



PĀRSKATS
PAR PĒTĪJUMA 2023. 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, 2023

SATURS

Saturs.....	2
Kopsavilkums	3
Summary	4
Tabulu saraksts.....	5
Attēlu saraksts	6
IEVADS.....	7
1. Invazīvās slimības, to monitorings Latvijā	8
1.1. Fitoforas <i>P. alni</i> izplatības novērtējums Latvijā	8
1.1.1. Materiāls un metodes.....	8
1.1.2. Rezultāti.....	8
1.1.3. Secinājumi	13
1.2. Sēņu izraisīto skuju slimību monitorings	13
2. Sēņu izraisītās lapu koku slimības: ietekme uz koku veselību un koksnes kvalitāti	14
2.1. Bērzu <i>Betula</i> sp un apšu <i>Populus</i> sp inficēšanās ar trupi izraisošām sēnēm	14
2.2. <i>Ophiostoma ulmi</i> un <i>O. novo-ulmi</i> izplatības un izraisīto bojājumu novērtējums Latvijā.....	14
2.2.1. Literatūras apskats	14
2.2.2. Materiāli un metodes	16
2.2.3. Rezultāti.....	18
2.2.4. Secinājumi	19
2.3. Izvērtēt ošu audžu atjaunošanos no fitopatoloģiskā aspekta	19
2.3.1. Literatūras apskats	19
2.3.2. Materiāli un metodes	20
2.3.3. Rezultāti.....	22
2.3.4. Secinājumi	24
2.4. Parastā oša audžu monitorings, novērtējot ošu smaragdzaļās krāšņvaboles <i>Agrilus planipennis</i> sastopamību	24
2.5. Ozolu, kļavu un liepu fitopatoloģiskā stāvokļa novērtējums, diagnosticējot sēņu izraisītās slimības	26
2.5.1. Materiāls un metodes.....	26
2.5.2. Rezultāti.....	29
2.5.3. Secinājumi	32
2.6. Perspektīvāko introducēto lapu koku sugu lapotnes un dzinumu fitopatoloģisko risku izvērtējums	32
2.6.1. Materiāls un metodes.....	32
2.6.2. Rezultāti.....	34
2.6.3. Secinājumi	36
Literatūras saraksts.....	37
Pielikumi	41

KOPSAVILKUMS

Pētījuma “Nākotnes fitopatoloģisko risku izpēte” trešajā etapā turpināta alkšņu fitoftoras sastopamības novērtēšana. Trīs gadu periodā fitoftoru infekcija apsekotajās audzēs ir konstatēta atkārtoti, bet kopumā simptomātisko koku īpatsvars būtiski nepalielinās. Alkšņu fitoftora *P. alni* apstiprināta divās audzēs Vidusdaugavas reģiona Skaistkalnes iecirknī. Divos melnalkšņu stādījumos Ziemeļlatgales reģiona Lubānas iecirknī konstatēta intensīva melnalkšņu kalšana, kas saistāma ar fitoftoru infekciju, līdz ar to nākamā etapa darba uzdevumos paredzēts iekļaut stādīto melnalkšņu jaunaudzju apsekojumu. Publicēts raksts par fitoftorām raksturīgo simptomu sastopamību alkšņu audzēs Latvijā.

Sagatavots manuskripts par priežu skuju patogēnu *Lecanosticta acicola* izplatību Latvijā. Atkārtoti apsekotas jaunaudzes, kurās konstatēts šis patogēns.

Aizstāvēts maģistra darbs par apses un hibrīdapses trupi, kā arī publicēts raksts par sēņu sabiedrībām hibrīdapses koksnē un gobu stāvokli Latvijā. Veikta ošu un gobu jaunaudzju apsekošana, ievācot zaru paraugus no simptomātiskiem kokiem. Lai gan atsevišķi simptomātiski koki konstatēti 84% apsekoto *Ulmus* spp. audžu, *Ophiostoma* spp. bojājumi uzskatāmi par salīdzinoši maziem, jo no visiem apsekotajiem kokiem 95,6% bija bez vizuāliem *Ophiostoma* spp. bojājumiem. Simptomātiski oši (vairāk par 10% audzē; galvenokārt augstumā mazākie oši) konstatēti gandrīz visās apsekotajās jaunaudzēs, kas norāda uz stabilu infekcijas fonu.

Pētījuma ietvaros veikts arī ošu smaragdzaļās krāšņvaboles *Agrilus planipennis* monitorings. Parauglaukumos izvietoti feromonu slazdi; šajā sezonā precizēta lauka darbu metodika, slazdus īpaši adaptējot mērķsugai. 2023. gadā ošu smaragdzaļā krāšņvabole netika konstatēta.

Apsekotas parastā ozola, parastās liepas, parastās kļavas un Eiropas dižskābarža jaunaudzes, ievācot lapu un zaru paraugus no simptomātiskiem kokiem. Visām apsekotajām sugām no slimību simptomiem galvenokārt konstatēta lapu plankumainība. Lapu un zaru paraugos visbiežāk sastopamās sēņu ģintis bija *Alternaria*, *Diaporthe*, *Coprinellus*, *Fusarium* un *Cladosporium*. Lai noskaidrotu trupes īpatsvaru un izraisītājus, analizēti dižskābarža celmi trīs audzēs. Apsekotajās audzēs mīkstās trupes īpatsvars bija 5%. Celmos dominēja saprotrofās sēnes no *Ascocoryne* un *Cadophora* ģintīm; atsevišķos celmos konstatētas trupi izraisošās bazīdijsēnes *Heterobasidion annosum*, *Armillaria borealis* un citas.

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

SUMMARY

In the third stage of a research "Study of future phytopathological risks", the assessment for occurrence of alder *Phytophthora* sp. infection continued. In a three-year period, *Phytophthora* sp. infection has been detected repeatedly in the surveyed stands, but in general, the proportion of symptomatic trees does not increase significantly. Alder phytophthora *P. alni* was confirmed in two stands in Skaistkalne district. In two black alder plantations, extensive black alder dieback was found, which is associated with *Phytophthora* sp. infection, therefore, it is planned to include a survey of planted black alder young shoots in the tasks of the next stage. An article on alder dieback in Latvia was published.

A manuscript was prepared on the distribution of the pine needle pathogen *Lecanosticta acicola* in Latvia. The young stands where this pathogen was detected in the 2022 monitoring were re-surveyed.

Defended master's thesis on fungal communities in hybrid aspen and European aspen wood, as well as published an article on hybrid frost cracks and the state of elms in Latvia. A survey of young ash and elm trees was carried out by collecting branch samples from symptomatic trees. Although individual symptomatic trees were found in 84% of the surveyed *Ulmus* spp. plantations, *Ophiostoma* spp. damage can be considered relatively small, as 95.6% of all surveyed trees were without visual *Ophiostoma* spp. damage. Symptomatic ash trees (more than 10% of the stand; mainly the smallest ash trees in height) were found in almost all surveyed new stands, which indicates a stable background of infection.

As part of the research, the monitoring of the ash emerald green beetle *Agrilus planipennis* is also ongoing. Pheromone traps are placed in the plots; this season, the methodology of field work has been clarified, with the traps specially adapted to the target species. In 2023, the ash emerald green beetle was not detected.

Young stands of common oak, common linden, common maple and European beech were surveyed by collecting leaf and branch samples from symptomatic trees. For all the examined species, among the disease symptoms, mainly leaf spotting was found. The most common fungal genera in leaf and branch samples were *Alternaria*, *Diaporthe*, *Coprinellus*, *Fusarium* and *Cladosporium*. Beech stumps in three stands were analyzed in order to find out the proportion of the troupe and the causative agents. In the surveyed stands, the proportion of soft rot was 5%. The strains were dominated by saprotrophic fungi from the genera *Ascocoryne* and *Cadophora*; *Heterobasidion annosum*, *Armillaria borealis* and other rot-causing Basidiomycetes were detected in some stumps.

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

TABULU SARAKSTS

2.1. tabula. <i>Ophiostoma</i> spp. slimības klases.....	17
2.3. tabula. <i>Ophiostoma</i> spp. bojājumi un patogēna klātbūtne apsekotajās audzēs.....	18
2.3. tabula. Apsekotās parastā oša audzes.....	21
2.4. tabula. <i>Hymenoscyphus fraxineus</i> bojājumi un patogēna klātbūtne apsekotajās audzēs..	23
2.5. tabula. Ošu smaragdzaļās krāšņvaboles monitoringa parauglaukumu raksturojums.....	26
2.6. tabula. Sēņu noteikšanai izmantoto praimeru raksturojums.	29
2.4. tabula. Ievāktā dižskābaržu koksnes paraugu raksturojums.	34

ATTĒLU SARAKSTS

1.1. attēls. Simptomātisks baltalksnis 2023. 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).....	9
1.2. attēls. Apsekotās alkšņu audzes 2023. gadā. Dinamikas parauglaukumi apzīmēti ar trīsstūriem, papildu apsekotās melnalkšņu audzes apzīmētas ar apliem.	10
1.3. attēls. Apsekotie alkšņu dinamikas parauglaukumi 2021.-2023. gadā (audzes apzīmētas ar apliem)	11
1.4. attēls. Melnalkšņi ar nekrotiskiem plankumiem uz stumbra mizas (pa kreisi) un zem mizas (pa labi) (J. Lekaviča foto).	12
2.1. attēls. Apsekotās <i>Ulmus</i> spp. jaunaudzes Latvijā.	17
2.2. attēls. Ievāktais <i>Ulmus</i> spp. paraugs ar <i>Ophiostoma</i> spp. slimības simptomiem.	18
2.3. attēls. Pētījumā apsekotās parastā oša jaunaudzes Latvijā. Audžu atšifrējumi atbilst objektiem 2.3.tabulai.....	21
2.4. attēls. Ievāktais oša zaru paraugs ar <i>H. fraxineus</i> slimības simptomiem.....	22
2.5. attēls. No ošu paraugiem izdalītā <i>Hymenoscyphus fraxineus</i> micēlija attīstība uz kartupeļu dekstrozes agara barotnēm.....	24
2.6. attēls. Ošu audzes Baltkrievijas un Krievijas pierobežā un parauglaukumu izvietojums smaragdzaļās krāšņvaboles monitoringam (zils aplis - slazdu izvietojums).	25
2.7. attēls. Monitoringam 2023. gadā izmantotie feromonu slazdi.....	25
2.8. attēls. Lapu paraugi ar izvēlētajām zonām (sarkanie kvadrāti attēlā) paraugu ņemšanai. (A - ozolu lapa ar apsarmi un kalšanas pazīmēm; B - kļavas lapa ar plankumiem un kalšanas pazīmēm; C - liepas lapa ar plankumiem).....	28
2.9. attēls. Lapas un dzinuma paraugi uz barotnēm.	29
2.10. attēls. Apsekoto liepu (dzeltenī aplī), kļavu (oranži aplī) un ozolu (zaļi aplī) jaunaudžu izvietojums.....	30
2.11. attēls. <i>Diaporthe</i> sp. (A) un <i>Alternaria</i> sp. (B) micēlijs no zaru paraugiem uz Hagem agara barotnēm.....	31
2.10. attēls. Koksnes paraugu ievākšanas zonas (atzīmes 1, 2, 3, 4 attēlā) dižskābarža ripā (Z. Saules foto).	33
2.11. Apsekotās dižskābaržu audzes fitopatoloģiskā stāvokļa novērtēšanai. Pelēki aplī – audzes, kur ievākti koksnes paraugi; melni aplī – audzes, kur ievākti lapu un dzinumu paraugi.....	34
2.12. attēls. Dižskābarža lapa ar kalšanas pazīmēm un plankumiem. Paraugu ievākšanas zonas shematiski atzīmētas ar sarkaniem kvadrātiem.....	35

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 novērtēt alkšņu audžu fitopatoloģisko stāvokli, apzinot patogēno fitoftoru (īpaši *Phytophthora alni*) sastopamību, kā arī noteikt sēņu izraisīto invazīvo skuju un dzinumu slimību izplatību Latvijā. Saistībā ar klimata pārmaiņām Latvijā prognozēts lapu koku īpatsvara pieaugums, tādēļ svarīgi izvērtēt iespējamās kaitēkļu un slimību radītos riskus šiem kokaugiem.

2023. gadam šajā pētījumu programmā izvirzīti sekojoši darba uzdevumi:

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

1. INVAZĪVĀS SLIMĪBAS, TO MONITORINGS LATVIJĀ

1.1. Fitofloras *P. alni* izplatības novērtējums Latvijā

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

1.1.1. Materiāls un metodes

Šī gada septembrī – oktobrī apsekoti fitofloras dinamikas pētījuma parauglaukumi, kā arī papildus atlasīta 51 vidēja vecuma melnalkšņu audze, kas atrodas 20 km rādiusā no fitofloras dinamikas pētījuma parauglaukumiem; no tām dabā apsekotas 30 (1. pielikums). Lauka darbu metodika aprakstīta 2. etapa pārskata ziņojumos. Tika novērtēta arī *Phytophthora* sp. sastopamība atkarībā no kokaudzes sastāva, vecuma, meža tipa un hidroloģiskā režīma, kā arī attāluma līdz ūdenstilpnei.

Papildus apsekotajām arī četras ar vietējās izcelsmes stādmateriālu atjaunotas melnalkšņu jaunaudzes 110. un 802. kvartālapgabalā (2. pielikums), kurās a/s “Latvijas Valsts meži” darbinieki bija novērojuši kociņu atmiršanu, kā arī fitofloras infekcijai raksturīgos simptomus.

Inficētajās audzēs ievācām 38 paraugus (28 paraugus no fitofloras dinamikas parauglaukumiem un papildus apsekotajām melnalkšņu audzēm un 10 paraugus – no apsekotajām melnalkšņu jaunaudzēm) fitofloras tīrkultūru izdalīšanai un identifikācijai. Patogēna kultivēšana veikta uz barotnēm P₅ARP/H un P₅ARP. Izolēšanai un fitofloru kultivēšanai paredzēto barotņu pagatavošanas metodika pievienota 3. pielikumā. Patogēna noteikšanas un izolēšanas jautājumos sadarbības partneri bija Valsts Augu aizsardzības dienests un Dabas pētījumu centrs (Lietuva). Fitofloras identificētas ar ģintij specifiskiem praimeriem FM 75 (dCCTTGGCAATTAGGATTTCAAGAT) un FM 78 (dACAAATTTCACTACATTGTCC) (Martin & Tooley 2003). PCR reakcijai lietota HotStarTaq (Qiagen) polimerāze un uz 25 µl reakcijas šķīduma pievienots 23 µl Master mix un 2 µl – DNS. Ja patogēna DNS paraugā konstatēts, iegūto PCR produktu ar praimeriem sekvenēja LVMI Silava Ģenētisko Resursu centrā.

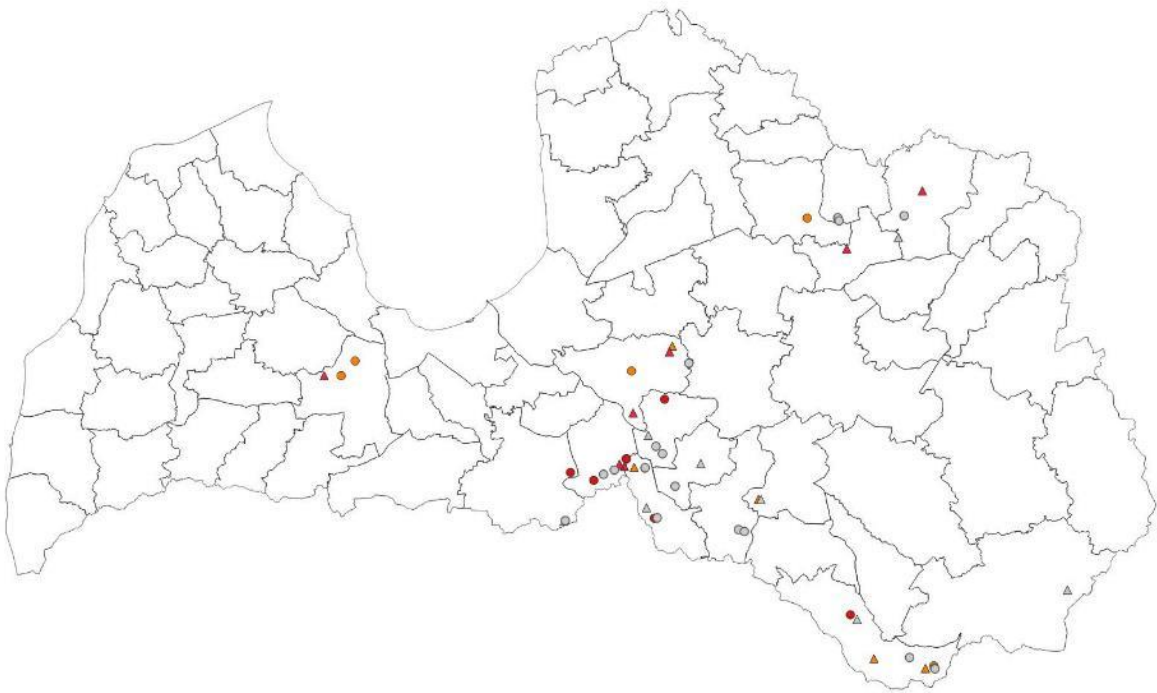
1.1.2. Rezultāti

No 50 apsekotajām audzēm fitofloras simptomi konstatēti 24 audzēs – 12 no 20 dinamikas parauglaukumiem un 12 no 30 papildus atlasītajām audzēm. Deviņas audzēs atrasti tikai simptomātiski baltalkšņi, 13 audzēs - tikai simptomātiski melnalkšņi, bet divās audzēs – gan melnalkšņi, gan baltalkšņi (1. pielikums, 1.1. attēls). Kopumā 58 % simptomātisko koku bija baltalkšņi un 42 % - melnalkšņi. Analizētajos parauglaukumos novērtēts arī citu koku sugu fitosanitārais stāvoklis; simptomātiski citu sugu koki netika konstatēti.



1.1. attēls. Simptomātisks baltalksnis 2023. 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).

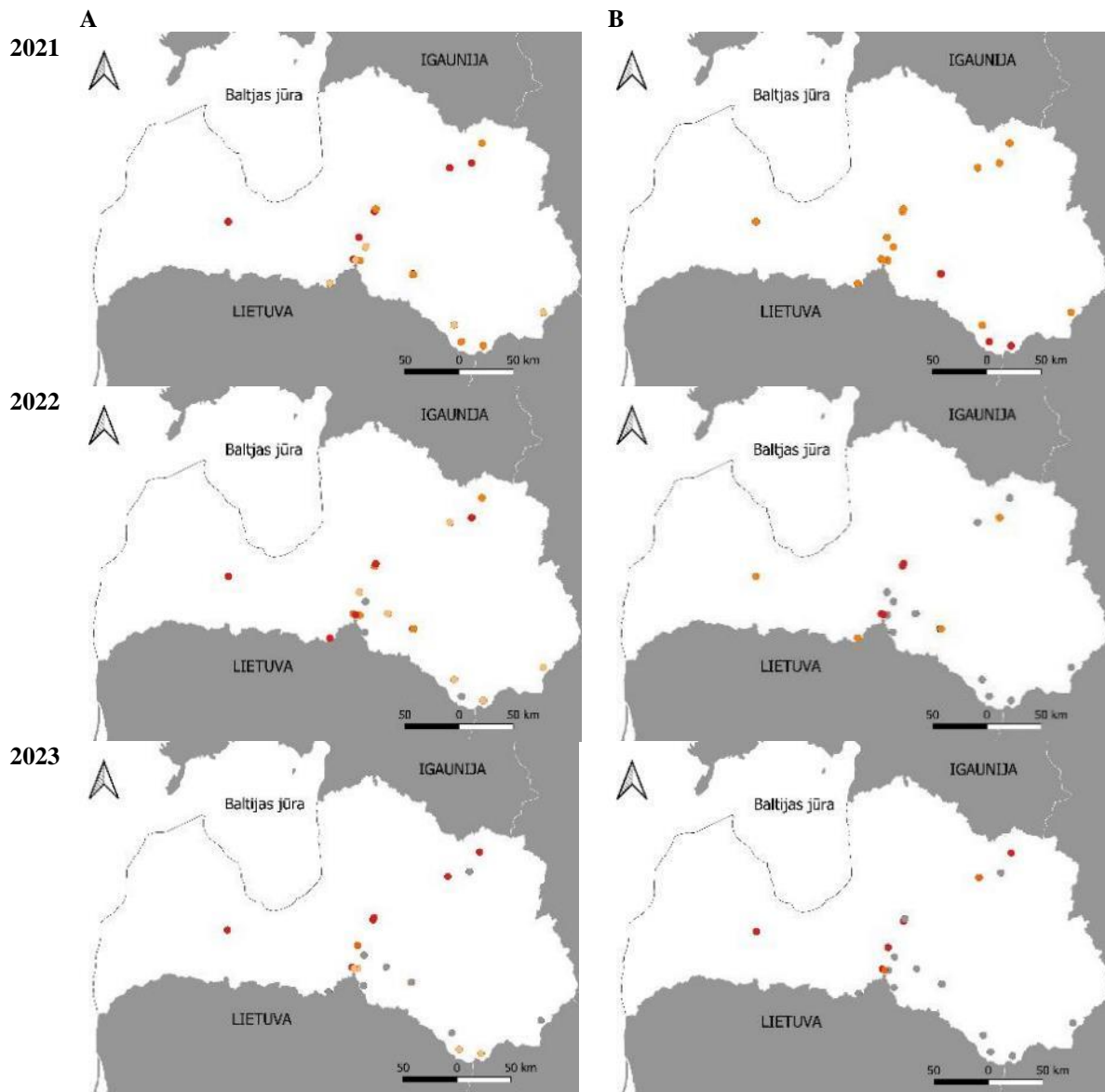
Pozitīvi fitoformas testa rezultāti iegūti 13 audzēs – septiņos no 12 dinamikas parauglaukumiem ar simptomātiskajiem alkšņiem un sešos no 12 papildus atlasītajiem objektiem ar simptomātiskiem alkšņiem (1.2. attēls). Sešās audzēs pozitīvi testa rezultāti iegūti, pārbaudot baltalkšņa paraugus, savukārt septiņās audzēs – melnalkšņa paraugus (1.2. attēls). No pozitīvajiem fitoformas testa rezultātiem 64 % tika iegūti no baltalkšņa koksnes paraugiem un 36 % - no melnalkšņa.



1.2. attēls. Apsekotās alkšņu audzes 2023. gadā. Dinamikas parauglaukumi apzīmēti ar trīsstūriem, papildu apsekotās melnalkšņu audzes apzīmētas ar apliem. 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 trīs gadu periodā (1.3. attēls). Līdzīgi kā 2022. gadā, 2023. gadā konstatētais simptomātisko audžu skaits un ar fitoftoras testeriem infekciju apstiprināto audžu skaits bija mazāks kā 2021. gadā. Salīdzinot ar 2023. gada apsekojumu, 2022. gadā vairāk audzēs konstatēti koki ar simptomiem. Līdzīgi kā 2022. gadā, audzes ar simptomātiskiem alkšņiem galvenokārt lokalizētas Latvijas dienvidu un centrālajā daļā (1.3. attēls), kā arī atkārtoti konstatētas vairākas inficētas audzes nelielā attālumā viena no otras, kas liecina par lokālām inficētām platībām ap konkrētām ūdenstilpēm.

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). Vainaga stāvokļa novērtējums liecina, ka patogēna ietekme uz alkšņu vitalitāti inficētajās audzēs nav izteikta – vidējais vainaga vitalitātes indekss bija 0,5. Kopumā no 804 apsekotajiem kokiem 66 % bija bez vainaga bojājumiem; 23 % - ar vainaga bojājumiem zem 25 % un 11 % - ar vainaga bojājumiem virs 25 %. Tikai vienā parauglaukumā 502. kvartālapgabalā vidējais vainaga bojājums ballēs bija starp 2 un 3, respektīvi – audzē dominēja koki ar vainaga bojājumu (1. pielikums). No 65 simptomātiskajiem alkšņiem 23 % bija bez vainaga bojājumiem, 32 % - ar vainaga bojājumiem zem 25 % un attiecīgi 45 % - ar vainaga bojājumiem virs 25 %.



1.3. attēls. Apsektie alkšņu dinamikas parauglaukumi 2021.-2023. 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).

No inficētiem kokiem (testa rezultāts pozitīvs vai simptomi ļoti izteikti) ievākti paraugi fitoftoras tīrkultūru izdalīšanai. Kopumā LVMI Silava Meža fitopatoloģijas un mikoloģijas laboratorijai tīrkultūru izdalīšanai nodoti 38 koksnes vai mizas paraugi. Neskatoties uz pievienotajām antibiotikām barotnēm, baktēriju īpatsvars paraugos bija augsts. Atsevišķos paraugos novērota arī askusēņu *Trichoderma*, *Penicillium* un *Fusarium* attīstība. Kopumā septiņos paraugos konstatēts micēlijs, kas iespējams atbilst fitoftorām. Šie paraugi testēti ar ģintij specifiskiem molekulāriem praimeriem. Molekulārās analīzes apstiprināja, ka no viena parauga izdalīts fitoftoras micēlijs. Šis paraugs ievākts 2023. gada 18. oktobrī Skaistkalnes iecirkņa 505. kvartālapgabala 324. kvartāla 17. nogabalā (audzes formula 9M1B21 ats E19).

Paraugu veidoja miza un koksne no melnalkšņa stumbra. Izdalītā tīrkultūra identificēta kā fitofoora un sekvenējot DNS, noteikts, ka tīrkultūra pieder *P. alni* sugu kompleksam (*P. alni* subsp. *uniformis*). Jāatzīmē, ka tīrkultūra izdalīta no melnalkšņa audzes, kura atrodas 20 km rādiusā no fitofooras dinamikas parauglaukuma, kur 2022. gadā no ievākta baltalkšņa mizas un urbuma parauga izdalīja tīrkultūru, ko arī pēc morfoloģiskajām pazīmēm un, lietojot molekulārās metodes, identificēja kā *P. alni*. Abas šīs audzes atrodas netālu no Lietuvas pierobežas. Lietuvas dati liecina, ka tur *P. alni* ir izplatīta gandrīz visā valsts teritorijā. Attiecībā uz *P. alni* kompleksa taksonu detalizētāku identifikāciju, Norkute (2018) norādījusi, ka Lietuvā galvenokārt sastopamas pasugas *P. alni* subsp. *alni* un *uniformis*.

Četrās jaunaudzēs, kas apsektas papildus, konstatēti melnalkšņi ar fitofoori raksturīgajiem simptomiem (1.4. attēls, 2. pielikums). Jaunaudzēs kopumā apsekoti 336 melnalkšņi, no tiem 38% bija jau atmiruši, bet fitofooras simptomi novēroti 21% melnalkšņu. Kopumā 4-6 simptomātiskiem kociem šajās audzēs veikti ātrie fitofooru noteikšanas testi; 40% veikto testu uzrādīja pozitīvu rezultātu. Pozitīvi fitofooras testi netika iegūti paraugos no apsekotajām 110. kvartālapgabala jaunaudzēm (110-305-20 un 110-305-24), kur simptomātisko kociņu īpatsvars bija, attiecīgi, 16% un 17%, pilnībā atmiruši melnalkšņi netika konstatēti. Savukārt apsekotajās 802. kvartālapgabala jaunaudzēs (802-334-31-0 un 802-295-19-0) atmirušo kociņu īpatsvars bija, attiecīgi, 79% un 76%, fitofooras simptomi šajās audzēs konstatēti 13% un 34% melnalkšņu, un astoņi no 10 fitofooras testiem uzrādīja pozitīvu rezultātu. Tā kā no jaunaudzēs ievāktā materiāla laboratorijas apstākļos uz barotnēm neattīstījās fitofooras micēlijs, patogēna suga nav identificēta. Iegūtie rezultāti apstiprina, ka stādītajās melnalkšņu jaunaudzēs pastāv fitofooru infekcijas risks, ko paredzēts analizēt nākamajā pētījuma etapā.



1.4. attēls. Melnalkšņi ar nekrotiskiem plankumiem uz stumbra mizas (pa kreisi) un zem mizas (pa labi) (J. Lekaviča foto).

Raksts D. Kļaviņa et al. "Phytosanitary assessment of black and grey alder stands in Latvia" publicēts žurnālā *Scandinavian Journal of Forest Research* (<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02827581.2023.2290237>).

1.1.3. Secinājumi

1. Trīs gadu periodā fitoftoru infekcija apsekotajās audzēs ir konstatēta atkārtoti, bet kopumā simptomātisko koku īpatsvars būtiski nepalielinās.

2. Alkšņu fitoftora *P. alni* apstiprināta divās audzēs Vidusdaugavas reģiona Skaistkalnes iecirknī.

3. Divās jaunaudzēs Ziemeļlatgales reģiona Lubānas iecirknī melnalkšņu kalšana saistāma ar fitoftoru infekciju, līdz ar to nākamajā etapa darba uzdevumos paredzēts iekļaut stādīto melnalkšņu jaunaudžu apsekojumu.

1.2. Sēņu izraisīto skuju slimību monitorings

Publikācijas “Pine needle pathogen *Lecanosticta acicola* spreads into native Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in Latvia” manuskripts par *Lecanosticta acicola* sastopamību priežu jaunaudzēs Latvijā sagatavots iesniegšanai un pievienots pārskata dokumentācijai. Pētījuma dati prezentēti SNS sanāksmē Zviedrijā no 11. līdz 13. septembrim. Papildus apsektas septiņas no pētījuma audzēm, kurās 2022. gadā ievākto paraugu papildus analīzē ar molekulārajām metodēm konstatēta *L. acicola*. Kopumā ierīkoti septiņi apļveida parauglaukumi (rādiuss – 5,64 m (100 m²); 12– 43 koki katrā), lai novērtētu skujbires intensitāti ballēs blakus augošajiem kokiem, parauglaukumam par centru ņemts inficētais koks. Piecās audzēs ierīkots viens parauglaukums; vienā audzē – divi. Katrā apļveida parauglaukumā ievākti skuju paraugi no pieciem kokiem, kuros ar *L. acicola* specifiskiem praimeriem noteikta patogēna klātbūtne. *L. acicola* konstatēta 12 no 35 analizētajiem paraugiem, kas norāda, ka patogēns sastopams audzēs uz vairākiem kokiem.

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

Saistībā ar klimata pārmaiņām Latvijā, līdzīgi kā citur Eiropā, potenciāli pieaugs lapu koku īpatsvars, tādēļ svarīgi izvērtēt iespējamos fitopatoloģiskos riskus. Pētījuma ietvaros novērtēts fitopatoloģiskais stāvoklis vairākām lapu koku sugām, izvērtējot iespējamus patogēnus un to sastopamību mežaudzēs.

2.1. Bērzu *Betula sp* un apšu *Populus sp* inficēšanās ar trupi izraisošām sēnēm

Manuskripts par hibrīdapšu trupi ir publicēts žurnālā “Diversity” (Kļaviņa, D.; Matisons, R.; Auniņa, A.; Striķe, Z.; Ciseļonoka, L.; Krastiņa, K.; Zeps, M.; Jansons, Ā.; Bitenieks, K.; Ruņģis, D.E.; Gaitnieks, T. Frost Cracks Show a Slight Effect on Fungal Richness in Stem Wood of Hybrid Aspen Trees in Latvia. Diversity 2024, 16, 14. <https://www.mdpi.com/1424-2818/16/1/14>).

Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātē Annija Auniņa aizstāvējusi maģistra darbu par apses un hibrīdapses trupi “Parastās apses *Populus tremula* L. un apšu hibrīda *Populus tremuloides* Michx. X *Populus tremula* L. koksni kolonizējošās sēnes”. Šī pētījuma rezultāti prezentēti divās konferencēs – SNS sanāksmē Zviedrijā no 11. līdz 13. septembrim, kā arī Jauno zinātnieku konferencē Lietuvā 2023. gada 16. novembrī. Iesniegšanai ir sagatavots manuskripts par bērzu un apšu trupi izraisošajām sēnēm.

Ir publicēts raksts Žurnālā “Baltic Forestry” (Matison, I., Kaupe, D., Matisons, R., Kļaviņa, D. and Jansons, Ā. 2023. Understory changes in mixed elm stands in response to canopy dieback in Latvia. Baltic Forestry 29(2): id712. <https://balticforestryojs.lammc.lt/ojs/index.php/BF/issue/view/23>).

2.2. *Ophiostoma ulmi* un *O. novo-ulmi* izplatības un izraisīto bojājumu novērtējums Latvijā

Gobas un vīksnas Latvijas mežos aizņem mazāk nekā 1% Latvijas mežu teritorijas (Meža nozare skaitļos un faktos, 2023), tomēr šis ģints sugu fitopatoloģiskā stāvokļa monitorings saistībā ar *Ophiostoma* spp izplatību un izraisītajiem bojājumiem ir izvirzīts kā viens no šīs pētījumu programmas uzdevumiem. Šajā etapā apsekotas parastās gobas *Ulmus glabra* Huds. vai parastās vīksnas *Ulmus laevis* Pall. jaunaudzēs, lai novērtētu koku vainaga stāvokli un ievāktu paraugus slimības izraisītāja diagnostikai.

2.2.1. Literatūras apskats

Gobu *Ulmus* ģints ietver vairākas lapu koku sugas, starp kurām parastā goba *Ulmus glabra* un parastā vīksna *Ulmus laevis* ir visbiežāk izplatītās Latvijā un izceļas ar savu ekoloģisko nozīmi (Jūrisoo *et al.*, 2019), kas galvenokārt izpaužas ar lielu sugu un biotopu daudzveidību un ekosistēmas pakalpojumu klāstu (Juriado *et al.*, 2009; Thor *et al.*, 2010; Moricca *et al.*, 2018; Marčiulynas *et al.*, 2022). Taču abu sugu vitalitāti un veselību arvien vairāk apdraud dažādi sēņu patogēni, kuru postošā ietekme būtiski apdraud šo koku sugu

populācijas. Slimības var izpausties dažādi: kā vīte, vēzis, defoliācija un smagos gadījumos arī pilnīga koku bojāeja.

Visnopietnākā slimība gan Eiropā, gan arī citur pasaulē ir *Ophiostoma ulmi*, *O. novo-ulmi* un *O. novo-ulmi* pasugu izraisītās infekcijas jeb Holandes gobu slimība. Šo sēņu sporas galvenokārt pārnēsā mizgrauži *Scolytus* spp., kuri barošanās laikā tās izplata audzē (Menkis *et al.*, 2016). Abas jau pieminētās koku sugas ir uzņēmīgas pret *Ophiostoma* izraisīto slimību, taču slimība visbiežāk skar gobas (Jūrisoo *et al.*, 2019, 2021a; Matisone *et al.*, 2020), jo mizgrauži pamatā invadē tieši šo koku sugu (Webber, 2000). Visbiežāk slimo 10–40 gadus veci koki. Infekcija saasinās karstā un sausā laikā (Miezīte, 2017).

Lai gan abas *Ophiostoma* sugas izraisa vienu un to pašu slimību, *O. novo-ulmi* un tās pasugas tiek uzskatītas par agresīvāku patogēnu ar augstāku virulenci. Turklāt *O. novo-ulmi* izplatās straujāk, ir spējīga vieglāk pielāgoties un inficēt dažādas gobu dzimtas sugas (pat tās, kas iepriekš izrādīja vērā ņemamu rezistenci pret *O. ulmi*), kā arī izkonkurē *O. ulmi* populāciju (Et-Touil *et al.*, 2019; Jūrisoo *et al.*, 2021a).

Kā jau minēts, galvenie vektori *Ophiostoma* izplatībai ir gobu mizgrauži jeb gremzdgrauži (Jūrisoo *et al.*, 2021b). Tie galvenokārt invadē novājinātus kokus, kur vairojas zem mizas un veido galerijas vaskulārajos audos, kur arī dēj olas. Pēc 10 dienām izšķīļas jaunie kāpuri un turpina grauzt ejas tālāk koksnē. Tur kāpuri iekūņojas, pārziemo, un pavasarī maija beigās vai vasaras sākumā izšķīļas jaunie kukaiņi (Rupais, 1999; Bouchard, 2014). Ja koks ir inficēts ar *Ophiostoma*, patogēna producētās lipīgās konīdijas pielīp pie jaunajiem kukaiņiem, kad tie izlido. Sporas iekļūst koka vaskulārajā sistēmā, mizgraužiem barojoties zaru žāklēs un veidojot ejas lūksnē un aplievā. Arī mehāniski bojājumi var izraisīt koka inficēšanos ar sporām; šajā gadījumā galvenie vektori patogēna izplatībai ir lietus un vējš. Sporām attīstoties, micēlijs izplatās kukaiņu ejās, mizā un vadaudos, kur izraisa traucējumus ūdens un barības vielu apritē. Lokāli sporas izplatās arī ar sakņu kontaktiem (Santini & Faccoli, 2015). Inficētajiem kokiem dzeltē lapas, tie vīst, kalst un visbeidzot iet bojā (Menkis *et al.*, 2016; Miezīte, 2017). Slimība progresē vien 1–3 gadu laikā (Miezīte, 2017).

Centieni kontrolēt šo slimību visbiežāk ietver sanitāros pasākumus: inficēto koku nociršana un sadedzināšana. Kokus iespējams arī vakcinēt ar fungicīdiem vai bioloģiskiem preparātiem, lai kontrolētu slimības izplatību. Vislielākais potenciāls līdz šim ir novērots specifiskiem mikovīrusiem, kuri samazina patogēnās sēnes micēlija attīstību un sporulāciju. Taču šo vīrusu izplatība ir ciešā mērā saistīta ar patogēna ģenētisko variāciju, un reģionos, kur jau izplatījušies dažādi vienas sugas genotipi, šis bioloģiskās kontroles potenciāls būs ierobežots. Aprakstītas arī vakcīnas ar vājas patogenitātes *O. ulmi* celmiem, taču tās nenodrošina pilnīgu koka imunitāti, it īpaši ilgtermiņā. Tiek minētas arī vakcīnas ar *Verticillium albo-atrum*, kā arī citām *Verticillium* ģints sēnēm, *Phaeothea dimorphospora* un *O. piceae*, taču arī šis bioloģiskās kontroles apstrādes veids ir atkarīgs no tādiem faktoriem kā koka genotips un vides apstākļi (Martín *et al.*, 2019).

Intensīvi *Ophiostoma* pētījumi norisinās daudzās Eiropas valstīs, arī Ziemeļeiropā. Igaunijā *O. novo-ulmi* un tās pasugas izdalītas no vairākiem gobu mizgraužiem (*S. laevis*, *S. multistriatus*, *S. triarmatus* un *S. scolytus*), kā arī no divām citām vaboļu sugām: *Xyleborus dispar* un *Xyleborinus saxesenii* un ir strauji izplatījušies visā Igaunijas teritorijā (Jūrisoo *et al.*, 2021b). Zviedrijā pēdējos gados arvien pieaug to *S. multistriatus* īpatsvars, kas pārnēsā *Ophiostoma* sporas (Menkis *et al.*, 2016). Arī Lietuvā *O. novo-ulmi* izplatījušies vairākos reģionos, taču infekcijas saistība ar kādu no mizgraužiem nav pētīta (Motiejūnaitė *et al.*, 2016; Marčiulynas *et al.*, 2022). Tāpat arī Latvijā *O. novo-ulmi* konstatēta gan gobām, gan vīksnām, un atrastas arī *Ophiostoma* pasugas, it īpaši audzēs Latvijas dienvidos (Matisone *et al.*, 2020). Neskatoties uz to, kopējā *Ophiostoma* sugu un pasugu izplatība Latvijā nav zināma. Nav informācijas arī par galveno slimības vektoru, *Scolytus* spp., izplatību. Līdz šim minēts, ka viens no infekcijas pārnēsātājiem, *S. triarmatus*, Latvijā nav atrodams, kamēr Igaunijas

pētījumi jau šo sugu min kā vienu no visbiežāk sastopamo gobu un vīksnu kaitēkli (Jürisoo *et al.*, 2021b).

Potenciāls drauds Eiropas gobām un vīksnām ir *Botryodiplodia hypodermia* izraisītais vēzis. Koksne, kas inficēta ar patogēnu, kļūst sarkanbrūna līdz brūngani melna, mīksta un piesūcināta ar ūdeni. Mizā redzama skaidra demarkācijas līnija starp bojāto un veselo koksni. Lapotne virs inficētās vietas paliek hlorotiska, vīst un atmirst. Visbeidzot arī visa stumbra daļa no vēža bojātās daļas uz augšu iet bojā. Slimība attīstās īpaši strauji, ja koks inficēts augšanas sezonas vidū pieaugošā nepieciešamā ūdens daudzuma dēļ. Šobrīd Eiropā zināmi vien daži inficēšanās gadījumi, visnesenākais 2019. gadā Polijā, taču situāciju nepieciešams monitorēt (Bartnik *et al.*, 2019)

Gobām konstatēta arī sakņu, aplievas un serdes trupe. Sakņu trupes galvenais izraisītājs ir *Armillaria mellea*, kas izraisa vīti, priekšlaicīgu lapu dzelti, kā arī zaru un visbiežot visa koka bojāeju. Kā serdes trupes patogēni ir minēti *Aurantiporus fissilis*, *Fomes fomentarius*, *Ganoderma applanatum* un *Polyporus squamosus*. Šīs sugas var inficēt ļoti dažādas saimniekoku sugas un ir bieži sastopamas vecos, jau novājinātos vai ievainotos kokos. Būtiskākie aplievas patogēni ir *Bjerkandera adusta*, *Daldinia concentrica*, *Hypoxylon rubiginosum*, *Irpex lacteus*, *Stereum hirsutum* u.c., kuri inficē kokus caur koksnes bojājumiem, ātri attīstās un reproducējas, kā arī viegli pielāgojas vides izmaiņām (Vemić, 2022).

Citas gobu un vīksnu infekcijas lielākoties bojā koku lapas un ir relatīvi vājš drauds abām sugām. Lapu plankumainību gobām izraisa *Stegophora ulmea* un *Mycosphaerella ulmi* (Vemić, 2022). Turpretī *Verticillium* spp., galvenokārt *V. dahliae*, invadē koka vadaudu sistēmu un izraisa lapu dzeltēšanu un defoliāciju, kā arī koka vīšanu un kalšanu, taču tikai reti izraisa koku bojāeju. *Verticillium* spp. ir augsnes patogēns un visbiežāk inficē kokus, kuri aug smagās, blīvās, pārmitrās augsnēs. Mikrosklerociji saglabājas augsnē ilgu laiku un inficē koku caur saknēm (Scheffer *et al.*, 2008; Keykhasaber *et al.*, 2017; Kowalska, 2021).

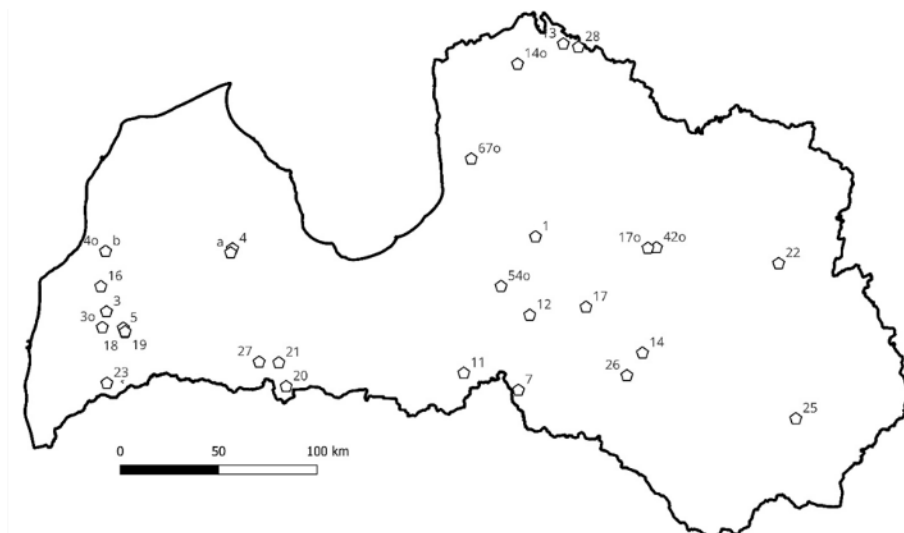
No lapu slimībām jāpiemin arī miltrasa, ko izraisa *Erysiphaceae* dzimtas sēnes. Tā izpaužas kā gaiša, pūderveida apsarme lapas virspusē. Inficētās lapas krokojas vai kā citādi deformējas. Līdzīgi kā ar citām lapu slimībām, miltrasa būtiski neietekmē koku ilgtermiņā, taču stipras infekcijas gadījumā tā var aizkavēt koka attīstību un novājināt to. Miltrasa galvenokārt izplatās ar vēja palīdzību un infekcija saasinās mērenās temperatūrās; tā ir jutīga pret temperatūras ekstrēmiem (Heluta *et al.*, 2009; Lilja *et al.*, 2010).

Pētījumi par gobu un vīksnu patogēniem skaidri norāda, ka *Ophiostoma* ir visbīstamākā slimība, kas skar abas sugas, un jāņem vērā, ka galvenokārt tieši kaltošus, novājinātus kokus inficē arī citas patogēnās sēnes un apdraud mizgrauži, kas pārnēsā *Ophiostoma* sp. sporas.

2.2.2. Materiāli un metodes

2.2.1.1. Lauka darbu metodika

Valsts meža dienesta (2023) datubāzē atlasītas 32 gobu/vīksnu jaunaudzēs vecumā līdz 20 gadiem, kuru platība $\geq 0,3$ ha un kur gobu/vīksnu īpatsvars ir vismaz 40%. Pētījumu vietas izvēlētas bez iepriekšēja novērtējuma dabā. Tā kā 13 no atlasītajām audzēm dabā neatbilda prasītajiem kritērijiem (lielākoties sastāvā nebija goba vai vīksna vai audzes nebija pieejamas), tika izvēlētas papildus audzes. Pētījumam dati ievākti 30 jaunaudzēs (2.1. attēls, 4. pielikums), tajā skaitā deviņas, kas nebija atlasītas datubāzē, bet dabā atbilda prasītajiem kritērijiem. Tā kā tikai trīs audzēs konstatēta vīksna, tad analizē vīksnas audzes atsevišķi netika izdalītas. Apsekotās jaunaudzēs pārstāv dažādus meža tipus (Vr – 14 jaunaudzēs, Gr – 9, Dm – 6, Grs – 1) (4. pielikums).



2.1. attēls. Apsekotās *Ulmus spp.* jaunaudzes Latvijā.

Audzū apsekošana veikta pēc iepriekš aprobētas metodikas (Pušpure *et al.*, 2017). Katrā jaunaudzē pa garāko diagonāli no jaunaudzes malas ierīkots viens 2×100 m parauglaukums (mazāka izmēra jaunaudzēs divi 2×50 m parauglaukumi), kurā uzskaitīti visi koki un krūmi, noteikts to augstums, kā arī vizuāli piecu klašu robežās noteikta gobu inficētība ar patogēnajām sēnēm *Ophiostoma spp.* (2.1. tabula). Koku un krūmu augstums iedalīts astoņās klasēs: I 0,3 – 0,5 m; II 0,51 – 1,0; III 1,01 – 1,5; IV 1,51 – 2,0; V 2,01 – 2,5; VI 2,51 – 3,0; VII 3,01 – 4,0; VIII < 4,01. Katrā audzē no 1–3 kociem ievākti nelieli (~ 10 cm gari) kalstošu zaru paraugi ar *Ophiostoma spp.* bojājumu pazīmēm (brūnu gredzenu) (2.2. attēls.), ko laboratorijā izmantos slimības izraisītāja identificēšanai.

2.1. tabula. *Ophiostoma spp.* slimības klases

Klase	Bojājumu pakāpe (%)	Vizuālais raksturojums
1	0 - 10	Koks vizuāli vesels vai nedaudz bojātas atsevišķas lapas
2	11 - 25	Bojātas vairākas lapas, atsevišķas nekrozes uz mizas
3	26 - 60	Pilnībā bojāts/atmiris atsevišķs zars; bojāta daļa lapojuma; nekroze uz mizas lielos laukumos
4	61 - 99	Pilnībā bojāta līdz atmirusi daļa vainaga; daļēji bojāts viss vainags; dzīvi atsevišķi ūdenszari
5	100	Koks pilnīgi nokaltis



2.2. attēls. Ievāktais *Ulmus* spp. paraugs ar *Ophiostoma* spp. slimības simptomiem.

2.2.1.2. Laboratorijas darbu metodika

Ievāktos paraugus līdz apstrādei laboratorijā glabā sasaldētus. Zarus atsaldē un ievieto laboratorijas boksā. Veic ārēju zaru dezinfekciju, tos apsmidzinot ar 70% etanolu, un ļauj nožūt apmēram vienu stundu, pēc tam zarus nomizo. Ar atkārtoti sterilizētu skalpeli veic četrus šķērseniskus iegriezumus nomizotajā zara daļā inficētajā koksne, kur lokalizēta *Ophiostoma ulmi* vai *O. novo-ulmi*. Sēņu izolēšanai un kultivēšanai lietota iesala agara barotne ar antibiotiku (barotnes sastāvs uz vienu litru: 15 g iesala ekstrakta, 12 g mikrobioloģiskā agara; pēc autoklāvēšanas, kad kolba ir atdzisusi, pievieno 0,7 g hloramfenikola). Ar sterilu pinceti veiktos izgriezumus liek Petri traukā uz sagatavotās barotnes, nedaudz tos iespiežot, lai izgriezumi tiktu nofiksēti. Petri trauka vāku nofiksē ar parafilmu un liek inkubēt 21 °C temperatūrā, kamēr barotnē izaug *O. ulmi* vai *O. novo-ulmi*, kas parasti aizņem 5 līdz 10 dienas.

2.2.3. Rezultāti

Audzū uzmērīšana un *Ophiostoma* spp. bojājumu novērtēšana veikta 30 *Ulmus* spp. jaunaudzēs (2.1. attēls, 4. pielikums).

Kopumā audzēs vidēji konstatētas $8,8 \pm 0,6$ (vidējais \pm standartklūda) sugas, tajā skaitā $4,8 \pm 0,3$ koku un $4,0 \pm 0,3$ krūmu sugas. Audzēs vidējā koku biežība bija 8826 ± 1094 koki ha^{-1} , bet krūmiem 8520 ± 1049 atvases ha^{-1} . Vidējā *Ulmus* spp. biežība bija 4363 ± 529 koki ha^{-1} . *Ophiostoma* spp. bojājumi uzskatāmi par salīdzinoši maziem, jo vidējā slimības klase audzēs bija $1,1 \pm 0,04$. No visiem apsekotajiem *Ulmus* spp. kokiem 95,6% bija bez vizuāliem *Ophiostoma* spp. bojājumiem, otrā slimības klase konstatēta 2,2%, trešā – 0,7%, ceturtā – 0,2%, bet piektā (nokaltuši) 1,3% koku. Starp audzēm novērotas mērenas atšķirības slimības intensitātei, par ko liecina variācijas koeficients 0,2. Simptomātisko koku īpatsvars audzēs bija robežās no 0 līdz 15,7%. Katras audzes *Ophiostoma* spp. bojājumi un patogēna klātbūtne atspoguļota 2.3. tabulā.

2.3. tabula. *Ophiostoma* spp. bojājumi un patogēna klātbūtne apsekotajās audzēs.

Objekts	Gobu / vīksnu biezums audzē (koki ha^{-1})	Apsēkotās gobas / vīksnas (skaits)	Vesēlie koki (skaits (% no visiem))	Simptomātiskie koki (skaits (% no visiem))	Nokaltušie koki (skaits (% no visiem))	Audzēs vidējā slimības klase	Ievāktā paraugu skaits	Patogēna micēlijs konstatēts ir/ nav
3o	1950	39	37 (94,9)	0 (0)	2 (5,1)	1,21	1	1
16	1950	39	37 (94,9)	2 (5,1)	0 (0)	1,08	1	0
17	6050	121	106 (87,6)	4 (3,3)	11 (9,1)	1,40	3	1
1	4100	82	80 (97,6)	2 (2,4)	0 (0)	1,05	3	0

18	2250	45	42 (93,3)	2 (4,4)	1 (2,2)	1,13	2	0
19	3450	69	68 (98,6)	1 (1,4)	0 (0)	1,01	2	1
4o	5650	113	109 (96,5)	4 (3,5)	0 (0)	1,04	2	0
54o	5850	117	117 (100)	0 (0)	0 (0)	1		
26	4750	95	87 (91,6)	6 (6,3)	2 (2,1)	1,17	2	0
21	600	12	8 (66,7)	1 (8,3)	3 (25)	2,17	2	2
3	10050	201	196 (97,5)	4 (2)	1 (0,5)	1,05	3	3
42o	950	19	16 (84,2)	3 (15,8)	0 (0)	1,16	3	1
22	1350	27	26 (96,3)	1 (3,7)	0 (0)	1,04	4	0
23	3800	76	70 (92,1)	3 (3,9)	3 (3,9)	1,21	3	3
27	4050	81	81 (100)	0 (0)	0 (0)	1	1	0
28	10950	219	215 (98,2)	2 (0,9)	2 (0,9)	1,05	4	0
4	5800	116	115 (99,1)	0 (0)	1 (0,9)	1,03	2	0
5	4450	89	87 (97,8)	2 (2,2)	0 (0)	1,02	2	2
25	5350	107	103 (96,3)	4 (3,7)	0 (0)	1,04	2	0
7	4900	98	97 (99)	1 (1)	0 (0)	1,01	2	1
14o	1150	23	19 (82,6)	3 (13)	1 (4,3)	1,30	5	0
67o	1750	35	33 (94,3)	2 (5,7)	0 (0)	1,09	4	4
17o	1400	28	27 (96,4)	1 (3,6)	0 (0)	1,04	1	0
11	850	17	17 (100)	0 (0)	0 (0)	1		
12	4950	99	98 (99)	1 (1)	0 (0)	1,01	1	1
13	6200	124	117 (94,4)	4 (3,2)	3 (2,4)	1,15	2	0
14	5000	100	79 (79)	20 (20)	1 (1)	1,36	4	1
a	5000	100	98 (98)	1 (1)	1 (1)	1,05		
b	8950	179	177 (98,9)	2 (1,1)	0 (0)	1,01		
20							2	2

Koksnes paraugi ievākti no 63 simptomātiskām gobām/vīksnām 26 jaunaudzēs (2.3. tabula). Paraugi līdz tālākai apstrādei uzglabāti sasaldētā veidā. Kad visas audzes apsekotas, visi paraugi vienlaikus sagatavoti un uzlikti uz barotnēm. No 23 kokiem (37%), kas reprezentēja 13 audzes izdalīts *Ophiostoma* micēlijs.

2.2.4. Secinājumi

Lai gan atsevišķi simptomātiski koki konstatēti 84% apsekoto audžu, *Ophiostoma* spp. bojājumi uzskatāmi par salīdzinoši maziem, jo no visiem apsekotajiem *Ulmus* spp. kokiem 95,6% bija bez vizuāliem *Ophiostoma* spp. bojājumiem.

2.3. Izvērtēt ošu audžu atjaunošanos no fitopatoloģiskā aspekta

2.3.1. Literatūras apskats

Parastais osis (*Fraxinus excelsior*) ir bieži sastopama koku suga Eiropā, kas Latvijā atrodas tuvu sava areāla ziemeļu robežai. Sugas izvietojums Latvijā to padara īpaši jutīgu pret vides faktoriem. Oši, it īpaši jaunie kociņi, ir jutīgāki uz zemajām gaisa temperatūrām pavasarī un rudenī, salīdzinot ar citām platlapju sugām areāla ziemeļaustrumu robežās. Ošus nelabvēlīgi ietekmē arī augtenes mitruma apstākļu svārstības, piemēram, ilgstoši sausi vai mitri periodi, un tās eutrofikācija, kas būtiski iespaido ošu barošanās režīmu un tādejādi ietekmē koku fizioloģiskos procesus (Ahlberg, 2014).

Ošu audžu izplatība Latvijā ir nevienmērīga. Visbiežāk ošu audzes ir sastopamas Latvijas rietumu reģionos (Rietumzemgale, Kurzeme, Viduslatvija), kur klimats un augsne ir labvēlīgāki ošu attīstībai. Turpretī valsts austrumu reģionos (Alūksnes augstiene, Austrumlatgale, Latgales augstiene) ošu audžu īpatsvars ir mazāks (Kenigvalde *et al.*, 2010).

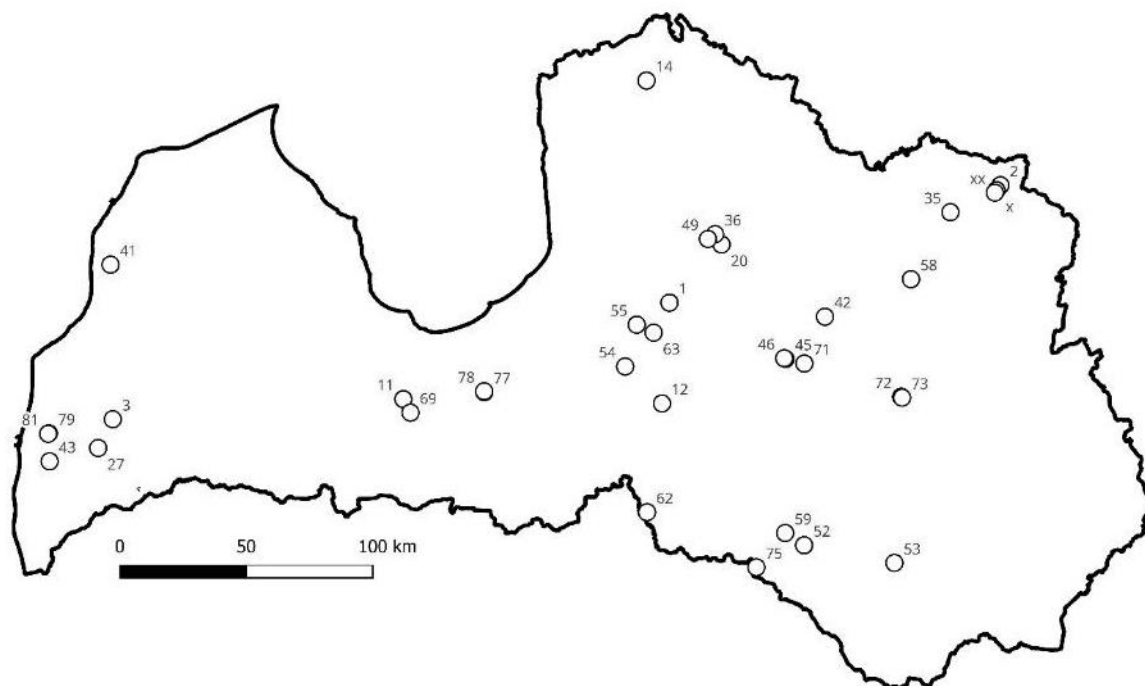
Ošu audzes Latvijā aizņem tikai 0,35% no kopējās mežaudžu platības pēc Valsts meža dienesta datiem (2021), un šī platība ir strauji samazinājusies pēdējās divās desmitgadēs (Laiviņš *et al.*, 2016, Matisone *et al.*, 2018). Arī Polijā pagājušā gadsimta 90-tajos gados tika novērota masveida ošu bojāeja, kur tā pirmo reizi reģistrēta ziemeļrietumu daļā (Kowalski, 2006), bet strauji izplatījies visā Polijas teritorijā, kā arī blakus esošajās valstīs. Vēlāk arī Lietuvā 60% ošu audžu konstatētas slimības pazīmes, bet tās izraisītājs netika noskaidrots (Lygis *et al.*, 2005, Lygis *et al.*, 2006). Latvijā ošu audžu platība 2000. - 2007. gadā samazinājusies par 23,3 %, visvairāk ietekmējot audzes Austrumlatgalē, Austrumzemgalē, Augšzemē, kā arī kūdreņu un purvaiņu ošu audzes (Kenigvalde *et al.*, 2010). Latvijā ošu bojāejas cēlonis visbiežāk ir askusēnes *Hymenoscyphus fraxineus* izraisītā infekcija, kas pirmo reizi konstatēta Latvijas rietumu reģionos (T. Kirisits, T. Gaitnieks, nepublicēti dati), bet patogēns laboratorijā izolēts un apstiprināts 2018. gadā (Matisone *et al.*, 2018).

Patogēnā sēne *H. fraxineus* līdz šim ir bijusi galvenais ošu bojāejas izraisītājs Latvijā un Eiropas austrumu daļā, turpretī pēdējos gados uzmanība arvien vairāk tiek pievērsta ošu smaragdzaļai krāšņvabolei *Agrilus planipennis*, kas ir izplatījies no Āzijas austrumiem uz Eiropu, un agresīvi invadē ošu audzes Eiropas austrumu daļā.

2.3.2. Materiāli un metodes

Pētījumam Valsts meža dienesta (2023) datubāzē pēc konkrētiem kritērijiem (vecums ≤ 15 gadi, platība ≥ 0,8 ha, osis pēc sastāva formulas ir vismaz 50%) atlasītas 83 parastā oša jaunaudzes. Pētījumu vietas izvēlētas bez iepriekšēja apsekojuma dabā. No atlasītajām audzēm, lauka dati ievākti un sākotnējai analīzei izmantotas 34 audzes (2.3. attēls, 2.3. tabula).

Audzū apsekošana veikta pēc iepriekš aprobētas metodikas (Pušpure *et al.*, 2017). Katrā jaunaudzē pa garāko diagonāli no jaunaudzes malas ierīkots viens 2 × 100 m parauglaukums, kurā uzskaitīti visi koki un krūmi, uzmērīts to augstums, kā arī vizuāli piecu klašu robežās noteikta ošu inficētība ar patogēno sēni *Hymenoscyphus fraxineus* (metodika atbilstoši *Ophiostoma* spp. novērtēšanai – skat. 2.1. tabulu). Koki un krūmi pēc to augstuma iedalīti 8 klasēs: I 0,3 – 0,5 m; II 0,51 – 1,0; III 1,01 – 1,5; IV 1,51 – 2,0; V 2,01 – 2,5; VI 2,51 – 3,0; VII 3,01 – 4,0; VIII < 4,01. Katrā audzē 1-3 kokiem ievākti nelieli (~ 10 cm gari) zaru paraugi ar *H. fraxineus* bojājumu pazīmēm (nekrozi) (2.4. attēls), ko laboratorijā izmantot slimību izraisošā patogēna izdalīšanai.



2.3. attēls. Pētījumā apsekotās parastā oša jaunaudzes Latvijā. Audžu atšifrējumi atbilst objektiem 2.3.tabulai.

2.3. tabula. Apsekotās parastā oša audzes.

Objekts	Kv	Nog	Anog	Platība	Meža tips	Audzis formula	Oša vecums	Apsaimniekotājs	Kadastra Nr.	X	Y
2	1	12	0	0,82	Vr	5Os 3A 2Ma9	9	Fiziska p.	36800090004	371319	702753
3	2	2	0	0,92	Gr	10Os15	15	Fiziska p	64940030023	278919	351924
11	1	4	0	0,83	Ap	6Os 4B8	8	Fiziska p	54620030072	286849	466758
14	348	2	0	0,82	Vr	6Os 2K 1A 1Pī8	8	Fiziska p	96840040024	412657	562862
20	1	14	0	1,05	Vr	6Os 2B 2A11	11	Fiziska p	42940010258	347922	592518
27	1	10	0	0,92	Vr	7Os 3Ba14	14	Fiziska p	64270060038	267547	346152
35	3	4	0	1,04	Vr	10Os11	11	Juridiska p.	36440040063	360677	682968
36	1	6	0	1,4	Vr	5Os 3A 1B 1Ma10	10	Juridiska p.	42940010217	351983	589986
41	1	4	2	1,72	Ap	5Os 3Ma 2A7	7	Juridiska p.	98780040044	339938	351047
42	1	19	0	4,09	Vr	5Os11 3Ba 2B116	11	Juridiska p.	70270080011	319399	633390
43	1	1	0	1,06	Ap	6Os 2B 1Oz 1A9	9	Juridiska p.	64600140102	262272	326954
45	1	42	0	0,93	Gr	6Os 2B 1Ba 1A8	8	Juridiska p.	70460020052	302725	617818
46	1	27	0	0,91	Vr	8Os 2Ba8	8	Juridiska p.	70460020052	302986	617296
49	1	9	0	0,96	Ap	5Os 2Ba 2B 1A15	15	Juridiska p.	42900020070	350111	587166
52	270	4	0	2,99	Gr	5Os 3A 2Ba11	11	Valsts	56820040207	229150	625159
53	25	3	0	1,97	Vrs	5Os 3Ma 2A4	4	Valsts	44620040001	222168	660839
54	159	14	0	1,44	Grs	10Os13	13	Valsts	74880080051	299761	554444
55	245	6	0	0,81	Vr	6Os11 2E16 1B1A11	11	Valsts	80740030409	316257	558998
58	302	12	0	2,17	Ap	5Os 3A 2Ma10	10	Valsts	50900080029	334208	667411
59	179	20	1	1,11	Gr	5Os 4Ma 1B10	10	Valsts	56820010100	233973	617685
62	372	22	0	0,96	Gr	10Os3	3	Valsts	32660110087	242179	563087
63	290	3	1	0,93	Vrs	5Os 2A 2Ba 1Ma12	12	Valsts	80740040179	313100	565693
69	216	3	2	1,11	As	7Os 1P 1B 1E10	10	Valsts	54620090132	281517	469569
71	344	20	1	1,61	Vr	10Os13	13	Valsts	70460080285	300923	625253
72	264	4	0	1,51	Ap	5Os 3Oz 1Ma 1B14	14	Valsts	70780010012	287761	663514

73	265	15	0	0,86	Vr	100s14	14	Valsts	70780010012	287408	663890
75	61	27	0	1,15	Vr	100s13	13	Valsts	56250080090	220420	606284
77	280	4	4	2,4	Ap	6Os 4B8	8	Valsts	80800110442	289602	498758
78	280	4	0	2,18	Ap	8Os 2B8	8	Valsts	80800110442	289962	498709
79	37	6	0	0,95	Vrs	100s5	5	Valsts	64600010055	273343	326630
81	37	4	0	2,1	Ap	100s5	5	Valsts	64600010055	273162	326390
x	284	6	0	0,8	Vrs		3	Valsts	36560130033	369361	701175
xx	296	1	0	1,93	Gr		3	Valsts	36560130033	368425	700542
1	1	1	0	0,8	Vr		13	Fiziska p	42680060183	324929	571942
12g	1	1	0	4,79	Gr		3	Fiziska p	32820020050	285153	569013



2.4. attēls. Ievāktais oša zaru paraugs ar *H. fraxineus* slimības simptomiem.

2.3.1.2. Laboratorijas darbu metodika

Ievāktos paraugus nogādā laboratorijā aukstumkastē un līdz apstrādei (1 – 3 dienas) uzglabā ledusskapī. Laboratorijā sterilā laminārā veic ārēju zaru dezinfekciju, tos apsmidzinot ar 70% etanolu, un ļauj nožūt apmēram vienu stundu. Pēc virsmas dezinficēšanas zarus nomizo. Ar atkārtoti sterilizētu skalpeli atdala nelielu (aptuveni 0,5 x 0,5 cm) koksnes paraugu. Ar sterilu pinceti koksnes gabalu novieto Petri traukā uz iesala agara barotnes, kam pievienots hloramfenikols, nedaudz tos iespiežot, lai izgriezumi tiktu nofiksēti. Trauka vāku nofiksē ar parafilmu un liek inkubēties 10 °C temperatūrā. Kultivēšanai tiek lietota iesala agara barotne ar antibiotiku (barotnes sastāvs uz vienu litru: 15 g iesala ekstrakta, 12 g mikrobioloģiskā agara; pēc autoklāvēšanas, kad kolba ir atdzisusi, pievieno 0,7 g hloramfenikola).

2.3.3. Rezultāti

Audzū apsekošana veikta 2023. gada augustā un septembrī, kad *H. fraxineus* bojājumi dabā labi saskatāmi (Lygis *et al.*, 2014). Apsekotajās audzēs uzskaitītas vidēji $5,7 \pm 0,3$ koku un $5,5 \pm 0,4$ krūmu sugas. Vidējā koku biežība audzēs bija 10324 ± 814 koki ha^{-1} , bet vidējā krūmu biežība bija 12611 ± 1342 atvase ha^{-1} . Audzēs vidēji uzskaitīti 4707 ± 443 oši ha^{-1} , no kuriem ~ 2574 oši ha^{-1} bija bez slimības simptomiem. Pēc *H. fraxineus* bojājumiem audzes var uzskatīt par salīdzinoši vitālām, jo vidējā slimības klase bija 1,7 (2.4. tabula), lai gan slimības simptomi tika konstatēti visās audzēs. Novērots, ka augstumam ir būtiska ietekme uz slimību ($p < 0,001$). Slimība spēcīgāk skar zemākos kokus, kuriem ir lielāka iespējamība nokalst, jo iepriekšējie pētījumi rāda, ka slimība jaunajiem ošiem strauji progresē vienas veģetācijas sezonas laikā (Matisone *et al.*, 2018). Nokaltuši bija 5,4% no uzskaitītajiem kokiem. Slimības klases 4 un 3 tika konstatētas nelielai daļai koku, taču ar slimības klasi 2 novērtēti 27,9% koku (2.4. tabula), kas pārsvarā bija mazie koki. Starp audzēm novērotas nelielas atšķirības slimības

intensitātē, par ko liecina variācijas koeficients 0,3. Katras audzes *H. fraxineus* bojājumi un patogēna klātbūtne atspoguļota 2.4. tabulā.

2.4. tabula. *Hymenoscyphus fraxineus* bojājumi un patogēna klātbūtne apsekotajās audzēs.

Objekts	Ošu biežums audzē (koki ha ⁻¹)	Apsekotie oši (skaits)	Simptomātiskie koki (skaits (% no visiem))	Nokaltušie koki (skaits (% no visiem))	Audzēs vidējā slimības klase	Ievāktā paraugu skaits	Patogēna micēlijs konstatēts ir/ nav
1	4900	98	73 (74,5)	1 (1)	1,9		
11	3450	69	16 (23,2)	0 (0)	1,3	4	1
12g	2950	59	29 (49,2)	1 (1,7)	1,7	2	1
14	3200	64	25 (39,1)	0 (0)	1,4	3	0
2	900	18	2 (11,1)	0 (0)	1,1		
20	5250	105	45 (42,9)	21 (20)	2,5	4	1
27	6400	128	34 (26,6)	3 (2,3)	1,4	1	0
3	1750	35	9 (25,7)	4 (11,4)	1,8	1	0
35	7650	153	19 (12,4)	5 (3,3)	1,3		
36	3750	75	45 (60)	12 (16)	2,7	4	0
41	5750	115	55 (47,8)	8 (7)	2,0	2	1
42	2250	45	24 (53,3)	4 (8,9)	2,1		
43	8250	165	46 (27,9)	1 (0,6)	1,3	2	1
45	4700	94	58 (61,7)	5 (5,3)	2,0	2	0
46	5750	115	81 (70,4)	13 (11,3)	2,4		
49	2800	56	19 (33,9)	18 (32,1)	2,8		
52	3000	60	1 (1,7)	0 (0)	1,0		
53	4750	95	46 (48,4)	4 (4,2)	1,8	2	0
54	2100	42	27 (64,3)	2 (4,8)	2,1	5	0
55	3000	60	10 (16,7)	2 (3,3)	1,3	2	0
58	8550	171	90 (52,6)	15 (8,8)	2,0	2	0
59	4200	84	55 (65,5)	3 (3,6)	2,0	2	1
62	7250	145	73 (50,3)	2 (1,4)	1,6	2	1
63	2250	45	13 (28,9)	7 (15,6)	2,1	3	0
69	1800	36	18 (50)	0 (0)	1,9	3	0
71	5900	118	60 (50,8)	3 (2,5)	1,7	2	0
72	4700	94	17 (18,1)	1 (1,1)	1,2	1	1
73	1100	22	0 (0)	1 (4,5)	1,2	1	0
75	4250	85	25 (29,4)	2 (2,4)	1,4	2	0
77	5450	109	47 (43,1)	2 (1,8)	1,7	3	0
78	10300	206	74 (35,9)	22 (10,7)	2,0	4	0
79	2750	55	22 (40)	1 (1,8)	1,6	2	0
81	12800	256	142 (55,5)	2 (0,8)	1,8	1	0
x	4850	97	12 (12,4)	0 (0)	1,1	3	0
xx	6050	121	15 (12,4)	1 (0,8)	1,2	3	1

Ievāktie koksnes paraugi no 28 audzēm laboratorijā sterilizēti un uzlikti uz barotnēm; tie inkubēti 10 °C temperatūrā līdz attīstīsies sēnes micēlijs (2.5. attēls). Tīrkultūrā sēnes micēlijs izdalīts no deviņām audzēm; tas noteikts kā *Hymenoscyphus fraxineus* gan pēc

morfoloģiskajām pazīmēm, gan arī no piecām tīrkultūrām izdalīto sēnes DNS sekvenējot ar ITS reģionam specifiskiem praimeriem kā aprakstīts 2.5.1. nodaļā. Turpmāk plānojam tīrkultūru izdalīšanu kombinēt ar tiešo koksnes paraugu analīzi ar molekulārajām metodēm.



2.5. attēls. No ošu paraugiem izdalītā *Hymenoscyphus fraxineus* micēlija attīstība uz kartupeļu dekstrozes agara barotnēm.

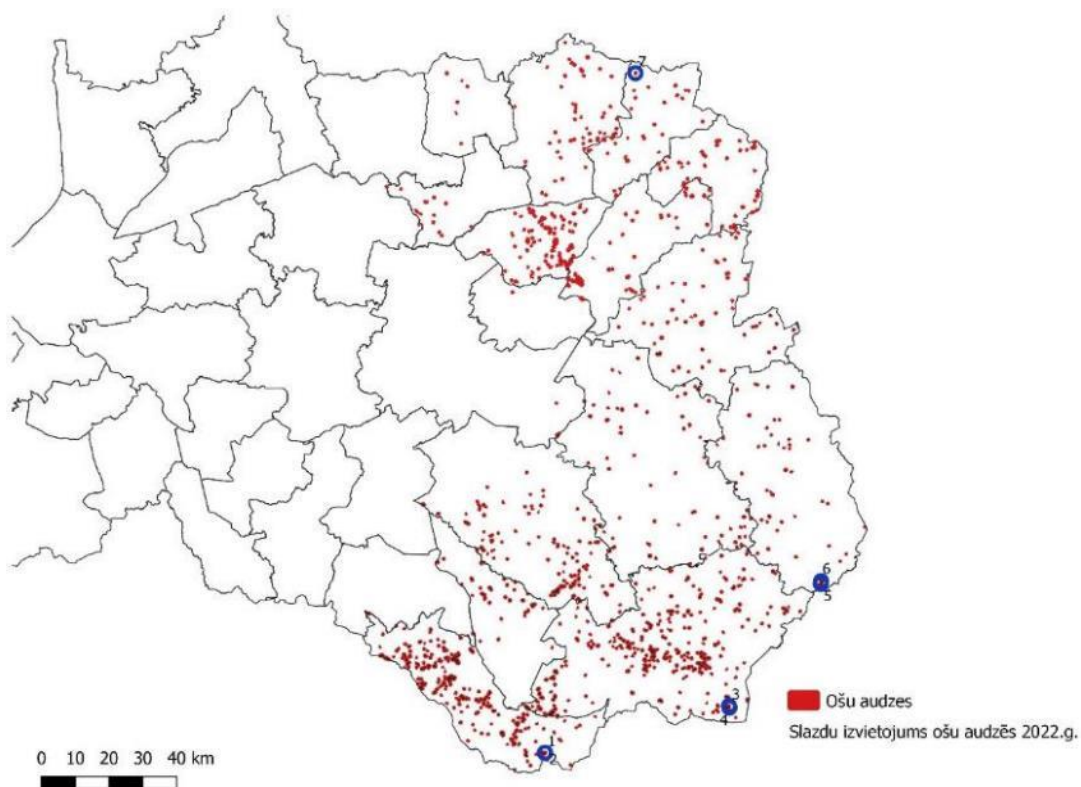
2.3.4. Secinājumi

Simptomātiski oši (vairāk par 10% audzē; galvenokārt augstumā mazākie oši) konstatēti gandrīz visās apsekotajās jaunaudzēs, kas norāda uz stabilu infekcijas fonu.

2.4. Parastā oša audžu monitorings, novērtējot ošu smaragdzaļās krāšņvaboles *Agrilus planipennis* sastopamību

Parastais ošis Latvijā 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 vēl nopietnāks apdraudējums oša audzēm ir ošu smaragdzaļā krāšņvabole *Agrilus planipennis*. Krāšņvabole konstatēta 2003. gadā Maskavā, un tālāk strauji izplatījies Krievijas Eiropas daļā (Orlova-Bienkowskaja, 2014).

2023. gadā turpināts ošu smaragdzaļās krāšņvaboles *A. planipennis* monitorings visos 2022. gadā apsekotajos parauglaukumos (2.6. attēls, 6. pielikums). 2023. gadā feromonu slazdi un metodika standartizēti, saskaņojot ar Valsts Augu Aizsardzības dienestā veiktu līdzīgu monitoringu pārstrādes uzņēmumos un transporta mezglos. Izmantoti tieši ošu smaragdzaļajai krāšņvabolei *A. planipennis* izstrādāti feromoni un slazdi (2.7. attēls).



2.6. attēls. Ošu audzes Baltkrievijas un Krievijas pierobežā un parauglaukumu izvietojums smaragdzalās krāšņvaboles monitoringam (zils aplis - slazdu izvietojums).



2.7. attēls. Monitoringam 2023. gadā izmantotie feromonu slazdi.

2023. gadā slazdi izlikti laikā no 6. jūnija līdz 9. jūnijam, apsekoti 10. un 11. jūlijā, un novākti 29. un 30. augustā.

Katrā parauglaukumā novērtēts ošu stāvoklis- atmirstošu/atmirušu ošu klātbūtne, oši ar redzamām stumbra kaitēkļu ieskrejām/izskrejām, kas liecinātu par smaragdzaļās krāšņvaboles un citu ošu kaitēkļu klātbūtni, kā arī novērtēta ošu atjaunošanās (2.5. tabula).

2.5. tabula. Ošu smaragdzaļās krāšņvaboles monitoringa parauglaukumu raksturojums

ID	Koordinātes (LKS92)		Kaltuši oši	Kaitēkļu pazīmes*	Piezīmes
	X	Y			
1	667277	178894	ir	nav	
2	667392	178901	ir	nav	
3	721786	192796	ir	citi	atjaunojas
4	721908	192242	ir	nav	atjaunojas
5	748988	228840	ir	citi	
6	749049	229675	ir	citi	atjaunojas
7	694106	379938	ir	nav	

* Kaitēkļu pazīmes – “citi” atbilst stumbra kaitēkļu ieskrejām, kas neatbilst smaragdzaļās krāšņvaboles pazīmēm (raibais ošu lūksngrauzis *Leperisinus fraxini*, koksngrauži *Cerambycidae*).

2023. gadā apsekotajos parauglaukumos ošu smaragdzaļā krāšņvabole *A. planipennis* netika konstatēta.

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

Šobrīd Latvijas mežos ozols, kļava un liepa aizņem mazāk nekā 1% Latvijas mežu teritorijas (Meža nozare skaitļos un faktos, 2023), tomēr šo sugu īpatsvars klimata pārmaiņu kontekstā var palielināties, tāpēc svarīgi apzināt potenciālos fitopatoloģiskos riskus šīm kokaugu sugām. 2023. gada darba uzdevumos galvenokārt fokusējāties uz lapu un dzinumu patogēnu identificēšanu un ietekmes izvērtējumu. Papildus divās audzēs ievākts padziļinātas koksnes patogēnu izpētes materiāls.

2.5.1. Materiāls un metodes

2.5.1.1. Koksnes paraugi

2022. gadā apsekotajās lapu koku audzēs no koksnes paraugiem divas reizes izdalīts sakņu trupī izraisošās sēnes *Heterobasidion* micēlijs: vienu reizi no kļavas koksnes parauga 405. kvartālapgabala 350. kvartāla 11. nogabalā (nogabala mežaudzes formula 5K54 2P134 1E1Oz1Os54 +B54 ats Oz89) un vienu reizi no liepas koksnes parauga, kas ievākts tā paša kvartālapgabala 230. kvartāla 1. nogabalā (nogabala mežaudzes formula 5L4B55 1A53 +Os55 M53 ats E55). Lai noskaidrotu infekcijas izplatību t.i., vai infekcija skar arī blakus augošos kokus, šīs audzes atkārtoti apsektas 2023. gada jūnijā. Katrā audzē ierīkots aplūveida parauglaukums ar rādiusu 12,64 m, kurā kartēti (noteikts azimuts un attālums no parauglaukuma centra) visi koki, kam 1,3 m augstumā diametrs ir lielāks par 10 cm. Parauglaukums audzē izvietots tā, lai iepriekš konstatētais infekcijas skartais koks tajā atrastos maksimāli tuvu centram.

No vismaz 15 kokiem katrā parauglaukumā ievākti koksnes paraugi. Urbums veikts pie sakņu kakla (0,3 m augstumā) ar Preslera svārpstu; koksnes paraugs bez mizas ievietots mēģenē. Mēģeni marķēja ar audzes atslēgu un koka numuru. Anketā atzīmēja, vai redzamas trupes pazīmes. Preslera svārpsts pēc katra urbuma sterilizēts 70% etanola šķīdumā.

Paraugus līdz nogādāšanai laboratorijā uzglabāja aukstumkastē ne ilgāk kā dienu. Laboratorijā koksnes paraugu virsma sterilizēta liesmā un tie uzlikti uz sterilas Hagem agara barotnes Petri traukā, lai iegūtu koksnes sēņu tūrkultūru. Paraugi analizēti zem gaismas mikroskopa ik pēc trim dienām, novērtējot sakņu piepes (*Heterobasidion* sp.) micēlija un konīdijnesēju attīstību.

2.5.1.2. Lapu paraugi

Lapu un dzinumu paraugu ievākšanai atlasītas kļavu, liepu un ozolu jaunaudzis (mežaudzis sastāva formulā attiecīgā suga - vismaz 30%, vecums - 10 līdz 20 gadiem, audzis platība – vismaz 0,5 ha). No atlasītajiem objektiem apsektas 15 katru koku sugu reprezentējošas audzis (7. pielikums).

Apsekošana veikta no jūlija līdz augustam, kad var novērtēt koku vainaga stāvokli un simptomi ir izteiktāki. Katrā audzē 100 m garā transektē ik pa 10 metriem novērtēts tuvāk esošais konkrētās sugas koks, apsekošanas anketā atzīmējot transektes sākuma koordinātas un azimutu. Aprobējot metodiku, atsevišķās audzēs ierīkotas garākas transektes un ievākti paraugi no proporcionāli vairāk kokiem.

Izvēlētajiem kokiem noteikts caurmērs 1,3 m augstumā un novērtēti lapotnes un dzinumu bojājumi. Audžu apsekošanas anketā atzīmēti vainaga bojājumu simptomi - lapu plankumi, apsarme uz lapām, lapu kalšana (no malām vai dzīslām), zaru kalšana un atmiršana; novērtēts, vai simptomi sastopami lokāli vai inficēts viss vainags):

- 0 - nav vainaga bojājumu;
- 1 - līdz 25% vainaga bojāti;
- 2 - 25% līdz 50% vainaga bojāti;
- 3- lielākā daļa vainaga bojāta;
- 4 - nokaltis koks(tikai zariem).

Novērtēti arī citi koka bojājumi – mizas plaisas, brūces, kukaiņu grauzumi uz lapām vai pangas, stumbra, pārnadžu bojājumi. No simptomātiskiem kokiem ar vainaga bojājumiem ievākti lapu un dzinumu paraugi.

Kalstošu dzinumu paraugi ievākti 10 - 20 cm garumā, paraugs ietvēra gan kaltošu zaru daļu, gan veselos audus apmēram 3 līdz 5 cm zem simptomātiskās daļas. Kā dzinumu, tā lapu paraugi ievietoti aizspiežamā plastmasas maisiņā. Iepakojumi marķēti, norādot audzis atslēgu, uzskaites punkta numuru. Paraugi uzglabāti aukstumkastē līdz nogādāšanai laboratorijā un pēc tam ledusskapī (ne ilgāk kā divas dienas).

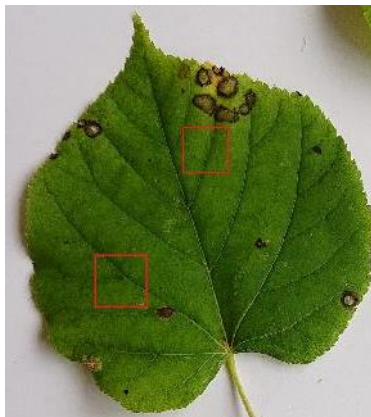
Laboratorijā no viena paraugu maisiņa izvēlējās divas simptomātiskas lapas, un no katras izgriezta divus 5x5 mm lielus audu fragmentus likšanai uz barotnēm. Paraugus neņēma tieši no simptomātiskās vietas, bet gan iespējami tuvu tai (2.8. attēls), izņemot gadījumus, kad uz lapas virsmas viscaur konstatēta miltrasa. Izgrieztās lapas daļas tika sterilizētas 35% ūdeņraža peroksīdā 30 sekundes. Pēc sterilizēšanas paraugus minūti skaloja destilētā ūdenī, to atkārtojot trīs reizes. Uz katras barotnes lika divus lapu fragmentus. To kultivēšanai lietotas gan Hagem agara, gan kartupeļu dekstrozes agara barotnes. No kaltošajiem dzinumiem izgriezta aptuveni 4 cm lielu posmu, ietverot robežu starp veselajiem un atmirušajiem audiem; pirms sterilizēšanas peroksīdā pēc augstāk minētās metodes paraugiem atdalīta miza. Dzinumu paraugos sastopamās sēnes kultivētas Petri traukos uz Hagem barotnes (2.9. attēls).



A

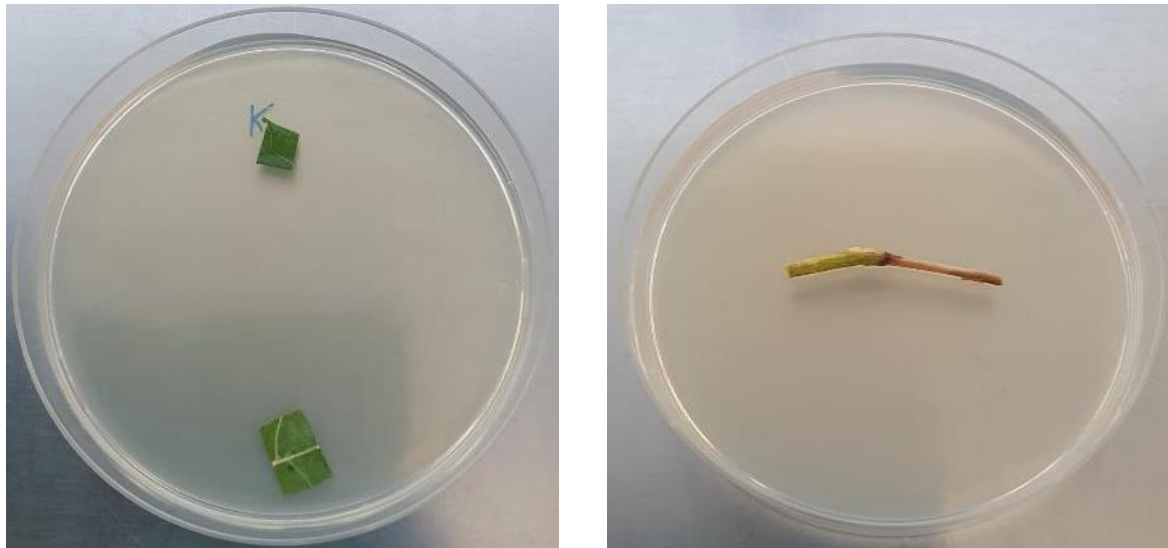


B



C

2.8. attēls. Lapu paraugi ar izvēlētajām zonām (sarkanie kvadrāti attēlā) paraugu ņemšanai. (A - ozolu lapa ar apsarmi un kalšanas pazīmēm; B - kļavas lapa ar plankumiem un kalšanas pazīmēm; C - liepas lapa ar plankumiem).



2.9. attēls. Lapas un dzinuma paraugi uz barotnēm.

No paraugiem izaugušās sēņu kultūras sadalītas pēc morfoloģiskajām un mikroskopiskajām pazīmēm morfortipos. Morfortipi identificēti vai nu pēc mikroskopiskajām pazīmēm vai ar molekulārajām metodēm. Sēņu noteikšanai ar molekulārajām metodēm no morfortipa izvēlēta viena tīrkultūra, ar liesmā sterilizētu skalpeli sēnes gaisa micēliju uzmanīgi nokasīja no barotnes un ievietoja 2 ml lielā mēģenē ar vāciņu. Mēģenei uzrakstīja eksperimenta apzīmējumu un konkrētā morfortipa numuru. No sagatavotajiem micēlija paraugiem LVMI Silava Ģenētisko resursu centrā izdalīja DNS pēc modificētas CTAB metodes (Arhipova, 2012) un ITS (*internal transcribed spacer*) rajonu sekvencēja ar universālu praimeru ITS4 un sēnēm paredzētu praimeru ITS1F (White *et al.*, 1990, Gardes and Bruns, 1993), kas norādīti 2.6. tabulā.

2.6. tabula. Sēņu noteikšanai izmantoto praimeru raksturojums.

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

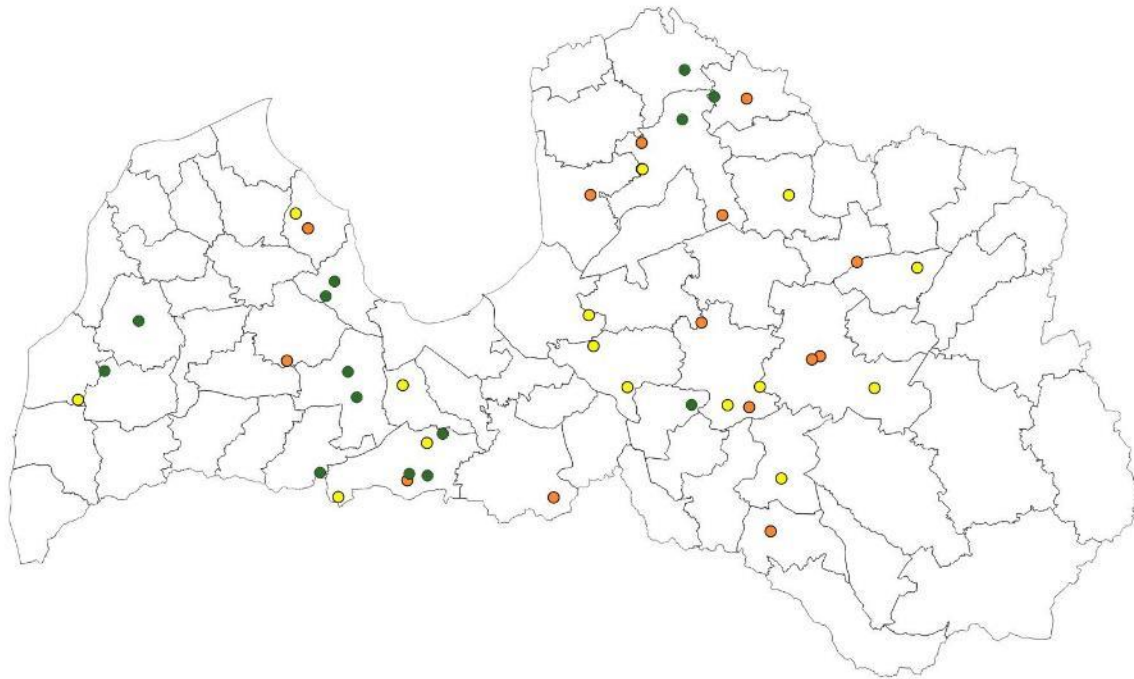
2.5.2. Rezultāti

2.5.2.1. Koksnes paraugu analīze

Atkārtoti apsekojot 405. kvartālapgabalā 2022. gadā analizētās audzes, ierīkoti parauglaukumi un ievākti papildus koksnes paraugi. Audzē (230. kvartāla 1. nogabals), kur iepriekš *Heterobasidion* infekcija konstatēta liepas koksne, ierīkots apļveida parauglaukums, kurā raksturoti 70 koki; no 15 kokiem parauglaukumā (trīs apses, divi bērzi, trīs liepas, divi oši, pieci ozoli) ievākti koksnes paraugi. Laboratorijā paraugos *Heterobasidion* infekcija vai citas koksnes trupi izraisošas sēnes netika konstatētas. Līdzīgi, apsekojot 350. kvartāla 11. nogabalu, kur iepriekš *Heterobasidion* infekcija atrasta kļavas koksne, ierīkots apļveida parauglaukums, kurā atzīmēti 50 koki. Laboratorijā koksnes paraugiem no 16 analizētajiem kokiem (divas egles, deviņas kļavas, piecas priedes) netika konstatēts *Heterobasidion* vai citu koksnes trupi izraisošo sēņu micēlijs. Tālāki novērtējumi šajos objektos netiek plānoti.

2.5.2.2. Lapu un dzinumu paraugu analīze

Apsēkotas 45 lapu koku jaunaudzēs – 15 liepu, 15 kļavu un 15 ozolu, vecumā līdz 20 gadiem (7. pielikums, 2.10. attēls).



2.10. attēls. Apsēkoto liepu (dzeltenī apļi), kļavu (oranžī apļi) un ozolu (zaļi apļi) jaunaudzju izvietojums.

Kļavu audzēs apsekojumi veikti laika posmā no 2023. gada 31. jūlija līdz 17. augustam; liepu audzēs no 19. jūlija līdz 17. augustam, savukārt ozolu audzēs – no 26. jūlija līdz 21. augustam. Kopumā raksturotas 162 kļavas, 321 liepa un 233 ozoli.

Kļavu audzēs visbiežāk konstatēti plankumi uz lapām (14 no 15 apsekotajām kļavu audzēm lapu plankumi audzes ietvaros konstatēti vismaz 90% koku); arī lapu kalšana no malām ir bieži novērota (40-100% apseko koku audzes ietvaros), kas var būt vairāk saistīta ar abiotiskajiem faktoriem. Audzes ietvaros apsekotajiem kokiem lapu kalšana no dzīslām un krokošanās konstatēta retāk (attiecīgi, 0-90% un 0-80%). Trešdaļā audžu zaru kalšana novērota vairāk kā 50% koku, bet pārējās audzēs koku īpatsvars, kuriem novēroti kaltsi zari, nepārsniedza 50%. Visretāk novērota apsarme uz lapām (7 no 15 audzēs tā konstatēta 10-80% apseko koku).

Arī liepu audzēs visbiežāk konstatētie simptomi bija lapu plankumi, kas novēroti gandrīz visiem apsekotajiem kokiem (99,9%). 14 audzēs lapu plankumi atrasti 100% koku, bet vienā audzē 90% koku. Bieži konstatēta lapu kalšana (gan kalšana no malām, gan - no dzīslām vismaz 50% no apsekotajiem kokiem katrā audzē, turklāt lapu kalšana no malām 100% koku konstatēta četrās audzēs). Visās audzēs novērota lapu krokošanās (trīs audzēs līdz 30% analizēto koku, bet pārējās audzēs vismaz 50%). Zaru kalšana konstatēta 14 audzēs (vismaz 50% no apsekotajiem kokiem katrā audzē). Visretāk liepu audzēs novērota apsarme uz lapām, kas konstatēta 9 no 15 audzēm (divās audzēs (111-522-11-0 un 608-109-6-0) 90-100% koku, bet pārējās ne vairāk kā 40% koku).

Ozolu audzēs lapu plankumi atrasti vismaz 80% no apsekotajiem kokiem katrā audzē; bieži novērota arī zaru kalšana (vismaz 50% koku katrā audzē). Visās audzēs novērota arī lapu

kalšana gan no malām, gan no dzīslām (vismaz 50% koku ar lapu kalšanu no malām bija 12 audzēs, savukārt tāds pats koku īpatsvars ar lapu kalšanu no dzīslām bija 13 audzēs). Retāk konstatēta apsarme un lapu krokošanās. Vienā audzē apsarme uz lapām netika konstatēta, trīs audzēs apsarme bija sastopama 30-40% koku, bet pārējās audzēs tā bija vismaz 50% koku. Septiņās audzēs lapu krokošanās bija vismaz 50% koku, vienā audzē tā netika novērota, bet pārējās audzēs tā konstatēta 5-40% koku.

No 225 liepām, 118 kļavām un 174 ozoliem ievākti lapu un dzinumu paraugi; no tiem laboratorijā pārbaudēm atlasīti lapu un dzinumu paraugi no 357 kokiem – 121 ozoliem, 102 kļavām un 134 liepām. Paraugi ietvēra 681 simptomātisku lapu un 243 dzinumu paraugus. Baktērijas attīstījās 575 paraugos (62%) un 59 paraugos konstatētas tikai baktērijas. Sēņu micēlijs konstatēts 865 (94%) analizētajos paraugos. No katra parauga izdalīti no viena līdz astoņiem dažādiem sēņu morfortipiem, kas noteikti līdz ģintis vai sugas līmenim. Pavisam izdalītas 65 dažādas sēņu sugas. Visu koku sugu paraugos visvairāk dominēja lapu un dzinumu patogēns *Alternaria* (49% analizēto paraugu) un patogēnā lapu endofītu ģints *Diaporthe* (25% analizēto paraugu) (Põlme *et al.*, 2020). Paraugos bija sastopamas arī *Coprinellus* (13% analizēto paraugu) un *Fusarium* (11% analizēto paraugu) ģints sēnes (2.11. attēls). Konstatētas patogēnās ģintis *Phoma* (1%) un *Didymella* (6%).



A



B

2.11. attēls. *Diaporthe* sp. (A) un *Alternaria* sp. (B) micēlijs no zaru paraugiem uz Hagem agara barotnēm.

No liepām analizēti 326 paraugi – 232 simptomātiskas lapas un 94 zari. Visbiežāk liepu lapām novēroja plankumu veidošanos (57% no laboratorijā ievestajiem paraugiem) un lapu kalšanu (32% no laboratorijā ievestajiem lapu paraugiem). Izplatītākā sēņu ģints ir bijusi *Alternaria*, kura atrasta 182 analizētajos paraugos jeb 56% paraugu, *Diaporthe*, kura atrasta 63 analizētajos paraugos jeb 19% paraugu, kā arī *Cladosporium* - 60 analizētajos paraugos jeb 18% paraugu. No kļavām laboratorijā analizēti 227 paraugi – 183 simptomātiskas lapas un 44 zari. Visbiežāk sastopamās sēņu ģintis ir *Alternaria* (21%), *Cladosporium* (14%) un *Coprinellus* (12%). No ozoliem kopā analizēti 307 paraugi – 204 simptomātiskas lapas un 104 zari. Visbiežāk novērota *Diaporthe* ģints (28%), *Alternaria* (25%) un *Cladosporium* (15%). Novērota arī *Colpoma* ģints (8%), kas ir saprotrofiska, vāji parazitiska askomicēšu suga, kas sastopama gan uz dzīviem, gan nedzīviem ozolu zariem, veidojot nelielus izaugumus (Primahana *et al.*, 2021).

2.5.3. Secinājumi

1. Kļavu, liepu un ozolu jaunaudzēs galvenokārt konstatēta lapu plankumainība.
2. Kļavu, liepu un ozolu lapu un zaru paraugos visbiežāk sastopamās sēņu ģintis bija *Alternaria*, *Diaporthe*, *Coprinellus*, *Fusarium* un *Cladosporium*.

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

Eiropas dižskābardis (*Fagus sylvatica* L.) kopumā aizņem nelielu Latvijas valsts mežu teritoriju – 43,5 ha, galvenokārt sausieņos (Meža statistika, 2022). 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 tos padara potenciāli uzņēmīgus pret stumbra trupī izraisošajām sēnēm. Arī lapu un dzinumu slimības var negatīvi ietekmēt dižskābaržu vitalitāti un pieaugumu vai, novājinot koku, pakļaut to kādām bīstamākām infekcijām. Tā kā Latvijā līdz šim nav apzināti fitopatoloģiskie riski šai koku sugai, šī darba uzdevuma ietvaros novērtējam koksnis patogēnus trīs dižskābaržu audzēs, kā arī lapu patogēnus piecās jaunaudzēs.

2.6.1. Materiāls un metodes

2.6.1.1. Koksnis paraugi

Koksnis patogēnu novērtējumam dižskābardim 2023. gada aprīlī ievākti paraugi trīs nogabalos, kur 2022. gada rudenī veikta krājas kopšanas cirte. Atlasītās audzes atradās Meža pētišanas stacijas Šķēdes mežu novadā (nogabala identifikatori: 88700030012-19-2.0 (10Ds63), 88700030013-21-1.0 (10Ds135 +Le135 Oz135 ats B135), 88700030013-23-27.0 (10Ds139)) (2.11. attēls). Katrā meža nogabalā, ejot pa diagonāli, apsekoti 100 dižskābarža celmi. Celmiem noteikts diametrs un vizuāli novērtētas trupes pazīmes – anketā atzīmēja cietās un mīkstās trupes diametrus, kā arī dobuma diametru, ja tas bija izveidojies. Apsekotos celmus marķēja ar krāsu pie sakņu kakla vai virspusē. No vismaz 50 celmiem ar trupes pazīmēm ievāca vienu koksnis ripu. Ievāktie paraugi nogādāti LVMI Silava, kur ievietoti aukstumkamerā un glabāti ne ilgāk kā divas dienas līdz tālākai paraugu apstrādei.

Laboratorijā no Eiropas dižskābarža ripām ieguva koksnis skaidiņas, izmantojot 70% etanola šķīdumā un liesmā sterilizētu kaltu. Ar kaltu no ripas virsmas uzmanīgi noņēma koksnis virskārtu, kaltu sterilizēja vēlreiz un tad izkala nelielu trupējušās koksnis daļu. Šādi paraugus ievāc divās līdz piecās vietās uz ripas, atkarībā no trupes pazīmēm un ripas izmēra (2.10. attēls). Izkaltos paraugus uzreiz ievietoja atsevišķā stikla Petri traukā; uz tās uzrakstīja visu informāciju par paraugu (audzes atslēga, celma numurs, konkrētā apakšparauga numurs). Pēc tam ar 70% etanola šķīdumā dezinficētu pinceti paraugu sterilizēja liesmā un ielika sterilā Petri traukā ar Hagama barotni, kas paredzēta koksnis sēņu audzēšanai un tīrkultūru iegūšanai. Petri traukus ar koksnis paraugiem inkubēja istabas temperatūrā piecas dienas, pēc tam ievietoja ledusskapī.

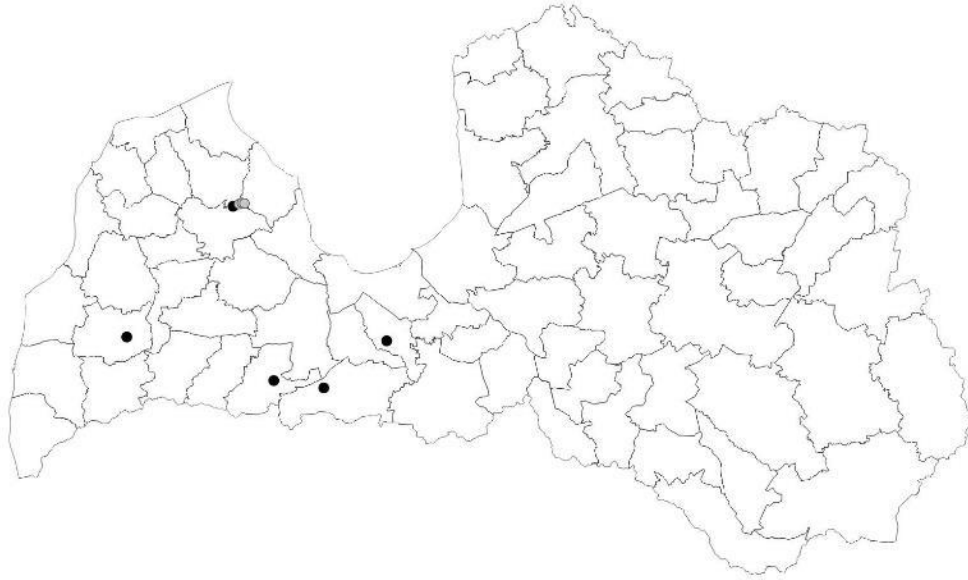


2.10. attēls. Koksnes paraugu ievākšanas zonas (atzīmes 1, 2, 3, 4 attēlā) dižskābarža ripā (Z. Saules foto).

Sēņu micēlija attīstību paraugos novērtēja ik pēc trīs dienām; ja micēlijs tika konstatēts to noteica morfoloģiski vai pārstādīja katru atsevišķi uz jaunu Petri trauku ar Hagama barotni tālākai identificēšanai ar molekulārajām metodēm. Kad ieguva visas nosakāmās sēņu tīrkultūras, kuras bija iespējams izdalīt, to morfoloģiskās pazīmes analizēja mikroskopiski. Tīrkultūras grupēja morfotipos pēc tām raksturīgajām morfoloģiskajām pazīmēm – konīdijām, konīdijnesējiem, ieslēgumiem, micēlija struktūrām (sprādzes, cilpas, gaisa micēlijs) u.c. No katras iegūtās grupas izvēlējās vienu līdz divus paraugus, tos sagatavoja noteikšanai ar molekulārajām metodēm.

2.6.1.2. Lapu paraugi

Atlasītas un apsektas piecas dižskābaržu jaunaudzēs (divas LVM apsaimniekotās platībās un trīs MPS apsaimniekotās platībās (8. pielikums)) (2.11. attēls). Audzēs novērtēts koku fitopatoloģiskais stāvoklis, un ievākti lapu un dzinumu paraugi pēc metodikas, kas aprakstīta ziņojuma 2.5.1.2. nodaļā. Katrā audzē 100 m garā transektē ik pa 10 metriem novērtēti divi tuvāk esošie dižskābarži.



2.11. Apsekotās dižskābaržu audzes fitopatoloģiskā stāvokļa novērtēšanai. Pelēki apli – audzes, kur ievākti koksnes paraugi; melni apli – audzes, kur ievākti lapu un dzinumumu paraugi

2.6.2. Rezultāti

2.6.2.1. Koksnes paraugu analīze

Apsekotas trīs dižskābaržu audzes Šķēdes mežu novadā, kas izstrādātas 2022. gada rudenī. Kopumā novērtēti 300 celmi un ievāktas ripas no 158 celmiem. Laboratorijā analizēti 495 koksnes skaidu paraugi no 151 celma.

2.4. tabula. Ievāktā dižskābaržu koksnes paraugu raksturojums.

Nogabala identifikators	Apsekoto celmu skaits	Ievākto ripu skaits	Paņemto koksnes skaidu skaits
88700030012-19-2.0	100	50	187
88700030013-21-1.0	100	57	147
88700030013-23-27.0	100	51	161

Apsekoto celmu vidējais diametrs bija 35 cm (min 8 cm, max 104 cm). Trupes pazīmes novērtētas 232 celmiem: 230 gadījumos koksnes iekrāsojums vai cietā trupe un 11 - mīkstā trupe; trīs celmiem konstatēts dobums. Iekrāsojuma vai cietās trupes laukums celmiem vidēji bija 18% no celma šķērslaukuma. Koksnes defekti (iekrāsojums vai trupe) novēroti lielākajai daļai apsekoto celmu, taču jāņem vērā, ka tie ir krājas kopšanas cirtē zāģētie koki, tāpēc potenciāli vitālākie koki fitopatoloģiskā stāvokļa analīzē nav iekļauti.

Kopumā analizēti 492 koksnes paraugi; 78% analizēto paraugu konstatētas baktērijas, bet 71% paraugu konstatēta sēņu micēlija attīstība. Sēņu tīrkultūras izdevies izolēt no 145 dižskābaržu celmiem. No koksnes paraugiem izdalīti 85 dažādi sēņu morfortipi, pēc morfoloģiskām pazīmēm identificēti 15 sēņu taksoni, 70 sēņu izolāti noteikti ar molekulārām metodēm LVMI Silava Ģenētisko resursu centrā. Visbiežāk konstatēti koksnes saprotrofi vai endofīti - *Ascocoryne sarcoides* un *Cadophora* ģints sēnes. No koksnes trupi izraisošām sēnēm

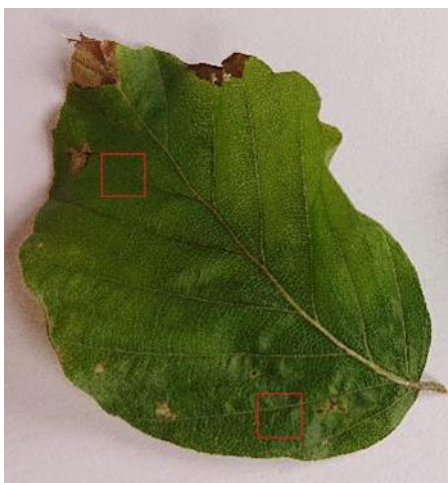
atsevišķos celmos konstatēts *Heterobasidion annosum*, *Armillaria borealis*; atrastas arī citas koksni noārdošas bazīdijsēnes un askusēnes: *Phellinus*, *Fomitopsis*, *Kretzschmaria*, *Peniophora*, *Chondrostereum*.

2.6.2.2. Lapu paraugu analīze

Laika posmā no 2023. gada 3. augusta līdz 16. augustam apsekotas piecas dižskābaržu jaunaudzēs vecumā līdz 20 gadiem (2.11. attēls, 8. pielikums). Novērtēts audžu fitopatoloģiskais stāvoklis, raksturojot 100 kokus. Visbiežāk konstatēti plankumi uz lapām (vismaz 50% no apsekotajiem kokiem katrā audzē); bieži novērota arī lapu kalšana no malām (40-80% no apsekotajiem kokiem audzes ietvaros), kas var būt vairāk saistīta ar abiotiskajiem faktoriem. Lapu krokošanās un kalšana no dzīslām konstatēta retāk (5-40% apsekoto koku audzes ietvaros). Apsarme uz lapām atrasta tikai divās audzēs 30% analizēto koku. Izteiktāka zaru kalšana (vairāk par 50% apsekoto koku ar kaltošiem zariem) novērota trīs audzēs, salīdzinot ar citām audzēm, kur koku ar kaltošiem zariem bija mazāk (5-30% no apsekotajiem kokiem audzes ietvaros).

Kopumā laboratorijā analizēti lapu un dzinumu paraugi no 53 kokiem: 98 simptomātisku lapu un 28 dzinumu paraugi. No paraugiem bieži attīstījās baktērijas (kopumā 69 paraugos jeb 55% bija baktērijas), kā arī no pieciem paraugiem attīstījās tikai baktēriju kolonijas. Sēņu micēlijs konstatēts 121 paraugā jeb 96% no visiem analizētajiem paraugiem. No katra parauga iegūti viens līdz četri dažādi sēņu micēliji; kopumā izdalītas 277 sēņu kultūras, kas iedalītas 45 morfotipos.

Sēņu taksonu analīze liecina, ka paraugos dominēja *Alternaria* ģints sēnes (sastopamas 45% no analizētajiem paraugiem), kas ir bieži sastopama lapu un dzinumu patogēnu ģints (Cellerino, 1999; Matić *et al.*, 2020; Pölme *et al.*, 2020; Vasić *et al.*, 2021). Otra biežāk sastopamā ģints bija *Diaporthe* (23% no analizētajiem paraugiem), kuras sugas ir gan augu patogēni, gan lapu endofīti (Pölme *et al.*, 2020). Paraugos bieži konstatēta arī saprotrofā ģints *Coprinellus* (13% paraugu) un citas ģintis ar saprotrofu un patogēnu ekoloģiju: *Fusarium* (12% paraugu) ģints un *Cladosporium* (8% paraugu) (Pölme *et al.*, 2020; Stepniewska *et al.*, 2021). Neviena no dominantajām sēnēm nebija specifiska zariem vai lapām. Atzīmējams, ka paraugos konstatētas augiem patogēnās sēņu ģintis *Phoma* un *Didymella* (Pölme *et al.*, 2020).



2.12. attēls. Dižskābarža lapa ar kalšanas pazīmēm un plankumiem. Paraugu ievākšanas zonas shematiski atzīmētas ar sarkaniem kvadrātiem.

2.6.3. Secinājumi

1. Dižskābaržu celmos dominē saprotrofās sēnes no *Ascocoryne* un *Cadophora* ģintīm; atsevišķos celmos konstatētas trupi izraisošās bazīdijsēnes *Heterobasidion annosum*, *Armillaria borealis* un citas. Apsekotajās audzēs mīkstās trupes īpatsvars bija 5%.

2. Dižskābaržu jaunaudzēs lapu un zaru paraugos visbiežāk sastopamās sēņu ģintis ir *Alternaria*, *Diaporthe*, *Coprinellus*, *Fusarium* un *Cladosporium*.

LITERATŪRAS SARAKSTS

- Ahlberg, A. 2014. The influence of thinning intensity on stands of European ash (*Fraxinus excelsior* L.) affected by ash dieback – how should they be managed? Master Thesis No. 221. SLU Southern Swedish Forest Research Centre, Alnarp, 65 pp.
- 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.
- Bartnik, C., Boroń, P., Michalcewicz, J., Ciach, M. 2019. The first record of *Botryodiplodia* canker in Poland. *Forest pathology* 49(4), e12528. <https://doi.org/10.1111/efp.12528>
- Bouchard, P. 2014. *The Book of Beetles*. The University of Chicago Press, Chicago, 656.
- Brice, E., Usele, G., Bokuma, G., Lielmane, I., Zadeika, I., Šmits, A., Kenigsvalde, K., Gaitnieks, T. 2010. *Phytophthora* and *Alnus* sp. dieback in Latvia. Poster in conference “*Phytophthora* in European Forests: Conference on Impacts and Mitigation”, Viterbo, Italy (27–30.06.2010).
- Cellerino, G.P. 1999. Review of Fungal Diseases in Poplar; (FAO) Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy. AC492/E. Available online: <https://www.fao.org/3/AC492E/AC492E00.htm> (accessed on 22 November 2023).
- 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>.
- Et-Touil, A., Dusabenyagasani, M., Bouvet, G.F., Brasier, C.M., Bernier, L. 2019. *Ophiostoma ulmi* DNA naturally introgressed into an isolate of *Ophiostoma novo-ulmi* is clustered around pathogenicity and mating type loci. *Phytoprotection* 99(1), 1–11. <https://doi.org/10.7202/1059303ar>
- Gardes, M., Bruns, T.D. 1993. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes— Application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Mol. Ecol.*, 2, 113–118. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.1993.tb00005.x>.
- Hayden, K.J., Hardy, E.St.J., Garbelotto, M. 2013. *Oomycete* diseases. In: Gonthier, P., Nicolotti, G. (Eds.) *Infectious forest diseases*, p. 519–546.
- Heluta, V., Takamatsu, S., Voytyuk S., Shiroya, Y. 2009. Erysiphe kenjiana (*Erysiphales*), a new invasive fungus in Europe. *Mycological Progress* 8, 367-375. <https://doi.org/10.1007/s11557-009-0610-8>
- 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>.
- Jung, T., Hudler, G. W., Jensen-Tracy, S. L., Griffiths, H. M., Fleischmann, F., Osswalk, 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).
- Jüriado, I., Liira, J., Paal, J. 2009. Diversity of epiphytic lichens in boreo-nemoral forests on the north-Estonian limestone escarpment: The effect of tree level factors and local environmental conditions. *The Lichenologist* 41(1): 81–96. <https://doi.org/10.1017/S0024282909007889>
- 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. 2021a. 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>
- Jürisoo, L., Süda, I., Agan, A., Drenkhan, R. 2021b. Vectors of Dutch elm disease in northern Europe. *Insects* 12, 393. <https://doi.org/10.3390/insects12050393>
- Kenigšvalde, K., Arhipova, N., Laiviņš, M., Gaitnieks, T. 2010. Ošu audžu bojāeju izraisošā sēne *Chalara fraxinea* Latvijā. *Mežzinātne* 21(54):110-120.
- Keykhasaber, M., Thomma, B.P.H.J., Hiemstra, J.A. 2017. *Verticillium* wilt caused by *Verticillium dahliae* in woody plants with emphasis on olive and shade trees. *European Journal of Plant Pathology* 150, 21-37. <https://doi.org/10.1007/s10658-017-1273-y>
- Kowalska, B. 2021. Management of the soil-borne fungal pathogen – *Verticillium dahliae* Kleb. causing vascular wilt diseases. *Journal of Plant Pathology* 103, 1185–1194. <https://doi.org/10.1007/s42161-021-00937-8>
- Kowalski, T. 2006. *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *Forest Pathology* 36: 464-270. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.2006.00453.x>
- Laiviņš, M., Priede, A., Pušpure, I. 2016. Spread of in Latvia: Analysis based on dynamics of young ash stands. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*, 70 (3), 124-130. <https://doi.org/10.1515/prolas-2016-0020>
- Lilja, A., Poteri, M., Petäistö, R.L., Rikala, R., Kurkela, T., Kasanen, R. 2010. Fungal diseases in forest nurseries in Finland. *Silva Fennica* 44(3), 525-545.
- Lygis, V., Bakys, R., Gustiene, A., Burokiene, D., Matelis, A., Vasaitis, R. 2014. Forest self – regeneration following clear-felling of dieback-affected *Fraxinus excelsior*: focus on ash. *European Journal of Forest Research* 133: 501-510.
- Lygis, V., Vasiliauskas, R., Larsson, K.H., 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>
- Lygis, V., Vasiliauskas, R., Stenlid, J. 2006. Pathological evaluation of declining *Fraxinus excelsior* stands of northern Lithuania, with particular reference to population of *Armillaria cepistipes*. *Aktuelt fra skogforsk*, 73 - 76. Norwegian Forest Research Institute, Ås.
- Marčiulynas, A., Marčiulyrienė, D., Lynikienė, J., Bakys, R., Menkis, A. 2022. Fungal Communities in Leaves and Roots of Healthy-Looking and Diseased *Ulmus glabra*. *Microorganisms* 10, 2228. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10112228>
- Martin, F.N., Tooley, P.W. 2003. Phylogenetic relationships among *Phytophthora* species inferred from sequence analysis of mitochondrially encoded cytochrome oxidase I and II genes. *Mycologia*, 95 (2), 269-284.
- Martín, J.A., Sobrino-Plata, J., Rodríguez-Calcerrada, J., Collada, C., Gil, L. 2019. Breeding and scientific advances in the fight against Dutch elm disease: will they allow the use of elms in forest restoration?. *New Forests* 50, 183-215.
- 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 Dis.*, 104, 2275–2287. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-20-0399-RE>.
- Matisone, I., Kenigšvalde, 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., Laiviņš, M., Gaitnieks, T. 2018. Statistics of ash dieback in Latvia. *Silva Fennica*, 52(1), 9901. <https://doi.org/10.14214/sf.9901>
- Matisone, I., Matisons, R., Kenigšvalde, K., Gaitnieks, T., Burneviča, N. 2018. 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>
- Menkis, A., Östbrant, I.L., Davydenko, K., Bakys, R., Balalaikins, M., Vasaitis, R. 2016. *Scolytus multistriatus* associated with Dutch elm disease on the island of Gotland: phenology and communities of vectored fungi. *Mycological Progress* 15(55), 1-8. <https://doi.org/10.1007/s11557-016-1199-3>
- Meža nozare skaitļos un faktos (2023). (pdf) Biedrība “Zaļās mājas”.
- Meža statistikas CD. Retrieved July 27, 2022, from <https://www.vmd.gov.lv/valsts-meza-dienests/statiskas-lapas/publikacijas-un-parskati/meza-statistikas-cd?nid=1809#jump>
- Miezīte, O. 2017. Meža aizsardzība 2. daļa. Meža fitopatoloģija. Studentu biedrība „Šalkone”, Jelgava, 89.
- Moricca, S., Bracalini, M., Croci, F., Corsinovi, S., Tiberi, R., Ragazzi, A., Panzavolta, T. 2018. Biotic factors affecting ecosystem services in urban and peri-urban forests in Italy: The role of introduced and impending pathogens and pests. *Forests* 9(2): 65. <https://doi.org/10.3390/f9020065>
- Motiejūnaitē, J., Kutorga, E., Kasparavičius, J., Lygis, V., Norkutė, G. 2016. New records from Lithuania of fungi alien to Europe. *Mycotaxon* 131(1), 49-60. <https://doi.org/10.5248/131.49>
- Norkute, G. 2018. Tris svarbias miško medžių ligas – Alksniu džiūti, goubu mara ir uosiu džiūti sukeliančių inaziniu patogenų populiacijų tyrimai. [Characterization of populations of invasive pathogens – causal agents of three major forest tree diseases: alder decline, Dutch elm disease and ash dieback]. Doktoro disertacijos santrauka. Biomedicinos mokslai, Ekologija ir aplinkotyra, Vilniaus Universitetas, Gamtos tyrimų centras, Vilnius [Lietuviešu val.].
- Orlova-Bienkowskaja, M.J. 2014. Ashes in Europe are in danger: the invasive range of *Agrilus planipennis* in European Russia is expanding. *Biol Invasions* 16, 1345–1349. <https://doi.org/10.1007/s10530-013-0579-8>
- Primahana, G., Narmani, A., Surup, F., Teponno, R.B., Arzanlou, M., Stadler, M. 2021. Five Tetramic Acid Derivatives Isolated from the Iranian Fungus *Colpoma quercinum* CCTU A372. *Biomolecules*, 11, 783. <https://doi.org/10.3390/biom11060783>
- Pölme, S., Abarenkov, K., Nilsson, R.H., Lindahl, B.D., Engelbrecht, Clemmensen, K., Kausrud, H., Nguyen, N., Kjøller, R., Bates, S.T., Baldrian, P., *et al.* 2020. Fungal Traits: A user-friendly traits database of fungi and fungus-like stramenopiles. *Fungal Divers.* 105, 1–16. <https://doi.org/10.1007/s13225-020-00466-2>.
- 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), pp. 209-217
- Rupais, A. 1999. Kokaugu kaitēkļu sugu noteicējs. Valsts Augu aizsardzības dienests, Rīga, 272.
- Santini, A., Faccoli, M. 2015. Dutch elm disease and elm bark beetles: a century of association. *iForest* 8:126–134. <https://doi.org/10.3832/ifor1231-008>
- Scheffer, R.J., Voeten, J.G.W.F., Guries, R.P. 2008. Biological control of Dutch elm disease. *Plant disease* 92(2), 192-200. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-2-0192>
- 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, 811. <https://doi.org/10.3390/f12060811>.
- Thor, G., Johansson, P. Jönsson, M.T. 2010. Lichen diversity and red-listed lichen species relationships with tree species and diameter in wooded meadows. *Biodiversity and Conservation* 19: 2307-2328. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9843-8>

- Vasić, T., Jevremović, D., Milenković, S., Vujović, T., Leposavić, A. 2021. Morphological and pathogenic characteristics of *Alternaria alternata* isolates from plum (*Prunus domestica* L.). *Acta Hortic.* 2021, 1322, 313–318. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1322.43>.
- Vemić, A. 2022. The most important fungi on wych elm (*Ulmus glabra*) trees in Montenegro. *Agriculture and Forestry* 68(3), 71-82. <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.68.3.05>
- Webber, J.F. 2000. Insect vector behavior and the evolution of Dutch elm disease. In: C.P. Dunn (Editor), *The Elms*, Springer, Boston, MA, USA, p 47– 60.
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*; Innis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, J.J., White, T.J., Eds.; Academic Press, Inc.: San Diego, CA, USA; pp. 315–322, ISBN 9780080886718.

PIELIKUMI

1. pielikums.

Apsēkoto alkšņu audžu raksturojums un patogēna sastopamība.

Audzis atslēga	Dinamikas audze (1) vai papildus audze (2)	Audzis sastāva formula	Meža tips	Vidējā vainaga vitalitāte	Apsēkto melnalkšņu skaits	Apsēkto baltalkšņu skaits	Simptomātiskie melnalkšņu skaits	Simptomātiskie baltalkšņu skaits	Pozitīvo testu skaits
503-342-6-0	1	8Ba2Os40	Grs	1,10	0	31	0	7	6
502-53-3-0	1	6Ba64 2B1M1A79	Grs	1,50	8	14	0	6	0
502-140-26-0	1	7Ba49 3M59	Vrs	1,58	7	24	0	7	4
510-71-58-0	1	9M1B77	Db	0,13	15	1	0	1	1
510-49-23-0	1	7M3B107 +E87	Lk	0,07	15	0	4	0	4
510-136-5-0	1	7Ba39 2B59 1E39+M39 A39	Grs	0,27	0	15	0	1	0
304-54-2-0	1	7M3B64	Db	0,00	15	0	1	0	0
304-55-10-0	1	10Ba28 +B28 B128 ats M28	Vrs	0,13	2	13	0	0	0
312-68-6-0	1	7Ba49 3M59	Vrs	0,00	7	8	0	0	0
312-197-21-0	1	8M2B59	Db	0,20	15	0	1	0	0
313-63-9-0	1	6M36 2Ba26 2E36	Db	0,07	13	2	0	1	0
311-389-17-0	1	10Ba45 +M45 ats B50	Vrs	0,07	1	14	0	0	0
507-61-2-0	1	10M9	Ks	0,00	15	0	0	0	0
501-523-6-0	1	10Ba59 ats M71	Vrs	1,33	0	15	0	3	2
506-33-14-0	1	6M4B10 +E10	Lk	0,47	15	0	0	0	0
509-194-1-0	1	6Ba1A2B1M43	Grs	0,60	12	3	0	0	0
109-307-6-0	1	10Ba49 +B84 P84 ats E84	Db	1,00	4	20	0	4	1
106-666-6-0	1	10Ba43 +B43	Vrs	0,60	0	15	0	4	4
110-386-4-0	1	10Ba43 +M43 B43	Grs	0,07	15	0	0	0	0
510-368-19-0	1	6M4B5	Db	0,15	20	0	0	0	0
106-618-16-0	2	9M1B38 +E57 B57	Db	0,6	15	0	0	0	0
104-267-29-0	2	5M45 5M93 +B83 +E66	Db	0,3	15	0	1	0	0
105-186-3-0	2	7M3B46 +E46	Db	0,7	15	0	0	0	0
105-206-12-0	2	7M40 2B1E41	Db	0,3	15	0	0	0	0
505-324-17-0	2	9M1B21 ats E19	Db	1,1	15	0	2	0	1
510-393-3-0	2	9M1B47	Db	0,4	15	0	0	0	0
509-189-16-0	2	10M22 +B ats A17	Grs	0,7	13	2	0	0	0
506-119-36-0	2	7M3B41 +E31	Grs	0,1	15	0	0	0	0
506-200-27-0	2	6M2B1A1E37	Lk	0,7	15	0	0	0	0
507-291-3-0	2	7M3B40	Db	0,1	15	0	0	0	0
313-153-7-0	2	9M1B44 +E44	Grs	0,0	15	0	1	0	0
313-172-1-0	2	9M1B27	Db	0,0	15	0	0	0	0
313-172-13-0	2	4M4B2E39	Db	0,0	15	0	0	0	0
313-12-16-0	2	6M2Ba1B1A32	Vrs	0,1	15	0	0	0	0
312-47-11-0	2	5M3B2Ba22	Db	0,0	11	4	3	0	1
510-170-27-0	2	6M25 3M97 1B25	Lk	0,1	15	0	0	0	0
510-169-18-0	2	5M3B48 2E55	Db	0,0	15	0	1	0	1
510-387-12-0	2	9M1B41	Db	0,1	15	0	1	0	1
303-345-14-0	2	7M25 2B23 1E32 +A32	Vrs	0,1	15	0	0	0	0

503-363-19-0	2	5M2Ba2A1B25	Grs	0,0	11	4	0	0	0
510-39-36-0	2	7M3B38	Db	0,0	15	0	0	0	0
510-40-8-0	2	5M3B44 2E55	Db	0,0	15	0	2	0	0
502-169-21-0	2	7M2B1E49	Db	2,2	15	0	0	0	0
502-385-6-0	2	7M3B40	Db	1,2	11	4	2	0	1
510-201-10-0	2	8M2B37 +E37	Db	0,0	15	0	0	0	0
510-123-12-0	2	10M45 +E45 B45	Db	0,0	15	0	0	0	0
501-293-15-0	2	5M4A1B22 +L18	Db	1,3	12	3	1	0	0
503-410-6-0	2	5M29 3E32 1B1Ba27 ats P32	Vrs	1,4	8	7	2	2	0
505-64-7-0	2	6M4B39 +Ba39 P39 ats E39	Db	1,9	11	4	3	2	0
505-309-18-0	2	10M25	Db	0,5	15	0	2	0	1

2. pielikums.
 Apsekotās melnalkšņu jaunaudzēs.

Audzēs atslēga	Apsekotie koki, skaits	Atmirušie koki, skaits	Simptomātiskie koki, skaits	Veiktie testi, skaits	Pozitīvi testi, skaits	Ievāktie paraugi, skaits	Koku vidējais augstums, m
110-305-20-0	101	0	17	4	0	0	1,2
110-305-24-0	70	0	11	6	0	0	1,3
802-334-31-0	75	59	10	5	3	13	0,8
802-295-19-0	90	68	31	5	5	16	0,7

3. pielikums.
P₅ARP un P₅ARPH barotņu pagatavošana.

P₅ARP sastāvs (1 litrs)	
Kukurūzas miltu agars	17,0 g
Dejonizēts ūdens	1000 ml
Pimaricīns	0,005 g
Ampicillīns (Na sāls)	0,25 g
Rifampicīns	0,01 g
Pentahloronitrobenzēns (PCNB)	0,1 g
P₅ARPH sastāvs (1 litrs)	
Kukurūzas miltu agars	17,0 g
Dejonizēts ūdens	1000 ml
Pimaricīns	0,005 g
Ampicillīns (Na sāls)	0,25 g
Himeksazols (90%)	0,025 g
Rifampicīns	0,01 g
Pentahloronitrobenzēns (PCNB)	0,1 g
Barotņu pagatavošana	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Kukurūzas miltu agaru izšķīdina 1000 ml dejonizētā ūdenī. 2. Barotni sterilizē autoklāvā 15 minūtes 121°C temperatūrā. 3. Barotni atdzesē līdz aptuveni 50°C temperatūrai. 4. Sterilizējot caur filtru, pievieno iepriekš izšķīdinātās antibiotikas: pimaricīnu, ampicilīnu, rifampicīnu, (himeksazolu) un pentahloronitrobenzēnu (PCNB). 5. Katru antibiotiku pirms pievienošanas barotnei šķīdina aptuveni 1 - 3 ml dimetilsulfoksīdā (DMSO). 	

4. pielikums.
Apsekotās *Ulmus* spp. jaunaudzes Latvijā.

Objekts	Kv	Nog	Anog	Platība	Mt	Formula	<i>Ulmus</i> vecums	Apsaimn- iekotājs	Kadastra nr.	X	Y
1	1	1	0	0,3	Vr	7Go 2Os 1B13	13	Fiziska p.	42680060183	324929	571942
3	1	4	0	1,6	Gr	7Go 2Os 1B10	10	Fiziska p	64420050061	286861	354019
4	1	1	0	0,7	Vr	8Go 1Pt 1Os13	13	Fiziska p	90620130006	318867	418047
5	1	3	0	0,4	Vr	8Go 2Os12	12	Fiziska p	64660060085	278574	362602
7	1	5	0	0,3	Gr	5Go 3K 2Os8	8	Fiziska p	32660100032	247054	563265
11	1	11	0	0,3	Dm	8Go 1Ba 1Oz11	11	Fiziska p	40440040386	255703	535527
12	1	1	0	4,8	Gr	5Go 3A 1Ba 1B3	3	Fiziska p	32820020050	285153	569013
13	334	3	0	0,5	Vr	6Go 3Ba 1K5	5	Fiziska p	96720010030	422828	586059
14	1	10	0	0,3	Dm	6Go 3A 1K18	18	Fiziska p	56700050095	265941	626269
16	1	3	0	0,3	Vr	6Go 2Ba 1Oz 1K16	16	Fiziska p	64720040106	299653	351156
17	1	2	0	0,4	Gr	6Go 3A 1B15	15	Fiziska p	32460080100	289222	597572
21	1	2	0	0,8	Vr	4Go4K 2A14	14	Juridiska p.	46500010028	261021	441584
22	1	8	0	0,6	Dm	7Go 3B15	15	Juridiska p.	38640090086	311370	695440
23	1	4	0	0,6	Gr	4Go 3Ba 2Os 1K10	10	Juridiska p.	64820090021	250611	354243
25	1	4	0	4,6	Gr	4Go 3L 3B6	6	Juridiska p.	60720030032	232589	704154
26	32	1	0	1,1	Gr	5Go 3A 2L17	17	Valsts	56480070026	254477	618337
27	30	13	2	1,1	Vr	10Go12	12	Valsts	46760040266	261356	431581
28	171	23	0	0,5	Gr	10Go18	18	Valsts	96720050148	421188	593709
3o	2	2	0	0,92	Gr	10Os15	15	Fiziska p	64940030023	278919	351924
4o	1	7	0	1,84	Vr	6Os 2B 1A 1K9	15	Fiziska p	62420080010	317530	353567
54o	159	14	0	1,44	Grs	10Os13	13	Valsts	74880080051	299761	554444
42o	1	19	0	4,09	Vr	5Os11 3Ba 2B116	11	Juridiska p.	70270080011	319399	633390
14o	348	2	0	0,82	Vr	6Os 2K 1A 1Pt8	8	Fiziska p	96840040024	412657	562862
67o	455	22	0	1,05	Dm	10Os9	9	Valsts	66640080026	364440	539305
17o	1	66	0	1,17	Dm	5Os 3K 1B 1Oz7	7	Fiziska p	70680140034	319165	629022
a	1	7	0	8.08	Dm	8B172E29	17	Fiziska p	90700050034	316824	417083
b	1	8	0	0.33	Vr	6Os 2B 1A 1K43	15	Fiziska p	62420080010	317508	353616
18	1	8	0	0.94	Vr	5Go 3Ba 2Os16	16	Fiziska p	64660050040	276383	363409
19	1	4	0	0.26	Vr	4Go 4Os1Ba 1K16	16	Fiziska p	64660050040	276779	363485
20	3	3	0	2.3	Vr	10Go 14	14	Juridiska p.	46900030005	248897	445294

5. pielikums.
Pētījumam atlasītās parastā oša jaunaudzes Latvijā.

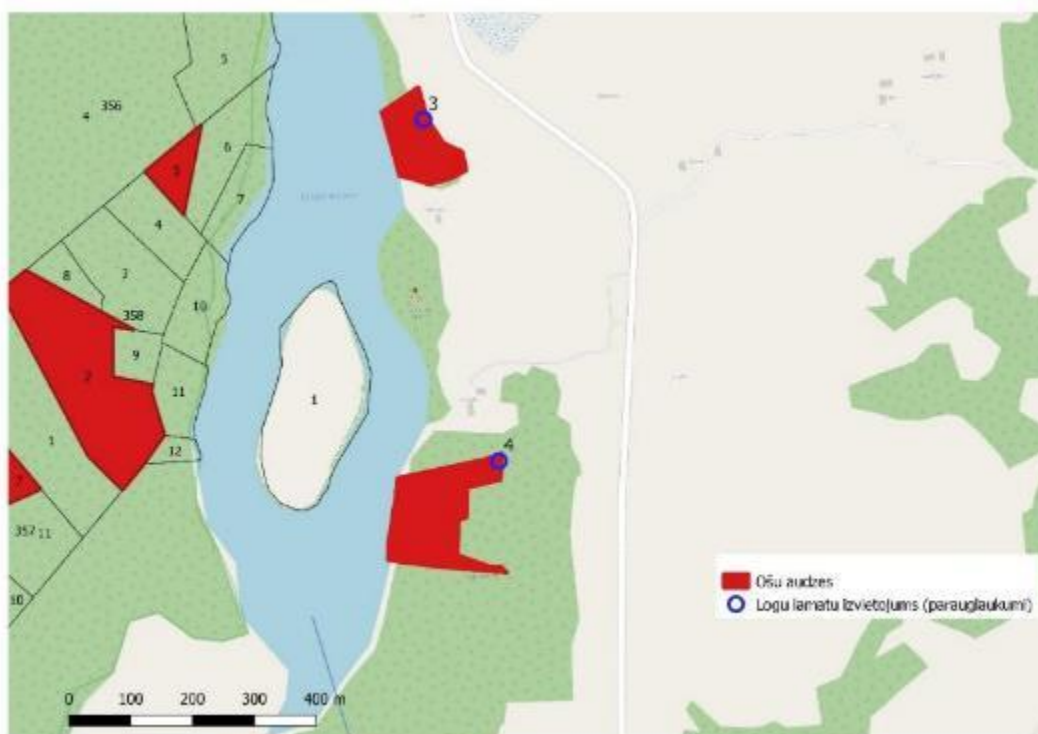
Nr.	Objekta ID	Kvartāls	Nogabals	Platība	Meža tips	Audzēs sastāva formula	Īpašnieks
1	17234	1	9	1,3	Vr	6Os 4Ba8	Fiziska persona
2	54236	1	12	0,82	Vr	5Os 3A 2Ma9	Fiziska persona
3	103955	2	2	0,92	Gr	10Os15	Fiziska persona
4	161136	1	7	1,84	Vr	6Os 2B 1A 1K9	Fiziska persona
5	258233	1	5	1,77	Dms	6Os 2A 2Ma13	Fiziska persona
6	309326	1	3	1,87	Vr	6Os 3Ba 1A15	Fiziska persona
7	314268	1	4	1,14	Gr	10Os10	Fiziska persona
8	380506	2	4	1,78	Vr	6Os 4Ba8	Fiziska persona
9	471483	1	1	3,18	Vr	5Os 2Ba 2B 1A11	Fiziska persona
10	671624	1	3-1	0,8	Gr	5Os 4A 1K10	Fiziska persona
11	672954	1	4	0,83	Ap	6Os 4B8	Fiziska persona
12	676016	6	8	1,03	Vr	7Os 1B 1Ba10 1E15	Fiziska persona
13	728721	1	5	0,96	Dm	6Os10 3K16 1B9	Fiziska persona
14	729629	348	2	0,82	Vr	6Os 2K 1A 1Pi8	Fiziska persona
15	749619	1	14	1,67	Vr	10Os13	Fiziska persona
16	765194	2	1	1,11	Vr	6Os 3B 1E13	Fiziska persona
17	798524	1	66	1,17	Dm	5Os 3K 1B 1Oz7	Fiziska persona
18	833419	1	11	2,21	Dm	5Os 2Oz13 1A 1Ba14 1B13	Fiziska persona
19	847729	4	8	1,63	Ap	5Os 2A 2B 1Ma6	Fiziska persona
20	848148	1	14	1,05	Vr	6Os 2B 2A11	Fiziska persona
21	879983	1	1	1,15	Gr	6Os 4Ba14	Fiziska persona
22	888829	1	19	0,9	As	6Os 4B5	Fiziska persona
23	905388	1	12	1,05	Vr	10Os9	Fiziska persona
24	907275	2	1-1	0,87	As	9Os 1B10	Fiziska persona
25	936338	2	3	1,11	Vr	10Os9	Fiziska persona
26	1011516	1	3	1,06	Dm	10Os6	Fiziska persona
27	1059494	1	10	0,92	Vr	7Os 3Ba14	Fiziska persona
28	1073202	1	12	1,3	Ap	6Os 2Ma 1B 1A13	Fiziska persona
29	1109399	398	6	1,16	Vr	10Os7	Fiziska persona
30	1149833	1	6	1,43	Dm	5Os 3Ba13 2B17	Fiziska persona
31	41950	1	2	2,42	Dm	9Os 1B13	Juridiska persona
32	91490	1	7	0,85	Vr	8Os 2Ba11	Juridiska persona
33	173602	1	34	1,37	Vr	7Os 2Ba 1B15	Juridiska persona
34	184215	1	3	3,05	Gr	7Os 2A14 1E22	Juridiska persona
35	184805	3	4	1,04	Vr	10Os11	Juridiska persona
36	186703	1	6	1,4	Vr	5Os 3A 1B 1Ma10	Juridiska persona
37	194064	1	1	1,49	Vr	6Os 3Oz 1B11	Juridiska persona
38	356012	1	3	0,99	Vr	9Os 1Oz8	Juridiska persona
39	362742	1	5	1,59	Vr	6Os 2B 2Ba8	Juridiska persona
40	366646	1	4-1	1,88	Ap	5Os 3Ma 2A7	Juridiska persona
41	366647	1	4-2	1,72	Ap	5Os 3Ma 2A7	Juridiska persona
42	388861	1	19	4,09	Vr	5Os11 3Ba 2B116	Juridiska persona
43	489818	1	1	1,06	Ap	6Os 2B 1Oz 1A9	Juridiska persona
44	500766	1	28	0,82	Vr	10Os8	Juridiska persona
45	560669	1	42	0,93	Gr	6Os 2B 1Ba 1A8	Juridiska persona

46	634555	1	27	0,91	Vr	8Os 2Ba8	Juridiska persona
47	637411	1	5	5,01	Vr	6Os 1B 1Ba 1E 1Oz10	Juridiska persona
48	637412	1	6	2,33	Vr	7Os 2Oz 1Ba10	Juridiska persona
49	644015	1	9	0,96	Ap	5Os 2Ba 2B 1A15	Juridiska persona
50	5298	1	4	1,46	Vr	5Os 2A13 1Pī 1B11 1K13	Pašvaldība
51	155033	156	21	1,44	Ap	10Os15	Valsts
52	215643	270	4	2,99	Gr	5Os 3A 2Ba11	Valsts
53	266652	25	3	1,97	Vrs	5Os 3Ma 2A4	Valsts
54	298886	159	14	1,44	Grs	10Os13	Valsts
55	304685	245	6	0,81	Vr	6Os11 2E16 1B1A11	Valsts
56	316973	72	24	0,81	Gr	5Os 2B 2Ma 1Oz3	Valsts
57	319036	214	5	2,29	Ap	10Os4	Valsts
58	325801	302	12	2,17	Ap	5Os 3A 2Ma10	Valsts
59	331096	179	20-1	1,11	Gr	5Os 4Ma 1B10	Valsts
60	367366	137	10	0,9	Gr	10Os13	Valsts
61	479920	118	6	0,86	Gr	10Os7	Valsts
62	513774	372	22	0,96	Gr	10Os3	Valsts
63	538842	290	3-1	0,93	Vrs	5Os 2A 2Ba 1Ma12	Valsts
64	607752	344	33	2,69	Vr	8Os 2B13	Valsts
65	702817	18	1-1	5,47	Vr	10Os14	Valsts
66	740466	160	23	2,31	Vr	6Os 3B 1A10	Valsts
67	749921	455	22	1,05	Dm	10Os9	Valsts
68	760463	337	7-1	2,18	Ap	10Os7	Valsts
69	768067	216	3	1,11	As	7Os 1P 1B 1E10	Valsts
70	768068	216	2	0,82	As	9Os 1B10	Valsts
71	768830	344	20-1	1,61	Vr	10Os13	Valsts
72	771682	264	4	1,51	Ap	5Os 3Oz 1Ma 1B14	Valsts
73	771717	265	15	0,86	Vr	10Os14	Valsts
74	785567	660	1-1	1,65	Gr	5Os 4A 1Ma14	Valsts
75	788197	61	27	1,15	Vr	10Os13	Valsts
76	825164	156	3	1,03	Dm	7Os 3L14	Valsts
77	873875	280	4-4	2,4	Ap	6Os 4B8	Valsts
78	873878	280	4	2,18	Ap	8Os 2B8	Valsts
79	884343	37	6	0,95	Vrs	10Os5	Valsts
80	884349	37	5	1,06	Vrs	10Os5	Valsts
81	885798	37	4	2,1	Ap	10Os5	Valsts
82	954897	60	3	2,1	Ap	10Os6	Valsts
83	972457	97	46	1,39	Ap	10Os12	Valsts

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



Pirmā un otrā parauglaukuma izvietojums ošu audzēs.



Trešā un ceturtnā parauglaukuma izvietojums ošu audzēs.



Piektā un sestā parauglaukuma izvietojums ošu audzēs.



Septītā parauglaukuma Alūksnes novadā shēma.

7. pielikums.
Apsekotās parastās kļavas, parastās liepas un parastā ozola jaunaudzes.

Nr. p.k.	Audzis atslēga	Suga	Platība, ha	Meža tips	Audzis sastāva formula
1	503-496-16-0	K	0,85	Dm	5K17 4P18 1B17 ats E14
2	502-115-25-0	K	1,37	Vr	5B3K2A11
3	505-434-1-0	K	5,01	Dm	5K4A1B11
4	611-168-2-0	K	1,15	Vr	5A3K2B12 +Oz12
5	405-465-16-0	K	1,92	Vr	5B9 3K10 2A11
6	406-308-10-1	K	1,06	Gr	3K3B2A2Ba17
7	407-186-16-0	K	2,97	Vr	4E14 3K3B12 +Oz ats Ba12
8	101-184-6-0	K	1,19	Dm	4B15 4K1B11A14
9	307-11-8-0	K	2,86	Vr	4B3K2A1M9 ats L9
10	801-143-17-1	K	0,74	Dm	7K2A1B12 +Ba18 Oz59
11	801-150-12-1	K	0,59	Vr	6A4K12 +B12
12	109-477-2-1	K	0,84	Dm	5K3Oz1G1E14 +B14
13	411-42-1-1	K	1,17	Gr	7K3A18 +Oz18
14	712-209-4-0	K	2,13	Dm	4P16 4K11 1E16 1B11 +B111
15	603-212-42-0	K	1,28	Vr	6B4K9
16	501-69-7-0	L	2,3	Gr	6B4L10
17	501-424-4-0	L	4,44	Gr	6B4L15 ats M15
18	503-372-21-0	L	0,91	Dm	6L3B1M11 ats Ba11
19	503-631-17-1	L	0,77	Dm	8L2B16 +E16
20	409-467-8-1	L	1,39	Dm	4B4L1E1M10
21	611-129-1-0	L	0,91	Grs	7B2A1Ba19 2.ST 10L12
22	608-109-6-0	L	1,51	Ap	10L17 +M17 Os17
23	406-308-18-0	L	1,18	Vr	4L3B2A1Oz15 +M ats K15
24	203-420-32-0	L	2,19	Gr	5L5B10
25	607-120-5-2	L	0,72	Gr	9L1Oz16 +B16 K16
26	305-59-3-0	L	1,86	Gr	7A3B18 2.ST 10L10
27	803-228-32-0	L	1,86	Vr	6L2A2B13
28	111-522-11-0	L	0,49	Gr	4L19 3B21 3A19
29	104-187-5-1	L	1,04	Vr	10A17 +B114 ats Ba12 2.ST 10L5
30	712-89-5-1	L	2,14	Dm	4L3Oz2B1A11
31	503-256-5-0	Oz	1,82	Vr	9Oz1Os16 +M16
32	603-1-10-1	Oz	0,79	Dm	8Oz15 1E16 1B15
33	611-211-3-0	Oz	3,11	Dm	7Oz3P13 +B13
34	611-160-6-0	Oz	1,97	Gr	7Oz3E16
35	611-113-8-2	Oz	0,64	Vrs	10Oz10
36	605-273-10-0	Oz	0,95	Vr	10Oz16
37	605-68-5-0	Oz	1,07	Ap	4Oz2A2B2E19
38	404-262-4-0	Oz	3,99	Gr	7Oz16 1B1K1Os15 +A31 M31
39	607-400-5-0	Oz	1,47	Vr	7Oz12 3B9
40	204-178-8-0	Oz	0,59	Dms	5Oz5A11

41	201-393-40-0	Oz	2,36	Dm	6Oz12 3B10 1E12
42	407-131-7-0	Oz	1,58	Dm	9B1A12 2.ST 10Oz12
43	101-174-2-1	Oz	0,56	Dm	4E16 4Oz17 2B16 +Oz37 B49 ats K21
44	601-266-6-0	Oz	2,5	Vr	10Oz9
45	611-113-14-2	Oz	0,5	Vr	10Oz10

8. pielikums.
Apsēkotās Eiropas dižskābarža jaunaudzes.

Kadastra nr.	Kvartāls	Nogabals	Platība	Meža tips	Audzēs sastāva formula	X	Y	Apsaimniekotājs
46760040242	19	1	1,39	Vr	8Ds2E7	56.50961	22.96511	MPS
88720020018	26	6	0,16	Vr	9Ds14 1B13	57.23738	22.62933	MPS
46880020023	182	4	0,33	Dm	6Ds3Os1B21	56.48180	23.34485	LVM
54440060204	83	13	0,96	Dm	10Ds3	56.68055	23.82089	MPS
62820040040	191	12	0,46	Dm	10Ds12	56.67820	21.83971	LVM