurukumi, lai iegūtu datus par *P. sylvestris* un *P. contorta* inficētību ar *H. annosum*. Tiks salīdzināta *H. annosum* attīstība *P. contorta* audzēs lauksaimniecības un meža zemēs, kā arī pārbaudīta *P. contorta* celmu inficēšanās ar *H. annosum*.

3. *H. annosum* auglķkermeņu attīstības dinamikas novērtējums platlapju kūdrenos uz lielu dimensiju mežizstrādes atliekām

3.1. *H. annosum* auglķkermeņu attīstības dinamika

Lai novērtētu *H. annosum* auglķkermeņu attīstības dinamiku uz mežā atstātām mežizstrādes atliekām 2010.gadā turpināti 2007.gadā iesāktie pētījumi. Empīriskais materiāls ievākts Kalsnavas mežu novada zinātniskajos mežos (139.kvartāla 1.un 2.nogabalā), kuri, tāpat kā meži citur Latvijā, cieta 2005. gada vētrā. Kā liecina literatūras dati, pret vējgāzēm neizturīgākie ir trupējušie koki (Piri 2003). 2005. gada 8. un 9. janvārī īpaši aktīva un spēcīga Atlantijas ciklona ietekmē Latvijā vēja ātrums brāzmās vietām sasniedza orkāna spēku, kas atbilst vēja ātrumam 40 metru sekundē. Kopējie vētras radītie zaudējumi Latvijā tika novērtēti 190,75 miljonu eiro apmērā. Lielākie zaudējumi (81,2 miljoni eiro) tika nodarīti mežsaimniecībai (LVĢMC 2011). Minētajā platībā 2005. gada pavasarī pavisam tika sazāģēti 192 nolauzti vai ar saknēm izgāzti koki. Daļa no sazāģētajiem baļķiem tika sakrauta kaudzēs, bet daļa izklaidus atstāti mežā. Baļķi netika izvesti no meža un 2007. gada vasarā visi sazāģētie koki tika numurēti un vizuāli (neizkustinot baļķus) novērtēti, vai uz baļķiem vispār ir vai nav *H. annosum* auglķkermeņi. Sākot no 2007.gada rudens, katru gadu daļa no atstātajiem baļķiem tika uzmērīta un fiksēti izveidojušies *H. annosum* auglķkermeņi. Auglķkermeņu attīstība novērtēta:

1) Izvēloties astoņus kokus, kas tika sazāģēti pavisam 45 nogriežņos un, katru sezonu uzmērot izveidojušos auglķkermeņus uz vieniem un tiem pašiem baļķiem. Pirmajā uzskaites reizē, 2007. gada rudenī, uzmērīti gan jaunie, gan vecie sēnes auglķkermeņi – turpmākajos gados tikai jaunie, aktīvi sporulējošie auglķkermeņi.

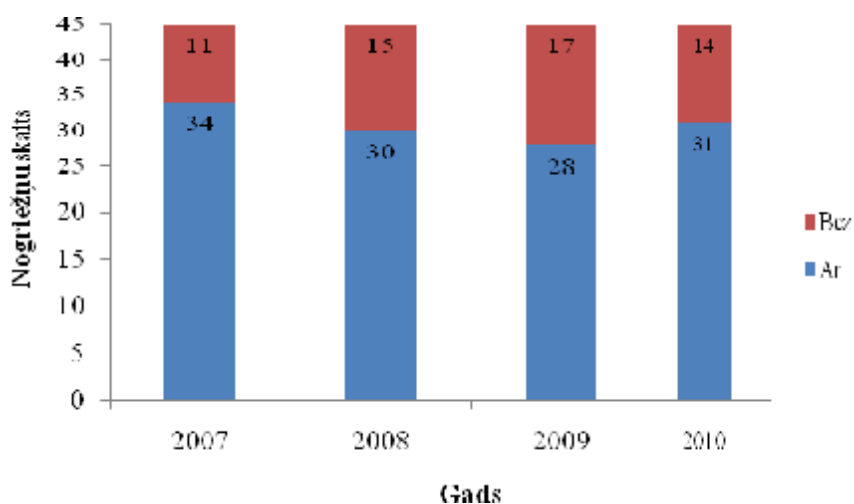
2) Apsekotajā platībā katru gadu izvēloties 15-19 kokus, uz kuriem tika uzskaitīti un uzmērīti izveidojušies *H. annosum* auglķkermeņi. Kā jau minēts, vispirms vizuāli tika novērtēta *H. annosum* sastopamība uz sazāģētajiem kokiem. Tāpēc *H. annosum* auglķkermeņu dinamikas pētījumiem katru gadu tika izvēlēta daļa no kokiem, kuri bija inficēti ar *H. annosum* (par to liecināja auglķkermeņi uz koku saknēm, celma vai stumbra daļas). Turpmākajā darbā tiks novērtēta arī citu koksni noārdošo sēņu auglķkermeņu sastopamība. Šie koki tika izvēlēti, novērtējot to izvietojumu visā teritorijā. Tādējādi iegūtie dati raksturo izveidojušos auglķkermeņus uz 2,3,4 utt. gadus veciem baļķiem, jo visi koki tika nozāģēti vienā laikā un tie bija auguši relatīvi nelielā teritorijā līdzīgos augšanas apstākļos. Materiāls tika izvēlēts arī ar tādu aprēķinu, lai analizē tiktu iekļautas gan kokmateriālu kaudzes, gan

izklaidus mežā atstātie baļķi. Visi sazāģētie koki parauglaukumā ir kartēti un fiksēti ar numurētiem mietiņiem.

Augļķermeņu uzmērīšanai izmantota jau iepriekš aprakstīta metodika („Sakņu trapes uzraudzība un ierobežošana skujkoku mežos” 2009).

Atkārtoti pārmērītie nogriežņi *H. annosum* dinamikas pētījumiem

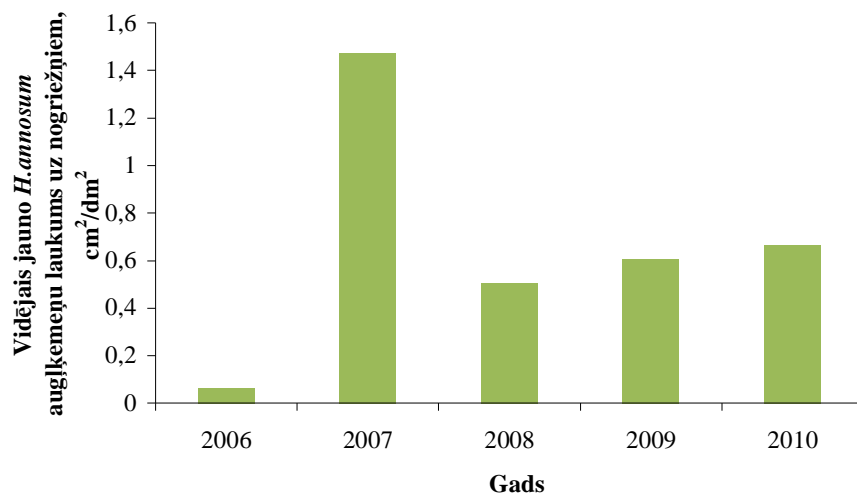
Astoņi no pētījumam izvēlētajiem kokiem tika sazāģēti 3-7 nogriežņos (43-308 cm) un uz šiem nogriežņiem katru gadu uzmērīti no jauna izveidojušies *H. annosum* augļķermeņi. Pavisam tika sagatavoti 45 nogriežņi. Uz šiem nogriežņiem izveidojušos augļķermeņu uzskaiti sākām 2007.gada rudenī un tā turpināta katru gadu līdz 2010. gadam (10. attēls).



10.attēls Atkārtoti pārmērīto nogriežņu skaits ar un bez *H. annosum* augļķermeņiem no 2007. līdz 2010.gadam.

2007. gada rudenī uzmērīti gan jaunie, aktīvi sporulējošie augļķermeņi, gan vecie augļķermeņi. Līdz ar to varam uzskatīt, ka 2007. gadā uzmērītie vecie augļķermeņi ir izveidojušies iepriekšējos gados (11. attēls). 2007. gadā atzīmēts vislielākais no jauna izveidojušos augļķermeņu laukums – tāpēc šie augļķermeņi ir izveidojušies 2,5 gadu laikā (kā jau minēts, koki tika sazāģēti 2005. gada pavasarī). Arī mūsu iepriekšējos pētījumos, novērtējot *H. annosum* attīstību uz ciršanas atliekām, secināts, ka augļķermeņi ļoti intensīvi attīstās tieši 2 - 3 gadā. Kā redzams 2. attēlā, turpmākajos gados augļķermeņu attīstība ir

samērā līdzīga. Iespējams, ka sēnes attīstību varēja ietekmēt arī nogriežņu pārvietošana, uzmērot sēnes auglķermeņus.



11. attēls. Vidējais jauno *H. annosum* auglķermeņu laukums (cm²) uz nogriežņa laukumu (dm²) - 2006. līdz 2010. gadam.

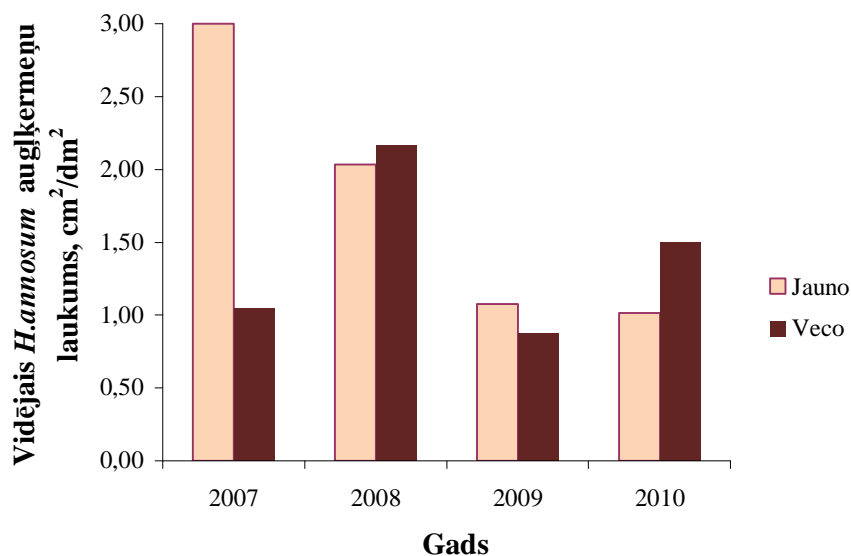
No jauna uzmērītie nogriežņi *H. annosum* attīstības dinamikas pētījumiem

Nogriežņi tika izvēlēti atkarībā no to novietojuma parauglaukumā – centāties izvēlēties tā, lai tie būtu vienmērīgi izvietoti visā parauglaukumā. No 2007.gada līdz 2010.gadam ik gadu apsekojām 15 līdz 19 sazāģētos kokus, kopumā četros gados raksturojot 119 nogriežņus (2. tabula).

2. tabula. Sazāģēto koku un nogriežņu skaits no 2007. līdz 2010. gadam

Gads	Sazāģētie koki	Apsekotie nogriežņi
2007	15	22
2008	19	23
2009	16	36
2010	15	38
Kopā	65	119

Uz sazāģētajiem nogriežņiem, sākot no 2007.gada, konstatēts mazāk izveidojušos jauno augļķermeņu (12. attēls).



2. attēls Vidējais *H. annosum* veco un jauno augļķermeņu laukums (cm²) uz nogriežņa laukumu (dm²) no 2007.līdz 2010.gadam

Tomēr arī šie dati (līdzīgi kā dati par pārmērītajiem nogriežņiem) liecina, ka mežā atstāta trupējusi koksne 5 gadus pēc mežizstrādes būtiski palielina augļķermeņu izdalīto sporu daudzumu. Iesāktos augļķermeņu attīstības dinamikas pētījumus paredzēts turpināt arī 2011. – 2013. gadā.

3.2. *H. annosum* augļķermeņu attīstību ietekmējošo faktoru analīze

Lai analizētu *H. annosum* augļķermeņu attīstību uz trupējušas egles koksnes, 2009. gada augustā Zinātnisko mežu Kalsnavas mežu novadā tika ierīkots eksperiments, dažādos meža tipos izvietojot ar *H. annosum* inficētas lielu dimensiju ciršanas atliekas.

Darba mērķis bija novērtēt faktorus, kas ietekmē *H. annosum* augļķermeņu attīstību.

Darba uzdevumi bija:

1. Salīdzināt *H. annosum* augļķermeņu attīstību Kp un Dm meža tipos;
2. Novērtēt trupējušu ciršanas atlieku mizas bojājumu ietekmi uz sēnes augļķermeņu attīstību.

3.2.1. Metodika

3.2.1.1. Empīriskā materiāla raksturojums

Eksperiments tika veikts divos atšķirīgos meža tipos: platlapju kūdrenī (Kp) – nosusinātās kūdras augsnēs (Mežu pētīšanas stacija Kalsnava, 139. kv. 1. nog., kokaudzes sastāva formula: 8E 2B 65 +P, Ma 65) un damaksnī (Dm) – minerālaugsnēs (Mežu pētīšanas stacija Kalsnava, 139. kv., 2. nog., kokaudzes sastāva formula: 7E 2B 1P 65 + La, Ap 65). Parauglaukumam izvēlētā mežaudze Dm meža tipā atradās apmēram 70 m tālāk no platlapju kūdrenī un, salīdzinājumā ar Kp, nogabalam raksturīgs reljefa paaugstinājums.

Dm meža tipā dominējošā suga koku stāvā bija parastā egle (*Picea abies*) – 15% projektīvā seguma. Bez tās parauglaukumā konstatēts arī āra bērzs (*Betula pendula*), kurš aizņēma 5% no projektīvā seguma. *P. abies* bija dominantā suga arī krūmu un paaugas stāvā, aizņemot 15% no projektīvā seguma. Lakstaugu un sīkkrūmu stāvā konstatētas 13 augu sugas, no kurām vislielāko projektīvo segumu (20%) aizņēma mellene (*Vaccinium myrtillus*). Pārējās sugas šajā stāvā aizņēma mazāk nekā 5% no projektīvā seguma. Sūnu stāvā dominēja spīdīgā stāvaine (*Hylocomium splendens*), aizņemot 75% projektīvā seguma, un Šrēbera rūšaine (*Pleurozium schreberi*) – 5%.

Kp meža tipā, salīdzinot ar Dm, konstatētas vairāk augu sugas. Koku stāvā dominantā suga bija *P. abies*, aizņemot 60% no projektīvā seguma. Krūmu un paaugas stāvā nebija novērojama kādas konkrētas sugas dominance. Parauglaukumā krūmu un paaugas stāvā konstatētas 9 koku un krūmu sugas, no kurām visbiežāk sastopamas – parastā lazda (*Corylus avellana*) un parastais krūklis (*Frangula alnus*), katrai aizņemot 1% projektīvā seguma. Lakstaugu un sīkkrūmu stāvā konstatētas 25 augu sugas, no kurām dominēja dzeltenā zelnātrīte (*Galeobdolon luteum*), meža zaķskābene (*Oxalis acetosella*) un meža avene (*Rubus*

idaeus), attiecīgi aizņemot 12%, 10% un 5% projektīvā seguma. Sūnu stāvs Kp meža tipā bija nabadzīgāks kā Dm meža tipā, kopumā aizņemot apmēram 52% projektīvā seguma. Dominantās sugas Kp meža tipa parauglaukumā sūnu stāvā bija parastā ūsaine (*Cirriphyllum piliferum*) un sausienes skrajlape (*Plagiomnium affine*), katrai aizņemot 20% seguma.

3.2.1.2. Lauku darbu metodika

Eksperimentā izmantoti nogriežņi, kas tika sagatavoti, nozāgējot 40 kokus, lai noskaidrotu trupes izplatību egles stumbrā platlapju kūdrēnī uz auglīgām, bāziskām kūdras augsnēm un aprēķinātu trupes izraisītos mežsaimnieciskos zaudējumus.

Tā kā Kp meža tipā bija nosēdusies kūdra, pēc koka nozāgēšanas, virs celma pirmais nogrieznis nozāgēts apmēram 30 cm augstumā, lai iegūtu pēc iespējas apaļāku ripu. Nākošais nogrieznis nozāgēts 70 cm garš, kuram sekoja 30 cm garš nogrieznis, lai 1,30 m augstumā iegūtu ripu. Nākošais nogrieznis nozāgēts 70 cm garš. Visi nākamie nogriežņi tika zāgēti 1 m gari, tik tālu, līdz tajos vairs netika konstatēta trupe. Pēc šīs metodikas katrs no nozāgētajiem kokiem sazāgēts 1-8 garajos (70 – 100 cm) un divos īsajos (30 cm) nogriežņos (skat. 2010. gada 5. etapa atskaiti „Sakņu trupes uzraudzība un ierobežošana skujkoku mežos”). Eksperimentā izmantotas tikai tās atliekas, kam tika konstatēta trupe – abi 30 cm nogriežņi, 70 cm garie nogriežņi un metru garie nogriežņi. Pavisam eksperimenta sākumā sazāgēti 174 garie un 70 īsie nogriežņi. Garie nogriežņi randomizēti izvietoti divos atšķirīgos meža tipos: Kp 123 nogriežņi un Dm 51 nogrieznis. Analīzē izmantoti 143 garie un 70 īsie nogriežņi, no kuriem 38 garie nogriežņi izvietoti Dm meža tipā, bet 105 garie un 70 īsie nogriežņi – Kp meža tipā.

Trupes izplatības augstums nozāgētajos kokos bija atšķirīgs, tāpēc arī eksperimentam paredzētos nogriežņus raksturoja dažāda trupes intensitātes pakāpe. Visiem izmantotajiem kokiem noteikta trupes intensitāte arī uz celma. Tas tika veikts subjektīvi, vizuāli novērtējot celmu sadalīšanās pakāpi. Pēc trupes intensitātes pakāpes uz celma, atliekas iedalītas trīs grupās, ņemot vērā gan celma trupējušās daļas iekrāsojumu un aizņemto virsmas laukumu, gan struktūru. Pirmās trupes intensitātes pakāpes celmiem koksne konstatēta tikai krāsas maiņā (13. attēls). Otrās trupes intensitātes pakāpes celmiem trupējušās daļas aizņemtais laukums ir tāds pats vai lielāks, konstatētas arī koksnes struktūras izmaiņas (14. attēls). Trešās trupes intensitātes pakāpes celmiem trupe aizņēma gandrīz visu celma laukumu un koksnes struktūra bija pilnībā sagrauta (15. attēls). Lai salīdzinātu, kā sēnes auglķermeņi attīstās uz atliekām dažādos meža tipos, tika izvēlēti nogriežņi ar līdzīgu trupes intensitāti un daļa no tiem izvietoti Dm meža tipā, bet pārējie atstāti Kp meža tipā. Ja kokam bija vairāki nogriežņi, tad vienā meža tipā tika novietots katrs otrais nogrieznis. Tādējādi tika samazināta individuālo

koku ietekme uz eksperimenta rezultātiem. Šajā eksperimentā izmantoti 38 Dm meža tipā novietotie nogriežņi un 34 Kp atstātie nogriežņi ar līdzīgu trapes intensitāti.

Daļai nogriežņu ar līdzīgu trapes intensitātes pakāpi (trapes izplatības augstums egles stumbrā) tika veikta mizas bojājumu imitācija (līdzīgi bojājumiem mežizstrādes laikā, strādājot ar Harvesteru). Mizas bojājumu imitācija veikta, izmantojot speciāli izgatavotu skrīpstu un izvēlētajiem nogriežņiem noplēšot apmēram 50% mizas (16. attēls). Šādi nogriežņi izvietoti tikai Kp meža tipā. Analīzē tika izmantoti 16 nogriežņi ar mizas bojājumiem. Salīdzinājumam izvēlēts 21 nogrieznis ar līdzīgu trapes intensitāti, bet bez mizas bojājumiem. Eksperimentā paredzēts izvērtēt, kā mizas bojājumi mežizstrādes laikā ietekmē augļķermeņu attīstību uz mežā atstātām, trupējušām ciršanas atliekām.



13. attēls. Pirmā celma trapes intensitātes pakāpe.



14. attēls. Otrā celma trapes intensitātes pakāpe.



15. attēls. Trešā celma trapes intensitātes pakāpe.



16. attēls. Mizas bojājumu imitācija.

Katra nogriežņa tievgalī piestiprināta plastmasas plāksnīte ar koka un nogriežņa kārtas numuriem; visi nogriežņi tika kartēti shēmā, parādot arī to savstarpējo novietojumu (17.

attēls). Kā jau minēts, nozāģētos kokus raksturoja dažāda trupes attīstības pakāpe, tāpēc katram nogriežnim pirms eksperimenta tika izmērītas ne tikai dimensijas (garums, caurmērs), bet arī trupējušās daļas laukums abos nogriežņa galos.



17. attēls. Eksperimentā izmantotie nogriežņi.

Lai salīdzinātu augļķermeņu attīstību uz atliekām atkarībā no trupes aizņemtā atliekas šķēsgriezuma laukuma, trupes izplatības augstuma kokā un atliekas vidējā trupējušās daļas diametra, visas atliekas sadalītas vairākās gradācijas klasēs (3. tabula).

3. tabula. Eksperimentā izmantoto atlieku iedalījums gradācijas klasēs.

Gradācijas klase	Trupes augstums kokā, (m)	$S_{\text{trupe}}/S_{\text{atliekai}} (\%)$	Atliekas vidējais trupējušās daļas diametrs (cm)
1	1,4-2,4	<50,0	<15,0
2	2,5-3,4	50,0-59,9	15,0-19,9
3	3,5-4,4	60,0-69,9	20,0-24,9
4	4,5-5,4	70,0-79,9	$\geq 25,0$
5	5,5-6,4	$\geq 80,0$	
6	6,5-7,4		
7	$\geq 7,5$		

Sēnes augļķermeņu uzmērīšana veikta 2010. gada 12. novembrī Dm meža tipā un 18. novembrī Kp meža tipā. Augļķermeņi tika atsevišķi mērīti tievgalī, resgalī un uz atlieku sānu virsmas. Papildus uzmērīti arī uz celmiem izveidojušies augļķermeņi. Augļķermeņi fiksēti, piespiežot caurspīdīgu A4 plēvi pie augļķermeņa virsmas un apvelkot tā formu ar flomāsteru.

Iegūtais sēnes auglķermeņa virsmai atbilstošais zīmējums vēlāk tika izmantots auglķermeņu virsmas laukuma vērtības iegūšanai un aprēķiniem.

3.2.1.3. Kamerālo darbu metodika

Laboratorijas apstākļos skaitliskā vērtība fiksētajiem sēnes auglķermeņu virsmas laukumu zīmējumiem tika iegūta, izmantojot PLANIX S10 „Marble” planimetru, kas paredzēts nesimetrisku formu laukumu mērīšanai plaknē. Izmantota Stream Area funkcija, kas paredzēta liektas formas laukumu noteikšanai. Mērvienības – cm^2 ; zīmju skaits aiz komata – divas.

Strādājot ar planimetru tiek apvilktas auglķermeņa zīmējuma līnijas, uzsākot un beidzot kustību vienā un tajā pašā punktā. Šo punktu ierīce pati fiksē. Planimetra darbības princips balstās uz līnijas veikto distanci. Savienojot abus punktus, ierīce automātiski aprēķina apvilktās plaknes formas laukumu.

Analizējot *H. annosum* auglķermeņu izplatību uz eksperimentā atstātās trupējušās koksnes, tika noskaidrots kopējais auglķermeņu aizņemtais laukums uz katras atliekas, auglķermeņu aizņemtais laukums atsevišķās atliekas daļās: tievgaļa apakšpusē un augšpusē, resgaļa augšpusē un apakšpusē un uz sānu virsmas; aprēķināts auglķermeņu aizņemtais laukums uz vienu m^2 atliekas virsmas laukuma un m^3 koksnes.

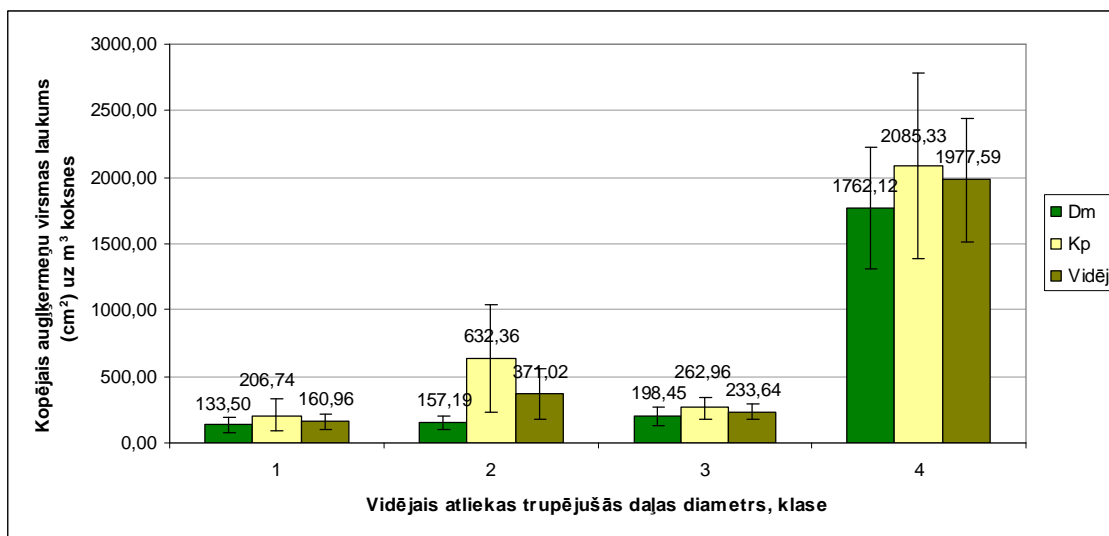
3.2.2. Rezultāti un diskusija

3.2.2.1. Sēnes auglķermeņu attīstība dažādos meža tipos

Sēnes auglķermeņu attīstības salīdzinājumam tika izmantotas 72 atliekas, no kurām 34 izvietotas Kp meža tipā, bet 38 – Dm meža tipā.

Gadu pēc eksperimenta ierīkošanas Kp meža tipā sēnes auglķermeņi aizņēma vidēji $31,01 \text{ cm}^2$ uz vienu m^2 atliekas virsmas laukuma, Dm meža tipā – $12,56 \text{ cm}^2$. Auglķermeņu aizņemtais virsmas laukums uz atliekām Kp meža tipā ir aptuveni 2,5 reizes lielāks kā Dm meža tipā.

Salīdzinot auglķermeņu daudzumu uz atliekām atkarībā no atliekas vidējā trupējušās daļas diametra, secināts, ka neatkarīgi no trupējušās daļas diametra, Kp meža tipā auglķermeņu daudzums uz m^3 koksnes ir lielāks kā Dm meža tipā. Tāpat kā uz m^2 koksnes, vislielākais auglķermeņu daudzums ir vērojams uz atliekām, kuru trupējušās daļas diametrs $>25 \text{ cm}$ (4. gradācijas klase): Dm $1762,12 \text{ cm}^2$, Kp – $2085,33 \text{ cm}^2$ (18. attēls).



18. attēls. *H. annosum* augļķermeņu laukums (cm²) uz m³ koksnes dažādos meža tipos.

Dispersijas analīzes dati liecina, ka sēnes augļķermeņu attīstību (atkarībā no atliekas virsmas laukuma) būtiski ietekmē vidējais atliekas trupējušās daļas diametrs ($P < 0,001$, $\alpha = 0,05$). Ar 90 % ticamību būtiska ietekme ir arī meža tipam ($P = 0,096$).

Kp meža tipā, salīdzinājumā ar Dm meža tipu, novērojama daudz straujāka sēnes attīstība pirmā gada laikā, neatkarīgi no citiem analizētajiem faktoriem (19. attēls).



19. attēls. Augļķermeņu attīstība uz nogriežņu galiem Kp meža tipā.

Tas varētu būt skaidrojams ar spēcīgi attīstīto veģetāciju, kas nodrošina ēnojumu un mitrumu – minētie faktori veicina sēnes augļķermeņu attīstību. Augļķermeņu augšanu limitējošais faktors varētu būt arī augstā gaisa temperatūra 2010. gada vasarā, kas veicināja eksperimentā izmantoto atlieku uzžūšanu. J. Rönnerberg (2000) savā pētījumā, kas pēc meteoroloģiskajiem datiem, tika veikts 30 gadu laikā karstākajos un sausākajos laika

apstākļos, izsaka pieņēmumu, ka zems mitruma līmenis koksnē varētu būtiski kavēt *H. annosum* attīstību.

3.2.2.2. Sēnes augļķermeņu attīstība atkarībā no mizas bojājumiem

Analīzei izmantotas 36 atliekas no kokiem ar līdzīgu celma truses intensitātes pakāpi. No salīdzinātajām atliekām, 16 bija ar mizas bojājumiem, bet 21 atlieka bija bez mizas bojājumiem.

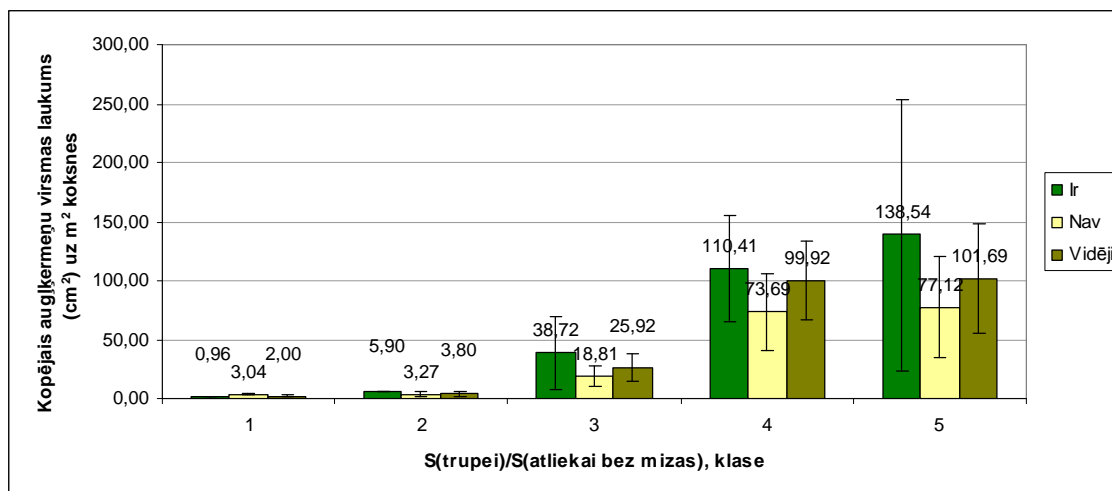
Salīdzinot atliekas, kurām tika veikta mežizstrādei raksturīga mizas bojājumu imitācija, ar atliekām, kuru miza bija vesela, redzams, ka sēnes augļķermeņu laukums uz atlieku laukuma m^2 atliekām ar mizas bojājumiem, vidēji ir $64,47 \text{ cm}^2$, bet uz atliekām bez mizas bojājumiem – $27,15 \text{ cm}^2$, tātad sēnes augļķermeņu aizņemtais laukums uz vienu m^2 virsmas laukuma atliekām ar mizas bojājumiem ir 2,4 reizes lielāks.

No 16 atliekām ar mizas bojājumiem, 14 atliekām (87,5%) konstatēti augļķermeņi. Šīm atliekām 31% konstatēto augļķermeņu (cm^2) atradās uz atlieku sānu virsmas, bet pārējie 69% – atlieku galos. Sēnes augļķermeņi konstatēti visām atliekām bez mizas bojājumiem (21 atlieka). Šīm atliekām tikai 4% atrasto augļķermeņu konstatēti uz atlieku sānu virsmas. Pārējie 96% – atlieku galos.

Mūsu iepriekšējos pētījumos noskaidrots, ka ar *H. annosum* inficētu sakņu pārzāgēšana veicina sēnes augļķermeņu attīstību zāgējumu vietās. Augļķermeņu attīstību stimulē arī sakņu atrakšana. Iespējams arī mizas bojājumi rada piemērotu vidi (mizas padziļinājumi, kur sakrājas kondensāts un mitrums), veicinot augļķermeņu attīstību. Tādējādi neapstiprinājās mūsu hipotēze, ka mežā atstātas trupējušas koksnes mizas bojājumi pēc balķu sagatavošanas ar Harvesteru, varētu samazināt *H. annosum* sporu infekcijas potenciālu. Iesāktie pētījumi šajā virzienā tiks turpināti, taču jau šobrīd var secināt, ka sakņu atsegšana un bojājumi mežizstrādes laikā inficētās platībās (īpaši uz bāziskām kūdras augsnēm) ir sakņu trupi veicinošs faktors. *H. annosum* izplatību auglīgos meža tipos ar spēcīgi attīstītu veģetāciju sekmē ne tikai mežizstrādes laikā mehāniski bojāto sakņu infekcija ar bazīdijsporām, bet arī augļķermeņu attīstība sakņu bojājumu vietās.

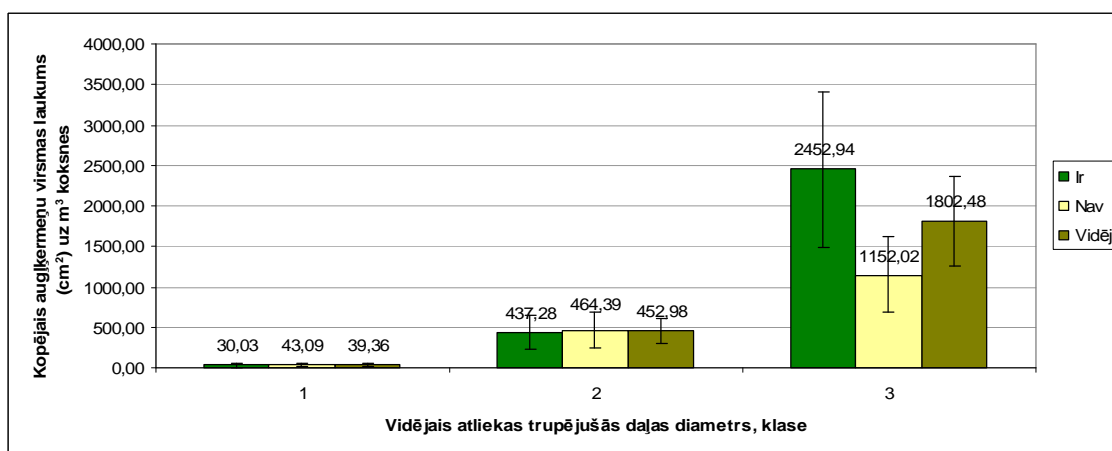
Secināts, ka atliekām ar dažādu koksnes trupējušās daļas aizņemto laukumu no atliekas šķērsriezuma laukuma, augļķermeņu daudzums palielinās, pieaugot trupējušās daļas aizņemtajam laukumam. Šāda tendence ir vērojama gan atliekām ar mizas bojājumiem, gan bez tiem. Atliekām ar truses diametru 1. un 2. gradācijas klasē (trupējušās daļas laukums mazāks kā 60% no atliekas šķērsriezuma laukuma) konstatēts ļoti niecīgs augļķermeņu laukums (cm^2) uz atliekas virsmas laukuma – vidēji $2,00 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ 1. klases un $3,80 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ 2.

klases atliekām (20. attēls). 4. gradācijas klases atliekām savukārt konstatēti vidēji 99,92 cm² auglķermeņu uz m² koksnes.



20. attēls. *H. annosum* auglķermeņu laukums (cm²) uz m² koksnes atliekām ar un bez mizas bojājumiem.

Izvērtējot auglķermeņu laukumu uz 1 m³ koksnes atkarībā no atliekas vidējā trupējušās daļas diametra, konstatēts, ka 1. un 2. diametra klases atliekām ar vai bez mizas bojājumiem izveidojušos auglķermeņu laukums praktiski neatšķiras: 1. diametra klasē attiecīgi 30,03 cm² un 43,09 cm², bet 2. diametra klasē 437,28 cm² un 464,39 cm² (21. attēls).



21. attēls. *H. annosum* auglķermeņu laukums (cm²) uz m³ koksnes ciršanas atliekām ar un bez mizas bojājumiem.

Atšķirības ir vērojamas atliekām, kuras pēc vidējā atliekas trupējušās daļas diametra iedalītas 3. diametra klasē: ar mizas bojājumiem tika konstatēti $2452,94 \text{ cm}^2$, bez – $1152,02 \text{ cm}^2$ auglķermeņi uz m^3 koksnes. Iegūtie dati ļauj secināt, ka atliekām, kuru vidējais trupējušās daļas diametrs ir lielāks par 20 cm, mizas bojājumi vairāk stimulē auglķermeņu veidošanos.

4. Egļu un priežu stādu mākslīga inficēšana ar sakņu piepi

Lai pētītu koku rezistenci pret *H. annosum*, plaši izmanto inokulācijas (mākslīgās inficēšanas) eksperimentus. Tie veicami gan laboratorijas, gan lauka apstākļos. Kā inficējamo materiālu izmanto *H. annosum* konīdijsporas un micēliju. (Delatour *et al.*, 1998). Viena no biežāk izmantotākajām metodēm inokulācijai ir brūces veidošana stumbrā (Swedjemark *et al.*, 2007; Jonsson *et al.*, 2004; Werner, Lakomy, 2002; Swedjemark *et al.*, 2001).

Šī metode ļauj noskaidrot gan sēnes augšanas ātrumu un vides apstākļu ietekmi uz sēnes attīstību, gan atsevišķu koku rezistenci pret *H. annosum* (Delatour *et al.*, 1998).

4.1. Materiāls un metodika

4.1.1. Empīriskā materiāla raksturojums

2010. gada aprīlī (1. eksperiments) un atkārtoti 2010. augustā (2. eksperiments) tika veikts dažādu provenienču (4. tabula) *P. sylvestris* un *P. abies* inokulācijas eksperiments, lai noskaidrotu 3 - 4 gadīgu stādiņu inficēšanos ar *H. annosum*. Minētajos eksperimentos tika aprobēta inficēšanas metodika un novērtēts eksperimentiem paredzētais stādmateriāls.

Iepriekš siltumnīcā audzētie un uz lauka izstādītie stādiņi 2009. gada pavasarī tika izrakti un pārstādīti 2 l plastmasas podos MCI 17 (22. attēls). Tika izmantots SIA „Laflora” sagatavots KKS-M1 kūdras substrāts ietvarstādu audzēšanai. Sagatavotie stādi tika audzēti Meža pētīšanas stacijas eksperimentālajā kokaudzētavā. Stādi tika regulāri laistīti, bet 2010. gada rudenī papildus mēsloti ar šķīdros mēslojumu Vito-Silva, saskaņā ar V. Nollendorfa ieteiktajām mēslojuma devām.

Audzēšanas laikā (īpaši pirms pārstādīšanas plastmasas podos) stādi vairākas reizes tika apstrādāti ar augu aizsardzības līdzekļiem: Previkurs 607 š.k. (pret dīgstu puvi), Ditāns NT d.g. (pret skujbiri) un Actara (pret zāglapsenēm).



22. attēls. 3-4 gadus vecie *P. sylvestris* un *P. abies* stādi Meža pētīšanas stacijas eksperimentālajā kokaudzētavā.

4. tabula. Eksperimentā izmantotie *P. abies* un *P. sylvestris* stādi.

Nr.	Stādu vecums, gados	Sēklu ievākšanas vieta	Sēklu ievākšanas gads
Parastā egle			
1	4	Bijušās Saldus virsmežniecības Sesiles mežniecības teritorijā	1992
2	4	Bijušās Cēsu virsmežniecības Zaubes mežniecības teritorijā	1990
3	4	Remtes sēklu plantācija	1993
4	4	Bijušās Ludzas virsmežniecības Ludzas mežniecības teritorijā	1990
5	4	Bijušās Jēkabpils virsmežniecības Briežu mežniecības teritorijā	1998
6	3	Suntažu sēklu plantācija	2000
Parastā priede			
7	3	Dravu sēklu plantācija	2004
8	3	Zlēku sēklu plantācija	2000
9	3	Sāvienas sēklu plantācija	2004
10	3	Andumu sēklu plantācija	2004

4.1.2. Lauka darbu metodika

Pirms inokulācijas kociņa stubrs no sakņu kakla līdz 8 cm augstumam nosterilizēts ar 70% etanolu. 1. eksperimentā stādiņu inficēšanai ar *H. annosum* izmantotas 2 metodes:

- 1) inficēšana, iegriežot ar sterilizētu nazi 5 mm dziļu brūci (23. attēls);
- 2) inficēšana, izmantojot Ø5 mm urbi (sterilizētu spirtā) (24. attēls) (Delatour *et al.*, 1998).

Brūces vai urbuma vietā ievieto ar *H. annosum* inficēto *P. abies* koksnes gabaliņu. Lai nepieļautu brūces inficēšanu ar citiem mikroorganismiem, kociņa stubru inokulācijas vietā aptin ar parafilmu. Pavisam tika inficēti 32 koki: 20 priedes un 12 egles.

2. eksperimentā stādus inficēja, iegriežot mizu ar nazi. Kociņu stubra diametrs daļai no stādiem bija pārāk mazs, lai izdarītu urbumu. Inficēšanai tika izmantoti 12 stādiņi: 6 *P. sylvestris* un 6 *P. abies*.



23. attēls. *P. sylvestris* inficēšana izdarot griezumumu.



24. attēls. *P. sylvestris* inficēšana izdarot urbumu.

Inokulētie stādiņi turēti lauka apstākļos 6 nedēļas. Inkubācijas periodā stādi tika regulāri laistīti.

4.1.3. Laboratorijas darbu metodika

Inficējamā materiāla sagatavošana veikta LVMI „Silava” Meža Fitopatoloģijas un Mikoloģijas laboratorijā. Eksperimentos inficēšanai izmantoja *H. annosum* I Sm 1592 un 358P izolātus.

Tika izmantota iesala agara barotne:

Iesala ekstrakts (Becton, Dickinson Company, Bacto™ Malt extract, Grade A”, France) 15 g

Agars (Becton, Dickinson and Company, „BBL™ Agar, Grade A”, France) 12 g

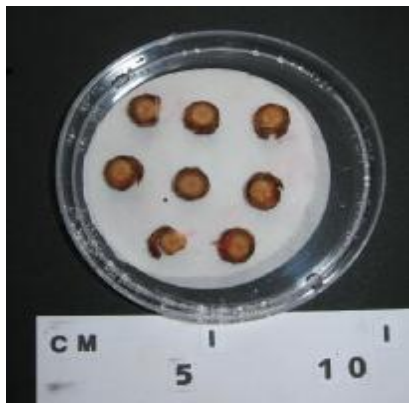
Ūdens

1000 ml

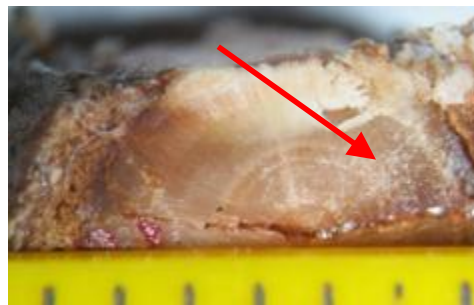
Barotne autoklāvēta 20 min 121°C temperatūrā.

Uz iesala agara barotnes tika uzlikti trīs reizes autoklāvēti *P. abies* koksnes gabaliņi (Ø 5 mm; apmēram 7 mm gari). Pēc tam *H. annosum* micēlija izolāts (no *H. annosum* tīrkultūras izgriezts iesala agara gabaliņš 5 mm x 5 mm) ievietots petri platē ar sagatavotajiem *P. abies* koksnes gabaliņiem. Inficējamais materiāls turēts 20⁰ C temperatūrā 4 nedēļas, līdz sēne pilnībā kolonizējusi koksnes gabaliņus.

Sešas nedēļas pēc inokulācijas stādi tika nogriezti pēc iespējas tuvāk sakņu kaklam, un nogādāti uz LVMI „Silava”. Pēc tam to stumbri sterilizēti liesmā un kociņi sagriezti astoņos (0,5 cm biezus) diskos, sākot no inokulācijas vietas. Tie tika sanumurēti un ievietoti Petri platēs uz sterila samitrināta (izmatots sterils dejonizēts ūdens) filtrpapīra. (25. attēls). Pēc 7 dienu inkubācijas klimata kamerā (20⁰ C temperatūrā, ar 14h apgaismojumu un 80% gaisa mitrumu) diski analizēti ar *Leica* stereomikroskopu MZ 7.5 (pal. 10 x 1,25 – 10 x 4,0), lai konstatētu *H. annosum* konīdijnesējus (26. attēls).



25. attēls. *P. abies* koksnes diski.



26. attēls. *H. annosum* konīdijnesēji uz *P. abies* koksnes (iedaļas vērtība 1 mm).

4.2. Rezultāti

1. eksperimentā novērota divu *P. abies* kociņu inficēšanās ar *H. annosum*, bet micēlijs izplatījās tikai ~ 1cm augstumā no inficēšanās vietas. 8 kociņos, inficējamajā materiālā (koksnes gabaliņos), tika konstatēts dzīvotspējīgs *H. annosum* micēlijs, bet tas nebija izplatījies kociņa stumbrā.

2. eksperimentā *H. annosum* micēlija izplatība tika novērota divu *P. abies* stādiņu koksne. Izplatīšanās augstums - 1,5 cm.

Kā liecina citu autoru pētījumi, jau pēc 1,5 mēneša ilgas inkubācijas 3 - 4 gadīgiem priežu stādiem konstatēta 60-100% inficēšanās, bet *P. abies* 4 gadīgiem stādiem 90-100% (Delaunoy *et al.*, 1998), turpretī mūsu veiktajos stādmateriāla pārbaudes eksperimentos netika novērota *P. sylvestris* inficēšanās un konstatēta tikai 4 *P. abies* stādu inficēšanās. Pamatojoties uz iegūtajiem rezultātiem, pārējā sagatavotā stādmateriāla inficēšana ar *H. annosum* 2010. gadā netika veikta. Stādmateriāla rezistences pret *H. annosum* izraisīto sakņu trupi iemesls varētu būt stādu vairākkārtēja apstrāde ar kādu no augu aizsardzības līdzekļiem, ko izmantoja pret dīgstu puvi, zāglapsenēm un skujbiri (J. Stenlid - viedokļa apmaiņa). 2011. gadā tiks turpināti uzsāktie rezistences pētījumi, izmantojot ar *H. annosum* inficētu stādmateriālu.

5. Sakņu trapes sastopamība mākslīgi atjaunotās priežu jaunaudzēs

2010. gada rudenī apsekotas 22 priežu jaunaudzes (4-16 gadu vecas; platība 0,7 – 5,8 ha) (5. tabula). Katrā objektā novērtēta nokaltušo vai kalstošo (ar dzeltenām skuļām) koku sastopamība. Katrs koks ar šādiem simptomiem tika apsekots pie sakņu kakla un atzīmēta *Heterobasidion annosum* vai *Armillaria* spp. augļķermeņu klātbūtne. Ja augļķermeņi netika atrasti, tad tuvu pie sakņu kakla nozāģēta ripa, kura divas nedēļas inkubēta laboratorijas apstākļos. Pēc inkubācijas, izmantojot stereomikroskopu, apsekota ripas virsma un fiksēta *H. annosum* konīdiju klātbūtne. Ja blakus nokaltušam kociņam bija iepriekšējās ģenerācijas priežu celms, tad arī no tā paņemts koksnes paraugs. Laboratorijā koksnes paraugus sterilizēja liesmā un uzlika uz iesala barotnes. Pēc divu nedēļu ilgas inkubācijas istabas temperatūrā petri plates apsekotas, izmantojot mikroskopu Leica DM4000B (palielinājums x 100), un izdalītas *H. annosum* tīrkultūras. Genotipu salīdzināšanai izmantoja somatiskās nesaderības (somatic incompatibility) testu (Stenlid, 1985). Atrastiem augļķermeņiem izmērīja aktīvi sporulējošo virsmu laukumus, izmantojot planimetru PLANIX S10 „Marble”.

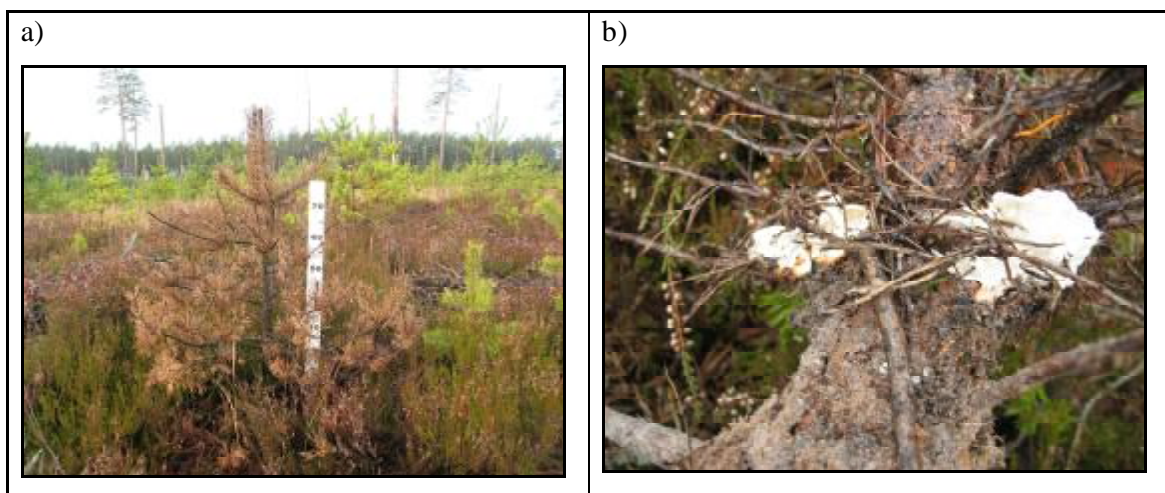
5. tabula Objektu apraksts

Mežsaimniecība, iecirknis	Kvartāls, nogabals	Platība, ha	Vecums, gadi	Meža tips	Audzēs sastāvs	Piezīmes
Dienvidkurzemes mežsaimniecība, Rendas iecirknis	190. kv., 37. nog.	1,2	10	Mr	9P1B10	<i>Heterobasidion</i> (1 koks)
	237. kv., 1. nog.	3,2	10	Dms	10P10	
	191. kv., 46. nog.	2,1	5	Am	10P5	
	128. kv., 22. nog.	3,4	10	As	4P4B2E 10	
	129. kv., 10. nog.	0,9	14	Sl	10P14	
	369. kv., 36. nog.	1,5	8	Ln	10P8	
	370. kv., 27. nog.	1,3	8	Ln	10P8	<i>Heterobasidion</i> (3 koki)
	278. kv., 35. nog.	2,2	8	Dm	10P8	<i>Heterobasidion</i> (1 koks); dzīvnieku bojājumi

5. tabulas turpinājums. Objektu apraksts

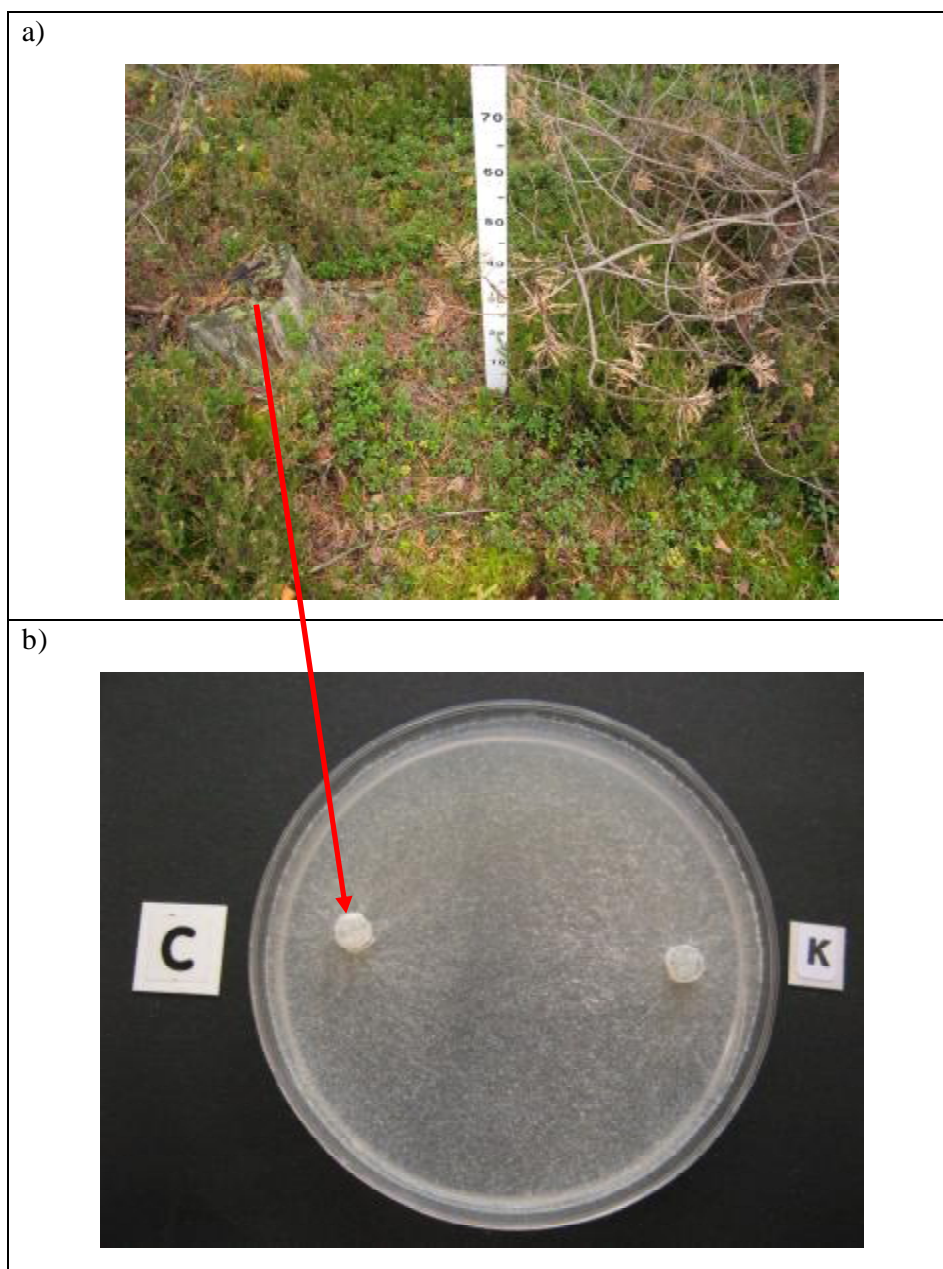
Mežsaimniecība, iecirknis	Kvartāls, nogabals	Platība, ha	Vecums, gadi	Meža tips	Audzes sastāvs	Piezīmes
Dienvidkurzemes mežsaimniecība, Rendas iecirknis	310. kv., 26. nog.	1,6	5	Ln	10P5	
	310. kv., 38. nog.	1,7	11	Ln	9P1E11	
	309. kv., 23. nog.	2,8	8	Ln	9P1E8	
	306. kv., 6. nog.	1,7	10	Dm	10P	<i>Heterobasidion</i> (4 koki), <i>Armillaria</i> (1 koks)
Vidusdaugavas mežsaimniecība, Vecumnieku iecirknis	195. kv., 3. nog.	5,3	16	Ln	10P16	<i>Heterobasidion</i> (4 koki)
	195. kv., 4. nog.	4,9	7	Ln	10P7	<i>Heterobasidion</i> (7 koki), <i>Armillaria</i> (9 koki)
Meža pētīšanas stacijas Kalsnavas mežu novads	18. kv., 9. nog.	5,8	4	Ln	10P4	
Austrumvidzemes mežsaimniecība, Strenču iecirknis	348. kv., 3. nog.	2,1	9	Mr	10P9	<i>Heterobasidion</i> (4 koki)
Dienvidkurzemes mežsaimniecība, Akmensraga iecirknis	295. kv., 5. nog.	1,5	4	Ln	10P4	<i>Armillaria</i> (46 nokaltuši, 139 dzeltenī)
	295. kv., 14. nog.	2,0	4	Dm	10P4	
	295. kv., 6. nog.	1,5	9	Ln	10P9	<i>Armillaria</i> (185 nokaltuši, 79 dzeltenī)
	295. kv., 11. nog.	0,7	9	Am	10P9	
	295. kv., 15. nog.	1,4	9	Dm	10P9	
	297. kv., 5. nog.	2,4	6	Ln	10P6	<i>Armillaria</i> (45 nokaltuši, 109 dzeltenī)

H. annosum tika konstatēts 7 no apsekotajām priežu kultūrām. Inficēto kociņu skaits bija no 1 līdz 7. Visos septiņos objektos uz inficētajiem kociņiem arī tika atrasti *H. annosum* augļķermeņi (27. attēls). Kopējais augļķermeņu aktīvi sporulējošās virsmas laukums apsekotajos objektos variēja no 0,27 – 48,97 cm², bet kopējais augļķermeņu laukums (ieskaitot jaunus un vecus augļķermeņus) bija 0,27 - 70,56 cm². Vienam kociņam kopējais augļķermeņu laukums bija no 0,2 līdz 48,06 cm² (vidēji 10,6 cm²). Iegūtie dati liecina, ka šādi, 7 – 16 gadus veci ar *H. annosum* inficētie kociņi, var ievērojami palielināt sakņu piepes bazīdijsporu daudzumu un nopietni apdraudēt arī blakus esošās audzes.



27. attēls. a) Nokaltusi priede; b) Sakņu piepes *Heterobasidion annosum* auglķermeņi uz nokaltušas priedes stumbra.

Divos objektos (Dienvidkurzemes mežsaimniecības Rendas iecirkņa 190. kv. 37. nog, un 370. kv. 37. nog.) *H. annosum* izdevās izdalīt arī no iepriekšējās koku ģenerācijas palikušajiem priežu celmiem (28. attēls - a). Šajā gadījumā, salīdzinot iegūtos *H. annosum* izolātus ar izolātiem, kas izdalīti no blakus augošām inficētām jaunām priedītēm, secināts, ka tie pieder vienam genotipam (28. attēls – b). Literatūrā ir bieži atzīmēts, ka izcirtumā atstāti inficēti celmi ir galvenais infekcijas avots, kas apdraud jaunus iestādītos kociņus, un mūsu iegūtie dati to arī apstiprina (Piri, 1996, Piri & Korhonen, 2001, Stenlid, 1987, Woodward *et al.*, 1998).

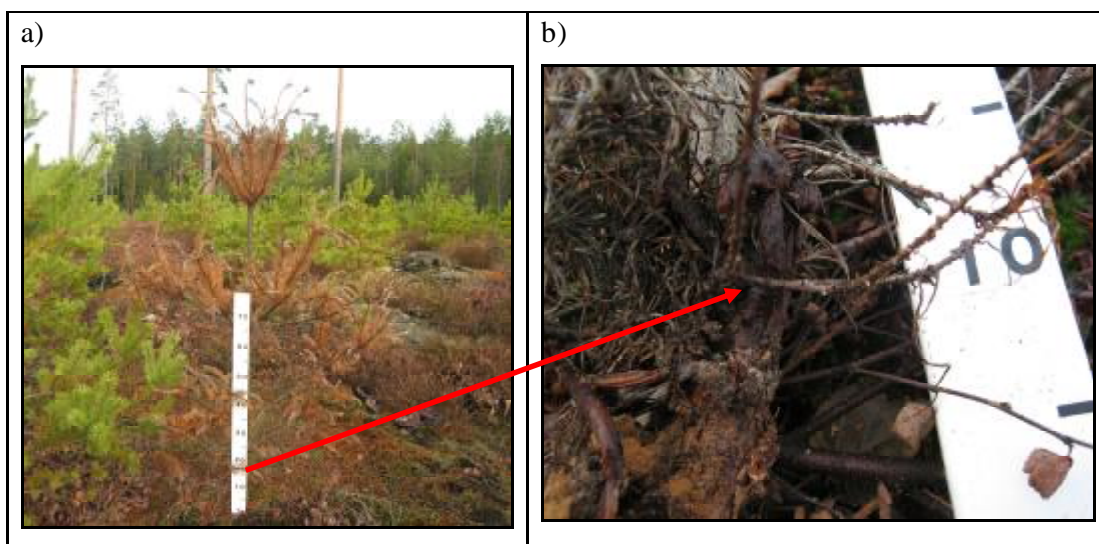


28. attēls. a) Nokaltusi priedīte blakus iepriekšējās ģenerācijas priedes celmam; b) *H. annosum* genotipu salīdzināšana (c – *H. annosum*, izdalīts no priedes celma, k – *H. annosum*, izdalīts no nokaltuša kociņa).

Priežu kultūrās ar ļoti niecīgu infekcijas fonu (1 - 4 ar *H. annosum* inficētas priedītes) visi nokaltušie kociņi atradās grāvju vai ceļu malās. Šajā gadījumā *H. annosum* infekcijas iemesls nebija blakus esošie vecie celmi, bet mežsaimnieciskās darbības – nozāģējot blakus esošos kociņus, vai arī veicot grāvju malu tīrīšanu, jo *H. annosum* infekciju veicina arī mazo dimensiju skujkoku celmi. Savukārt, nopļaujot tievo dimensiju lapu kokus grāvja malās,

iespējams, tika mehāniski bojāta arī atsevišķu priežu miza pie sakņu kakla. Tādejādi, mūsu iegūti dati apstiprina, ka jebkura mežsaimnieciskā darbība veģetācijas perioda laikā palielina *H. annosum* infekcijas risku.

Jāatzīmē, ka *Heterobasidion* sakņu trupe nebija vienīgais *P. sylvestris* bojāejas iemesls. Piecos objektos tika atrasta arī celmene *Armillaria* sp. (29. attēls). Īpaši nopietni *Armillaria* sakņu trapes izraisītie bojājumi novēroti 3 priežu jaunaudzēs (4 - 6 gadus vecās) Dienvidkurzemes mežsaimniecības Akmensraga iecirknī (1. tabula): 295. kvartāla 6., 11. un 15. nogabalā 185 priedes bija nokaltušas, bet 79 kokiem konstatētas dzeltenas skuju, 5. un 14. nogabalā – 46 nokaltušas un 139 ar dzeltenām skujām, bet 297. kvartāla 5. nogabalā, attiecīgi, 45 nokaltušas un 190 ar dzeltenām skujām.



29. attēls. a) Ar *Armillaria* sp. inficēta nokaltusi priede; b) Celmenes *Armillaria* sp. daļēji sadalījušies auglķermeņi uz nokaltušas priedes stumbra.

Divos objektos (Dienvidkurzemes mežsaimniecības Rendas iecirkņa 306. kvartāla 6. nogabalā un Vidusdaugavas mežsaimniecības Vecumnieku iecirkņa 195. kvartāla 4. nogabalā) bija sastopamas abas sēņu sugas - gan *Armillaria* spp., gan *H. annosum*. Jaunaudzē, kas ierīkota 195. kv. 4. nog., no 17 nokaltušajām priedītēm 7 tika konstatēti *H. annosum* un 9 – *Armillaria* spp. auglķermeņi (viena kociņa nokalšanas iemeslu neizdevās noskaidrot). Pētījumi par celmenes sastopamību un tās ietekmi uz koksnes kvalitāti Latvijā līdz šim nav veikti. Mūsu turpmākajos pētījumos paredzēts noskaidrot *Armillaria* spp. īpatsvaru trupējušās egļu audzēs (analizējot koksnes paraugus no trupējušiem celmiem), kā arī noteikt trupi izraisošās *Armillaria* sugas.

6. Inficēto platību apzināšana

Saskaņā ar darba programmu, 2010. gadā turpināta ar sakņu piepi inficēto platību apzināšana (6. tabula).

6. tabula. 2010. gadā apsekotās inficētās platības.

Nr.	Mežsaimniecība, Iecirknis/Virsmežniecība, mežniecība	Kvartāls, nogabals	Audzes sastāva formula	Meža tips	Audzes vecums, gadi	Platība, ha	Piezīmes
1	Dienvīdkurzemes Virsmežniecība, Pārventas mežniecība, īpašums „Dzērves”	1. kv., 8. nog.	10P	Ln	54	1,4	<i>H. annosum</i> infekcija
2	Dienvīdkurzemes mežsaimniecība, Rendas iecirknis	127. kv., 5. nog.	7P3E	Ln	86	0,9	<i>H. annosum</i> infekcija
3	Dienvīdkurzemes mežsaimniecība, Rendas iecirknis	149. kv., 2. nog.	7E 3Ma	Dms	44	1,9	<i>Fomitopsis</i> <i>pinicola</i> infekcija
4	MPS Kalsnava	19. kv., 6. nog.	10P	Mr	59	0,4	<i>H. annosum</i> infekcija
5	MPS Kalsnava	22. kv., 2. nog.	10P	Mr	59	0,6	<i>H. annosum</i> infekcija
6	MPS Kalsnava	108. kv., 13. nog.	10E	As	33	1,1	<i>H. annosum</i> infekcija
7	MPS Kalsnava	107. kv., 22. nog.	7P 3E	As	50	2,1	<i>H. annosum</i> infekcija
8	MPS Kalsnava	117. kv., 5. nog.	7E 3B	As	44	4,2	<i>H. annosum</i> infekcija
9	MPS Kalsnava	211. kv., 9. nog.	10P	Ln	78	2,2	<i>H. annosum</i> infekcija
10	MPS Kalsnava	211. kv., 7. nog.	10P	Ln	78	1,4	<i>H. annosum</i> infekcija

Minētajās platībās tika ievākti sēnes *H. annosum* augļķermeņi, kā arī trupējušas koksnes paraugi, lai papildinātu *Heterobasidion* sp. kolekciju.

7. Secinājumi

1. 1985. gadā Vidusdaugavas mežsaimniecībā ierīkotajā *P. contorta* eksperimentālajā stādījumā tika konstatēti 172 inficēti koki. Pavisam izdalīti 34 genotipi, kuru izplatības robežas ir 1-31 m. Lielāko genotipu raksturo 25 inficētas *P. contorta*.
2. *Pinus contorta* var. *latifolia* provenienci Summit Lake raksturo lielākas rezistences spējas pret *H. annosum* izraisīto sakņu trupi (mazāks inficēto koku skaits), salīdzinot ar proveniencēm Pink Mountain un Fort Nelson. *P. sylvestris* ir rezistentāka pret *H. annosum* izraisīto sakņu trupi salīdzinājumā ar *P. contorta*.
3. Klinškalnu priedes stādījumos ierīkotajā parauglaukumā augļķermeņi tika atrasti 82 ar *H. annosum* inficēti koki. Vidējais uz viena koka konstatētais augļķermeņu laukums ir 95,2 cm². *P. contorta* provenienci Summit Lake kopējais augļķermeņu laukums sastāda 789 cm², kas ir vidēji 5 reizes mazāks kā proveniencēm Fort Nelson un Pink Mountain (augļķermeņu laukums attiecīgi: 3486 cm² un 4579 cm²).
4. Uz mežā atstātām lielu dimensiju mežizstrādes atliekām Kp meža tipā viena gada laikā izveidojas vidēji 2,5 reizes vairāk *H. annosum* augļķermeņu kā Dm meža tipā (augļķermeņu laukums uz viena m² koksnes attiecīgi: 31,01 cm² un 12,56 cm²). Augļķermeņu attīstību būtiski ietekmē vidējais atliekas trupējušās daļas diametrs ($P < 0,001$).
5. Uz viena m³ mežizstrādes atlieku ar mizas bojājumiem veidojas 2,2 reizes vairāk sēnes *H. annosum* augļķermeņu nekā uz atliekām bez mizas bojājumiem. Būtiska ietekme uz augļķermeņu attīstību ir atliekas vidējam trupējušās daļas diametram ($P = 0,002$) un trapes aizņemtajam laukumam no atliekas šķērsriezuma laukuma ($P = 0,02$).
6. Sakņu piepe konstatēta 7 no apsekotajām 20 priežu jaunaudzēm (platība 0,9-5,8 ha; vecums 4-16 gadi). Analizētajos objektos atrasti 1-7 inficēti kociņi. 3 priežu jaunaudzēs konstatēta ļoti stipra *Armillaria* spp. infekcija.

7. Literatūras saraksts

1. Baumanis I., Birģelis J. Paegle M. 1993. Klinģkalnu priede (*Pinus contorta* dougl. var. *Latifolia* Englem) un tās introdukcijas perspektīva Latvijā. – *Meģzinātne*, 2(35): 4-15.
2. Cinovskis R. 1993."Greizā" priede. – *Meģzinātne*, 2(35): 15-21.
3. Delatour C., Weissenberg K., Dimitri L. 1998. Host rezistence. *Heterobasidion annosum*: biology, ecology, impact and control. CAB International, Wallingford, UK:143-167
4. Despain D.G. 2001. Dispersal ecology of logepole pine (*Pinus contorta* Dougl.) in its native environment as related to Swedish forestry. *Forest Ecology and Management*, 141: 59-68.
5. Engelmark O., Sjöberg K., Andersson B., Rosvall O., Ågren G., Baker W., Barklund P., Björkman C., Despain D., Elfving B., Karlman M., Knight D., Lindelöw A., Nilsson C., Sörlin S., Sykes M., 2001. Ecological effects and management aspects of an exotic tree species: the case of lodgepole pine in Sweden. *Forest Ecology and Management*, 141: 3-13.
6. Hagner S. 1983. *Pinus contorta*:Sweden`s third conifer. *Forest Ecology and Management*, 6 :185-199.
7. Hodges C.S., 1969. Modes of infection and spread of *Fomes annosus*. *Annual Review of Phytopathology*, 7: 247-266.
8. Jonsson S.M., Lundgren L.N., Asiegbu F.O., 2004. Initial reaactions in sapwood of Norway spruce and Scots pine after wounding and infection by *Heterobasidion parviporum* and *H. annosum*. *Forest Pathology*, 34: 197 -210.
9. Karlman M. 2001. Risks associated with the introduction of *Pinus contorta* in northern Sweden with respect to pathogens. *Forest ecology and managment*, 141: 97-105 .
10. Knight D.H., Baker W.L., Engelmark O., Nilsson C., 2000. A landscape perspective on the estabishment of exotic tree plantations:logepole pine(*Pinus contorta*) in Sweden. *Forest Ecology and Management*, 141: 131-142.
11. Korhonen K. and Stenlid, J. 1998. Biology of *Heterobasidion annosum*. - In: Woodward, S., J. Stenlid, R. Karjalainen, A. Hüttermann (ed.) *Heterobasidion annosum*: biology, ecology, impact and control. CAB International, Wallingford, UK: 44-64.

12. Kramer C.L. 1979. Production, release and dispersal of basidiospores. Symposium of The British Mycological Society, Queen Mary college, London, March, 33 – 49.
13. LVĢMC, 2011, Laika apstākļu anomālijas Latvijā 2005.gadā:
14. LVĢMC, 2011a, Meteoroloģiskie apstākļi Latvijā 2007. g.jūlijā:
<http://www.meteo.lv/public/29311.html>
15. Mauriņš A., Zvirgzds A. 2006.Dendroloģija. LU. 94-107 lpp.
16. Piri, T. (1996) The spreading of S type of *Heterobasidion annosum* from Norway spruce stumps to the subsequent tree stand. European Journal of Forest Pathology, 26:193 – 204.
17. Piri, T. 2003. Silvicultural control of *Heterobasidion* root rot in Norway spruce forests in southern Finland. Regeneration and vitality fertilization of infected stands. The Finnish forest research institute, Research papers, 898: 1-64.
18. Piri, T. and Korhonen, K. (2001) Infection of advance regeneration of Norway spruce by *Heterobasidion parviporum*. Canadian Journal of Forest Research, 31: 937 – 942.
19. Redfern D.B. 1982. Infection of *Picea sitchensis* and *Pinus Contorta* stumps by basidiospores of *Heterobasidion annosum*. European Journal of Forest Pathology, 12:11-25.
20. 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: 109-116.
21. Roll – Hansen 1F. 1977. Fungi dangeourus at *Pinus contorta* with special reference to pathogens from North Europe. European Journal of Forest Pathology, 8 : 1-14.
22. Rönnerberg, J. 2000. Logging operation damage to roots of clear-felled *Picea abies* and subsequent spore infection by *Heterobasidion annosum*. Silva Fennica, 34: 29-36.
23. Stenlid J. 1986. Biochemical and ecological aspects of the infection biology of *Heterobasidion annosum*. Ph.D. dissertation. Swed. Univ.Agric.Science. Uppsala.
24. Stenlid, J. 1985 Population structure of *Heterobasidion annosum* as determined by somatic incompatibility, sexual incompatibility, and isoenzyme patterns. Canadian Journal of Botany, 63: 2268 – 2273.
25. Stenlid, J. 1987 Controlling and predicting the spread of *Heterobasidion annosum* from infected stumps and trees of *Picea abies*. Scandinavian Journal of Forest Research, 2: 187-198.

26. Swedjemark G., Karlsson B., Stenlid J., 2007. Exclusion of *Heterobasidion parviporum* from inoculated clones of *Picea abies* and evidence of systemic induced resistance. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22(2): 110-117.
27. Swedjemark G., Stenlid J., Karlsson B. 2001. Variation in growth of *Heterobasidion annosum* among clones *Picea abies* incubated for different periods of time. *Forest Pathology*, 31: 219-228.
28. Weissenberg K. 1975. Pathogens observed on lodgepole pine grown in Finland. *European Journal of Forest Pathology*, 5(5): 309-317.
29. Werner A. Kakomy P. 2002. Host specialization of IS-group isolates of *Heterobasidion annosum* to Scots pine, Norway spruce and common fir in field inoculation experiments. *Dendrobiology*, 47: 59-68.
30. Woodward S., Stenlid J., Karjalainen R., Hüttermann A. 1998. *Heterobasidion annosum*: biology, ecology, impact and control. CAB International, Wallingford, UK: 589.
31. http://www.meteo.lv/public/meteoanomal_2005.html