



PĀRSKATS
PAR PĒTĪJUMA 2024. GADA REZULTĀTIEM

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: **Nākotnes fitopatoloģisko risku izpēte**

LĪGUMA NR. 5-5.9.1_007f_101_21_69

PĒTĪJUMA ZINĀTNISKĀ VADĪTĀJA:

Dārta Kļaviņa, LVMI Silava vadošā pētniece

PĒTĪJUMS ĪSTENOTS AKCIJU SABIEDRĪBAS "LATVIJAS VALSTS MEŽI" UN LATVIJAS VALSTS
MEŽZINĀTNES INSTITŪTA "SILAVA" 2021. GADA 13. SEPTEMBRA SADARBĪBAS LĪGUMA
IETVAROS

Salaspils, 2024

SATURS

Saturs.....	2
ANOTĀCIJA	3
ABSTRACT.....	4
Tabulu saraksts.....	5
Attēlu saraksts	6
IEVADS	7
1. Invazīvās slimības, to monitorings Latvijā.....	8
1.1. Fitoftoras <i>P. alni</i> izplatības novērtējums Latvijā	8
1.1.1. Materiāli un metodes	8
1.1.2. Rezultāti.....	10
1.1.3. Secinājumi	20
1.2. Sēņu izraisīto skuju slimību monitorings	21
1.2.1. Materiāli un metodes	21
1.2.2. Rezultāti	23
1.2.3. Secinājumi	24
2. Sēņu izraisītās lapu koku slimības: ietekme uz koku veselību un koksnes kvalitāti.....	25
2.1. <i>Ophiostoma ulmi</i> un <i>O. novo-ulmi</i> izplatība un izraisītie bojājumi Latvijā	25
2.1.1. Rezultāti	25
2.1.2. Secinājumi	27
2.2. Izvērtēt ošu audžu atjaunošanos no fitopatoloģiskā aspekta	27
2.2.1. Materiāli un metodes	27
2.2.2. Rezultāti	27
2.2.3. Secinājumi	29
2.3. Parastā oša audžu monitorings, novērtējot ošu smaragdzaļās krāšņvaboles <i>Agrilus planipennis</i> sastopamību.....	29
2.4. Ozolu, kļavu un liepu fitopatoloģiskā stāvokļa novērtējums, diagnosticējot sēņu izraisītās slimības.....	31
2.4.1. Materiāli un metodes	31
2.4.2. Rezultāti	34
2.4.3. Secinājumi	38
2.5. Perspektīvāko introducēto lapu koku sugu lapotnes un dzinumu fitopatoloģisko risku izvērtējums.....	38
2.5.1. Materiāls un metodes	38
2.5.2. Rezultāti	39
2.5.3. Secinājumi	43
Literatūras saraksts.....	44
Pielikumi	51

ANOTĀCIJA

Pētījuma “Nākotnes fitopatoloģisko risku izpēte” ceturtajā etapā turpināta alkšņu fitoftoras sastopamības novērtēšana: atlasītas papildu audzes infekcijas skartajos reģionos, kā arī audzes inficēto koku koksnes kvalitātes izvērtējumam. Apsekotas 10 potenciāli inficētās melnalkšņu jaunaudzes; fitoftoru infekcija tajās netika apstiprināta. Apsekotas 30 alkšņu audzes; no simptomātiskajiem kokiem sešās audzēs izdalīts *Phytophthora plurivora* micēlijs. Kokiem ar fitoftoru simptomiem konstatēts tikai lokāls koksnes iekrāsojums. Aizstāvēts bakalaura darbs par alkšņu fitoftorām Latvijā.

Apsekotas astoņas priežu jaunaudzes, kurās monitoringā 2022. gadā konstatēts skujbiri izraisošais patogēns *Lecanosticta acicola*. Atkārtoti patogēns konstatēts trīs audzēs. Iesniegtais raksts par priežu skuju patogēna *L. acicola* izplatību Latvijā izgājis pirmo izvērtēšanas kārtu publicēšanai žurnālā *Forest Pathology*. Aizstāvēts bakalaura darbs par skujbirēm priežu jaunaudzēs Latvijā.

Apsekotas 20 ošu jaunaudzes, ievācot zaru paraugus no simptomātiskiem kokiem, un sagatavota publikācija par invazīviem un lapu koku patogēniem Latvijā, kā arī publikācija par ošu audžu vitalitāti un ošu slimības sastopamību Latvijā. Sagatavota publikācija arī par *Ophiostoma novo-ulmi* sastopamību Latvijā. Secināts, ka Latvijā dominē *O. novo-ulmi* subsp. *novo-ulmi* un retāk sastopami ir tās hibrīdi. Atlasītas un apsekotas desmit parastā ozola audzes sēņu sabiedrību novērtējumam koksņē. Ozolu audzēs konstatētas atsevišķas trupi izraisošās sēņu sugas kā brūnā pagrabsēne *Coniophora puteana* un vairākas patogēnu sugas (*Ophiostoma*, *Sporothrix*, *Leptographium*), ko pārnēsā kukaiņi. Apsekotas desmit Eiropas dižskābarža audzes, ievācot 189 koksnes paraugus no kopumā 155 kokiem. Analizētajās audzēs kā galvenās trapes izraisītājas izdalītas cietpiepes. Ievākti lapu un zaru paraugi no simptomātiskiem kokiem desmit dižskābaržu jaunaudzēs. Visbiežāk sastopamie patogēni šajos paraugos bija *Alternaria*, *Diaporthe*, *Apiognomonina* un *Fusarium*. Pētījuma ietvaros noris arī ošu smaragdzaļās krāšņvaboles *Agrilus planipennis* monitorings, izmantojot feromonu slazdus. Līdz šim ošu smaragdzaļā krāšņvabole *A. planipennis* Latvijā nav konstatēta.

Pētījuma pārskats strukturēts pa darba uzdevumiem, raksturojot empīrisko materiālu, metodes, kā arī aprakstot rezultātus.

ABSTRACT

In the fourth stage of the research project "Study of future phytopathological risks", the assessment for the occurrence of alder phytophthora infection continued: additional stands were selected in the regions affected by the infection, as well as for evaluating the wood quality of infected trees within those stands. Ten potentially infected black alder young stands were surveyed; phytophthora infection was not found. A survey of thirty mature alder stands showed infection of *Phytophthora plurivora* in six stands. Only local wood discoloration was related to phytophthora symptoms. A bachelor's thesis on *Phytophthora* in alders in Latvia was defended. Eight young pine stands where the pathogen *Lecanosticta acicola* was detected during the 2022 monitoring were re-surveyed. The pathogen was observed again in three stands. An article on the spread of the pine needle pathogen *L. acicola* in Latvia has passed the first round of evaluation for publication in the journal Forest Pathology. A bachelor's thesis on *L. acicola* induced brown spot needle blight in young pine trees in Latvia was also defended. 20 young ash stands were surveyed, collecting branch samples from symptomatic trees.

A publication has been prepared on invasive and deciduous tree pathogens in Latvia, as well as a separate publication on the vitality of ash stands and the incidence of ash dieback in Latvia. An Elm disease study showed that the dominant pathogen of Dutch elm disease in Latvia is *Ophiostoma novo-ulmi* subsp. *novo-ulmi* and rarely its hybrids. Ten common oak stands have been surveyed in autumn 2024. Few rot fungi as *Coniophora puteana* were found; also, several pathogens as *Ophiostoma*, *Sporothrix*, *Leptographium* associated with insects as vectors were identified. Ten European beech stands were selected and surveyed, collecting 189 wood samples from 155 trees. *Phellinus* species were the most common rot-causing fungi observed in these samples. Additionally, ten young beech stands were surveyed, collecting leaf and branch samples from symptomatic trees. Dominant pathogens in these samples were *Alternaria*, *Diaporthe*, *Apiognomonina* and *Fusarium*. As part of the research, monitoring of the Emerald ash borer *Agrilus planipennis* is ongoing using pheromone traps. The beetle has not been detected in Latvia.

The research report is structured according to the work tasks, describing the empirical material, methods, and obtained results.

TABULU SARAKSTS

1.1. tabula. No alkšņu koksnes un mizas paraugiem izdalītās oomicētes.	13
1.2. tabula. Ievāktie augsnes paraugi, fitoftoras testi un fitoftoras micēlija pazīmes.	14
1.3. tabula. Atlasītās mežaudzes simptomātisko alkšņu koksnes kvalitātes izvērtējumam.	14
1.4. tabula. Iegūtie dati par <i>Phytophthora</i> spp. simptomu, trupes un <i>Armillaria</i> spp. sastopamību baltalkšņu(Ba) un melnalkšņu(M) zāģētajos paraugkokos.	16
1.5. tabula. Apsektās melnalkšņu jaunaudzēs	19
1.6. tabula. Analizētie paraugi no melnalkšņu jaunaudzēm	19
1.7. tabula. Apsekoto priežu jaunaudzju raksturojums.	21
1.8. tabula. Kartupeļu dekstrozes agara (PDA) barotņu sastāvs.	22
1.9. tabula. Apsekoto priežu jaunaudzju raksturojums.	23
2.1. tabula. Apsekošanai atlasītās ozolu audzes ar atēnotajiem un neatēnotajiem ozoliem (DMB) un stādītas ozolu audzes (ST).	32
2.2. tabula. Sēņu noteikšanai izmantoto praimeru raksturojums.	34
2.3. tabula. Ozolu audzēs sastopamie sēņu taksoni.	35
2.4. tabula. Fitoftoras infekcijas simptomātisko koku un pozitīvo testu skaits ozolu audzēs.	37
2.5. tabula. Celmeņu (<i>Armillaria</i> spp.) sastopamība stādīto ozolu audzēs	37
2.6. tabula. Ievāktā dižskābaržu koksnes paraugu raksturojums.	39
2.7. tabula. Sēņu sastopamība ievāktajos dižskābaržu koksnes paraugos.	40

ATTĒLU SARAKSTS

1.1. attēls. “Pievilināšanas” metode fitoftoru noteikšanai augsnes paraugos kā “ēsmu” izmantojot rododendru lapas.	9
1.2. attēls. Simptomātisks baltalksnis 2024. gada rudenī apsekotajās audzēs.....	10
1.3. attēls. Apsekotās alkšņu audzes 2024. gadā.....	11
1.4. attēls. Apsekotie alkšņu dinamikas parauglaukumi 2021.-2024. gadā (audzes apzīmētas ar apliem)	12
1.5. attēls. Alkšņos konstatētie trupes bojājumi.	15
1.6. attēls. 8.(A) un 11.(B) pagaugkokā konstatētais Armillaria spp. micēlijs.....	15
1.7. attēls. 16. paraugkoka blukīša daļa ar Phytophthora spp. simptomiem uz mizas.	17
1.8. attēls. Phytophthora spp. izraisītais krāsojums zem 16. paraugkoka (melnalkšņa) mizas.	17
1.9. attēls. Phytophthora plurivora micēlijs izdalīts no 6. paraugkoka.....	18
1.10. attēls. Celmenes rizomorfas melnalkšņu jaunaudzē (802-344-1-1) pie sakņu kakla	20
1.11. attēls. Apsekotās priežu jaunaudzes	21
1.12. attēls. Lecanosticta acicola infekcijas pazīmes uz parastās priedes skujām.....	22
2.1. attēls. Apsekotās gobu un vīksnu audzes, kurās vizuāli novērtēti Ophiostoma simptomi: apkopojums par 2016. un 2023. gadu	26
2.2. attēls. Vidējais ($\pm$ 95% ticamības intervāls) ošu biežums un veselības stāvoklis starp dažāda vecuma audzēm (A) un ošu augstumklasēm (B).	28
2.3 attēls. Veselo, inficēto un nokaltušo ošu vidējais ($\pm$ 95% ticamības intervāls) biežums audzē atkarībā no to augstuma.....	29
2.4. attēls. Ošu audzes Baltkrievijas un Krievijas pierobežā un parauglaukumu izvietojums smaragdzaļās krāšņvaboles monitoringam (zaļš aplis - slazdu izvietojums).	30
2.5. attēls. Agrillus planipennis monitoringam 2024. gadā izmantotie feromonu slazdi.	31
2.6. attēls. Pētījumam atlasīto parastā ozola audžu un paraugkoku atrašanās vietas, audžu Nr. atbilst 2.1. tabulai.	32
2.7. attēls. Patogēnu infekcijas pazīmes uz parastā ozola.	33
2.8. attēls. Sulojoša mizas brūce uz ozola stumbra	36
2.9. attēls. Colletrichum fiorinae simptomi uz parastā dižskābarža lapām	41
2.10. attēls. Apiognomonia errabunda simptomi uz parastā dižskābarža lapām.....	42

IEVADS

Ņemot vērā patogēnu izplatības dinamiku un dažāda veida stādmateriāla transportēšanas apjoma palielināšanos, arī Latvija, līdzīgi kā citas Eiropas valstis, pakļauta kokaugu invazīvo slimību riskam. Invazīvo patogēnu izpētes mērķis ir novērtēt alkšņu audžu fitopatoloģisko stāvokli, fokusējoties uz patogēno fitoftoru sugu sastopamību, kā arī noteikt sēņu izraisīto invazīvo skuju un dzinumu slimību izplatību priežu jaunaudzēs Latvijā. Saistībā ar klimata pārmaiņām Latvijā paredzams nemorālo mežu lapu koku īpatsvara pieaugums mežaudzēs, tādēļ svarīgi izvērtēt iespējamās kaitēkļu un slimību radītos riskus šīm koku sugām.

2024. gadam šajā pētījumu programmā izvirzīti sekojoši darba uzdevumi:

1. Invazīvās slimības, to monitorings Latvijā.
 - 1.1. Novērtēt fitoftoras *P. alni* izplatību Latvijā.
 - 1.2. Veikt sēņu izraisīto skuju slimību monitoringu.
2. Sēņu izraisītās lapu koku slimības: ietekme uz koku veselību un koksnes kvalitāti.
 - 2.1. Noskaidrot *Ophiostoma ulmi* un *O. novo-ulmi* izplatību un izraisītos bojājumus Latvijā.
 - 2.2. Izvērtēt ošu audžu atjaunošanos no fitopatoloģiskā aspekta.
 - 2.3. Veikt ošu audžu monitoringu, novērtējot ošu smaragdzaļās krāšņvaboles *A. planipennis* sastopamību.
 - 2.4. Novērtēt ozolu, kļavu un liepu fitopatoloģisko stāvokli, diagnosticējot sēņu izraisītās slimības.
 - 2.5. Izvērtēt perspektīvāko introducēto lapu koku sugu lapotnes un dzinumu fitopatoloģiskos riskus.

1. INVAZĪVĀS SLIMĪBAS, TO MONITORINGS LATVIJĀ

1.1. Fitoftoras *P. alni* izplatības novērtējums Latvijā

Fitoftoru izraisītie bojājumi alkšņu audzēs Latvijā pirmo reizi konstatēti Tukuma novadā 2009. gadā (Brice et al., 2010), un 2015. gadā Latvijā pirmoreiz reģistrēta alkšņu fitoftora *Phytophthora alni* (EPPO, 2018). Fitoftoru monitorings šī pētījuma ietvaros visā Latvijas teritorijā uzsākts 2021. gadā, izvērtējot simptomātisko koku īpatsvaru mežaudzēs. Šī gada darba uzdevumos paredzēts padziļināti izvērtēt teritorijas, kurās konstatēts lielāks infekcijas potenciāls.

1.1.1. Materiāli un metodes

Šī gada septembrī – oktobrī apsekoti fitoftoras dinamikas pētījuma parauglaukumi (apsekošana notiek atkārtoti lielākoties tiem pašiem kokiem), kā arī papildus atlasītas un apsekotas 10 vidēja vecuma melnalkšņu audzes Skaistkalnes un Ērberģes mežu iecirkņos 20 km rādiusā no divām audzēm (510-71-58 un 505-324-17), kur no ievāktajiem paraugiem iepriekšējos apsekojumu periodos izdevies izdalīt alkšņu fitoftoras *P. alni* micēliju (1. pielikums). Lauku darbu metodika aprakstīta 2. etapa pārskata ziņojumos. Tika novērtēta arī *Phytophthora* spp. sastopamība atkarībā no kokaudzes sastāva, vecuma, meža tipa un hidroloģiskā režīma, kā arī attāluma līdz ūdenstilpei.

Lai noteiktu fitoftoras sastopamību substrātā, Skaistkalnes un Ērberģes mežu iecirkņu apsekotajās audzēs ievākti un analizēti 10 augsnes paraugi pēc Pérez-Sierra et al. (2022) aprakstītās metodikas (1-2 paraugi no audzes). Augsnes paraugs tika ievākts 0,3-1,0 m attālumā no koka, kam konstatēti fitoftoras simptomi. Vispirms no augsnes virskārtas noņemts nobiru slānis, tad ar lāpstu 3-4 vietās ievākta augsne, ņemot slāni no 10 līdz 30 cm dziļumam. Ap katru koku ievāktā augsne, no tās izlasot akmeņus, bet saglabājot mazās koku saknītes, ievietota vienā plastmasas maisā (1-3 l). Paraugu maisiņi marķēti, norādot audzes atslēgu un koka numuru, pie kura paraugs ievākts. Pirms katra nākamā parauga ievākšanas, augsnes ievākšanai izmantotie instrumenti dezinficēti 70% etanola šķīdumā. Augsnes paraugi līdz fitoftoras izolēšanas eksperimenta sākumam tika uzglabāti 5-8°C temperatūrā. Fitoftoras izolētas no augsnes paraugiem, lietojot “pievilināšanas” metodi, kurā rododendru lapas izmantotas kā “ēsma”. Augsne laboratorijā tika rūpīgi samaisīta. No viena parauga ņemti 200-500 ml augsnes un ievietoti plastmasas traukā, veidojot aptuveni 1-2 cm biezu augsnes slāni. Ar augsni pildītais trauks inkubēts sešas stundas telpā ar dabisko dienas gaismu 18-20°C temperatūrā. Temperatūru telpā nodrošināja gaisa kondicionētājs. Inkubēšanas perioda beigās augsne lēnām no vienas puses 3-4 cm kārtā pārlieta ar destilētu ūdeni. Pēc tam, nogaidot, kamēr nosēžas augsnes daļiņas (ja augsnes daļiņas tomēr palika peldošas, lielākās no tām noņēma ar pinceti, bet mazākās ar papīra salveti), traukos ievietoja rododendra lapas, tās peldinot pa ūdens virsmu, bet nenogremdējot (1.1. attēls). *Phytophthora* klātbūtnes gadījumā pēc 2-5 dienu (dažām sugām līdz 7 dienu) inkubācijas perioda uz peldošajām lapām var parādīties nekrotiski brūni vai melni plankumi. Pēc inkubācijas perioda beigām lapas apskatītas mikroskopā, nosakot vai ir izauguši *Phytophthora* vai tai radniecisku ģinšu sporangiji. Nekrotisku plankumu gadījumā lapu gabaliņi uzsēti uz fitoftorām specifiskajām barotnēm P5ARP/H un P5ARP (barotņu sastāvs aprakstīts 3. etapa pārskatā).



1.1. attēls. “Pievilināšanas” metode fitoftoru noteikšanai augsnes paraugos kā “ēsmu” izmantojot rododendru lapas.

Lai novērtētu simptomu ietekmi uz koksnes kvalitāti, atlasītas audzes Dobeles, Ogres, Bauskas un Skaistkalnes mežu iecirkņos. Audzes apsekotas dabā, novērtējot simptomātisko koku skaitu un audzes atbilstību plānotajiem darbiem. Pēc simptomātisko koku skaita un audžu atrašanās vietas izvēlēti divi objekti: baltalkšņu audze Ogres meža iecirknī (502-140-26) un melnalkšņu audze Bauskas meža iecirknī (505-309-18). Izvēlētajos objektos šī gada oktobrī un novembrī nozāģēti 20 paraugkoki ar fitoftoras infekcijas simptomiem (12 baltalkšņi un astoņi melnalkšņi). Paraugkokiem noteikts caurmērs pie sakņu kakla un caurmērs 1,3 m augstumā virs sakņu kakla, kā arī koka augstums un attālums līdz ūdenstilpei. Novērtēts brūču skaits katram paraugkokam, kā arī noteikts brūču augstums un to izmērs (garums un platums). No katras brūces vai brūču grupas ievākts paraugs (40-100 cm garš stumbra nogrieznis atkarībā no brūces garuma). Ja brūces garums nepārsniedza 20 cm, ievāc 40 cm garu stumbra nogriezni (20 cm uz abām pusēm no brūces centra, bet, ja brūce uz sakņu kakla, tad ievāc 40 cm garu stumbra nogriezni no sakņu kakla). Ja brūces garums pārsniedz 20 cm, ievāc 80-100 cm garu stumbra nogriezni. Paraugus marķē, tievgalī norādot audzes atslēgu, koka un nogriežņa numuru. Katrs paraugkoks analizēts laboratorijā, novērtējot *Phytophthora* spp. sastopamību un koksnes kvalitāti.

Papildus atlasītas 20 stādītas melnalkšņu jaunaudzēs Ziemeļlatgales reģiona Lubānas iecirknī un Austrumvidzemes reģiona Melnupes un Pededzes iecirkņos, kurās a/s “Latvijas Valsts meži” darbinieki bija novērojuši kociņu atmiršanu, kā arī fitoftoras infekcijai raksturīgos simptomus. Apsekotas 10 jaunaudzēs un no simptomātiskajiem kokiem ievākti paraugi fitoftoras identifikācijai.

Kopumā apsekotajās audzēs no kokiem ar infekcijas pazīmēm ievākti 98 paraugi fitoftoras identifikācijai (43 paraugi no fitoftoras dinamikas parauglaukumiem un papildu apsekotajām melnalkšņu audzēm, kā arī 55 paraugi – no apsekotajām melnalkšņu jaunaudzēm). Pirms patogēna kultivēšanas uz barotnēm, izmantojot Pérez-Sierra et al. (2022) aprobēto metodiku, paraugi trīs diennaktis tika inkubēti traukos ar autoklavētu ūdeni tumsā, istabas temperatūrā. Ūdens traukos tika mainīts trīs reizes dienā, tādējādi nodrošinot paraugu attīrīšanu no citiem organismiem, tai skaitā sēnēm un baktērijām, jo daudzām sugām ūdens vide nav piemērota augšanas apstākļi. Šāda paraugu sagatavošanas metode nodrošina arī fitoftoras micēlija attīstību, jo fitoftora ir spējīga augt ūdenī un tumsā, bet kā traucējošais faktors tai var būt mizā esošo polifenolu klātbūtne, kuri augus nodrošina aizsardzību pret infekcijām (Jarvis, 1961). Pēc inkubācijas koksnes gabaliņi kultivēti uz P₅ARP/H un P₅ARP barotnēm (barotņu sastāvs aprakstīts 3. etapa pārskatā). Patogēna noteikšanas un izolēšanas jautājumos sadarbības partneri ir Valsts Augu aizsardzības dienests un Dabas pētījumu centrs (Lietuva). Apsekotajās audzēs novērtēts arī citu lapu koku sugu fitosanitārais stāvoklis.

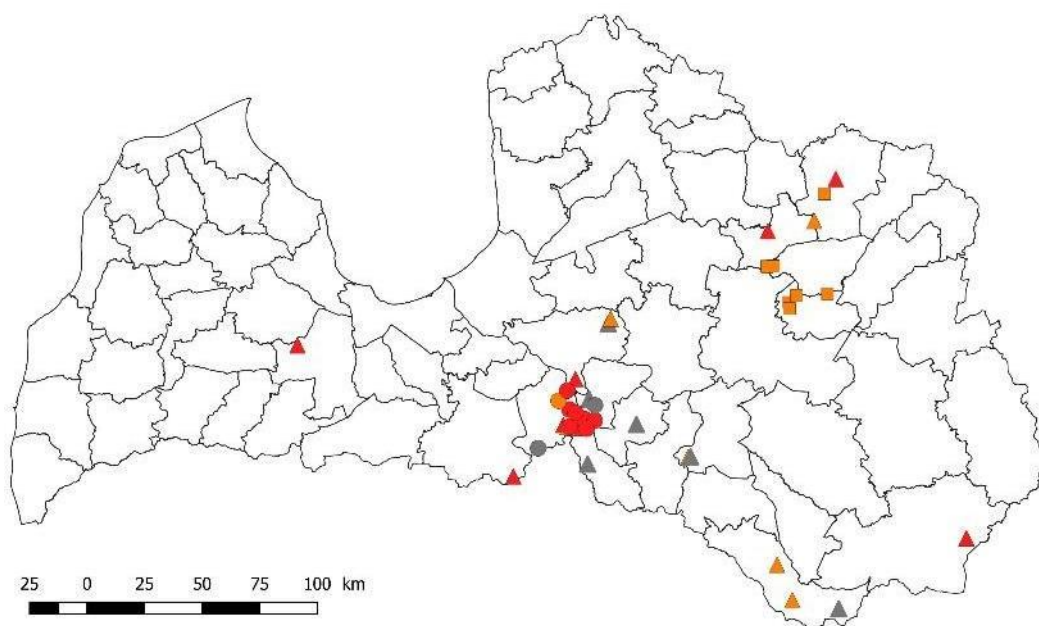
1.1.2. Rezultāti

No 30 apsekotajām audzēm fitoftoras simptomi kokiem konstatēti 22 audzēs – 14 no 20 dinamikas parauglaukumiem un astoņās no 10 papildu apsekotajām audzēm. Kopumā apsekoti 458 alkšņi (286 melnalkšņi un 172 baltalkšņi), no kuriem simptomi konstatēti 10% jeb 48 kokiem (20 melnalkšņiem un 28 baltalkšņiem). Desmit audzēs konstatēti tikai simptomātiski baltalkšņi, deviņās – tikai simptomātiski melnalkšņi, bet trīs audzēs simptomātiski bija abu sugu koki. Analizējot datus pa koku sugām, simptomātisko melnalkšņu īpatsvars bija zemāks par baltalkšņu īpatsvaru, attiecīgi 7% un 16% (1. pielikums, 1.2. attēls). Citām koku sugām simptomi netika konstatēti.



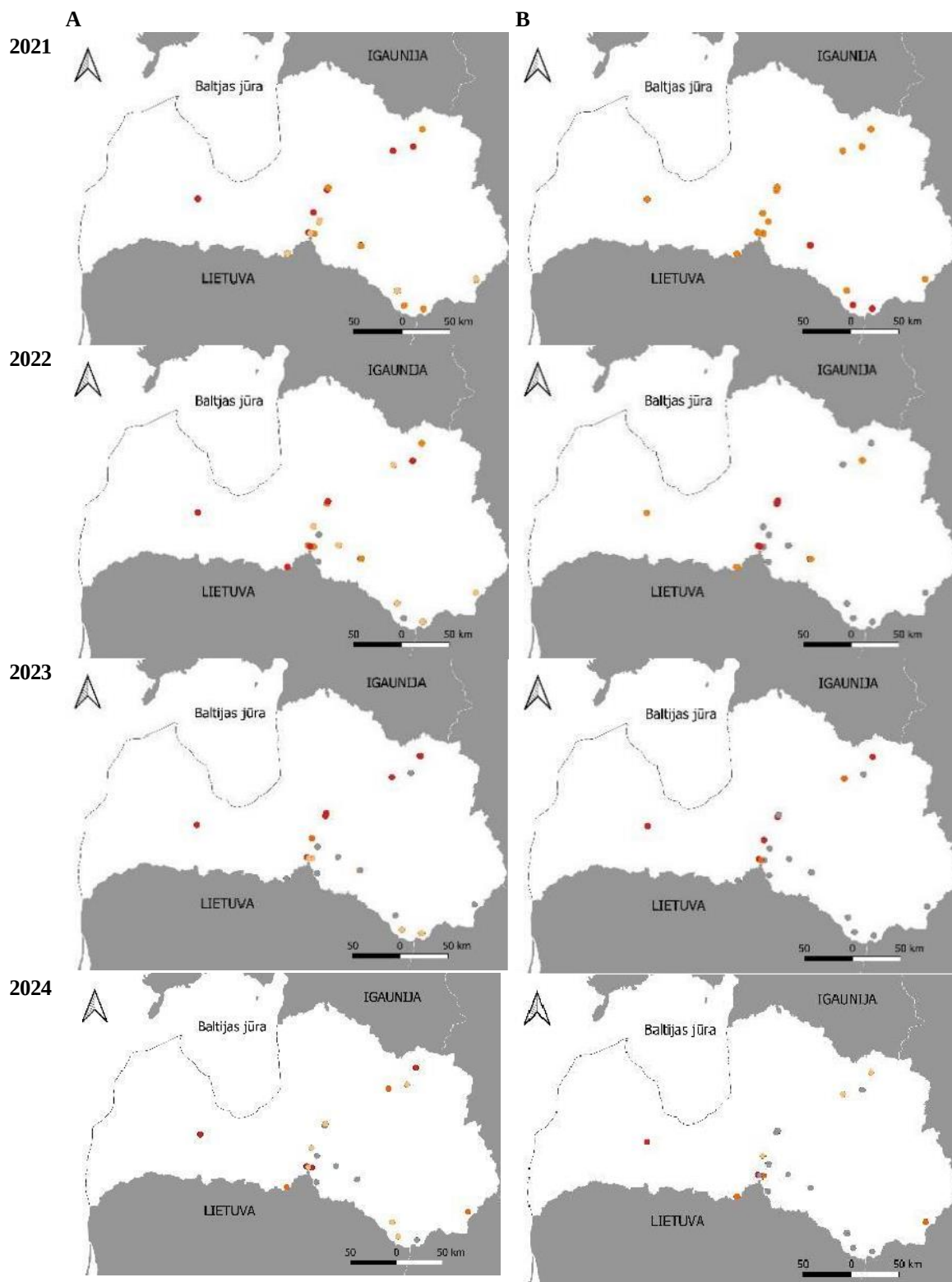
1.2. attēls. Simptomātisks baltalksnis 2024. gada rudenī apsekotajās audzēs ar darvai līdzīga eksudāta plankumu un notecējumu uz stumbra mizas (pa kreisi) un koksnes krāsojums uz atsegtas stumbra koksnes pēc parauga noņemšanas (pa labi) (J. Lekaviča foto).

Ar fitoftoras ātrās diagnostikas Pocket Diagnostics® testeriem pārbaudīti 44 koki. Pozitīvi fitoftoras testa rezultāti iegūti 15 audzēs – 8 no 14 dinamikas parauglaukumiem ar simptomātiskiem alkšņiem un septiņos no astoņiem papildu atlasītajiem objektiem ar simptomātiskiem alkšņiem (1.3. attēls). Pozitīvi testa rezultāti iegūti 29 kokiem, no tiem 13 - melnalkšņi un 16 - baltalkšņi. Astoņās audzēs pozitīvi testa rezultāti iegūti, pārbaudot baltalkšņa paraugus, sešās audzēs - pārbaudot melnalkšņa paraugus, savukārt vienā audzē – gan melnalkšņa, gan baltalkšņa paraugiem konstatētas fitoftoru infekcijas (1.3. attēls).



1.3. attēls. Apsektās alkšņu audzes 2024. gadā. Dinamikas parauglaukumi apzīmēti ar trīsstūriem, papildu apsektās melnalkšņu audzes apzīmētas ar apliem, melnalkšņu jaunaudzis apzīmētas ar kvadrātiem. Pelēka krāsa norāda audzes, kurās netika konstatēti simptomātiski koki; oranža – audzes, kurās konstatēti simptomātiski koki, bet pozitīvi Pocket Diagnostics® testera rezultāti netika iegūti; sarkana – konstatēti simptomātiski koki un iegūti pozitīvi Pocket Diagnostics® testera rezultāti.

Salīdzināta fitoftoras dinamika audzēs, kas apsektas četru gadu periodā (1.4. attēls). Līdzīgi kā 2022. un 2023. gadā, gan simptomātisko audžu skaits, gan ar fitoftoras testeriem apstiprināto infekciju skaits bija mazāks nekā 2021. gadā. Salīdzinot ar 2023. gada apsekojumu, 2024. gadā ir palielinājies gan simptomātisko audžu skaits, gan to audžu skaits, kuros infekcija tika apstiprināta ar fitoftoras testeriem. Simptomi alkšņiem 2024. gadā konstatēti 14 dinamikas parauglaukumos, bet astoņos – iegūti pozitīvi testi, turpretī 2023. gadā simptomātiskas bija 12 audzes, bet pozitīvi testi iegūti septiņās audzēs. Individuālu koku līmenī pozitīvo testu skaits bija līdzīgs: 2023. gadā - 22 pozitīvi testi un 2024. gadā - 21 pozitīvs tests. Līdzīgi kā iepriekšējos apsekojumu periodos, audzes ar simptomātiskiem alkšņiem galvenokārt lokalizētas Latvijas dienvidu un centrālajā daļā (1.4. attēls), kā arī vairākas inficētas audzes atkārtoti konstatētas nelielā attālumā viena no otras, kas liecina par lokālām inficētām platībām ap konkrētām ūdenstilpēm (Iecavas pietekas: Smārde (4 audzes), Girupe (2 audzes), Sudmalupīte (1 audze), Slepkaupīte (1 audze) un Taļķe (1 audze), kas ir Misas pieteka (kas savukārt pieteka Iecavai); Dzirna (2 audzes) – tā ir Viesītes pieteka (kas savukārt Mēmeles pieteka). Upēm ir ietekme un liela nozīme *Phytophthora* kontekstā, jo, šie organismi primāri ir sastopams ūdens vidē un arī caur to pārvietojas no audzes uz audzi (Trzewik et al., 2021).



1.4. attēls. Apsektie alkšņu dinamikas parauglaukumi 2021.-2024. gadā (audzes apzīmētas ar apliem) A – simptomu dinamika (pelēka krāsa norāda audzes, kurās netika konstatēti simptomātiski koki, gaiši oranžs – viens simptomātisks koks; oranžs – 2-3 simptomātiski koki, sarkans – vairāk par trim simptomātiskiem kokiem) un B – pozitīvo testu skaits audzē (pelēka krāsa norāda, ka netika iegūti pozitīvi Pocket Diagnostics® testera rezultāti; oranža krāsa – viens koks audzē uzrādīja pozitīvus testa rezultātus; sarkana krāsa – divi vai vairāk koki audzē uzrādīja pozitīvus testa rezultātus).

Tā kā alkšņu fitoftoru raksturo audzes lapotnes bojājumi un nokaltušu koku grupas (Hayden et al., 2013), apsekotajās audzēs novērtēts arī koku vainaga stāvoklis (1. pielikums). Koki, kā jau visi augu, veic fotosintēzi caur augu lapām. *Phytophthora* var veicināt lapu kalšanu, kas nozīmē, ka tiek traucēts kokiem svarīgais fotosintēzes process, kā rezultātā koks var nokalst. Vainaga stāvokļa novērtējums liecina, ka patogēna ietekme uz alkšņu vitalitāti inficētajās audzēs nav izteikta – vidējais vainaga vitalitātes indekss bija 0,56. Kopumā no 458 apsekotajiem kokiem 52% bija bez vainaga bojājumiem; 41% - ar vainaga bojājumiem zem 25% un 7% - ar vainaga bojājumiem virs 25%. Tikai vienā parauglaukumā (mežaudzes atslēga: 603-342-6) vidējais vainaga bojājums ballēs bija starp 1 (nav bojājumu) un 2 (bojājums līdz 25% no vainaga), respektīvi – audzē dominēja koki ar vainaga bojājumu (1. pielikums). No 48 simptomātiskajiem alkšņiem 25% bija bez vainaga bojājumiem, 52% - ar vainaga bojājumiem zem 25% un attiecīgi 23% - ar vainaga bojājumiem virs 25%. Savukārt no 29 kokiem ar pozitīviem Pocket Diagnostics® testa rezultātiem 28% bija bez vainaga bojājumiem, 41% ar vainaga bojājumiem zem 25% un attiecīgi 31% - ar vainaga bojājumiem virs 25%.

Kopumā apsekotajās dinamikas un papildu audzēs no kokiem ar infekcijas pazīmēm ievākti 43 paraugi fitoftoras identificēšanai. No alkšņu mizas un koksnes paraugiem izdalītas 19 kultūras ar *Phytophthora* micēliju raksturojošu struktūru, kuras nodotas ģenētiskajām analīzēm. No 19 nodotajām kultūrām 10 apstiprinātas kā *Phytophthora* ģints, no tām septiņas noteiktas līdz sugai – *Phytophthora plurivora* (1.1. tabula). Tā ir mežu augsnē un kokaudzētavās sastopama oomicēte un tiek aprakstīta kā agresīva suga (Jung & Burgess, 2009). *P. plurivora* ir plašs saimniekaugu spektrs – gan *Acer platanoides*, *Aesculus hippocastanum*, *Alnus glutinosa*, *Fagus sylvatica*, *Quercus robur*, *Tilia* spp. un skuju koku sugas (Jung & Burgess, 2009). Savukārt divos no 19 paraugiem izdalīta *Globisporangium* (*Pythium*) ģints, kas ir radniecīga suga *Phytophthora* ģintij (1.1.tabula).

1.1. tabula. No alkšņu koksnes un mizas paraugiem izdalītās oomicētes.

Audzės atslēga	Dinamikas audze (1), papildus audze (2)	Koka suga	<i>Phytophthora</i> (1/0)	<i>P. plurivora</i> (1/0)	<i>Globisporangium</i> (1/0)
110-386-4	1	M	0	1	0
304-54-2	1	M	0	1	0
311-389-17	1	Ba	0	0	0
312-197-21	1	M	0	1	0
312-68-6	1	Ba	1	0	0
505-228-22	2	M	1	0	0
505-57-12	2	Ba	0	1	0
506-186-49	2	M	1	0	0
509-194-1	1	Ba	0	1	0
510-136-23	1	Ba	0	0	1
510-169-58	2	M	0	0	1
510-49-23	1	M	0	1	0

Deviņās apsekotajās audzēs ievākti 10 augsnes paraugi (1. pielikums). Analizējot simptomātisko koku inficētību ar fitoftoru, trīs no 10 analizētajiem kokiem uzrādīja fitoftoru infekciju, izmantojot ātros diagnostikas testerus. Tomēr no rododendru lapām, kas lietotas kā “ēsma” augsnes paraugos, *Phytophthora* spp. līdzīgu micēliju izdevies izolēt tikai no diviem paraugiem (Nr. 23 un Nr. 25 no audzes 510-49-23) (1.2. tabula). Ģenētiskajās analīzēs noskaidrots, ka šajos augsnes paraugos bija *Elongisporangium undulatum* (sin. *Pythium undulatum*) un *Globisporangium macrosporum* (sin. *Pythium macrosporum*). *Pythium* ģints oomicētes vairāk uzskatāmas par augsnes, nevis koksnes sēnēm. Pētījumi par šīs ģints oomicētēm Latvijā nav sistemātiski veikti. *E. undulatum* ir parazītiska oomicēte, kas tiek asociēta ar sakņu puvi; tā iekrāso koksni sarkanīgi brūnā krāsā.

G. macrosporum ir saprotrofs vai vājš patogēns, bet šobrīd netiek uzverts par draudu koku sugām.

1.2. tabula. Ievāktie augsnes paraugi, fitoftoras testi un fitoftoras micēlija pazīmes.

Audzes atslēga	Koka Nr.	Pozitīvs tests kokam (1/0)	Fitoftoras micēlija pazīmes (1/0)
505-228-22	1	1	0
506-186-49	14	1	0
506-240-16	7	0	0
510-116-5	4	0	0
510-136-23	22	1	0
510-49-23	23	0	1
510-49-23	25	0	1
510-9-16	5	0	0
505-66-33	4	0	0
510-169-58	5	0	0

Lai novērtētu simptomu ietekmi uz koksnes kvalitāti, atlasītas audzes Dobeles, Ogres, Bauskas un Skaistkalnes mežu iecirkņos. No atlasītajām audzēm izvēlēti divi objekti, kuros 2024. gada oktobrī nozāģēti 20 simptomātiski alkšņi (1.3. tabula).

1.3. tabula. Atlasītās mežaudzes simptomātisko alkšņu koksnes kvalitātes izvērtējumam.

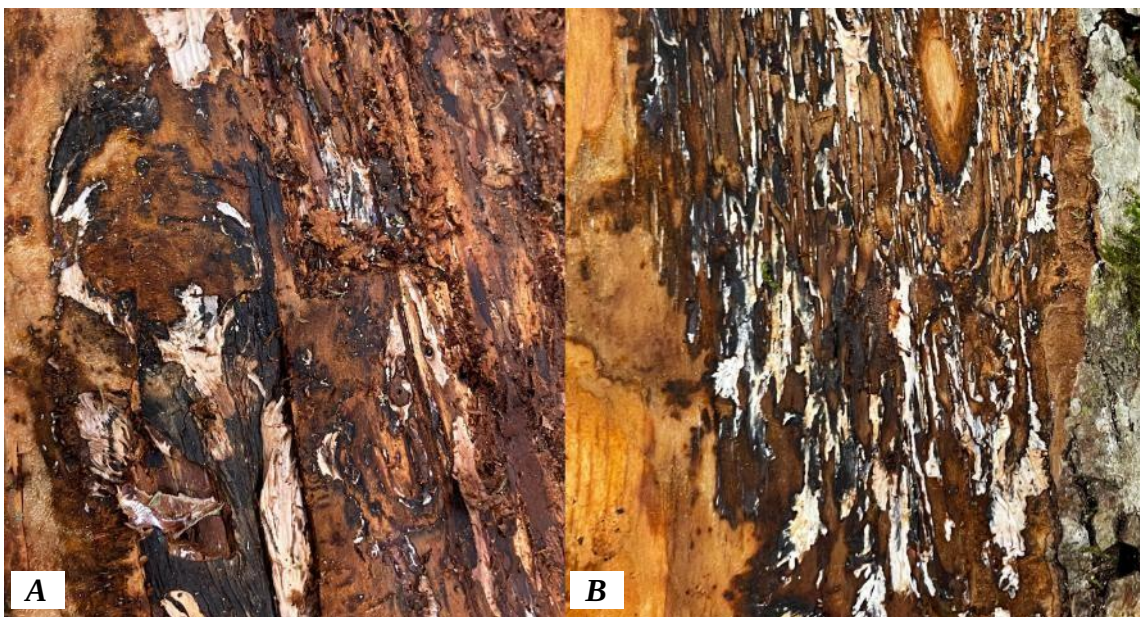
Audzes atslēga	LVM mežu iecirknis	Pagasts	Simptomātisko koku skaits	Suga
502-140-26-0	Ogres	Ķeipenes pagasts	12	Baltalksnis
505-309-18-0	Bauskas	Bārbeles pagasts	8	Melnalksnis

No 20 analizētajiem alkšņiem 18 kokiem konstatēti nelieli (trupe diametrā līdz 2 cm) līdz spēcīgi (trupe diametrā pat līdz 25 cm) trupes bojājumi (1.5. attēls; 1.4. tabula).



1.5. attēls. Alkšņos konstatētie trupes bojājumi. 12. paraugkoks (baltalksnis) ar caurmēru 35,4 cm.

Kā galvenais trupes cēlonis konstatēta celmene *Armillaria* spp., kuras rizomorfās un micēlijs tika izdalīts un atrasts sešos baltalkšņos un trīs melnalkšņos (1.6. attēls). Viens micēlija paraugs nodots ģenētiskajām analīzēm, un apstiprināta *A. borealis* klātbūtne.



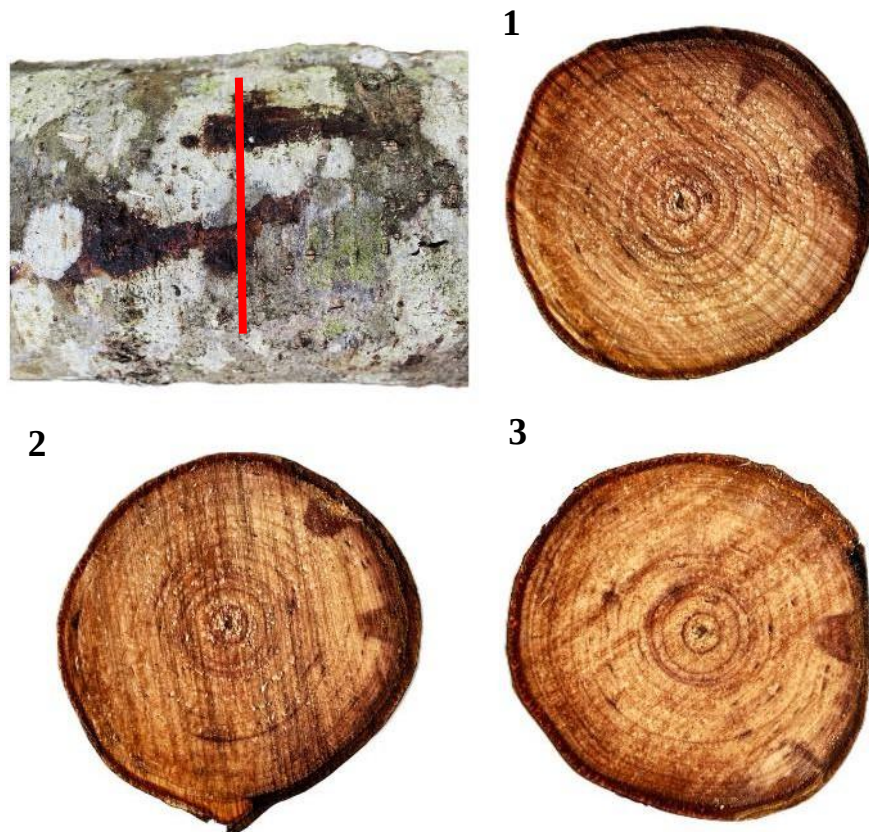
1.6. attēls. 8.(A) un 11.(B) paraugkokā konstatētais *Armillaria* spp. micēlijs.

Paraugi *Phytophthora* spp. izolēšanai ņemti un apstrādāti pēc augstāk minētās Pérez- Sierra et al. (2022) metodikas. Fitoftoru ārtās diagnostikas testi veikti 10 kokiem, kuriem atrasti izteiktākie *Phytophthora* spp. simptomi, pieciem kokiem testi uzrādīja pozitīvu atbildi (trīs baltalkšņiem un diviem melnalkšņiem) (1.4. tabula).

1.4. tabula. Iegūtie dati par *Phytophthora* spp. simptomu, trupes un *Armillaria* spp. sastopamību baltalkšņu(Ba) un melnalkšņu(M) zāģētajos paraugkokos.

Koka Nr.	Suga Ba/M	Brūču skaits	Brūču izmērs (garums × platums), cm	Paraugu skaits	Pozitīvs tests 1/0/- (nav veikts)	Trupe 1/0	<i>Armillaria</i> spp. 1/0
1	Ba	1	4 × 1	1	0	1	0
2	Ba	2	1...9 × 1...2	2	-	1	1
3	Ba	2	2...3 × 1...2	1	-	1	1
4	Ba	2	3...11 × 1...2	2	-	1	1
5	Ba	1	3 × 4	1	1	0	0
6	Ba	2	3 × 2...3	1	1	0	0
7	Ba	2	1...2 × 1	2	0	1	0
8	Ba	2	3...16 × 2...3	2	0	1	1
9	Ba	1	6 × 3	1	-	1	1
10	Ba	1	4 × 1	1	0	1	0
11	Ba	4	1...6 × 1...2	2	1	1	1
12	Ba	6	1...72 × 1...8	3	0	1	1
13	M	1	2 × 2	1	-	1	0
14	M	1	6 × 4	1	-	1	1
15	M	6	1...2 × 1...2	1	-	1	0
16	M	2	4...6 × 2...3	1	1	1	0
17	M	1	10 × 4	1	1	0	0
18	M	1	1 × 1	1	-	1	0
19	M	2	2...3 × 1...2	1	-	1	1
20	M	2	2...7 × 1...2	1	-	1	0
Kopā	12Ba / 8M	42		27	5	17	9

Veicot koksnes kvalitātes novērtējumu, četros paraugkokos (8., 11., 13., 16.) konstatēts koksnes iekrāsojums šķērsgrīzumā (1.7. attēls). Uz koka mizas, tieši zem *Phytophthora* spp. simptomu vietas koksnes iekrāsojums izskatās sarkanīgi līdz tumši brūns, izteiktākos infekcijas gadījumos pat melns (Brown & Brasier, 2007). Koksnes iekrāsojums parādās zem lielākām brūcēm, kuras labi pamanāmas uz koksnes mizas un ir sasulojušas. Šajā apsekojumā brūces bija vidēji 7,2 cm garas un vidēji 2 cm platas.



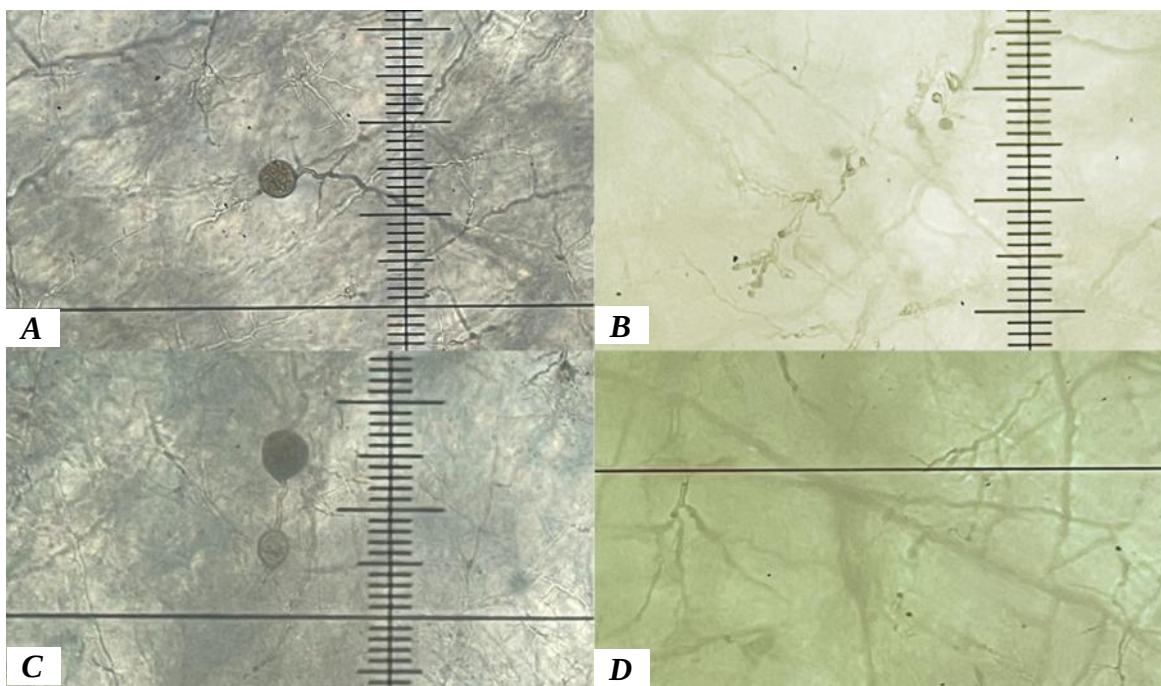
1.7. attēls. 16. paraugkoka bluķīša daļa ar *Phytophthora* spp. simptomiem uz mizas. 1 – bluķīša virspuse (10 cm virs brūču centra, kreisais sāns); 2 – bluķīša vidus, pārzāgēts tieši brūču vidū; 3 – bluķīša apakša (10 cm zem brūču centra, labais sāns). Sarkanā līnija – zāģēšanas vieta starp brūcēm.

1.7. attēlā redzamā 16. paraugkoka ātrais tests uzrādīja pozitīvu rezultātu, kas nozīmē, ka patogēna micēlijs koksnē ir aktīvs. Patogēns sākotnēji kolonizē floēmu jeb koka mizu. Ksilēmas daļu jeb koksni patogēns sāk kolonizēt tikai pēc aptuveni divu gadu klātbūtnes mizā (Brown & Brasier, 2007). Pēdējo gadu ziemas ir bijušas netipiski īsas un siltas, kas varētu būt sekmējis *Phytophthora* spp. izdzīvošanu, jo daudzas šīs ģints sugas ir salu neizturīgas (Brown & Brasier, 2007). Lai arī uz mizas simptomi izskatās nelieli un nebūtiski, 16. paraugkokam noņemot mizu, bijis ļoti uzskatāms, tipiskais *Phytophthora* spp. tumši brūnais krāsojums, izpleties salīdzinoši lielā platībā (1.8. attēls).



1.8. attēls. *Phytophthora* spp. izraisītais krāsojums zem 16. paraugkoka (melnalkšņa) mizas.

No 20 zāģēto alkšņu ievāktajiem koksnes un mizas paraugiem ar *Phytophthora* spp. simptomiem izdalīts un ģenētiskajām analīzēm nodots viens micēlijs, kas iegūts no baltalkšņa parauga audzē 502-140-26. Apskatot mikroskopā 100x lielā palielinājumā, izdalītajā micēlijā novēroti *Phytophthora* spp. micēlijam raksturīgie veidojumi (zoosporangiji, hlamidosporas un uzpūties koraļļveida micēlijs to tuvumā) (1.9. attēls). Ģenētiskajām analīzēm nodotais micēlijs identificēts kā *P. plurivora*. Šī suga ir plaši izplatīts patogēns, kas nodara dažādus bojājumus mežos (Jankowiak et al., 2014) un īpaši saistīta ar lapu vainaga bojājumiem un samazinātu koku spēju reģenerēties (Štraus et al., 2022).



1.9. attēls. *Phytophthora plurivora* micēlijs izdalīts no 6. paraugkoka. A – hlamidospora; C – hlamidospora un zoosporangijs; B, D – koraļļveida micēlijs.

Ekspperimentālos pētījumos cīņai pret *P. plurivora* aprakstīti dažādi ķīmiskie augu aizsardzības līdzekļi, viens no tiem bijis arī Latvijā iegādājamais līdzeklis *Fungurāns OH 50 WP*, kurš ir atzīts par izmantojamu dekoratīvo stādu audzētavās (Christova et al., 2018).

2024. gadā apsekotas 10 melnalkšņu jaunaudzēs (1.5. tabula). Kopumā apsekoti 927 koki, no kuriem 35% jeb 325 koki bija atmiruši un 20% jeb 187 koki – ar simptomātiskām pazīmēm. Atmiruši un simptomātiski koki konstatēti visās audzēs, bet ātrie fitoftoru noteikšanas testi neapstiprināja fitoftoru infekciju nevienā audzē. Jāatzīmē, ka “Pocket Diagnostic®” fitoftoru testi atbilst EPPO (European and Mediterranean Plant Protection) standartiem, bet tie, tāpat kā visi ātrie antigēnu testi, uzrāda tikai dzīva bioloģiskā materiāla klātbūtni, jo to darbība balstās uz konkrēta antigēna identificēšanu, tas ir, šīs ģints zoosporām specifisku monoklonālo antivielu klātbūtni (O’Brien et al., 2009). Līdz ar to negatīvs testēšanas rezultāts neizslēdz iespēju, ka *Phytophthora* spp. sākotnēji tiešām mizā un koksne ir bijusi, bet paraugu ievākšanas laikā substrātu jau bija kolonizējuši sekundārie patogēni.

1.5. tabula. Apsektās melnalkšņu jaunaudzēs

Audzē atslēga	LVM mežu iecirknis	Apsektie koki, skaits	Atmirušie koki, skaits	Simptomātiskie koki, skaits
802-162-29-0	Lubānas	50	25	16
802-100-27-0	Lubānas	100	14	19
802-19-2-0	Lubānas	100	7	8
802-344-1-1	Lubānas	100	17	9
106-579-51-0	Melnupes	100	7	5
106-579-3-0	Melnupes	100	76	28
109-520-8-0	Pededzes	70	22	4
109-520-1-0	Pededzes	100	65	17
109-528-13-0	Pededzes	105	52	36
109-532-29-0	Pededzes	102	40	45

Kopumā no 10 jaunaudzēm ievākti 55 paraugi, no kuriem laboratorijā analizēti 42 paraugi no astoņām audzēm (no divām audzēm ievāktajā materiālā primāri konstatēti kukaiņu bojājumi (kaitēkļa suga nav identificēta), nevis fitoftoru vai sēņu infekcijas) (1.6. tabula). Nevienā no analizētajiem paraugiem fitoftora netika izdalīta, savukārt konstatēti trīs sēņu morfortipi, kas ar molekulārajām metodēm identificēti kā *Fusarium* spp. un *Ophiognomonia* ģints sēnes. Patogēns *Fusarium* spp. izdalīts no paraugiem sešās audzēs, savukārt *Ophiognomonia* spp. divās audzēs (1.6. tabula).

1.6. tabula. Analizētie paraugi no melnalkšņu jaunaudzēm

Audzē atslēga	LVM mežu iecirknis	Ievāktie paraugi, skaits	Paraugi fitoftoru un sēņu kultivēšanai, skaits	Paraugi ar <i>Fusarium</i> spp.	Paraugi ar <i>Ophiognomonia</i> spp.
802-162-29-0	Lubānas	7	7	2	0
802-100-27-0	Lubānas	5	5	0	0
802-19-2-0	Lubānas	5	5	0	1
802-344-1-1	Lubānas	5	5	4	0
106-579-51-0	Melnupes	5	5	3	0
106-579-3-0	Melnupes	6	6	4	0
109-520-8-0	Pededzes	4	4	3	0
109-520-1-0	Pededzes	5	5	2	3
109-528-13-0	Pededzes	7	0	0	0
109-532-29-0	Pededzes	6	0	0	0

Fusarium ģints sugas ir nozīmīgi patogēni ne tikai lauksaimniecībā, bet arī mežsaimniecībā, izraisot dīgstu vai sakņu puvi gan kokaudzētavās, gan mežaudzēs (James & Dumroese, 2006; Peškova et al., 2007). Šīs sēnes bieži sastopamas kā endofīti, taču var kļūt patogēnas tām labvēlīgos apstākļos vai, ja saimniekaugs ir novājināts (James & Dumroese, 2006). Pētījumos Polijā *Fusarium* spp. ir otra biežāk izolētā patogēnu ģints no simptomātiskiem melnalkšņiem aiz *P. alni*: pastāvīgā *Fusarium* sugu klātbūtne liecina, ka šīs ģints sugas iespējams funkcionē kā sekundāri vai nosacīti patogēni organismi (Oszako, 2007; Orlović et al., 2020). Tie varētu saasināt jau esošos stresa faktorus melnalkšņiem, piemēram, fitoftoras izraisītās infekcijas rezultātā. Apsaimniekošanas stratēģijas *Fusarium* infekcijas samazināšanai visbiežāk uzsver profilaktiskas darbības, t.i., sanitāro apstrādi, sēklu un substrāta apstrādi, u.c. agrotehniskus paņēmienus, lai samazinātu augu stresu (James & Dumroese,

2006). Ir nepieciešami turpmāki pētījumi, lai noskaidrotu *Fusarium* ģints ietekmi tieši uz melnalkšņiem un efektīvas apsaimniekošanas stratēģijas gan mežaudzēs, gan kokaudzētavās Latvijā.

Ophiognomonia ģints sēnes galvenokārt ir endofīti vai saprofīti, retāk patogēni, kas atrodamas dzīvās vai trūdošās lapās, lapu kātos un sīkzaros. Ģints dod priekšroku pārziemojušām lapām kā galvenajam substrātam, kur sēnes var eksistēt gan kā endofīti, gan kā saprofīti. Tās saimniekaugi ir ne tikai alkšņi *Alnus* spp., bet arī citi lapu koki un krūmi, tostarp bērzi *Betula* spp., skābarži *Carpinus* spp., riekstkoki *Juglans* spp., liepas *Tilia* spp. u.c. (Sogonov et al., 2008; Walker et al., 2012). Nesen veiktas izmaiņas šīs sēņu ģints klasifikācijā, iekļaujot tajā sugas, kas iepriekš klasificētas radniecīgās ģintīs, pamatojoties uz filoģenētiskiem un morfoloģiskiem pētījumiem, tādēļ konkrētas informācijas par sugu patogenitāti un konkrētiem saimniekaugiem trūkst (Walker et al., 2012). Neskatoties uz to, vairākas sugas ir cieši saistītas ar alkšņiem (Walker et al., 2012), tāpēc ir nepieciešami detalizētāki pētījumi, lai noskaidrotu tās ekoloģisko un patogēno potenciālu, īpaši mežsaimniecības kontekstā.

Jāatzīmē, ka vienam no apsekotajiem melnalkšņiem konstatētas celmenes rizomorfas (1.10. attēls), kas arī varētu būt primāri vai sekundāri saistītas ar samazinātu koku vitalitāti. Laboratoriski noteikta celmeņu suga – bumbulkāta celmene *A. cepistipes*. Šī suga tiek uzskatīta par saprotrofu vai vāju patogēnu, kaut arī vairākos pētījumos saistīta ar kokaugu slimībām (Lygis et al., 2005).



1.10. attēls. Celmenes rizomorfas melnalkšņu jaunaudzē (802-344-1-1) pie sakņu kakla (J. Lekaviča foto).

Jānis Lekavičs aizstāvējis bakalaura darbu Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju Universitātes Meža un Vides zinātņu fakultātē par tēmu “Alkšņu fitoftoras (*Phytophthora alni* Brasier & S. A. Kirk) sastopamība Latvijā” (2. pielikums).

1.1.3. Secinājumi

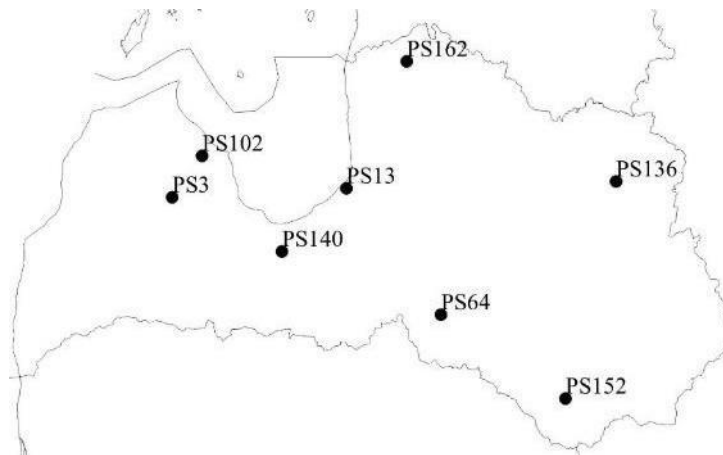
1. Apsekotajās melnalkšņu jaunaudzēs simptomātisko koku īpatsvars bija 5-44%. *Phytophthora* spp. infekcija netika apstiprināta, bet izdalīts patogēnās *Fusarium* sēņu ģints micēlijs.
2. Apsekotajās melnalkšņu audzēs netika konstatēta alkšņu fitoftoras *P. alni*, bet septiņās audzēs izdalīta cita agresīva *Phytophthora* ģints suga - *P. plurivora*.
3. Relatīvi augsts fitoftoru infekcijas risks konstatēts Iecavas un Mēmeles baseinā.

1.2. Sēņu izraisīto skuju slimību monitorings

Dothistroma septosporum, *Dothistroma pini*, *Diplodia sapinea*, *Lecanosticta acicola* ir invazīvas sugas Latvijā un citviet Eiropā, kas izraisa vairākas priežu skuju un dzinumu slimības (Drenkhan & Hanso, 2009; Adamson et al., 2015a, b). Tā kā *L. acicola* tikai 2022. gadā pirmo reizi konstatēta priežu jaunaudzēs Latvijā, minētā patogēna sastopamība un izplatība novērtēta gan 2023. gada, gan šī gada darba uzdevumos. *L. acicola* iekļauta EPPO A2 kategorijā jeb karantīnas organismu sarakstā (EPPO 2008).

1.2.1. Materiāli un metodes

2024. gadā, laika posmā no jūlija līdz augustam apsektas astoņas jaunaudzes, kurās 2022. gadā ievāktu skuju paraugu molekulārajās analīzēs konstatēta *L. acicola* (1.11. attēls, 1.7. tabula). Audzes apsektas, ejot pa transekti un ik pēc piecu metru intervāla katram tuvākajam kokam nosakot caurmēru krūšu augstumā, koka kopējo augstumu, pēdējā gada augstuma pieaugumu un skujbīres intensitāti ballēs (1 – nav skuju bojājumu/nav bojātas tekošā gada skuja; var būt atsevišķas bojātas otrā gada skuja; 2 – otrā gada skuja bojāta, bet bojājumi vairāk lokāli, ne pa visu vainagu; atsevišķas tekošā gada skuja var būt bojāta; 3 – manāmi, būtiski skuju zudumi, bet tie skar tikai daļu vainaga; 4 – būtiski bojājumi lielākajā daļā vainaga). Transektes garums atkarībā no audzes platības bija 245 m (audzes platība < 5 ha; apsektoto koku skaits - 50) vai 495 metri (audzes platība > 5 ha; apsektoto koku skaits - 100) (1.7. tabula).



1.11. attēls. Apsektās priežu jaunaudzes

1.7. tabula. Apsektoto priežu jaunaudžu raksturojums

Apzīmējums	Audzes atslēga	Platība, ha	Meža tips
PS3	714-179-16	3,46	Ln
PS13	408-188-7	9,68	Ln
PS64	507-119-16	2,21	Ln
PS102	712-148-27	2,97	Mr
PS136	805-15-19	1,9	Dm
PS140	609-83-8	2,02	Dm
PS152	310-178-15	1,87	Mr
PS162	403-238-6	1,16	Ln

Skuju paraugi ievākti no 20 simptomātiskiem kokiem katrā audzē, kas vienmērīgi izvietoti visā transektes garumā, īpaši pievēršot uzmanību *L. acicola* infekcijas pazīmēm (1.12. attēls). Paraugkokus marķēja ar krāsu un atzīmēja to koordinātas. Paraugus ievāca tikai no tādiem kokiem, kas nebija iekļauti iepriekšējo gadu novērtējumos. Skuju paraugus ievietoja plastikāta maisiņos, kas marķēti ar apsekotās audzes kodu un koka numuru; tos līdž laboratorijai pārvadāja aukstumkastē.



1.12. attēls. *Lecanosticta acicola* infekcijas pazīmes uz parastās priedes skužām.

Paraugus laboratorijā uzglabāja ledusskapī ne ilgāk kā 1-2 dienas. Skuju fragmenti sterilizēti 70% etanola šķīdumā un ievietoti Petri traukā ar kartupeļu dekstrozes agaru, kuram pievienota antibiotika hloramfenikols (1.8. tabula). Hloramfenikola pievienošana barotnēm nodrošina lielāku iespējamību veiksmīgai patogēna izolēšanai, jo samazina baktēriju augšanu. Šāda veida barotnes ar paraugiem tiek glabātas tumsā 20°C temperatūrā, jo gaismas ietekmē antibiotika strauji zaudē savu antibakteriālo iedarbību. Skuju paraugi uz kartupeļu agara barotnēm tika inkubēti līdz divām nedēļām. Pēc inkubācijas novērtēts izaugušo sēņu micēlijs, sēnes sadalītas morfortipos jeb klasificētas grupās pēc to morfoloģiskajām pazīmēm.

1.8. tabula. Kartupeļu dekstrozes agara (PDA) barotņu sastāvs.

Vielas	1 l	0,5 l
PDA (Potato Dextrose Agar)	39,0 g	19,5 g
Hloramfenikols	0,050 g	0,025 g

Lai noteiktu *L. acicola* un citu skuju patogēnu klātbūtni skuju paraugos, no katra koka iegūtie skuju paraugi sagatavoti un uzglabāti –20 C līdz nodoti molekulārajām analīzēm. Molekulārajām analīzēm izmantoti *L. acicola* specifiskie praimeru Latef-F (5' – GCAAATTTTCGCCGTTTATC – 3') un Latef-R (5' – TGTGTTCCAAGAGTGCTTGC – 3') (Ioos et al., 2010) vai arī sēnēm specifiskie praimeru, ja tika sekvenēts citu sēņu tīrkultūru izolētais micēlijs.

Skujbīres intensitātes saistība ar koku mēžsaimnieciskajiem rādītājiem (koku augstumu, caurmēru, tekošā gada pieaugumu) pārbaudīta, izmantojot pielāgotos vispārīgos lineāros jaukta efekta modeļus (glmer), iekļaujot audzi kā nejaušo efektu.

1.2.2. Rezultāti

Kopumā astoņās jaunaudzēs apsekoti 450 koki un no 161 koka ievākti skuju paraugi. Izmantojot molekulārās metodes, *L. acicola* konstatēta 6% jeb 10 paraugos (1.9. tabula), kas pārstāvēja trīs no astoņām analizētajām mežaudzēm. Vienā audzē, kas atrodas Ziemeļlatgales reģiona Balvu iecirknī (805-15-19), *L. acicola* konstatēta astoņos no 20 ievāktajiem skuju paraugiem. Tas norāda, ka šajā audzē būtu nepieciešams veikt pasākumus patogēna plašākai novērtēšanai un tā izplatības samazināšanai. Iesakām turpināt patogēnu izpēti, novērtēt tā lokālo izplatību apsekotajos nogabalos un tiem blakus esošajās priežu jaunaudzēs. Ieteikums būtu mainīt sugu sastāvu pēc katras atjaunošanas cirtes, ja audzē vai tās tuvumā ir detektēta saslīmšana ar kādu no agresīvajiem patogēniem, lai mazinātu tā tālāku izplatību un lielāku iespēju to pārmantot nākamajā koku paaudzē (Drenkhan, 2011).

1.9. tabula. Apsekoto priežu jaunaudžu raksturojums

Apzīmējums	Audzē atslēga	Ar <i>L. acicola</i> inficēto koku skaits 2022.-2023. g. apsekojumos	Ar <i>L. acicola</i> inficēto koku skaits 2024. g. apsekojumos
PS3	714-179-16	1	0
PS13	408-188-7	3	0
PS64	507-119-16	5	0
PS102	712-148-27	1	0
PS136	805-15-19	6	8
PS140	609-83-8	3	1
PS152	310-178-15	1	1
PS162	403-238-6	1	0

No skuju paraugiem laboratorijā tīrkultūrās izdevies izolēt 14 sēņu morfortipus. *L. acicola* micēlijs netika izdalīts tīrkultūrā. Galvenokārt no skuju paraugiem izdalītas tādas saprotrofās sēnes kā *Desmazierella acicola* (71 paraugā jeb 44%), kura priežu skujās sastopama gandrīz vienmēr un nodrošina to sadalīšanos (Kendrick, 1962), *Penicillium* spp. (20 paraugos jeb 12%) un citas. *Hormonema macrosporum* konstatēta 45 paraugos jeb 28%. *Hormonema* ir melno raugu ģints, kas sastopama kā endofīts kokos. Šīs ģints sugas tiek izmantotas biotehnoloģiju pētījumos - fermentējamā cukura ražošanā un bioloģiskajā balināšanā, kā arī fungicīdu līdzekļu izpētē (Peláez et al., 2000; Fillat et al., 2016).

No skujbiri izraisošām sēnēm 37 paraugos jeb 23% konstatēts *Lophodermium pinastri*, četros paraugos jeb 2% - *Diplodia sapinea* un vienā paraugā - *Dothistroma* spp. *L. pinastri* ir oportūnists/endofīts, kas nozīmē, ka sēne var atrasties samniekorganismā, neizraisot inficēšanās simptomus, taču koka novājināšanās gadījumā tā var kļūt patogēna un izraisīt skujbiri (Van Maanen & Gourbiere, 2000). Galvenokārt tā vairojas skuju nobirās pavasara mēnešos, kur veido asku sporas un konīdijsporas, izplatot tās gaisā (Van Maanen & Gourbiere, 2000). *D. sapinea* var izraisīt skujbiri, pumpuru sveķošanas, čiekuru un galotņu bojāeju, atsevišķos gadījumos arī aplievas iekrāsojumu (Müller et al., 2019). Priežu skujās tā ilgu laiku atrodas latentā, asimptomātiskā stāvoklī, un gluži kā *L. pinastri*, koku pārņem tā novājināšanās vai apkārtējās vides stresu – sausuma, kukaiņu bojājumu u.c. - ietekmē (Müller et al., 2019).

Vienā audzē (PS140) no trīs kokiem izdalīts skuju koku endofīts *Cenangium ferruginosum*, kas var kļūt par patogēnu sēnes attīstībai labvēlīgos apstākļos un izraisīt priežu atmiršanu. Inficēšanās pirmajā etapā kokam nobirst skujas, tad patogēns inficē mizas slāni, līdz izplatās visā kokā (Ryu et al., 2018). Jau 1967. gadā Lorenz (1967) ir aprakstījis savus novērojumus saistībā ar šī patogēna izplatību parastās priedes audzēs Vācijā. 2012. gadā *C. ferruginosum* infekcija uzliesmoja Slovākijā parastās priedes un melnās priedes *P. nigra* audzēs (Kunca & Leontovyč, 2013). Klimata pārmaiņu kontekstā

šī suga varētu kļūt nozīmīgs drauds arī Latvijā, jo tā var strauji kolonizēt visu koku liela sausuma un siltu ziemu ietekmē, tas ir apstākļos, kad arī priedes imunitāte ir novājināta (Ryu et al., 2018).

Kopumā no apsekotajiem kokiem 42% bija bez vainaga bojājumiem; 44% - ar vainaga bojājumiem zem 25% un 14% - ar vainaga bojājumiem virs 25%. Lai gan skujbires intensitāte (tādējādi arī koku vitalitāte) un dažādi mežsaimnieciskie rādītāji (koku caurmērs, augstums un pēdējā gada pieaugums) novērtēti 400 kokiem, saistība starp skujbires intensitāti un kādu no mežsaimnieciskajiem rādītājiem netika konstatēta ($p>0,05$).

Publikācijas manuskripts par *L. acicola* sastopamību priežu jaunaudzēs Latvijā (D. Kļaviņa et al., "Pine needle pathogen *Lecanosticta acicola* spreads into native Scots pine (*Pinus sylvestris*) stands in Latvia") iesniegts žurnālā Forest Pathology un izgājis otro koriģēšanas kārtu.

Samanta Berena aizstāvējusi bakalaura darbu Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātē par tēmu "Skujas kolonizējošo invazīvo sēņu sastopamība un ekoloģija parastās priedes (*Pinus sylvestris* L.) jaunaudzēs Latvijā" (2. pielikums).

1.2.3. Secinājumi

1. *L. acicola* patogēns ir atkārtoti konstatēts trīs priežu jaunaudzēs; tā sastopamība novērota lokāli un nav konstatēta tā būtiska ietekme uz priežu vitalitāti apsekotajās audzēs.
2. Analizētajās audzēs konstatēti arī citi skuju patogēni kā *Lophodermium pinastri*, *Diplodia sapinea*, *Dothistroma* spp. un *Cenangium ferruginosum*.
3. Nepieciešams turpināt *L. acicola* sastopamības un izplatības potenciāla novērtējumu jaunaudzēs, kurās patogēns konstatēts.

2. SĒŅU IZRAISĪTĀS LAPU KOKU SLIMĪBAS: IETEKME UZ KOKU VESELĪBU UN KOKSNES KVALITĀTI

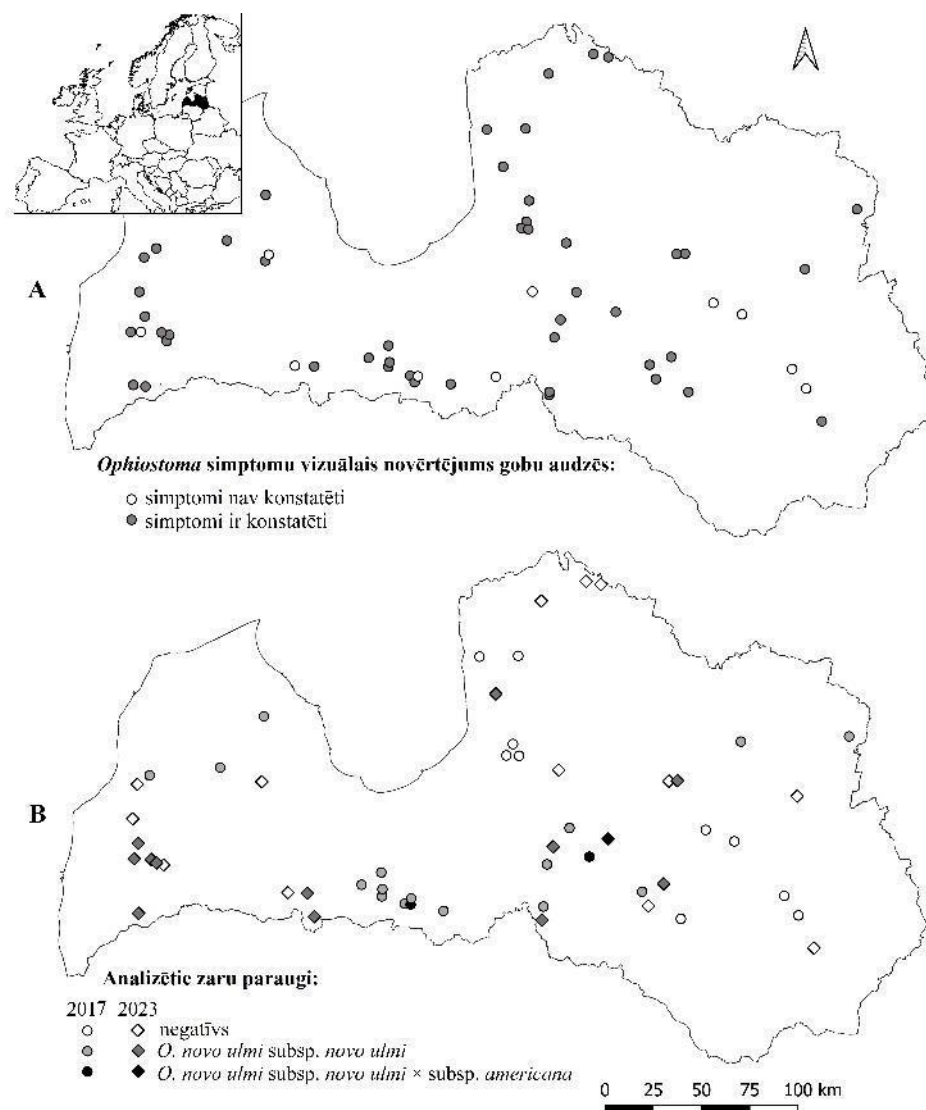
Saistībā ar klimata pārmaiņām Latvijā, līdzīgi, kā citur Eiropā potenciāli pieaugs nemorālo mežu lapu koku (kļavu, liepu, ozolu, dižskābaržu) īpatsvars (Šņepsts et al., 2021; Kunert & Hajek 2022), tādēļ svarīgi izvērtēt iespējamās fitopatoloģiskos riskus. Pētījumā novērtēts fitopatoloģiskais stāvoklis vairākām lapu koku sugām, izvērtējot iespējamās patogēnus un to sastopamību mežaudzēs. Šajā etapā lauka un laboratorijas pētījumos īpaša uzmanība pievērsta ošu, ozolu un dižskābaržu patogēniem.

2.1. *Ophiostoma ulmi* un *O. novo-ulmi* izplatība un izraisītie bojājumi Latvijā

Visnopietnākā slimība gobām un vīksnām gan Eiropā, gan arī citur pasaulē ir *Ophiostoma ulmi* un *O. novo-ulmi* pasugu izraisītā infekcija jeb Holandes gobu slimība, kas saasinās karstā un sausā laikā (Miezīte, 2017). Lai gan abas *Ophiostoma* sugas izraisa vienu un to pašu slimību, *O. novo-ulmi*, tās pasugas un to hibrīdi tiek uzskatītas par agresīvāku patogēnu ar augstāku virulenci. Latvijā atrasts arī *Ophiostoma* pasugu hibrīds, it īpaši audzēs Latvijas dienvidos (Matisone et al., 2020), bet kopējā *Ophiostoma* sugu un pasugu izplatība Latvijā nav zināma. Šajā etapā analizēti dati par *Ophiostoma* sastopamību jaunaudzēs parastās gobas *Ulmus glabra* Huds. un parastās vīksnas *Ulmus laevis* Pall. paraugos, kas ievākti 2023. gadā.

2.1.1. Rezultāti

Kopumā 2023. gadā analizēti 63 gobu un vīksnu paraugi no 26 audzēm. *Ophiostoma* micēlijs izdalīts no 23 kokiem jeb 37% paraugu, kas reprezentēja 13 audzes. Izdalītās sēnes molekulāri noteiktas kā *O. novo-ulmi*: 22 izolāti bija *O. novo-ulmi* subsp. *novo ulmi*, savukārt viens – pasugas subsp. *novo-ulmi* un pasugas subsp. *americana* hibrīds (2.1. attēls). Hibrīds atrasts audzē, kas atrodas tuvu iepriekš konstatētai šī patogēna atradnei (Matisone et al., 2020). Tā kā pasugas subsp. *novo-ulmi* un pasugas subsp. *americana* hibrīds var būt ar augstāku virulenci (Brasier et al., 2001; Brasier & Kirk, 2001), turpmākajā darbā būtu svarīgi novērtēt Amerikas pasugas *O. novo-ulmi* subsp. *americana* un tās hibrīdu sastopamību Latvijā un infekcijas intensitāti gobām pilsētvidē, arborētumos vai dendroloģiskajos stādījumos.



3.1. attēls. Apsekotās gobu un vīksnu audzes, kurās vizuāli novērtēti *Ophiostoma* simptomi: apkopojums par 2016. un 2023. gadu (A) un molekulārajās analizēs noteiktās *O. ulmi* pasugas un starpsugu hibrīdi (2017. (Matisone et al., 2020) un 2023. gada dati) (B).

No apsekotajiem 2470 kokiem 95,6% (4072 ± 491 koki ha^{-1}) bija bez vizuāliem *Ophiostoma* simptomiem, 3,1% bija simptomātiski, bet 1,3% nokaltuši. Simptomātiski koki konstatēti 82,8% no audzēm, norādot, ka slimība ir plaši izplatīta, taču, balstoties uz zemo inficēto koku īpatsvaru audzē (vidēji 3,1%), jāsecina, ka slimības fons nav augsts. Iespējams, zemās koku inficētības dēļ neviens no analizētajiem faktoriem (meža tips, gobu/vīksnu biezums, audzes vecums, gobu/vīksnu augstums, kopējais paaugas biezums, kopējais pameža biezums) neizskaidroja ($p > 0,05$) simptomātisko koku klātbūtni audzē. Koka augstumam nebija saistības ($p = 0,3$) ar tā slimības klasi, norādot, ka inficēšanās ir nejauša.

Sagatavota publikācija par gobu un vīksnu inficētību ar *Ophiostoma* spp. Matisone et al., “Vitality of *Ulmus* spp. in Latvia: new records of *Ophiostoma novo-ulmi*”, kas iesniegta žurnālā *Scandinavian Journal of Forest Research*.

Pētījuma rezultāti atspoguļoti ziņojumā EMN (Eiropas mikologu tīkla) konferencē, Rīgā: “Alien forest pathogens in Latvia and other ongoing research related to forest diseases” un Latvijas Universitātes konferencē, Rīgā: “Fitopatoloģiskie riski saimnieciskajos mežos” (2. pielikums). Sagatavota nodaļa publikācijā Vasaitis (Ed.), R. (2024). Alien invasive pathogens and pests in the changing environment: Focus on North Europe: Abstracts of presentations of the panel of Nordic

2.1.2. Secinājumi

1. Latvijā Holandes gobu slimību izraisa galvenokārt *O. novo-ulmi* subsp. *novo-ulmi*. Atsevišķās audzēs konstatēts arī pasugu subsp. *novo-ulmi* un subsp. *americana* hibrīds.
2. *Ophiostoma* simptomātisko koku īpatsvars audzēs ir neliels (3,1%), tādēļ nebija iespējams izdalīt faktorus, kas būtiski ietekmē simptomātisko koku klātbūtni audzē, norādot uz slimības nejaušo raksturu.

2.2. Izvērtēt ošu audžu atjaunošanos no fitopatoloģiskā aspekta

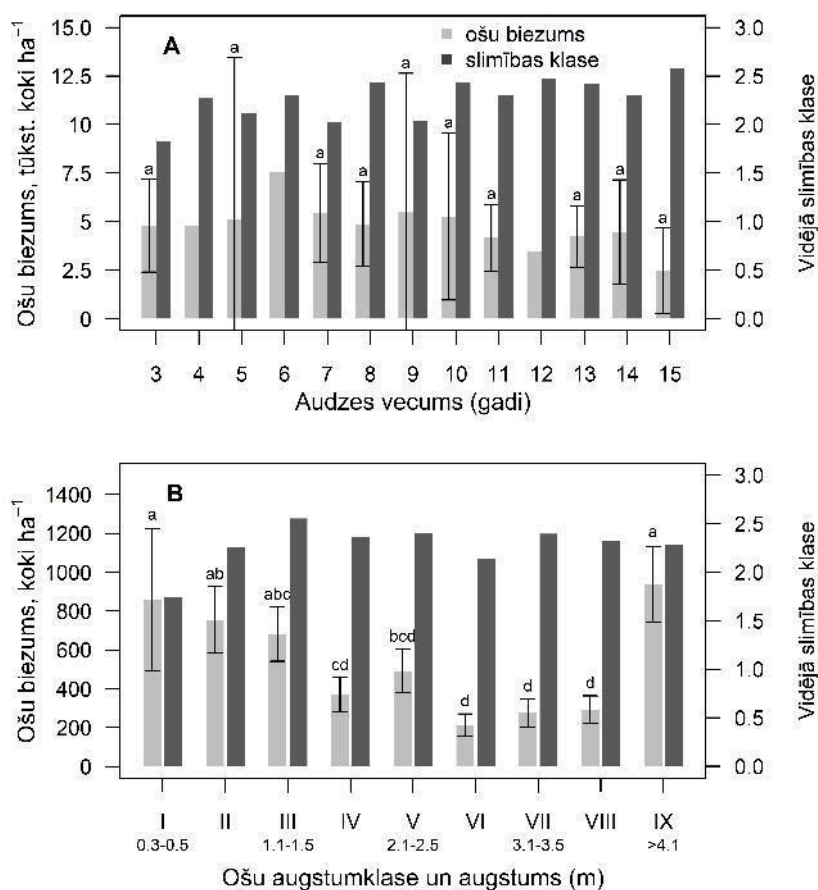
Eiropā, tai skaitā arī Latvijā parastā oša *Fraxinus excelsior* audžu platība strauji samazinājās līdz ar askusēnes *Hymenoscyphus fraxineus* izraisītās infekcijas sākšanos 1990. gadu beigās (Laiviņš et al., 2016; Matisone et al., 2018a). Šobrīd oša kā valdošās sugas ($\geq 70\%$ no audzes sastāva) mežaudzes Latvijā veido tikai 0,1% no kopējās mežaudžu platības, bet piemistrojumā osis sastopams vēl 1,4% mežu. Patogēnā sēne *H. fraxineus* līdz šim ir bijusi galvenais ošu masveida bojāejas izraisītājs Latvijā (Matisone et al., 2018b) un Eiropā (Vasaitis & Enderle, 2017). Patogēns izraisīja visu vecumu koku kalšanu, slimības skartās audzes tika nocirstas, un oša stādīšana pārtraukta (Bakys et al., 2013), tādēļ osis šobrīd atjaunojas tikai dabiski, un tā paaugas fitopatoloģiskā stāvokļa novērtēšana ir ļoti būtiska.

2.2.1. Materiāli un metodes

Šajā etapā apsektas 34 audzes, kuru sastāvā ir osis (3. pielikums). Audžu atlase un tās kritēriji, kā arī apsekošanas un laboratorijas darba metodika aprakstīta 3. etapa pārskatos. Audzēs novērtēts ošu fitopatoloģiskais stāvoklis un no simptomātiskiem kokiem ievākti zaru, dzinumai vai koksnes paraugi. 2024. gadā ievāktie paraugi uzlikti uz agara barotnēm. Visos etapos ievāktie 103 koksnes paraugi atkārtoti analizēti, izmantojot molekulārās metodes, tieši izdalot sēnes DNS no koksnes bez tīrkultūru izdalīšanas starposma. *H. fraxineus* sastopamību no koksnes paraugiem izdalītajā kopējā DNS paraugā pārbaudīja ar sugai specifiskiem praimeriem HFrax-F (5'-CTTTAGCAGGTCGCCCTCT-3') un HFrax-R (5'-TGCTGGCAAGACACCGCAA-3') (Drenkhan et al., 2016).

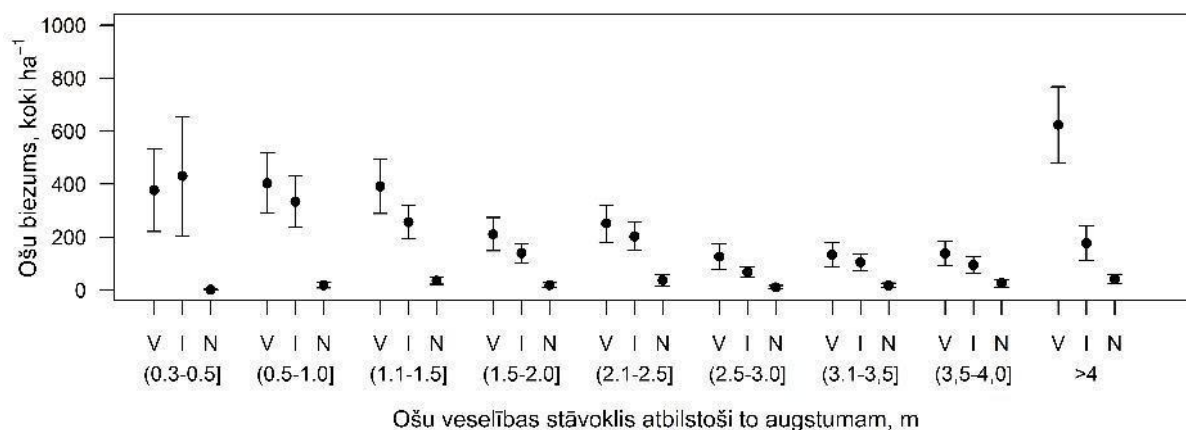
2.2.2. Rezultāti

Šajā etapā analizēti dati par ošu dabisko atjaunošanos un to fitopatoloģisko stāvokli no visos etapos apsekotajām 69 parastā oša jaunaudzēm. Apsekotajās audzēs uzskaitītas vidēji 15 paaugas un 23 pameža koku sugas ar vidējo ($\pm$ standartklūda) biežumu attiecīgi 9815 ± 607 koki un 12110 ± 924 krūmi ha^{-1} (45 pret 55%). Paaugā vislielākais biežums konstatēts osim, vidēji 4665 ± 364 oši ha^{-1} (no 900 līdz 14400 oši ha^{-1}), norādot, ka atjaunošanās intensitāte Latvijā ir stabila pēdējos 8 gadus (Pušpure et al., 2017). Oša tīraudzis ($> 80\%$ no indivīdiem) veidošanās novērota 8,7% audžu, tomēr osis dominēja 25% audžu. Ošu biežums bija līdzīgs visos reģionos (p-vērtība = 0,81), meža tipos (p-vērtība = 0,34) un audzēs atkarībā no to vecuma (p-vērtība = 0,07, 2.2.A attēls). Lai gan ošu biežums starp augstumklasēm lielākoties bija līdzīgs, novērots liels augstāko (virs 4 m) koku īpatsvars, kas liecina par atjaunojošās kohortas izveidošanos (938 ± 98 oši ha^{-1} ; 2.2.B attēls).



3.2. attēls. Vidējais ($\pm$ 95% ticamības intervāls) ošu biezums un veselības stāvoklis starp dažāda vecuma audzēm (A) un ošu augstumklasēm (B).

Kopumā fitopatoloģiskais stāvoklis novērtēts 6438 ošiem, no kuriem 59% (2654 ± 225 koki ha⁻¹) bija veseli, 36% (1806 ± 184 koki ha⁻¹) bija inficēti, bet 4% (205 ± 225 koki ha⁻¹) bija nokaltuši. No inficētajiem kokiem 27% bija ar minimāliem simptomiem, kas apsekošanas brīdī neapdraudēja koka veselību, bet simptomi var strauji progresēt pat vienas sezonas laikā un izraisīt koka bojāeju (Matisone et al., 2018b). Inficēto koku daudzuma saistība ar to augstumu uzrāda strauju ošu inficēšanos jau sējeņu vecumā, bet, kokiem augot, veselo koku proporcija palielinājās (2.3. attēls), liecinot par ošu dabiskās atjaunošanās potenciālu. Šāda tendence ir pozitīva, gan no fitosanitārā, gan apsaimniekošanas viedokļa, izkopjot inficētos kokus, tādējādi uzlabojot audzes kopējo fitosanitāro stāvokli.



2.3 attēls. Veselo, inficēto un nokaltušo ošu vidējais ($\pm 95\%$ ticamības intervāls) biežums audzē atkarībā no to augstuma. V – vesels (I slimības klase), I – inficēts (kombinēta II, III, IV klase), N – nokaltis (V klase).

No visiem analizētajiem audzes faktoriem būtiska ietekme uz ošu veselības stāvokli konstatēta koka augstumam (p -vērtība $< 0,001$), paaugas biežumam (p -vērtība $< 0,001$) un ošu biežumam audzē (p -vērtība = $0,03$), norādot, ka individuālās koku un audzes līmeņa īpašības ietekmē ošu jutību pret kalšanu. Ošu augstumam un paaugas biežumam bija pozitīva ietekme, bet ošu biežumam - negatīva ietekme uz ošu veselību. Tātad veselo ošu īpatsvars tīraudzēs ir mazāks.

Jāatzīmē, ka analizētās ošu audzes bija dabiski atjaunojušās audzes un stādītās audzēs situācija var atšķirties. Pētījumi liecina, ka *H. fraxineus* ir sastopama arī kokaudzētavās, jo to ir grūti detektēt sēklās (van der Linde et al., 2021), kas norāda uz augstu varbūtību ienest slimību audzē caur inficētu stādmateriālu (Vemić et al., 2021). Tomēr kokaudzētavu apstākļos ir iespējams arī audzēt pret *H. fraxineus* rezistentus stādus, uz ko norāda vairākas publikācijas; šādā gadījumā ošu audžu ražība un rezistentā materiāla izplatīšana uzlabotu rezistenci, īpaši ja selekcionētais stādmateriāls spētu reproducēties (Douglas et al., 2017; Ridley et al., 2025).

Patogēna *H. fraxineus* klātbūtne ar izolēšanas vai testēšanas ar sugai specifiskiem praimeriem apstiprināta 92% paraugu, kas reprezentē 94% no apsekotajām audzēm, norādot uz izteiktu infekcijas fonu visā Latvijas teritorijā. Reprezentatīvās sekvences pievienotas NCBI GenBank datubāzē ar numuriem PP977532-33, PP977537-40. Patogēna plašā sastopamība pierāda tā saistību ar ošu kalšanas simptomiem.

Pētījuma rezultāti prezentēti stenda ziņojumā “Condition of young ash (*Fraxinus* spp.) stands after ash dieback in Latvia” starptautiskajā konferencē “Safeguarding Biodiversity: Red Lists and Beyond”, un iekļauti tēzu krājumā: <https://drive.google.com/file/d/1U1p5xhmsfWb5XWe8kYi3vq0iJN0LdTcy/view>.

Manuskripts “A new hope: condition of young stands suggests natural recovery of European ash in Northern Europe” iesniegts publicēšanai žurnālā *Forest Ecology and Management*.

2.2.3. Secinājumi

1. Patogēna plašā sastopamība apstiprina tā saistību ar ošu kalšanas simptomiem un norāda uz pastāvīgu infekcijas fonu visā Latvijas teritorijā.
2. Lielais veselo ošu īpatsvars liecina, ka mežā dabiskās adaptācijas procesos ir saglabājušies pret patogēnu rezistenti ošu indivīdi.
3. Sekmīgā ošu dabiskā atjaunošanās un zemā mirstība liecina, ka ošu ekosistēmas atjaunojas, neskatoties uz iepriekš novēroto augsto ošu mirstību.

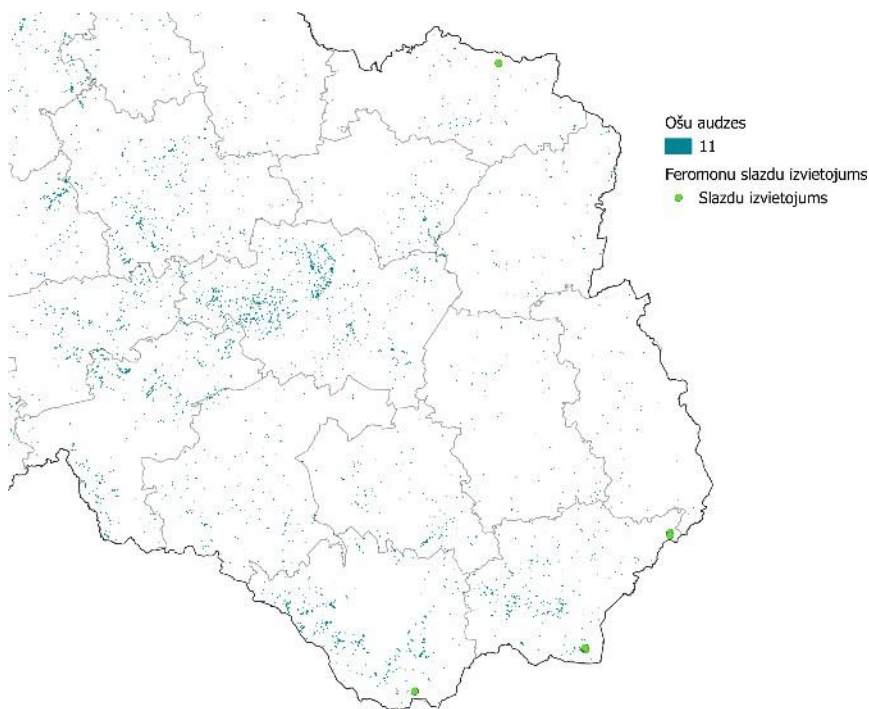
2.3. Parastā oša audžu monitorings, novērtējot ošu smaragdzālās krāšņvaboles *Agrilus planipennis* sastopamību

Parastais osis *Fraxinus excelsior* ir Eiropā plaši izplatīta suga. Latvijā tas atrodas tuvu sava areāla

ziemeļu robežai, kas nosaka sugas augsto jutīgumu pret apkārtējās vides faktoriem. Īpaši strauji oša audžu platības samazinājušās pēdējos gados saistībā ar sēnes *Hymenoscyphus fraxineus* izraisītajiem bojājumiem. Tomēr nopietns apdraudējums vidēja vecuma oša audzēm ir ošu smaragdzaļā krāšņvabole *Agrilus planipennis*. 2024. gadā turpināts ošu smaragdzaļās krāšņvaboles *A. planipennis* monitorings visos 2022. gadā apsektajos parauglaukumos (2.4. attēls, 4. pielikums).

Latvijā ir sastopamas vairākas krāšņvaboļu dzimtas ģints *Agrilus* (šaurspārņkrāšņvaboles) sugas: *A. viridis* – zaļā šaurspārņkrāšņvabole; *A. biguttatus* – divpunktu šaurspārņkrāšņvabole; *A. mendax* – pīlādžu šaurspārņkrāšņvabole; *A. ribesi* – upeņu šaurspārņkrāšņvabole; *A. cyanescens*; *A. betuleti*; *A. integerrimus*; *A. pratensis*; *A. subauratus*; *A. sulcicollis*; *A. convexicollis*; *A. ater*, taču *A. planipennis* Latvijas sugu sarakstā vēl nav iekļauta.

Ošu invāzija ar *A. planipennis* ir atkarīga no audzes un ārējiem apstākļiem. Lielāka uzņēmība un ātrāka koku mirstība no kaitēkļa būs jau iepriekš novājinātam kokam, piemēram, pārāk liela sausuma apstākļos (Knight et al., 2013). Nozīmīgs ir arī audzēs biežums; veikti pētījumi, ka biežākās audzēs kaitēklis izplatās mazāk un koki dzīvo ilgāk, nekā skrajākās audzēs (Knight et al., 2013), kas skaidrojams ar sugas bioloģiju – ja kaitēklis izjūt barības trūkumu, tas liek tam intensīvāk vairoties un pārvietoties.



2.4. attēls. Ošu audzes Baltkrievijas un Krievijas pierobežā un parauglaukumu izvietojums smaragdzaļās krāšņvaboles monitoringam (zaļš aplis - slazdu izvietojums).

A. planipennis ir vienīgā potenciāli bīstamā kukaiņu suga, kas var apdraudēt ošu mežaudzes. Tā kā šobrīd tuvākā zināmā *A. planipennis* atradne ir Sanktpēterburgas (Krievija) apkaimē, tad kopš 2022. gada ir iekārtots parauglaukums Alūksnes plānošanas reģionā pie Krievijas Federācijas robežas. Vēl trīs parauglaukumu pāri izkārtoti Daugavpils, Krāslavas un Ludzas plānošanas reģionos, pie robežas ar Baltkrieviju un Krieviju. Šajā virzienā tuvākās zināmās *A. planipennis* atradnes atrodas Smolenskas apkārtnē (Krievija) un Luhanskas reģionā (Ukraina).

Monitoringam izmantotie feromonu slazdi un metodika standartizēta, saskaņojot ar Valsts Augu Aizsardzības dienestu, kas veic līdzīgu vaboļu monitoringu koksnes pārstrādes uzņēmumos un transporta mezglos. Izmantoti tieši *A. planipennis* pievilināšanai izstrādāti feromoni un slazdi (2.5. attēls). Slazdi izlikti no 1. līdz 6. jūnijam, apsekoti un noņemti no 10. līdz 12. augustam. Ošu smaragdzaļā krāšņvabole paraugos netika konstatēta.



2.5. attēls. *Agrillus planipennis* monitoringam 2024. gadā izmantotie feromonu slazdi.

2024. gada sezonā slazdos netika konstatēta neviena *Agrilus* ģints vabole. Slazdos konstatētas tikai nemērķa sugas- pārsvarā Diptera, Hymenoptera. No vabolēm konstatēti vairāki *Elateridae* spp., *Hylesinus fraxini*.

2.4. Ozolu, kļavu un liepu fitopatoloģiskā stāvokļa novērtējums, diagnosticējot sēņu izraisītās slimības

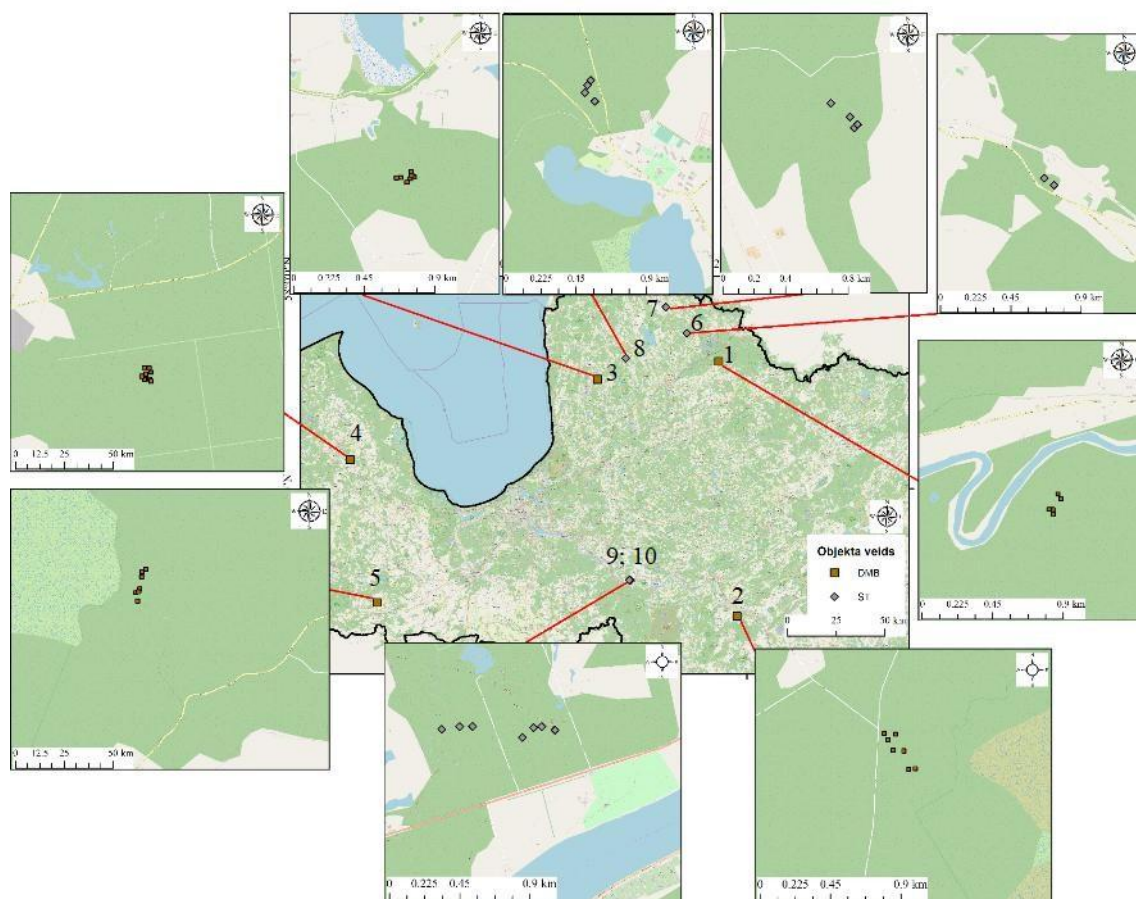
Vietējo nemorālo mežu sugu (ozolu, kļavu un liepu) īpatsvars klimata pārmaiņu kontekstā Latvijas teritorijā var palielināties, tāpēc svarīgi apzināt potenciālos fitopatoloģiskos riskus šīm kokaugu sugām. 2024. gada darba uzdevumos uzmanība vērsta parastā ozola (*Quercus robur* L.) koksnes patogēnu identificēšanai un to sastopamības novērtēšanai.

2.4.1. Materiāli un metodes

Lai noteiktu parastā ozola koksnē sastopamās sēnes un līdz ar to izvērtētu ozolu fitopatoloģisko stāvokli Latvijā un potenciālās sēņu slimības, tika apsekoti pieci objekti, kur pirms 10 gadiem veikta ozolu atēnošana (konkurējošo kokaugu izciršana ap pieaugušu ozolu), kā arī piecas stādītas ozolu audzes (vecums > 100 gadi) (2.1. tabula, 2.6. attēls).

2.1. tabula. Apsekošanai atlasītās ozolu audzes ar atēnotajiem un neatēnotajiem ozoliem (DMB) un stādītas ozolu audzes (ST).

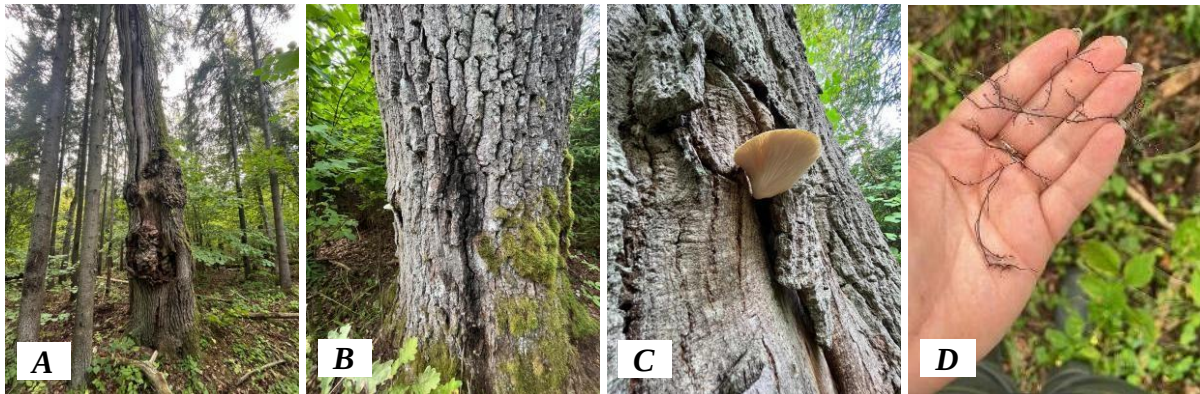
Nr. p.k.	Audzes atslēga	Vieta	DMB/ST	PL skaits audzē	Apsekoto koku skaits katrā audzē
1	102-507-16;15	Strenči	DMB	1	4
2	305-13-19;16	Ābeļi	DMB	1	5
3	406-266-2;2-1	Limbaži	DMB	1	7
4	711-334-8	Talsi	DMB	1	8
5	Auces MPS-15-7	Auce	DMB	1	6
6	101-175-37	Rencēni	ST	2	11
7	404-261-18	Rūjiena	ST	4	23
8	406-242-51	Aloja	ST	4	24
9	502-509-16	Jaunjelgava	ST	3	18
10	502-511-1	Jaunjelgava	ST	4	24



2.6. attēls. Pētījumam atlasīto parastā ozola audžu un paraugkoku atrašanās vietas, audžu Nr. atbilst 2.1. tabulai.

Audzēs iepriekš ierīkotos parauglaukumos no četriem līdz astoņiem dzīviem kokiem ievākti koksnes paraugi, kā arī sēņu auglķermeņu un rizomorfu paraugi, ja tādi novēroti. Kopumā paraugi ievākti no 15 atēnotiem ozoliem, 15 neatēnotiem ozoliem un 100 stādītiem ozoliem. Koksnes paraugi sēņu daudzveidības un sastopamības novērtēšanai ievākti, veicot urbumu pie sakņu kakla (0,3 m augstumā) vai krūšaugsstumā (1,3 m) ar Preslera svārpstu; koksnes paraugi bez mizas ievietoti mēģenēs, kas marķēti ar audzes atslēgu un koka numuru. Veidlapā atzīmēts, vai konstatētas trupes

pazīmes, rizomorfas, sēņu augļķermeņi uz stumbra u.tml. (2.7. attēls). Preslera svārpsts pēc katra urbuma sterilizēts 70 % etanola šķīdumā. Paraugi līdz nogādāšanai laboratorijā uzglabāti aukstumkastē ne ilgāk kā vienu dienu.



2.7. attēls. Patogēnu infekcijas pazīmes uz parastā ozola. A – saussāns; B – eksudāta notecējums uz stumbra mizas; C – augļķermenis uz stumbra; D – rizomorfas no stumbra un sakņu kakla (A. Auniņas foto).

No 130 apsekotiem ozoliem kopumā ievākti 270 koksnes paraugi (67 no atēnotiem un 70 no neatēnotiem ozoliem, savukārt 133 no stādītiem ozoliem). Laboratorijā katra koksnes parauga virsma tika sterilizēta liesmā, un paraugi uzlikti uz sterilas Hagem agara barotnes Petri traukā, lai no koksnes izdalītu sēņu tīrkultūras. Uz barotnēm uzliktie paraugi ik pēc trim dienām analizēti zem gaismas mikroskopa, novērtējot sēņu micēlija attīstību. Visi sēņu micēliji, kas morfoloģiski atšķīrās, izgriezti ar sterilu skalpeli un pārnesti uz citu Petri trauku. Kad iegūtas visas sēņu tīrkultūras, tās sadalītas grupās jeb morfortipos pēc to morfoloģiskajām pazīmēm – konīdijām, konīdijnesējiem, ieslēgumiem, micēlija struktūrām (sprādzes, cilpas, gaisa micēlijs) u.c. Paraugi no katras neidentificētās morfoloģiskās grupas izmantoti sugu noteikšanai ar molekulārajām metodēm. Ar sterilizētu skalpeli micēlija augšējā daļa uzmanīgi nokasīta un ievietota 2 ml lielā mēģenē ar vāciņu. No micēlija izdalīts DNS pēc CTAB metodes (Arhipova, 2012) un ITS (*internal transcribed spacer*) rajonu amplificēts ar universālu praimeru ITS4 un sēnēm paredzētu praimeru ITS1F (White et al., 1990, Gardes & Bruns, 1993), kas norādīts tabulā. Iegūtās sekvences salīdzinātas ar datubāzēs pieejamajām, un noteiktas augiem patogēnās un trupi izraisošās sēņu sugas. DNS izdalīšana un sekvenēšana veikta LVMI Silava Ģenētisko resursu centrā.

Kokiem, kam konstatēti fitoftoras infekcijai atbilstoši simptomi – sulojošas mizas brūces un darvveida eksudāti uz stumbra, veica ātro fitoftoras noteikšanas testu, izmantojot Pocket Diagnostics® testerus. Testu veica, no simptomātiskās vietas izcērtot nelielu (apmēram 2×1 cm) mizas/koksnes paraugu, kuru, ieliekot testera burciņā ar metāla lodītēm, aktīvi sakratīja 30-60 sekundes. Ar komplektā esošo plastmasas pipeti no pudelītes paņēma nelielu šķidruma daudzumu un iepilināja testera aplveida bedrītē. Pēc 3-10 minūtēm reģistrēja iegūto rezultātu: divas svītras – *Phytophthora* pozitīvs, viena svītra – *Phytophthora* negatīvs. No šiem simptomātiskajiem kokiem (neatkarīgi no testa rezultāta) ievākti arī koksnes paraugi (apmēram 3×1 cm) fitoftoras tīrkultūru izdalīšanai laboratorijā, kas nepieciešams sugu noteikšanai. Tīrkultūru izdalīšana un sugu noteikšana aprakstīta detalizētāk šī pārskata 1.1. nodaļā.

Ja kokam konstatētas rizomorfas, tās ievāca un ievietoja maisiņā, to marķējot ar audzes atslēgu un koka numuru. Laboratorijā rizomorfu paraugi tika notīrīti. Daļa parauga no viena koka tika sagriezta 0,5 cm garos posmos un ievietota 0,2 ml lielā marķētā mēģenē, un nodota sugas noteikšanai ar molekulārām metodēm LVMI Silava Ģenētisko resursu centrā. Ja parauga apjoms pietiekams, atlikušās rizomorfas tika noskalotas un sagrieztas 0,5 cm lielos posmos, pirms tam atdalot mielinizēto apvalku. Preparāti uz 1 minūti iegremdēti 70% etanola šķīdumā, nožāvēti un novietoti uz sterilas Hagem barotnes Petri traukā – 10 fragmenti vienā platē.

2.2. tabula. Sēņu noteikšanai izmantoto praimeru raksturojums.

Praimeris	Sekvence (5'...3')
ITS1F	5" CTTGGTCATTAGAGGAAGTAA 3"
ITS4	5" TCCTCCGCTTATTGATATGC 3"

2.4.2. Rezultāti

Ozolu audzēs sastopamās sēnes

Analizētajos koksnes paraugos visbiežāk sastopamā sēne bija *Penicillium*, kas bija vairāk nekā 90 % no visiem analizētajiem paraugiem. Vēl bieži sastopamas bija *Trichoderma* un *Mucor* ģints sēnes, kas ir bieži sastopamas vides paraugos (šīs sēnes tika atrastas 25 – 35 % analizēto paraugu).

Gan stādītājās audzēs, gan atēnotajiem/neatēnotajiem ozoliem vairākos paraugos bija sastopamas tādas sēņu ģintis kā *Umbelopsis*, *Coprinellus*, *Ascocoryne* un *Coniochaeta* (2.3. tabula). *Coprinellus* ģints bazīdijsēnes pārsvarā aug lapu koku mežos uz kritālām, celmiem un šķeldā, kā arī uz apraktiem kokiem vai pie stumbra (Dāniele et al., 2024). Ir zināms, ka šīs ģints sēnes ir spējīgas noārdīt koka celtnes, izraisot balto un brūno trupi (Slimen et al., 2020). *Ascocoryne* ģints sēnes jeb purpurlāsenes pārsvarā ir saprofitiskas vai arī sastopamas koksne kā endofīti (Griffin et al., 2010). Latvijā tās ir konstatētas gan veselos ozolos, gan ozolos ar sulojošām brūcēm un kalšanas pazīmēm (Celma et al., 2024). *Coniochaeta* ģints askusēņu saistība ar ozoliem nav aprakstīta zinātniskajā literatūrā. Tās ir zināmas kā koku un krūmu patogēni (Damm et al., 2010). Kopumā apsekoja 130 kokus, 31 apsekotajam kokam konstatēti eksudāta notecējumi, pleķi vai pastiprināti izdalījies eksudāts urbšanas laikā. Šie simptomi novēroti deviņās no desmit apsekotajām audzēm. Vienā no apsekotajām audzēm simptomātiskie koki netika novēroti, pārējās audzēs simptomātisko koku skaits bija no viens līdz septiņiem. Konstatētās sēnes raksturotas katrai apsekoto audžu grupai (atēnots/neatēnots vai stādīts) atsevišķi.

Atēnotie un neatēnotie ozoli

Divos paraugos divās audzēs (406-266-2;2-1 un Auces MPS-15-7) tika konstatēta *Coniophora puteana* jeb brūnā pagrabsēne. Tā ir koksni noārdoša klājeniska bazīdijsēne, kas izraisa brūno trupi un aug uz atmirušas skuju koku un lapu koku koksnes gan dabā, gan ēkās (Whitney & Denyer, 1968). Šī sēne atsevišķos gadījumos spēj izraisīt trupi dzīvos kokos (Whitney & Denyer, 1968); Latvijā tā ir plaši izplatīta un bojā vēsturiskas koka ēkas (Dāniele et al., 2024).

Vienā paraugā (Auces MPS-15-7) bija sastopama *Ophiostoma* ģints asku sēne. *O. quercus* ir zināma kā ozolu koksni kolonizējoša sēne, kuru pārnēsā kukaiņi. Lai gan tā netiek pieskaitīta patogēnajām sēnēm, tā ir cieši saistīta ar sēni, kas izraisa Holandes gobu slimību (*O. ulmi*): literatūra minēts, ka starp *O. ulmus* un *O. quercus* sugām ir notikusi hibridizācija, kas, iespējams, ir izraisījusi ozolu kalšanu Eiropā (Taerum et al., 2018). Askusēne *Truncatella angustata* konstatēta divās audzēs (305-13-19;16 un Auces MPS-15-7). Šī sēne izraisa lapu bojājumus ozoliem (*Quercus brantii*), kā arī citiem lapu kokiem (Alidadi et al., 2018). Vienā paraugā atrasta augiem patogēnā askusēne *Alternaria infectoria* (305-13-19;16) (2.3. tabula).

Divās audzēs (406-266-2;2-1 un Auces MPS-15-7) konstatētas *Sporothrix* ģints sēnes, kas ir saistītas ar mizas bojājumiem un kukaiņiem kā pārnese vektoru (Jankowiak et al., 2019). Trijos ozolos (711-334-8) bija sastopama *Bulgaria inquinans* – saprofitiska askusēne, kas veido auglīķmeņus uz ozolu un ošu atmirušās koksnes (Anonīms, n.d.). Šajā audzē vienā paraugā tika atrasta arī cita askusēne *Hypoxylon rubiginosum*, kas ir saprofīts uz nokaltušiem zariem bez mizas (2.3. tabula). Šī suga sastopama uz vairākām lapu koku sugām un var būt vāji patogēna, kā arī izraisa koksnes trupi (Milijasevic & Karadzic, 2023).

2.3. tabula. Ozolu audzēs sastopamie sēņu taksoni.

Audzē atslēga	Vieta	Sastopamie sēņu taksoni*
Atēnotie/neatēnotie		
102-507-16;15	Strenči	<i>Coprinellus</i>
305-13-19;16	Ābeļi	<i>Aspergillus, Umbelopsis, Alternaria, Coprinellus, Truncatella angustata, Phacidium</i>
406-266-2;2-1	Limbaži	<i>Aspergillus, Umbelopsis, Coprinellus, Chaetomella, Sporothrix, Coniophora puteana</i>
711-334-8	Talsi	<i>Coprinellus, Bulgaria inquinans, Hypoxylon rubiginosum</i>
Auces MPS-15-7	Auce	<i>Aspergillus, Umbelopsis, Alternaria, Botrytis, Ophiostoma, Coprinellus, Chaetomella, Sporothrix undulate, Coniochaeta, Bulgaria inquinans, Coniophora puteana, Hypoxylon rubiginosum, Truncatella angustata, Phacidium</i>
Stādītie		
101-175-37	Rencēni	<i>Leptographium flavum, Truncatella angustata</i>
404-261-18	Rūjiena	<i>Aspergillus, Umbelopsis, Phlebia tremellosa</i>
406-242-51	Aloja	<i>Umbelopsis, Ascocoryne, Grifola frondosa</i>
502-509-16	Jaunjelgava	<i>Umbelopsis, Coprinellus, Coniochaeta</i>
502-511-1	Jaunjelgava	<i>Umbelopsis, Fusarium, Coniochaeta, Trametes versicolor</i>

* *Penicillium, Trichoderma, Mucor* bija sastopami visās audzēs, tāpēc tabulā nav norādīti

Stādīto ozolu audzes

No bazīdijsēnēm vienam kokam no audzes 404-261-18 konstatēta želejas flēbija jeb *Phlebia tremellosa*. Tās auglķermeņi aug lielās, blīvās grupās uz atmirušas lapu koku koksnes, retāk arī uz skuju kokiem. Šī sēne ir zināma kā baltās trupes izraisītāja, kā arī var būt brūču parazīts novājinātiem kokiem, un ir bieži sastopama Latvijā (Arhipova et al., 2011).

Vienā koksnes paraugā (502-511-1) tika atrasta *Trametes versicolor* jeb raibā tauriņpiepe. Tā ir saprofitiska bazīdijsēne, kas izraisa balto trupi (Bari et al., 2015), un Latvijā ir bieži sastopama.

Vienā audzē (406-242-51) atrasta arī *Grifola frondosa* jeb daivainā čemurene, kas ir viengadīga liela izmēra piepe, kas aug uz dzīvu ozolu koksnes, vai nesen nozāģētu koku pamatnes; mēdz augt arī uz seklām saknēm. Šī suga Latvijā ir reta un ierakstīta aizsargājamo sugu sarakstā. Vislielākā šo sēņu atradne ir Rundālē, bet citas atradnes ir arī Siguldas pusē (Anonīms, n.d. b). Tā ir saprofitiska bazīdijsēne, tomēr izraisa arī balto trupi (Chen et al., 2000). No asku sēnēm viena ozola (101-175-37) ievāktā koksnes parauga izdalīta askusēne *Leptographium flavum*. Šī sēne ir nesen aprakstīta un iepriekš izdalīta Polijā no ozoliem ar nekrozēm un mizas brūcēm (Jankowiak et al., 2018; Jankowiak et al., 2019). *L. flavum* izplatības vektors ir lapu koku nevienāda mizgrauzis (*Anisandrus dispar*) (Jankowiak et al., 2018). Jāatzīmē, ka šajā audzē konstatēti koki ar sulojošām mizas brūcēm (2.8. attēls).



2.8. attēls. Sulojoša mizas brūce uz ozola stumbra (J. Lekaviča foto).

Fitoftoras ozolu audzēs

Ozoli ar fitoftoras (*Phytophthora* spp.) infekcijas simptomiem kopumā konstatēti sešās no apsekotajām desmit audzēm (2.4. tabula). Fitoftoras ir zināmas kā ozolu kalšanas izraisītājas. Lielāka uzņēmība pret šo patogēnu ir sausos apstākļos vai novājinātiem kokiem (Colangelo et al., 2018). Ar *P. quercina* saistītie bojājumi rada problēmas daudzviet Eiropā. Fitoftoru izraisītie simptomi ietver zaru atmiršanu, nepilnīgi attīstītus dzinumus, sakņu bojājumus u.c. (Hyun & Choi, 2014).

Stādīto ozolu audzēs 11 kokiem konstatēti fitoftoru infekcijai atbilstoši simptomi, tomēr ātrie fitoftoru testeri neuzrādīja infekciju (2.4. tabula). Atēnoto/neatēnoto ozolu audzēs visvairāk simptomātisko koku bija Limbažos (406-266-2;2-1) un Alojā (406-242-51). Kopumā konstatēti 12 simptomātiski koki un fitoftoru ātrie testi uzrādīja infekciju četriem kokiem no trīs audzēm (102-507-16;15, 406-266-2;2-1 un 711-334-8). Fitoftoru tīrkultūru izdalīšanai kopumā ievākti mizas paraugi no 23 kokiem sešās audzēs, kam konstatēti fitoftoras infekcijai raksturīgie simptomi – eksudāta notecējums vai “darvas” pleķis uz stumbra mizas. Laboratorijā diviem no 23 mizas paraugiem izdalīts fitoftorām līdzīgs micēlijs; šie paraugi reprezentēja Strenču un Limbažu audzes (2.4. tabula). Iegūtās tīrkultūras identificēt molekulārā līmenī neizdevās.

2.4. tabula. Fitoftoras infekcijas simptomātisko koku un pozitīvo testu skaits ozolu audzēs.

Audzes atslēga	Vieta	Atēnotie/neatēnotie (DMB) vai stādītie (ST)	Simptomātisko koku skaits	Pozitīvo testu skaits
102-507-16;15	Strenči	DMB	3	2
305-13-19;16	Ābeļi	DMB	0	0
406-266-2;2-1	Limbaži	DMB	7	1
711-334-8	Talsi	DMB	2	1
Auces MPS-15-7	Auce	DMB	0	0
101-175-37	Rencēni	ST	0	0
404-261-18	Rūjiena	ST	0	0
406-242-51	Aloja	ST	5	0
502-509-16	Jaunjelgava	ST	2	0
502-511-1	Jaunjelgava	ST	4	0

Celmeņu sastopamība ozolu audzēs

Celmeņu *Armillaria* spp. ģints ir bazīdijsēnes, kas novājina kokus un veicina uzņēmību pret sekundārajiem patogēniem. Gan *Armillaria cepistipes*, gan *A. borealis* ir vāji patogēnas celmeņu sugas uz lapu kokiem un skuju kokiem, kas jau reģistrētas Somijā un daudzviet citur Eiropā (Terho et al., 2007). Celmenēm sākotnēji inficējot koksni, nav redzamas nekādas ārējas pazīmes, jo tā kolonizē stumbra centrālo daļu. *A. cepistipes* pārsvarā izplatās ar bazīdijsporām, inficējot veselu koksni; tai raksturīgs lielāks rizomorfu veidošanas potenciāls, salīdzinot ar citām celmeņu sugām (Keča & Solheim, 2010). *A. borealis* ir plašāks saimniekorganismu diapazons nekā *A. cepistipes*. Lai gan *A. borealis* un *A. cepistipes* abas ir vāji patogēnas sēnes, tās ir spējīgas efektīvi inficēt stresa apstākļiem pakļautos kokus.

Kopumā tika ievāktas rizomorfas no 80 kokiem, no kuriem visvairāk paraugos bija *A. cepistipes* – 56 % analizēto paraugu (2.5. tabula). Vairākos paraugos bija sastopamas arī *A. mellea* (24 %) un *A. borealis* (14 %).

2.5. tabula. Celmeņu (*Armillaria* spp.) sastopamība stādīto ozolu audzēs

Audzes atslēga	Rizomorfu paraugi	<i>A. mellea</i>	<i>A. cepistipes</i>	<i>A. borealis</i>
101-175-37	8	4	2	2
404-261-18	20	5	14	2
406-242-51	20	4	14	4
502-509-16	16	3	8	2
502-511-1	16	3	7	1
Kopā	80	19	45	11

2.4.3. Secinājumi

1. Analizētajās ozolu audzēs no koksnes paraugiem izdalītas atsevišķas trupi izraisošās bazīdijsēnes, kā brūnā pagrabsēne *Coniophora puteana*, raibā tauriņpiepe *Trametes versicolor*, želejas flēbija *Phlebia tremellosa* un daivainā čemurene *Grifola frondosa*.
2. Analizētajos koksnes paraugos konstatētas vairākas potenciāli patogēnās askusēnes, kas var būt saistītas ar mizas bojājumiem: *Ophiostoma* sp., *Sporothrix* spp., *Leptographium flavum* un *Hypoxylon rubiginosum*.
3. Fitofloras apstiprinātas četros koksnes paraugos, lai gan mizas brūces un darvveida eksudāti uz stumbra novēroti 23 (18%) no analizētajiem kokiem.
4. Pie ozolu sakņu kakla konstatētas celmeņu rizomorfas, kas var norādīt uz sakņu trupes infekciju. Kā dominantā celmeņu suga paraugos atrasta vāji patogēnā bumbuļkāta celmene *Armillaria cepistipes*.

2.5. Perspektīvāko introducēto lapu koku sugu lapotnes un dzinumu fitopatoloģisko risku izvērtējums

Eiropas dižskābardis (*Fagus sylvatica* L.) kopumā aizņem nelielu Latvijas mežu teritoriju, galvenokārt sausieņu meža tipos. Dižskābarži ir salīdzinoši noturīgi pret dažādiem patogēniem (Jung et al., 2005), tomēr tiem raksturīgā plānā miza ir īpaši jutīga gan pret pavasara salnu, gan saules, gan pārnadžu izraisītiem bojājumiem (Jelonek et al., 2022), kas padara tos potenciāli uzņēmīgus pret stumbra trupes sēnēm. Arī lapu un dzinumu slimības var būtiski negatīvi ietekmēt dižskābaržu vitalitāti un pieaugumu, novājinot koku un pakļaujot to kādām bīstamākām infekcijām. Tā kā Latvijā līdz šim nav apzināti fitopatoloģiskie riski šai koku sugai, šī darba uzdevuma ietvaros novērtējam koksnes patogēnus desmit dižskābaržu audzēs, kā arī lapu patogēnus desmit jaunaudzēs.

2.5.1. Materiāls un metodes

Lai novērtētu dižskābarža fitopatoloģisko stāvokli Latvijā un potenciālās sēņu slimības šai koku sugai, atlasītas un apsekotas 10 dižskābaržu audzes un ievākti koksnes paraugi no 155 kokiem (2.6. tabula). Koksnes paraugus ieguva ar Preslera svārpstu 0,3 m augstumā; atsevišķos gadījumos, kad bija aizdomas par stumbra trupi, koksnes paraugs ievākts arī 1,3 m augstumā. No katra koka tika ievākti 1-2 koksnes paraugi. Preslera svārpsts pēc katra urbuma tika sterilizēts ar 70% etanolu. Paraugus līdz nogādāšanai laboratorijā uzglabāja aukstumkastē ne ilgāk kā divas dienas. Koksnes paraugu apstrāde laboratorijā, sēņu tīrkultūru izdalīšana un identifikācija veikta, kā aprakstīts 2.4.1. nodaļā.

2.6. tabula. Ievākto dižskābaržu koksnes paraugu raksturojums.

Nr.p.k.	Audzē atslēga	Kadastra numurs	Audzē sastāva formula	Koku skaits (paraugu skaits)	Vidējais sakņu kakla caurmērs, cm
1	11-16-0 (MPS)	46760040242	7Ds1K1B1L81	16 (16)	45
2	11-14-0 (MPS)	46760040242	4Ds2B2E1Oz1L81	16 (17)	27
3	607-158-22-1 (LVM)	46440050571	10Ds118	16 (18)	53
4	26-7-0 (MPS)	88720020018	10Ds118	16 (18)	64
5	14-18-0 (MPS)	88680130001	10Ds107	16 (21)	66
6	19-6-0 (MPS)	88700030012	8Ds2P118	15 (20)	39
7	20-1-0 (MPS)	88700030013	9Ds1P123	10 (14)	52
8	21-1-0 (MPS)	88700030013	10Ds134	15 (17)	47
9	23-32-0 (MPS)	88700030013	9Ds1B92	15 (16)	26
10	21-28-0 (MPS)	88700030013	10Ds134	20 (32)	45

Atlasītas un 2024. gada augustā apsekotas 10 dižskābaržu jaunaudzē (5. pielikums). Audzēs novērtēts koku fitopatoloģiskais stāvoklis 100 m garā transektē, ik pa 10 metriem novērtējot divus uzskaites punktam tuvāk esošos dižskābaržus, kopumā audzē apsekojot 20 kokus. Apsekošanas veidlapā atzīmētas transektes sākuma koordinātes un azimuts. Izvēlētajiem kokiem novērtēti lapotnes un dzinumu bojājumi (t.i., simptomi - lapu hlorozes, višana, kalšana, zaru kalšana un atmiršana, mizas plaisāšana, brūces; simptomi sastopami lokāli vai inficēts viss vainags). Vainaga bojājumi vērtēti piecās vitalitātes klasēs: 1) nav vainaga bojājumu; 2) bojāti līdz 25% vainaga zari; 3) bojāti līdz 50% vainaga zari; 4) kalstošs koks, vairāk kā 50% kalstušu zaru; 5) nokaltis koks (Jūrisoo et al., 2019; Jūrisoo et al., 2021). Kokiem reģistrēts caurmērs krūšu augstumā.

No simptomātiskiem kokiem, kuriem novērotas vītušas un kalstušas lapas vai lapas ar neraksturīgiem pigmenta laukumiem, kā arī kalstoši un vītuši zari, tika paņemti lapu un dzinumu paraugi (1-3 paraugi no koka). Lapu paraugi ievākti kopā ar aptuveni 20 cm garu dzinumu; kalstoši dzinumi un zari (<1 cm diametrā) ievākti, izgriežot arī veselos audus apmēram 3 līdz 5 cm zem simptomātiskās daļas. Paraugi ievietoti aizspiežamā plastmasas maisiņā vai mēģenē un uzglabāti aukstumkāstē līdz nogādāšanai laboratorijā un pēc tam ledusskapī (ne ilgāk kā divas dienas).

Laboratorijā no viena paraugu maisiņa izvēlētas divas līdz trīs simptomātiskas lapas un no katras izgriezti divi 5×5 mm lieli audu fragmenti likšanai uz atsevišķām barotnēm. Paraugi nav ņemti tieši no simptomātiskās vietas, bet gan iespējami tuvu tai, jo aktīvi augošais micēlijs parasti ir robežzonā starp veselīem un atmirušiem audiem. Izgrieztās lapas daļas sterilizētas 70% etanolā 30 sekundes. Uz katras barotnes uzlikti divi lapu fragmenti. To kultivēšanai lietotas gan Hagemā agara, gan kartupeļu dekstrozes agara barotnes. No kalstušajiem dzinumiem izgriezts aptuveni 4 cm liels posms, ietverot robežu starp veselajiem un atmirušajiem audiem; pirms sterilizēšanas 70% etanolā paraugiem noņemta miza. Dzinumu paraugi inkubēti Petri traukos uz Hagemā barotnes. Sēņu tīrkultūru izdalīšana un identifikācija veikta, kā aprakstīts 2.4.1. nodaļā.

2.5.2. Rezultāti

2.5.2.1. Koksnes paraugu analīze

2024. gadā tika novērtēta sēņu sastopamība dižskābarža koksne 81-134 gadus vecās audzēs, kuras reprezentēja briestaudzē, pieaugušas un pāraugušas audzē. Šādu audžu galvenais risks ir trapes sēnes. Kopumā ievākti 189 koksnes paraugi no 155 kokiem; ievāktie koksnes paraugi reprezentē 10-20 kokus no audzē (2.7. tabula). 87% analizēto paraugu konstatētas baktēriju kolonijas un 86% - sēņu micēlija attīstība. No dižskābarža koksnes paraugiem izdalīti 50 sēņu taksoni, astoņi noteikti pēc morfoloģiskajām pazīmēm, un 42 sēņu morfortipi nodoti LVMI Silava Ģenētisko resursu centram noteikšanai ar molekulārajām metodēm.

Visvairāk pārstāvētās sēņu ģintis koksnes paraugos bija saprotrofās askusēnes *Penicillium* (konstatēta 62 koku paraugos jeb 33% koku) un *Aspergillus* (38 paraugos jeb 20%). Bieži konstatētas arī *Cladosporium* ģints (26 paraugos jeb 14%) sēnes, kā arī augiem patogēnā *Alternaria* ģints (atrasta 25 paraugos jeb 13%). Šīs askusēnes ietver gan endofītiskas, gan saprotrofiskas, gan parazītiskas sugas. Citas askusēņu ģintis, kas biežāk izdalītas no dizskābaržu koksnes, bija augsnē un koksnē sastopamā saprotrofo sēņu ģints *Neobulgaria* spp., ietverot *N. koningiana* un tai līdzīgās sugas (atrasta 22 paraugos jeb 12%), kā arī *Trichoderma* ģints sēnes (20 paraugi jeb 11%). *Cadophora* spp. ģints sēnes konstatētas desmit paraugos jeb 5% koku. Arī tās pieder askusēnēm, var būt parazītiskas, saprotrofiskas vai endofītiskas. Šīs sēnes ir sastopamas gan koksnes paraugos, gan augsnē.

No trupi izraisošām bazīdijsēnēm paraugos dominēja *Phellinus* ģints sēnes (lielākoties identificētas kā *P. igniarius* jeb parastā cietpiepe) sastopamas desmit paraugos no septiņām audzēm, kas kopā reprezentē 5% no analizētajiem kokiem. Parastā cietpiepe ir bazīdijsēne, kas izraisa balto trupi un visbiežāk sastopama uz bērza, vītola, alkšņa, bet var būt arī uz citām lapu koku sugām. Parazitē uz vairākām lapu koku sugām, ieskaitot dižskābaržus (Tomšovsky, 2002).

Sešos paraugos jeb 3% koku tika atrasta arī parastā skaldlapīte jeb *Schizophyllum commune*, kas ir Latvijā bieži sastopama suga (Dāniele et al., 2024). Tā ir saprofitiska sēne, kas pieder bazīdijsēnēm un visbiežāk aug uz atmirušas lapu koku koksnes, bet var dzīvot arī uz skuju koku koksnes, salmiem un čiekuriem. Tā izraisa balto trupi, bet var izraisīt arī stumbra trupi dzīvajos kokos (Lahbib et al., 2016).

Vienā paraugā (audzē 21-28-0) atrasta sēne *Radulodon erikssonii*, kas ir ļoti reti sastopama. Tā ir klājeniska bazīdijsēne, kas ir spējīga inficēt arī dzīvas apses. Latvijas makroskopisko bazīdijsēņu konspektā apskatītas citas šīs ģints pārstāves (Dāniele et al., 2024). *R. erikssonii* ir sastopama tādās valstīs kā Somija, Norvēģija un Zviedrija (pārsvārā dienvidu reģionā), bet reģistrēta arī Itālijas ziemeļos un Šveicē. Vienā no paraugiem konstatēta arī *Hypoxyylon fuscum*, kas ir sekundāri patogēna askusēne. Tās izplatība dižskābaržos palielinās liela sausuma periodos (Jung et al., 2005).

2.7. tabula. Sēņu sastopamība ievāktajos dižskābaržu koksnes paraugos.

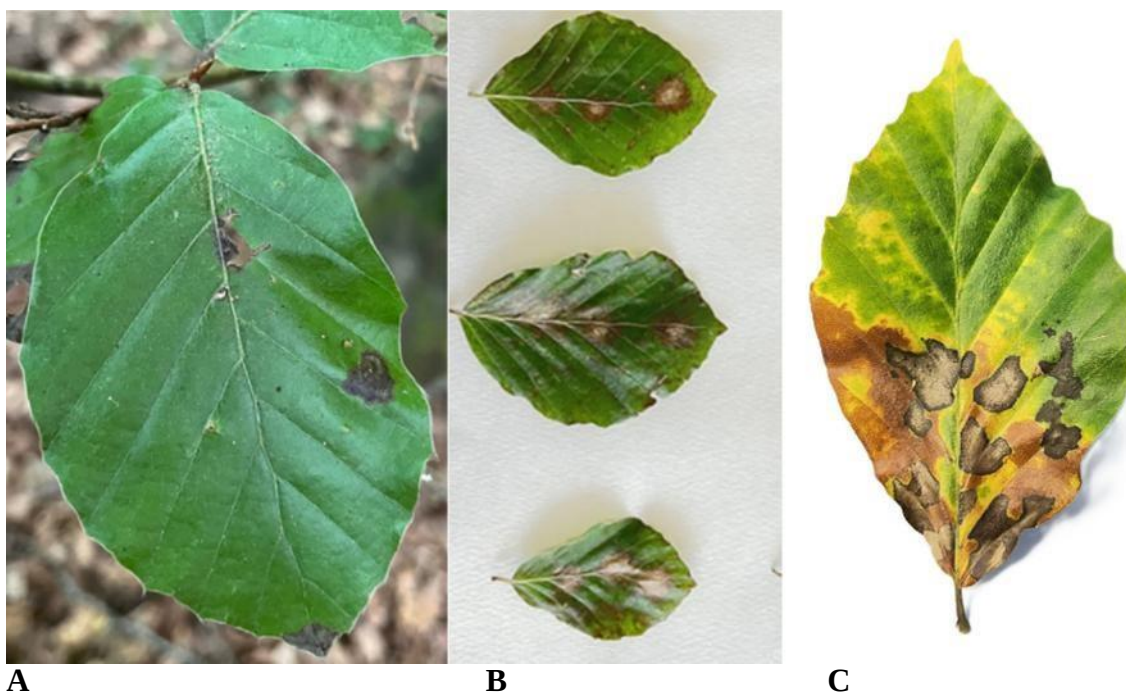
Nr.p. k.	Audzes atslēga	Sēņu taksonu skaits	Koksni noārdošo sēņu, tai skaitā trupi izraisošo sēņu ģintis/sugas (paraugu skaits)				
			<i>Phellinus</i>	<i>Schizophyllum</i>	<i>Laetiporus sulphureus</i>	<i>Hypoxyylon</i>	<i>Phanerochaete</i>
1	11-16-0 (MPS)	6	2				
2	11-14-0 (MPS)	15				1	
3	607-158-22-1 (LVM)	11	1				
4	26-7-0 (MPS)	8	2			1	
5	14-18-0 (MPS)	15				1	1
6	19-6-0 (MPS)	16	3	1		1	
7	20-1-0 (MPS)	10	1				
8	21-1-0 (MPS)	12		1			
9	23-32-0 (MPS)	11					
10	21-28-0 (MPS)	20	1	5	1		1

2.5.2.2. Lapu paraugu analīze

Ievākts un apstrādāts 81 paraugs no 61 koka, no kuriem 21 bija zaru/dzinumu paraugs, bet pārējie 60 - lapu paraugi. Salīdzinoši neliels koku skaits, no kuriem ievākti paraugi, skaidrojams ar simptomātisko koku trūkumu vai ar to, ka laboratorijā nogādātajiem paraugiem tika konstatēti kukaiņu un citi bojājumi, nesaistīti ar sēņu/patogēnu klātbūtni. Novērtējot koku vainaga kvalitāti ballēs, visi vainagi novērtēti ar 0 (nav vainaga bojājumu), izņemot vienu koku, kura vainags novērtēts ar 1 (līdz 25% bojāts vainags), bet tam bija redzami izteikti kukaiņu, ne patogēno sēņu, bojājumi. Kukaiņu bojājumi

visās audzēs kopā novēroti 47% koku.

Visbiežāk novērota lapu kalšana, kopumā 33% koku, kur 28% konstatēta lapu kalšana no malām, bet 5% konstatēta lapu kalšana no dzīslas. Zaru vai dzinumu kalšana novērota 11% gadījumu. Lapu un zaru kalšanu dižskābaržos var izraisīt viens no augsnē sastopamajiem patogēniem *Phytophthora citricola* (Portz et al., 2011), nematode *Lytelenchus crenateus*, kas izraisa dižskābaržu lapu slimību (Carta et al., 2020) un *Apiognomonina errabunda*, kura izraisa lapu kalšanu no galvenās dzīslas un dzinumu kalšanu (Viret & Petrini, 1994). Nākamie biežāk konstatētie simptomi bijuši plankumi uz koku lapām, tie novēroti kopumā 26% koku (0-30% kokiem audzes ietvaros, atsevišķām audzēm 40-90% apsekoto koku). Lapu plakumošanos var izraisīt parazitiska sēne *Colletotrichum fioriniae*, kas izraisa antraknozi ogās, piemēram, zemenēs, vīnogās, arī ķirbjos. Arī kokaudzētavā Polijā (Pszczółkowska et al., 2017) un 2017. gadā UNESCO iekļautajā Monte Raschio senajā dižskābaržu mežā, kurš atrodas Itālijā (Giubilei et al., 2023), novērota koku saslimšana ar šo slimību. Gan Polijas kokaudzētavā, gan Itālijas dižskābaržu mežos slimība izpaudusies kā tumši, pelēcīgi-brūni plankumi uz koku lapām, līdzīgi plankumi novēroti arī uz laboratorijā nogādātajām dižskābaržu lapām (2.9. attēls). Patogēna izdalīšana diemžēl bija neveiksmīga, līdz ar to arī ģenētiski tā klātbūtni nav izdevies apstiprināt, un tāpēc šī teorija saglabājas vien pieņēmuma līmenī.



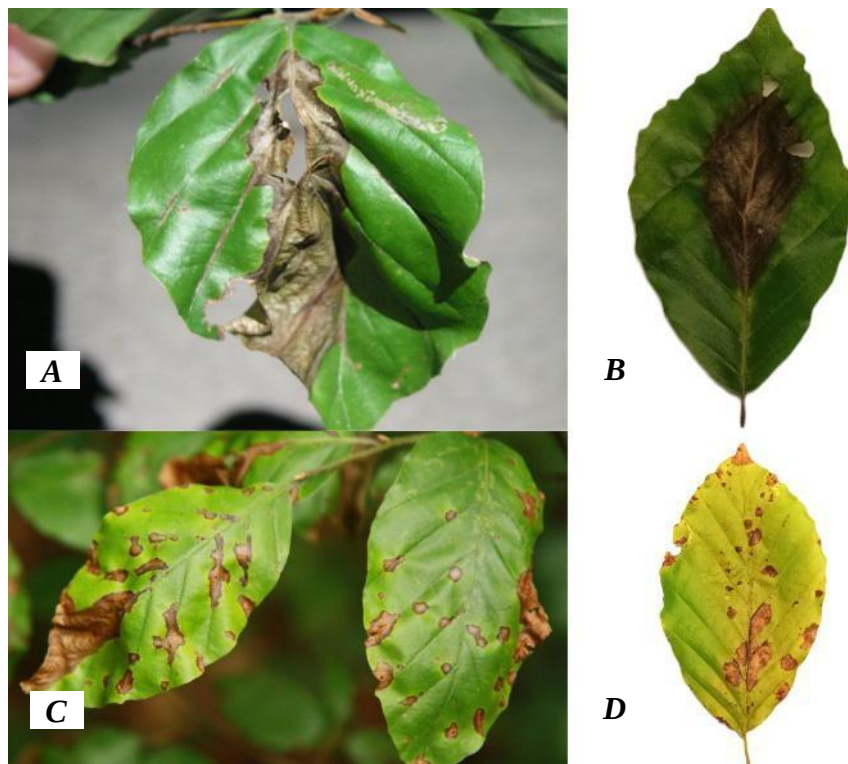
2.9. attēls. *Colletotrichum fioriniae* simptomi uz parastā dižskābarža lapām. A, B – attēli no Giubilei et al. (2013) publikācijas; C – LVMI Silava nogādātais lapas paraugs.

Lapu krokošanās novērota 9% (7 koki) gadījumu, atvedot uz laboratoriju konstatēts, ka daļai lapu krokošanos veicinājuši kukaiņi. Apsarme novērota 2% gadījumu.

Pēc sēņu morfoloģiskās analīzes jeb morfotipēšanas, noskaidrots, ka visbiežāk no paraugiem attīstījās *Alternaria* (57% paraugu), šīs ģints sēnes ir plaši izplatīti lapu un dzinumu patogēni (Matić et al., 2020). Bieži, 44% paraugu, attīstījušās *Diaporthe* spp. ģints sēnes, tās ir gan augu patogēni, gan lapu endofīti (Pölme et al., 2020). Viens paraugs nodots ģenētiskajām analīzēm, kurš uzrādījis *D. rudis* klātbūtni, ko EPPO 2018. gadā Marokā ir atzinis par karantīnas sugu ogu krūmiem un augļu kokiem, balstoties uz potenciālajiem ekonomiskajiem zaudējumiem. Šī suga izraisa dažādu ogu un augļu (piem., vīnogu, bumbieru, avokado u.c) puvi pēc to novākšanas. (Torres et al., 2016; Kc & Rasmussen, 2019; Lorenzini & Zapparoli, 2019). Līdz šim suga nav asociēta kā lapu koku vai skuju koku patogēns, iespējams tādēļ, ka tās patogenitātes potenciāls mežos nav pietiekami izpētīts. 2021. gadā Portugālē

D. rudis izdalīts no simptomātiskas brūces piejūras priedei *Pinus pinaster* (Lopes et al., 2021). Savukārt, tajā pašā gadā, Nīderlandē, šī suga izdalīta no simptomātiskas brūces parastajam ozolam *Quercus robur* (Jiang et al., 2021). Par sugas sastopamību dižskābaržos ziņojumu nav.

Iepriekš pieminētā *A. errabunda*, kas ir pazīstams lapu koku patogēns, īpaši parastajiem dižskābaržiem (Viret & Petrini, 1994), novērota 29 paraugos (36%). Šī sēne izraisa lapu kalšanu no dzīslas (2.10. attēls), brūnas nekrozes vietas gar lapas dzīslu vietām (Ceccarelli, 2011). 2023. gadā šis patogēns konstatēts privātā dižskābaržu stādījumā Latvijā, kur izrasīja arī galotnes un zaru kalšanu (LVMI Silava, npublicēti dati).



2.10. attēls. *Apiognomonia errabunda* simptomi uz parastā dižskābarža lapām. A, C – attēli no Forest pests EU mājaslapas; B, D – LVMI Silava nogādātie lapu paraugi.

2024. gadā apsekotajās jaunaudzēs netika novērota koku pilnīga nokalšana vai lieli koku vainagu bojājumi, šīs audzes bija sasnieguša jau vismaz 10 gadus vecumu, koki šajās audzēs ir pielāgojušies apkārtējās vides augšanas apstākļiem un izturīgās pret apkārtējiem stresoriem. Lai arī patogēns *A. errabunda* tika konstatēts visās audzēs, tas bija izdalīts galvenokārt no lapu paraugiem un diviem zaru paraugiem, spēcīgi patogēnās infekcijas radīti bojājumi netika novēroti. *A. errabunda* izdalīta arī no diviem zaru paraugiem. Šī suga dižskābaržu lapās var dzīvot arī endofītiskā, nesimptomātiskā formā un kļūt par patogēnu koka novājināšanās gadījumā (Viret & Petrini, 1994; Ceccarelli, 2011). Šī sēne biežāk kolonizē lapas tieši ēnainākajās vietās, saules gaisma un sausums samazina šī patogēna attīstību (Bahnweg et al., 2005). Patogēnam, lai izplatītos un inficētu saimniekorganismu, nepieciešami mitri laikapstākļi, tas vislabāk spēj vairoties un kolonizēt lapas un jaunus dzinumus aprīlī un maijā, kad temperatūra ir virs 10°C, ir regulārs lietus un augsts mitrums gaisā (Čelepirović et al., 2021).

Bieži attīstījušās arī *Fusarium* (28%) un *Cladosporium* (21%) ģintis, kuras var būt gan endofīti, gan patogēni (Pölme et al., 2020; Stępniewska et al., 2021). Deviņos paraugos izdalīta *Nemania serpens* (sin. *Hypoxylon serpens*), kas ir endofītiska un saprotrofa suga, un samērā bieži sastopama uz dižskābaržiem (Anderson, 2008). Biežāk ar bojājumiem dižskābaržos asociēta tiek *H. fragiforme*, kas veido nekrotiskas brūces un tumši brūnu krāsojumu dižskābarža koksne (Purahong et al., 2021). *N. serpens* tiek pētīta kā antagonistiska suga *Hymenoscyphus fraxineus* – iepriekšējās nodaļās aprakstītajai ošu slimībai (Kowalski & Bilański 2021; Bilański & Kowalski, 2022). *N. serpens* ir Eiropā

bieži sastopama saprofītiska askusēne, kas spējīga dzīvot arī kā endofīts. Tā veido auglīķermeņus uz trupējošu lapu koku koksnes. *N. serpens* visvairāk sastopama mitrās vietās un uz koku kritālām ar bojātu mizu (Pourmoghaddam et al., 2022). Micēliju izdalīšanas procesā novērota arī *Penicillium* ģints sēņu attīstība uz agara platēm (10 % paraugu), kā arī baktēriju attīstība (19 % paraugu).

2.5.3. Secinājumi

1. Apsekotajās dižskābaržu audzēs koksnes paraugos pārsvarā atrastas saprotrofās askusēnes.
2. Trupi izraisošās sēnes, kas dominēja dižskābaržu audzēs, bija cietpiepes *Phellinus* un skaldlapītes *Schizophyllum commune*.
3. Dižskābaržu jaunaudzēs lapu un zaru paraugos visbiežāk sastopamās sēņu ģintis ir *Alternaria*, *Diaporthe*, *Apiognomonina*, *Fusarium* un *Cladosporium*.

LITERATŪRAS SARAKSTS

- Anonīms, n.d. "Daudzveidīgā melnkausene (ozolu melnkausene)". Pieejams: https://www.senes.lv/species/bulgaria_inquinans.htm [aplūkots 10.01.2025.]
- Anonīms, n.d. b "Grifola frondosa". Pieejams: https://www.fungi.lv/grifola_frondosa.htm [aplūkots 10.01.2025.]
- Alidadi, A., Kowsari, M., Javan-Nikkhah, M., & Karami, S. (2018). First Report of Leaf Spot Caused by *Truncatella angustata* on Persian Oak (*Quercus brantii*) in Iran. *Plant Disease*, 102(6), 1173. <https://doi.org/10.1094/pdis-08-17-1258-pdn>
- Adamson, K., Drenkhan, R., & Hanso, M. (2015a). Invasive brown spot needle blight caused by *Lecanosticta acicola* in Estonia. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 30, 587–593. <https://doi.org/10.1080/02827581.2015.1041550>
- Adamson, K., Klavina, D., Drenkhan, R., Gaitnieks, T., & Hanso, M. (2015b). *Diplodia sapinea* is colonizing the native Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the northern Baltics. *European Journal of Plant Pathology*, 143(2), 343–350. <https://doi.org/10.1007/s10658-015-0686-8>
- Anderson, R. (2008). "Hypoxylon in Britain and Ireland 1. Changing perspectives in *Hypoxylon*". *Field Mycology*, 9(1), 5–12. [https://doi.org/10.1016/S1468-1641\(10\)60393-3](https://doi.org/10.1016/S1468-1641(10)60393-3)
- Arhipova, N., Gaitnieks, T., Donis, J., Stenlid, J., & Vasaitis, R. (2011). Decay, yield loss and associated fungi in stands of grey alder (*Alnus incana*) in Latvia. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 84(4), 337–348. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpr018>
- Arhipova, N. (2012). *Heart rot of spruce and alder forests in Latvia – impact and possibilities for silvicultural control*. Doctoral thesis, Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences, 48 pp.
- Bahnweg, G., Heller, W., Stich, S., Knappe, C., Betz, G., Heerdt, C., ... & Sandermann Jr, H. (2005). Beech leaf colonization by the endophyte *Apiognomonia errabunda* dramatically depends on light exposure and climatic conditions. *Plant Biology*, 7(6), 659–669. <https://doi.org/10.1055/s-2005-872943>
- Bakys, R. (2013). *Dieback of Fraxinus excelsior in the Baltic Sea Region, Associated Fungi, Their Pathogenicity and Implications for Silviculture*. Doctoral Thesis No. 10, Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences, 48 pp.
- Bari, E., Nazarneshad, N., Kazemi, S. M., Ghanbary, M. A. T., Mohebbi, B., Schmidt, O., & Clausen, C. A. (2015). Comparison between degradation capabilities of the white rot fungi *Pleurotus ostreatus* and *Trametes versicolor* in beech wood. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 104, 231–237. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2015.03.033>
- Bilański, P., & Kowalski, T. (2022). Fungal endophytes in *Fraxinus excelsior* petioles and their in vitro antagonistic potential against the ash dieback pathogen *Hymenoscyphus fraxineus*. *Microbiological Research*, 257, 126961. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2022.126961>
- Brasier, C., Franceschini, S., Forster, J., & Kirk, S. (2001). Enhanced outcrossing, directional selection and transgressive segregation drive evolution of novel phenotypes in hybrid swarms of the Dutch elm disease pathogen *Ophiostoma novo-ulmi*. *Journal of Fungi*, 7, 452. <https://doi.org/10.3390/jof7060452>
- Brasier, C. M., & Kirk, S. A. (2001). Designation of the EAN and NAN races of *Ophiostoma novo-ulmi* as subspecies. *Mycological Research*, 105, 547–554. <https://doi.org/10.1017/s0953756201004087>
- Brice, E., Usele, G., Bokuma, G., Lielmane, I., Zadeika, I., Šmits, A., Kenigšvalde, K., & Gaitnieks, T. (2010). Phytophthora and *Alnus* sp. dieback in Latvia. Poster presented at the conference "Phytophthora in European Forests: Conference on Impacts and Mitigation", Viterbo, Italy (27–30.06.2010).
- Brown, A. V., & Brasier, C. M. (2007). Colonization of tree xylem by *Phytophthora ramorum*, P.

- kernoviae* and other *Phytophthora* species. *Plant Pathology*, 56(2), 227–241. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2006.01511.x>
- Carta, L. K., Handoo, Z. A., Li, S., Kantor, M., Bauchan, G., McCann, D., ... & Burke, D. J. (2020). Beech leaf disease symptoms caused by newly recognized nematode subspecies *Litylenchus crenatae mccannii* (Anguinata) described from *Fagus grandifolia* in North America. *Forest Pathology*, 50(2), e12580. <https://doi.org/10.1111/efp.12580>
- Ceccarelli, B. (2011). Structure and diversity of "pathogenic" and "non-pathogenic" fungal endophyte community of *Fagus sylvatica* in the Mediterranean Basin. Ph.D. Thesis, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo, Italy, pp. 101.
- Celma, L., Zaļkalns, O., Šmits, A., Legzdina, L., Silbauma, L., Ozols, J., Kļaviņa, D., Bokuma, G., & Ruņģis, D. (2024). Assessment of acute oak decline in Latvia. *Baltic Forestry*, 30(1), id745. <https://doi.org/10.46490/bf745>
- Čelepirović, N., Novak Agbaba, S., Dounavi, A., Bogunović, S., Lanščak, M., Gradečki- Poštenjak, M., ... & Ivanković, M. (2021). Health condition of European beech (*Fagus sylvatica* L.) according to provenances in international provenance trial. *South-east European Forestry: SEEFOR*, 12(2), 93–103. <https://doi.org/10.15177/seeфор.21-14>
- Chen, A. W., Stamets, P., Cooper, R. B., Huang, N. L., & Han, S. (2000). Ecology, Morphology, and Morphogenesis in Nature of Edible and Medicinal Mushroom *Grifola frondosa* (Dicks.: Fr.) S.F.Gray—Maitake (Aphyllorphomycetidae). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 2(3), 8. <https://doi.org/10.1615/intjmedmushr.v2.i3.60>
- Christova, P., Lyubenova, A., Kostov, K., & Slavov, S. (2018). Morphological characterization and pathogenicity to ornamental plants of a Bulgarian isolate *Phytophthora plurivora*. *Agricultural Sciences* 10(23), 6. <http://dx.doi.org/10.22620/agrisci.2018.23.003>
- Colangelo, M., Camarero, J.J., Borghetti, M., Gentilesca, T., Oliva, J., Redondo, M.-A., & Ripullone, F. (2018). Drought and *Phytophthora* are associated with the decline of oak species in Southern Italy. *Frontiers in Plant Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01595>
- Damm, U., Fourie, P., & Crous, P. (2010). *Coniochaeta* (*Lecythophora*), *Collophora* gen. nov. and *Phaeomoniella* species associated with wood necroses of *Prunus* trees. *Persoonia - Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 24(1), 60–80. <https://doi.org/10.3767/003158510x500705>
- Dāniele, I., Meiere, D., Irbe, I., & Kļaviņa, D. (2024). Latvijas makroskopisko bāzīdijsēņu konspekts. Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”. *Latvijas Veģetācija*, 34. <https://www.silava.lv/images/articles/Latvijas-Vegetacija/2024-34/2024-LatVeg-34.pdf>
- Drenkhan, R. (2011). Epidemiological investigation of pine foliage diseases by the use of the needle trace method. *Eesti Maaülikool*.
- Drenkhan, R., Riit, T., Adamson, K., & Hanso, M. (2016). The earliest samples of *Hymenoscyphus albidus* vs. *H. fraxineus* in Estonian mycological herbaria. *Mycological Progress* 15, 835-844. <https://doi.org/10.1007/s11557-016-1209-5>
- Drenkhan, R., & Hanso, M. (2009). Recent invasion of foliage fungi of pines (*Pinus* spp.) to the Northern Baltics. *Forestry Studies | Metsanduslikud Uurimused*, 51, 49–64. <https://doi.org/10.2478/v10132-011-0077-7>
- Douglas, G. C., Namara, J. M., O'Connell, K., Dunne, L., & Grant, J. (2017). Vegetative propagation of dieback-tolerant *Fraxinus excelsior* on commercial scale. R. Vasaitis & R. Enderle (eds), *Dieback of European Ash (Fraxinus spp.): Consequences and Guidelines for Sustainable Management*, 288 – 299. Swedish University of Agricultural Sciences.
- EPPO (2018). First report of *Phytophthora alni* in Latvia. *EPPO Reporting Service*, no. 06 – 2018. Num. article: 2018/122. <https://gd.eppo.int/reporting/article-6316>
- Fillat, Ú., Martín-Sampedro, R., Macaya-Sanz, D., Martín, J. A., Ibarra, D., Martínez, M. J., & Eugenio, M. E. (2016). Screening of eucalyptus wood endophytes for laccase activity. *Process Biochemistry*, 51(5), 589–598. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2016.02.006>
- Gardes, M., & Bruns, T.D. (1993). ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes—Application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology*, 2, 113–118.

- <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.1993.tb00005.x>
- Giubilei, I., Brugnati, F., Turco, S., Draai, M. I., & Mazzaglia, A. (2023). First report of anthracnose on *Fagus sylvatica* caused by *Colletotrichum fioriniae* in Italy. *New Disease Reports*, 48(2), e12226. <https://doi.org/10.1002/ndr2.12226>
- Griffin, M. A., Spakowicz, D. J., Gianoulis, T. A., & Strobel, S. A. (2010). Volatile organic compound production by organisms in the genus *Ascochyta* and a re-evaluation of myco-diesel production by NRRL 50072. *Microbiology*, 156(12), 3814–3829. <https://doi.org/10.1099/mic.0.041327-0>
- Hayden, K. J., Garbelotto, M., Dodd, R., & Wright, J. W. (2013). Scaling up from greenhouse resistance to fitness in the field for a host of an emerging forest disease. *Evolutionary Applications*, 6(6), 970–982. <https://doi.org/10.1111/eva.12080>
- Heinzelmann, R., Rigling, D., & Prospero, S. (2012). Population genetics of the wood-rotting basidiomycete *Armillaria cepistipes* in a fragmented forest landscape. *Fungal Biology*, 116(9), 985–994. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2012.07.002>
- Hyun, I.-H., & Choi, W. (2014). *Phytophthora* species, new threats to plant health in Korea. *The Plant Pathology Journal*, 30(4), 331–342. <https://doi.org/10.5423/ppj.rw.07.2014.0068>
- Ioos, R., Fabre, B., Saurat, C., Fourrier, C., Frey, P., Marçais, B. (2010). Development, comparison, and validation of real-time and conventional PCR tools for the detection of the fungal pathogens causing brown spot and red band needle blights of pine. *Phytopathology* 100: 105–114. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-100-1-0105>
- James, R.L., & Dumroese, R.K. (2006). Evolution of our knowledge of *Fusarium* diseases in forest nurseries. In *Diseases and insects in forest nurseries - The sixth meeting of the IUFRO Working Party 7.03.04*. Editors: J. R. Sutherland, Z. Procházková. *Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae*, Vol. 23, 53–66.
- Jankowiak, R., Bilański, P., Ostafińska, A. & Linnakoski, R. (2019). Ophiostomatales associated with wounds on hardwood trees in Poland. *Plant Pathology*, 68, 1407-1424. <https://doi.org/10.1111/ppa.13061>
- Jankowiak, R., Ostafińska, A., Aas, T., Solheim, H., Bilański, P., Linnakoski, R., & Hausner, G. (2018). Three new *Leptographium* spp. (*Ophiostomatales*) infecting hardwood trees in Norway and Poland. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 111(12), 2323–2347. <https://doi.org/10.1007/s10482-018-1123-8>
- Jankowiak, R., Stępniewska, H., Bilański, P., & Kolařík, M. (2014). Occurrence of *Phytophthora plurivora* and other *Phytophthora* species in oak forests of southern Poland and their association with site conditions and the health status of trees. *Folia Microbiologica*, 59(6), 531–542. <https://doi.org/10.1007/s12223-014-0331-5>
- Jarvis, W. R. (1961). Growth of isolates of *Phytophthora fragariae* Hickman in the presence of various polyphenols. *Transactions of the British Mycological Society*, 44(3), 357–364. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(61\)80029-6](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(61)80029-6)
- Jelonek, T., Tomczak, K., Naskrent, B., Klimek, K., Tomczak, A., & Lewandowski, K. (2022). The effect of beech (*Fagus sylvatica* L.) bark stripping by deer on depreciation of wood. *Forests*, 13, 1531. <https://doi.org/10.3390/f13101531>
- Jiang, N., Voglmayr, H., Piao, C. G., & Li, Y. (2021). Two new species of *Diaporthe* (*Diaporthaceae*, *Diaporthales*) associated with tree cankers in the Netherlands. *Mycology*, 85, 31. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.85.73107>
- Jung, T. (2009). Beech decline in Central Europe driven by the interaction between *Phytophthora* infections and climatic extremes. *Forest pathology*, 39(2), 73-94. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.2008.00566.x>
- Jung, T., & Burgess, T. (2009). Re-evaluation of *Phytophthora citricola* isolates from multiple woody hosts in Europe and North America reveals a new species, *Phytophthora plurivora* sp. nov. *Persoonia - Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 22(1), 95–110. <https://doi.org/10.3767/003158509x442612>
- Jung, T., Hudler, G. W., Jensen-Tracy, S. L., Griffiths, H. M., Fleischmann, F., & Osswald, W. (2005).

- Involvement of *Phytophthora* species in the decline of European beech in Europe and the USA. *Mycologist*, 19(4), 159–166. [https://doi.org/10.1017/S0269-915X\(05\)00405-2](https://doi.org/10.1017/S0269-915X(05)00405-2)
- Jürisoo, L., Adamson, K., Padari, A., & Drenkhan, R. (2019). Health of elms and Dutch elm disease in Estonia. *European Journal of Plant Pathology*, 154(3), 823–841. <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01707-0>
- Jürisoo, L., Selikhovkin, A.V., Padari, A., Shevchenko, S.V., Shcherbakova, L.N., Popovichec, B.G., & Drenkhan, R. (2021). The extensive damage to elms by Dutch elm disease agents and their hybrids in northwestern Russia. *Urban Forestry & Urban Greening*, 63, 127214. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127214>
- Kc, A. N., & Rasmussen, A. L. (2019). First report of *Diaporthe rudis* causing fruit rot of European pears in the United States. *Plant Disease*, 103(8), 2132–2132. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-18-2184-PDN>
- Keča, N., & Solheim, H. (2010). Ecology and distribution of *Armillaria* species in Norway. *Forest Pathology*, 41(2), 120–132. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.2010.00644.x>
- Kendrick, W. B. (1962). Biological aspects of the decay of *Pinus sylvestris* leaf litter. *Nova Hedwigia*, 4, 313–342. <http://ci.nii.ac.jp/naid/10008017419/>
- Knight, K. S., Brown, J. P., & Long, R. P. (2013). Factors affecting the survival of ash (*Fraxinus* spp.) trees infested by emerald ash borer (*Agrilus planipennis*). *Biological Invasions*, 15, 371–383. <https://doi.org/10.1007/s10530-012-0292-z>
- Kowalski, T., & Bilański, P. (2021). Fungi detected in the previous year's leaf petioles of *Fraxinus excelsior* and their antagonistic potential against *Hymenoscyphus fraxineus*. *Forests*, 12(10), 1412. <https://doi.org/10.3390/f12101412>
- Kunca, A., & Leontovyč, R. (2013). Pines dieback caused by *Cenangium ferruginosum* Fr. in Slovakia in 2012. *Folia Oecologica*. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=SK2015006548>
- Kunert, N., & Hajek, P. (2022). Shade-tolerant temperate broad-leaved trees are more sensitive to thermal stress than light-demanding species during a moderate heatwave. *Trees, Forests and People*, 9, 100282. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2022.100282>
- Lahbib, A., Chattaoui, M., Aydi, N., Zaghouani, H., Beldi, O., Daami-Remadi, M., & Nasraoui, B. (2016). First report of *Schizophyllum commune* associated with apple wood rot in Tunisia. *New Disease Reports*, 34(1), 26. <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2016.034.026>
- Laiviņš, M., Priede, A., & Pušpure, I. (2016). Spread of *Hymenoscyphus fraxineus* in Latvia: Analysis based on Dynamics of Young Ash Stands. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences Section B Natural Exact and Applied Sciences*, 70(3), 124–130. <https://doi.org/10.1515/prolas-2016-0020>
- van der Linde, S., Perez-Sierra, A., Needham, R. H., Combes, M., & McCartan, S. A. (2021). Identification, detection and eradication of *Hymenoscyphus fraxineus* from ash (*Fraxinus excelsior*) seeds. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 94(5), 745–756. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpab017>
- Lopes, A. F., Batista, E., Hilario, S., Santos, L., & Alves, A. (2021). Occurrence of *Diaporthe* species in *Eucalyptus globulus*, *Pinus pinaster*, and *Quercus suber* in Portugal. *Forest Pathology*, 51(2), e12674. <http://dx.doi.org/10.1111/efp.12674>
- Lorenz, I. (1967). Untersuchungen zur Biologie und Pathogenität von *Cenangium ferruginosum* Fr. [*Cenangium ferruginosum* Fr. bioloģijas un patogenitātes pētījumi.] *Agrochimica*, 3(2), 143–153. <https://doi.org/10.1080/03235406709432804>
- Lorenzini, M., & Zapparoli, G. (2019). *Diaporthe rudis* associated with berry rot of postharvest grapes in Italy. *Plant Disease*, 103(5), 1030–1030. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-18-1757-PDN>
- Lygis, V., Vasiliauskas, R., Larsson, K., & Stenlid, J. (2005). Wood-Inhabiting fungi in stems of *Fraxinus excelsior* in declining ash stands of northern Lithuania, with particular reference to *Armillaria cepistipes*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 20, 337–346. <http://dx.doi.org/10.1080/02827580510036238>

- Matić, S., Tabone, G., Garibaldi, A., & Gullino, M.A. (2020). *Alternaria* leaf spot caused by *Alternaria* species: An emerging problem on ornamental plants in Italy. *Plant Disease*, 104, 2275–2287. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-20-0399-RE>
- Matisone, I., Kenigsvalde, K., Zaļuma, A., Burņeviča, N., Šņepste, I., Matisons, R., & Gaitnieks, T. (2020). First report on the Dutch elm disease pathogen *Ophiostoma novo-ulmi* from Latvia. *Forest Pathology*, 50(4), e12601. <https://doi.org/10.1111/efp.12601>
- Matisone, I., Matisons, R., Kenigsvalde, K., Gaitnieks, T., & Burneviča, N. (2018b). Seasonal development of lesions caused by *Hymenoscyphus fraxineus* on young *Fraxinus excelsior* trees in Latvia. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 11(1), 17. <https://doi.org/10.3832/ifor2283-010>
- Matisone, I., Matisons, R., Laiviņš, M., & Gaitnieks, T. (2018a). Statistics of ash dieback in Latvia. *Silva Fennica*, 52(1), 9901. <https://doi.org/10.14214/sf.9901>
- Miezīte, O. (2017). *Meža aizsardzība 2. daļa. Meža fitopatoloģija*. Studentu biedrība "Šālkone", Jelgava, 89.
- Milijasevic, T. S. F., & Karadzic, D. S. F. (2023). *Hypoxylon* species on beech and other broadleaves. <http://dx.doi.org/10.2298/GSF0489185M>
- Müller, M. M., Hantula, J., Wingfield, M., & Drenkhan, R. (2018). *Diplodia sapinea* found on Scots pine in Finland. *Forest Pathology*, 49(1). <https://doi.org/10.1111/efp.12483>
- O'Brien, P. A., Williams, N., & Hardy, G. E. S. (2009). Detecting *Phytophthora*. *Critical Reviews in Microbiology*, 35(3), 169–181. <https://doi.org/10.1080/10408410902831518>
- Orlović, J. K., Moro, M., & Diminić, D. (2020). Role of root and stem base fungi in *Fraxinus angustifolia* (Vahl) dieback in Croatian floodplain forests. *Forests*, 11(607). <https://doi.org/10.3390/f11060607>
- Oszako, T. (2007). Alder decline in Poland. In J. R. Sutherland & Z. Procházková (Eds.), *Diseases and insects in forest nurseries – The sixth meeting of the IUFRO Working Party 7.03.04* (Vol. 23, pp. 129–137). *Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae*.
- Peláez, F., Cabello, A., Platas, G., Díez, M. T., Del Val, A. G., Basilio, A., Martán, I., Vicente, F., Bills, G. F., Giacobbe, R. A., Schwartz, R. E., Onishi, J. C., Meinz, M. S., Abruzzo, G. K., Flattery, A. M., Kong, L., & Kurtz, M. B. (2000). The discovery of enfumafungin, a novel antifungal compound produced by an endophytic *Hormonema* species: Biological activity and taxonomy of the producing organisms. *Systematic and Applied Microbiology*, 23(3), 333–343. [https://doi.org/10.1016/s0723-2020\(00\)80062-4](https://doi.org/10.1016/s0723-2020(00)80062-4)
- Pérez-Sierra, A., Jung, M. H., & Jung, T. (2022). Survey and monitoring of *Phytophthora* species in natural ecosystems: Methods for sampling, isolation, purification, storage, and pathogenicity tests. In *Methods in Molecular Biology* (pp. 13–49). https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2517-0_2
- Pešková, V., Soukup, F., & Kapitola, P. (2007). Biotic damaging agents in forest nurseries in the Czech Republic. In J. R. Sutherland & Z. Procházková (Eds.), *Diseases and insects in forest nurseries – The sixth meeting of the IUFRO Working Party 7.03.04* (Vol. 23, pp. 138). *Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae*.
- Pölme, S., Abarenkov, K., Nilsson, R. H., Lindahl, B. D., Clemmensen, K. E., Kauserud, H., Nguyen, N., Kjoller, R., Bates, S. T., Baldrian, P., Frøslev, T. G., Adojaan, K., Vizzini, A., Suija, A., Pfister, D., Baral, H., Järv, H., Madrid, H., Nordén, J., & Tedersoo, L. (2020). FungalTraits: A user-friendly traits database of fungi and fungus-like stramenopiles. *Fungal Diversity*, 105(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s13225-020-00466-2>
- Portz, R. L., Fleischmann, F., Koehl, J., Fromm, J., Ernst, D., Pascholati, S. F., & Osswald, W. F. (2011). Histological, physiological, and molecular investigations of *Fagus sylvatica* seedlings infected with *Phytophthora citricola*. *Forest Pathology*, 41(3), 202–211. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.2010.00667.x>
- Pourmoghaddam, M. J., Lambert, C., Voglmayr, H., Khodaparast, S. A., Krisai-Greilhuber, I., & Stadler, M. (2022). Note on the genus *Nemania* (Xylariaceae) – first records and a new species of the genus from Iran. *MycKeys*, 93, 81–105. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.93.94148>

- Pszczółkowska, A., Okorski, A., Paukšto, Ł., Jastrzębski, J. P., Gorzkowska, A., Chareńska, A., & Makowczenko, K. G. (2017). First report of *Fagus sylvatica* leaf spot infection by *Colletotrichum fioriniae* in forest nurseries in northeastern Poland. *Plant Disease*, 101(10), 1822. <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-17-0471-PDN>
- Purahong, W., Tanunchai, B., Wahdan, S. F. M., Buscot, F., & Schulze, E. D. (2021). Molecular screening of microorganisms associated with discolored wood in dead European beech trees suffering from extreme drought events using next-generation sequencing. *Plants*, 10(10), 2092. <https://doi.org/10.3390/plants10102092>
- Pušpure, I., Matisons, R., Laiviņš, M., Gaitnieks, T., & Jansons, J. (2017). Natural regeneration of common ash in young stands in Latvia. *Baltic Forestry*, 23(1), 209–217.
- Ridley, M., Demir, Ö., Charria-Girón, E., Schulz, B., Steinert, M., Surup, F., & Enderle, R. (2025). Priming of ash saplings with a low virulent *Hymenoscyphus fraxineus* strain as a possible disease control approach for reducing symptoms of ash dieback. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 132(2), 1-19. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4348277/v1>
- Ryu, M., Mishra, R. C., Jeon, J., Lee, S. K., & Bae, H. (2018). Drought-induced susceptibility for *Cenangium ferruginosum* leads to progression of *Cenangium*-dieback disease in *Pinus koraiensis*. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34318-6>
- Slimen, A., Barboux, R., Mihajlovski, A., Moularat, S., Leplat, J., Bousta, F., & Martino, P. D. (2020). High diversity of fungi associated with altered wood materials in the hunting lodge of “La Muette,” Saint-Germain-en-Laye, France. *Mycological Progress*, 19, 139–146. <https://doi.org/10.1007/s11557-019-01548-5>
- Sogonov, M. V., Castlebury, L. A., Rossman, A. Y., Mejía, L. C., & White, J. F. (2008). Leaf-inhabiting genera of the *Gnomoniaceae*, *Diaporthales*. *Studies in Mycology*, 62, 1–77. <https://doi.org/10.3114/sim.2008.62.01>
- Stępniewska, H., Jankowiak, R., Bilański, P., & Hausner, G. (2021). Structure and abundance of *Fusarium* communities inhabiting the litter of beech forests in central Europe. *Forests*, 12(6), 811. <https://doi.org/10.3390/f12060811>
- Šņepsts, G., Donis, J., Kaupe, D., & Laiviņš, M. (2021). Deciduous Broad-Leaved Species (and) Forest Stand Productivity in Latvia. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*, 75 (4), 239–247. <https://doi.org/10.2478/prolas-2021-0036>
- Štraus, D., Caballol, M., Serradó, F., Oliveras, J., Ramis, X., & Oliva, J. (2022). Distribution of *Phytophthora* species within recreational chestnut, beech, and cork oak forests. *Forest Ecology and Management*, 529, 120674. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120674>
- Taerum, S. J., De Beer, Z. W., Marincowitz, S., Jankowiak, R., & Wingfield, M. J. (2018). *Ophiostoma quercus*: An unusually diverse and globally widespread tree-infecting fungus. *Fungal Biology*, 122(9), 900–910. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2018.05.005>
- Terho, M., Hantula, J., & Hallaksela, A.-M. (2007). Occurrence and decay patterns of common wood-decay fungi in hazardous trees felled in Helsinki City. *Forest Pathology*, 37(6), 420–432. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0329.2007.00518.x>
- Torres, C., Camps, R., Aguirre, R., & Besoain, X. (2016). First report of *Diaporthe rudis* in Chile causing stem-end rot on ‘Hass’ avocado fruit imported from California. *Plant Disease*, 100(9), 1951–1951. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-15-1495-PDN>
- Trzewik, A., Maciorowski, R., & Orlikowska, T. (2021). Pathogenicity of *Phytophthora* × *alni* isolates obtained from symptomatic trees, soil and water against alder. *Forests*, 13(1), 20. <https://doi.org/10.3390/f13010020>
- Untereiner, W. A., Yue, Q., Chen, L., Li, Y., Bills, G. F., Štěpánek, V., & Réblová, M. (2019). Phialophora section Catenulatae disassembled: New genera, species, and combinations and a new family encompassing taxa with cleistothecial ascomata and phialidic asexual states. *Mycologia*, 111(6), 998–1027. <https://doi.org/10.1080/00275514.2019.1663106>
- Van Maanen, A., & Gourbière, F. (2000). Balance between colonization and fructification in fungal dynamics control: A case study of *Lophodermium pinastri* on *Pinus sylvestris* needles.

- Mycological Research*, 104(5), 587–594. <https://doi.org/10.1017/s0953756299001744>
- Vasaitis, R., & Enderle, R. (Eds.). (2017). *Dieback of European ash (Fraxinus spp.): Consequences and guidelines for sustainable management*. The Report on European Cooperation in Science and Technology (COST), Action FP1103 FRAXBACK. SLU Service/Repro, Uppsala, 299.
- Vemić, A., Kerkez Janković, I., Kudláček, T., Jung, T., Šijačić-Nikolić, M., Nonić, M., & Milenković, I. (2021). Development of *Hymenoscyphus fraxineus* on seedlings from different half-sib lines of *Fraxinus angustifolia* in Serbia. *Forest pathology*, 51(4), e12705. <https://doi.org/10.1111/efp.12705>
- Viret, O., & Petrini, O. (1994). Colonization of beech leaves (*Fagus sylvatica*) by the endophyte *Discula umbrinella* (teleomorph: *Apiognomonina errabunda*). *Mycological Research*, 98(4), 423–432. [https://doi.org/10.1016/S0953-7562\(09\)81200-8](https://doi.org/10.1016/S0953-7562(09)81200-8)
- Walker, D. M., Castlebury, L. A., Rossman, A. Y., Mejía, L. C., & White, J. F. (2012). Phylogeny and taxonomy of *Ophiognomonina* (*Gnomoniaceae*, *Diaporthales*), including twenty-five new species in this highly diverse genus. *Fungal Diversity*, 57, 85–147. <https://doi.org/10.1007/s13225-012-0200-y>
- Whitney, R. D., & Denyer, W. B. G. (1968). Rates of decay by *Coniophora puteana* and *Polyporus tomentosus* in living and dying white spruce. *Forest Science*, 14(2), 122–126. <https://doi.org/10.1093/forestscience/14.2.122>

PIELIKUMI

1. pielikums.

Apsekoto alkšņu audžu raksturojums un patogēna sastopamība.

Atslēga	Dinamikas audze (1) vai papildus audze (2)	Audzes sastāva formula	Meža tips	Apsekoto koku skaits			Vidējā vainaga vitalitāte	Simptomātisko koku skaits			Pozitīvi testēto koku skaits			Mizas un koksnes paraugi, skaits			Augsnes paraugi
				M	Ba	Kopā		M	Ba	Kopā	M	Ba	Kopā	M	Ba	Kopā	
311-389-17	1	10Ba ₄₅ + M ₄₅ ats B ₅₀	Vrs	1	15	16	0,25	0	3	3	0	2	2	0	3	3	0
313-63-9	1	6M ₃₆ 2Ba ₂₆ 2E ₃₆	Db	13	2	15	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
312-197-21	1	8M ₂ B ₅₉	Db	15	0	15	0,60	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
312-68-6	1	7Ba ₄₉ 3M ₅₉	Vrs	7	8	15	0,47	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
304-55-10	1	10Ba ₂₈ + B ₂₈ B ₁₂₈ ats M ₂₈	Vrs	2	13	15	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
304-54-2	1	7M ₃ B ₆₄	Db	16	0	16	0,19	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
106-666-6	1	10Ba ₄₃ + B ₄₃	Vrs	0	16	16	0,88	0	4	4	0	1	1	0	2	2	0
110-386-4	1	10Ba ₄₃ + M ₄₃ B ₄₃	Grs	15	0	15	0,27	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
109-307-6	1	10Ba ₄₉ + B ₈₄ P ₈₄ ats E ₈₄	Db	3	12	15	0,47	1	1	2	0	1	1	0	1	1	0
506-33-14	1	6M ₄ B ₁₀ + E ₁₀	Lk	15	0	15	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
507-61-2	1	10M ₉	Ks	15	0	15	0,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
510-49-23	1	7M ₃ B ₁₀₇ + E ₈₇	Lk	15	0	15	0,93	7	0	7	7	0	7	7	0	7	2
509-194-1	1	6Ba ₁ A ₂ B ₁ M ₄₃	Grs	12	4	16	0,38	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0
510-368-19	1	6M ₄ B ₅	Db	15	0	15	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
510-71-58	1	9M ₁ B ₇₇	Db	15	1	16	0,44	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
510-136-23	1	7Ba ₃₉ 2B ₅₉ 1E ₃₉ + M ₃₉ A ₃₉	Grs	0	16	16	0,75	0	4	4	0	3	3	0	3	3	1
603-342-6	1	8Ba ₂ Os ₄₀	Grs	0	17	17	1,24	0	6	6	0	4	4	0	5	5	0
502-140-26	1	7Ba ₄₉ 3M ₅₉	Vrs	2	13	15	0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
502-53-3	1	6Ba ₆₄ 2B ₁ M ₁ A ₇₉	Grs	6	9	15	0,73	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
501-523-6	1	10Ba ₅₉ ats M ₇₁	Vrs	0	15	15	0,53	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0
506-86-2	2	4M ₄ B ₂ E ₄₇	Vrs	15	0	15	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
505-66-33	2	8M ₂ E ₃₂	Db	12	3	15	0,67	1	1	2	1	0	1	1	1	2	1
510-9-16	2	10M ₃₄	Db	13	2	15	0,67	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1
506-186-49	2	6M ₂ B ₂ Ba ₄₁	Vrs	15	0	15	0,40	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
506-240-16	2	8M ₂ B ₄₅	Db	15	0	15	0,93	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
505-228-22	2	9M ₁ B ₂₁	Db	15	0	15	0,53	3	0	3	1	0	1	3	0	3	1
505-382-9	2	7M ₂ B ₁ E ₃₄	Db	15	0	15	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
510-116-5	2	7M ₃ B ₄₃	Db	0	15	15	0,67	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1
510-169-58	2	7M ₃ B ₂₂ ats E ₂₂	Grs	7	8	15	0,87	2	0	2	1	0	1	2	0	2	1
505-57-12	2	9M ₁ B ₂₁	Lk	12	3	15	1,00	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0

2. pielikums.
Studentu noslēguma darbu, pētījuma publikāciju un konferenču informācija.

**LATVIJAS BIOZINĀTŅU UN TEHNOLOĢIJU UNIVERSITĀTE
MEŽA UN VIDES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
MEŽSAIMNIECĪBAS INSTITŪTS**

LATVIJAS VALSTS MEŽZINĀTNES INSTITŪTS "SILAVA"

Reģistrācijas Nr.

Atļauts aizstāvēt.
Mežsaimniecības institūta direktore,
asoc.prof., Ph.D.
_____ B. Jansone
_____ datums

Jānis Lekavičs

**ALKŅŅU FITOFTORAS (*PHYTOPHTHORA ALNI*
BRASIER & S. A. KIRK) SASTOPAMĪBA LATVIJĀ**

Bakalaura darbs

Studiju programmas direktors, lekt., Mg.sc.ing.	_____ A. Strūbergs	_____ datums
	paraksts	
Bakalaura darba vadītāja, vad. pētn., Dr. biol.	_____ D. Kļaviņa	_____ datums
	paraksts	
Bakalaura darba vadītājs, prof., vad. pētn., Dr. silv.	_____ Ā. Jansons	_____ datums
	paraksts	
Bakalaurants (matr. Nr. MF19049)	_____ J. Lekavičs	_____ datums
	paraksts	

Jelgava 2024

2. DARBA METODIKA

2.1. Pētāmā objekta raksturojums

Pētījums izstrādāts Latvijas Valsts mežzinātnes institūtā "Silava" (turpmāk tekstā LVMI "Silava") A/S "Latvijas valsts meži" finansētas pētījumu programmas "Nākotnes fitopatoloģisko risku izpēte" (Līguma nr. 5-5.9.1_007f_101_21_69) ietvaros.

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
BIOLOĢIJAS FAKULTĀTE
BOTĀNIKAS UN EKOLOĢIJAS KATEDRA

**SKUJAS KOLONIZĒJOŠO INVAZĪVO SĒŅU SASTOPAMĪBA UN
EKOLOĢIJA PARASTĀS PRIEDES *PINUS SYLVESTRIS* L.
JAUNAUDZĒS LATVIJĀ**

Bakalaura darbs

Autore: Samanta Berena

Studenta apliecības Nr. sb21126

Darba vadītājas: Dr. biol. Dārta Kļaviņa,
Dr. biol. Egita Zviedre

Darba recenzents: Dr. biol. Guntis Tabors

RĪGA 2024

PATEICĪBAS

Izsaku pateicību darba vadītājām Dr. biol. Dārtai Kļaviņai un Dr. biol. Egitai Zviedrei, darba recenzentam Dr. biol. Guntim Taboram, LVMI Silava kolēģiem, kā arī Dr. biol. Guntim Brūmelim un Mg. biol. Agnesei Antai Liepiņai par palīdzību un ieguldījumu bakalaura darba tapšanā.

Darbs izstrādāts LVMI Silava LVM finansētas pētījumu programmas «Nākotnes fitopatoloģisko risku izpēti» (Līguma nr.5-5.9.1_007f_101_21_69) ietvaros.



Alien forest pathogens in Latvia and other ongoing research related to forest diseases

Dārta Kļaviņa, Keitlīna Krastiņa, Annija Auniņa, Zane Striķe, Zane Saule, Jānis Lekavičs, Tālis Gaitnieks

EMN meeting, Riga 14.05.2024.



Thank you!



- JSC Latvian State Forests research programs «Investigation of the impact of root rot and reducing risks caused by root rot» (No. 5-5.9.1_007q_101_21_79) and «Study of future phytopathological risks» (No. 5-5.9.1_007f_101_21_69).
- Forest Sector Competence Center project "The use of chord forming basidiomycetes in limiting the spread of root and butt rot in forests on peat soils". (No. 5.1.1.2.i.0/1/22/A/CFLA/007/P12).





Fitopatoloģiskie riski saimnieciskajos mežos



Dr. biol. Dārta Kļaviņa
LVMI Silava vadošā pētniece
LZA korespondētājlocekle



IZGLĪBĪBES, JAUNATNES
UN SPORTA
MINISTRIJAS
LATVIJAS VALSTES MEŽI

Paldies par uzmanību!



- LVM finansētās pētījumu programmas «Sakņu trapes bojājumu risku mazināšana un tās ietekmes izpēte» (Līguma nr. 5-S-9.1_007q_101_21_79) un «Nākotnes fitopatoloģisko risku izpēte» (Līguma nr. 5-S-9.1_007f_101_21_69).
- MNKC pētījums «Kordas veidojošās bazīdijsēnes: to izmantošanas iespējas sakņu trapes ierobežošanā mežos ar kūdras augsniem».
- ERAF finansēts pētījums "Sakņu trapes ierobežošana, izmantojot Latvijas izcelsmes sēņu izolātus" (projekta nr. 1.1.1.1/20/A/095).



Alien invasive pathogens and pests in the changing environment: Focus on North Europe. Abstracts of presentations of the panel of Nordic Forest Research Network SNS N2023-01

RIMVYDAS VASAITIS (ED.) *

* Corresponding editor:

Rimvydas Vasaitis
rimvys.vasaitis@slu.se
Department of Forest Mycology
and Plant Pathology, Swedish
University of Agricultural Sciences,
P.O. Box 7026, 75007 Uppsala

Preamble

On 12–13 September 2023, a panel of forest pathologists and entomologists gathered in Visby, Gotland Island, Baltic Sea, Sweden. The participants, a total of 20, represented all five Nordic Countries, three Baltic States, and Ukraine, and also joined by the local stakeholders representing the Swedish Forestry Agency and Gotland Administration. The purpose was to conduct a scientific workshop

Alien forest pathogens and pests: recent studies in Latvia, and other on-going research related to decay fungi and root rot biocontrol

Auniņa, A., Kenigsvalde, K., Saule, Z. and Kļaviņa, D. *

Latvian State Forest Research Institute "Silava", Salaspils

* Corresponding author: darta.klavina@silava.lv

In Latvia, Emerald Ash Borer (*Agrilus planipennis*) was monitored in years 2021–2023. In 2021, six European ash (*Fraxinus excelsior*) stands close to the Latvia–Russia / Latvia–Belarus border were surveyed, and window traps were used. In 2022, one extra plot, located in Northern Latvia (close to the Estonian border), was included in the survey and pheromone traps were used. In 2023, additional twelve plots located along the main transport infrastructure (arterial roads and railways), using pheromone traps, were investigated. Emerald ash borer has not been detected at any of the nineteen investigated sites.

In 2021, the occurrence of invasive needle pathogens was investigated in 165 young Scots pine stands

and 10 arboreta and urban green space areas with pines. *Dothistroma septosporum* was detected all over the country, in 49 stands and 4 arboreta, and *Diplodia sapinea* as well, all over the country, in 30 stands and 5 arboreta. *Lecanosticta acicola* was detected only in 3 arboreta in central Latvia. In 2022, a total of 50 young Scots pine stands and 9 arboreta and urban green space areas with pines were investigated. Infections of *Dothistroma septosporum* were detected in 47 of those, and *Diplodia sapinea* in 20, and again, in all parts of the country.

Our investigations of wood-inhabiting fungi focused on the following species of deciduous trees: silver birch (*Betula pendula*), European aspen (*Populus tremula*), small-leaved linden (*Tilia cordata*), Norway maple

fungi belonged to the genera *Alternaria*, *Fusarium*, and *Epicoccum*. Among wood decay fungi, *Heterobasidion* and *Peniophora* were occasionally isolated.

The antagonistic ability of saprotrophs *Phlebiopsis gigantea* and *Hypholoma* spp. to control root rot pathogen *Heterobasidion* spp. was evaluated. The hypothesis was drawn that the efficacy of mixed suspensions of *P. gigantea* and *Hypholoma* spp. to prevent *Heterobasidion* is higher than efficacy of each individual species. In the first field experiment, wood discs (84) and log pieces (84) of *Picea abies* and *Pinus sylvestris* were treated with the Rotstop and Latvian PG382 *P. gigantea* isolates, and with *Hypholoma capnoides* and *H. fasciculare* isolates. After 5 days of exposure (at 8–17°C), no *Heterobasidion* infection was detected in *P. sylvestris* wood discs treated with the Rotstop and Latvian PG382 *P. gigantea*

of *P. gigantea* and *H. fasciculare* did not increase the efficacy of *Heterobasidion* control as compared with the treatments by *P. gigantea* isolates (incl. Rotstop) alone.

Keywords: *Agrilus planipennis*, *Dothistroma septosporum*, *Diplodia sapinea*, *Lecanosticta acicola*, wood decay, *Phlebiopsis gigantea*, *Hypholoma* spp.

Acknowledgements

The research was funded by JSC 'Latvian State Forests' (No. 5-5-5.9.1_007f_101_21_69), Latvian Council of Science (project "Emerald ash borer: risk-based strategies to prepare for pest management and biological control"), and Forest Sector Competence Center (project No. 5.1.1.2.i.0/1/22/A/CFLA/007/P12 "The use of cord forming basidiomycetes in limiting the spread of root and butt rot in forests on peat soils").

3. pielikums.

Apsektās parastā oša audzes Latvijā.

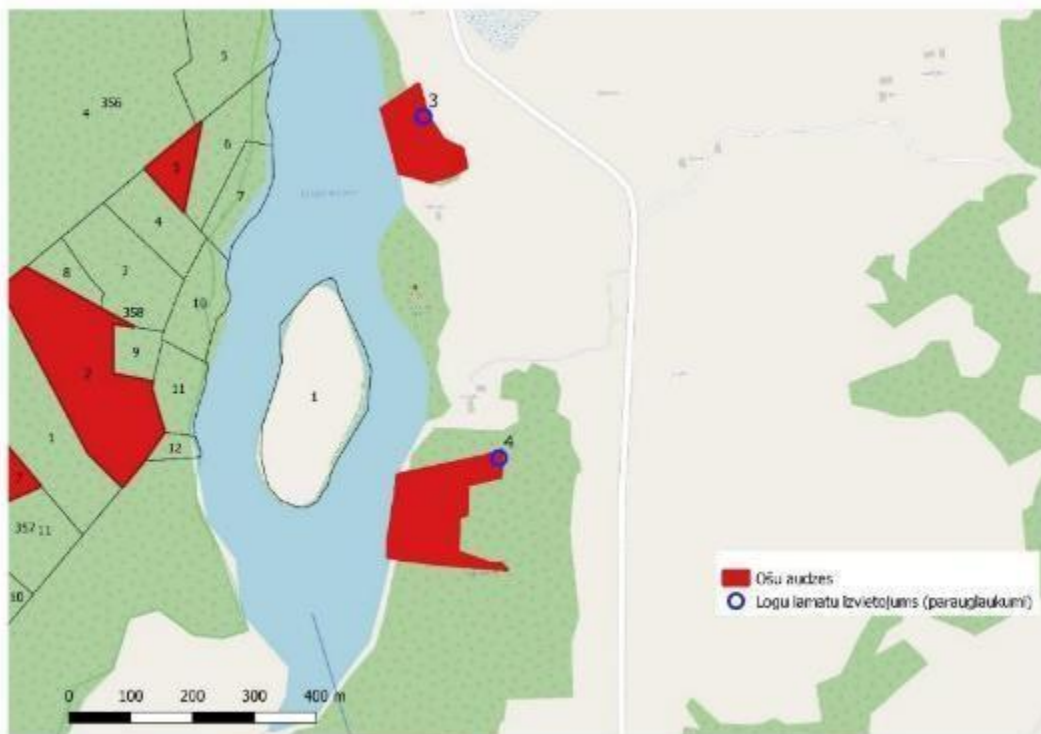
ID	Kv	Nog	Anog	Platība	Meža tips	Formula	Oša vecums	Apsaimniekotājs	Kadastra Nr.	Y	X	Reģions	Paraugu skaits PCR	Patogēns konstatēts (ir (1)/ Apsektie oši (skaits))	Simptomātiskie koki (skaits (% no visiem))	Nokaltušie koki (skaits (% no visiem))	Ošu biežums audzē (koki ha-1)	
29	398	6	0	1,16	Vr	10Os7	7	Fiziska	96760060081	424726	566184	A	4	1	170	28(16,5)	0(0)	8500
31	1	2	0	2,42	Dm	9Os 1B13	13	Juridiska	64600140049	264020	326234	R	-	-	31	7(22,6)	1(3,2)	1550
32	1	7	0	0,85	Vr	8Os 2Ba11	11	Juridiska	44920070001	191028	669490	A	2	1	64	36(56,3)	1(1,6)	3200
34	1	3	0	3,05	Gr	7Os 2A14 1E22	14	Juridiska	36600040065	379123	673245	A	2	1	133	55(41,4)	16(12)	6650
39	1	5	0	1,59	Vr	6Os 2B 2Ba8	8	Juridiska	70540030034	311932	593979	A	1	1	26	14(53,8)	1(3,8)	1300
40	1	4	1	1,88	Ap	5Os 3Ma 2A7	7	Juridiska	98780040044	340040	351180	R	1	1	63	26(41,3)	2(3,2)	3150
44	1	28	0	0,82	Vr	10Os8	8	Juridiska	60720060039	228466	705694	A	2	1	97	36(37,1)	12(12,4)	4850
50	1	4	0	1,46	Vr	5Os 2A13 1Pt 1B11 1K13	13	Pašvaldība	36560100215	366102	693139	A	2	1	101	33(32,7)	3(3,0)	5050
51	156	21	0	1,44	Ap	10Os15	15	Valsts	74880080051	301124	554240	A	3	1	28	10(35,7)	3(10,7)	1400
60	137	10	0	0,9	Gr	10Os13	13	Valsts	74880070031	299882	551923	A	3	1	126	39(31)	6(4,8)	6300
61	118	6	0	0,86	Gr	10Os7	7	Valsts	96720020126	426825	588283	A	-	-	69	15(21,7)	0(0)	3450
64	344	33	0	2,69	Vr	8Os 2B13	13	Valsts	70460080285	300803	624842	A	-	-	181	69(38,1)	3(1,7)	9050
66	160	23	0	2,31	Vr	6Os 3B 1A10	10	Valsts	74680040061	300611	574189	A	2	1	44	13(29,5)	0(0)	2200
67	455	22	0	1,05	Dm	10Os9	9	Valsts	66640080026	364440	539305	A	3	1	287	96(33,4)	3(1,0)	14350
70	216	2	0	0,82	As	9Os 1B10	10	Valsts	54620090132	281647	469555	C	2	1	39	15(38,5)	0(0)	1950
74	660	1	1	1,65	Gr	5Os 4A 1Ma14	14	Valsts	50900140034	328469	675295	A	-	-	129	52(40,3)	11(8,5)	6450
76	156	3	0	1,03	Dm	7Os 3L14	14	Valsts	54900020240	254692	471410	C	-	-	29	0(0)	2(6,9)	1450
80	37	5	0	1,06	Vrs	10Os5	5	Valsts	64600010055	273309	326523	R	1	1	74	40(54,1)	3(4,1)	3700
82	60	3	0	2,1	Ap	10Os6	6	Valsts	64600030070	271364	324194	R	2	1	163	86(52,8)	7(4,3)	8150
83	97	46	0	1,39	Ap	10Os12	12	Valsts	70820010058	306995	664180	A	1	1	93	31(33,3)	4(4,3)	4650
4	1	7	0	1,84	Vr	6Os 2B 1A 1K9	9	Fiziska	62420080010	317530	353567	R	2	1	28	0(0)	6(21,4)	1400

6	1	3	0	1,87	Vr	6Os 3Ba 1A15	15	Fiziska	94440100169	369340	625395	A	2	1	20	3(15)	3(15)	1000
9	1	1	0	3,18	Vr	5Os 2Ba 2B 1A11	11	Fiziska	64500040002	281863	334651	R	1	1	96	26(27,1)	1(1,0)	4800
10	1	3	1	0,8	Gr	5Os 4A 1K10	10	Fiziska	70420060374	309131	627910	A	-	-	288	132(45,8)	5(1,7)	14400
16	2	1	0	1,11	Vr	6Os 3B 1E13	13	Fiziska	42680050067	330346	579625	A	4	1	56	22(39,3)	9(16,1)	2800
17	1	66	0	1,17	Dm	5Os 3K 1B 1Oz7	7	Fiziska	70680140034	319165	629022	A	2	1	164	89(54,3)	1(0,6)	8200
18	1	11	0	2,21	Dm	5Os 2Oz13 1A 1Ba14 1B13	13	Fiziska	90920040081	303230	424831	R	-	-	22	8(36,4)	0(0)	1100
22	1	19	0	0,9	As	6Os 4B5	5	Fiziska	64600010004	272435	324275	R	1	1	23	5(21,7)	0(0)	1150
25	2	3	0	1,11	Vr	10Os9	9	Fiziska	74680020062	300783	573163	A	-	-	50	27(54)	1(2,0)	2500
28	1	12	0	1,3	Ap	6Os 2Ma 1B 1A13	13	Fiziska	64600140079	263158	326473	R	1	1	72	28(38,9)	12(16,7)	3600
a	137	35	0	0,5	Grs		3	Valsts	32660110087	242242	563178	C	1	0	108	43(39,8)	0(0)	5400
aa	262	12	0	1,99	Gr		3	Valsts	70780010012	287309	662533	A	-	-	57	6(10,5)	0(0)	2850
c	137	6	0	1,43	Vr	5Os5B7	7	Valsts	74880070031	299919	551836	A	-	-	74	12(16,2)	0(0)	3700
xxx	2	23	0	1,86	Vr	4E4Os1B1A6	6	Juridiska	70790070082	302460	615533	A	2	1	138	63(45,7)	1(0,7)	6900

4. pielikums.
Apsekoto oša audžu un feromonu slazdu izvietojuma shēmas.



Pirmā un otrā parauglauruma izvietojums ošu audzēs.



Trešā un ceturtā parauglauruma izvietojums ošu audzēs.



Piektā un sestā parauglaukuma izvietojums ošu audzēs.



Septītā parauglaukuma Alūksnes novadā shematisks attēlojums.

5. pielikums.
 Apsekotās Eiropas dižskābarža jaunaudzēs.

Kadastra nr.	Kvartāls	Nogabals	Platība	Meža tips	Audzēs sastāva formula	X	Y	Apsaimniekotājs
90960020194	1	3	0,37	Dm	5Ds3Oz1P1K15	57.12894	22.92982	Fiziska persona
88720020018	26	38	0,43	Vr	4B4Ds2E26	57.23436	22.63609	MPS
88720020018	26	11	0,21	Vr	4B17 3Ds2Oz1E13	57.23628	22.62748	MPS
88680070058	1	3	0,19	Vr	7Ds3E6	57.2861	22.65647	Pašvaldība
88720110007	1	8	0,22	Vr	10Ds24	57.19991	22.67188	Fiziska persona
62820040040	191	16	0,57	Dm	10Ds12	56.67784	21.8411	LVM
62820040040	191	2	0,92	Dm	10Ds11	56.67974	21.83691	LVM
32420030011	158	6	1,27	Dm	7P3E90	56.68670	25.90814	MPS
32420030011	158	7	2,87	Dm	7P3E90	56.68555	25.909849	MPS