



PĀRSKATS
PAR PĒTĪJUMA 2022. GADA REZULTĀTIEM

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: **Nākotnes fitopatoloģisko risku izpēte**

LĪGUMA NR. 5-5.9.1_007f_101_21_69

PĒTĪJUMA ZINĀTNISKĀ VADĪTĀJA:

Dr. 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.....	8
1. Invazīvās slimības, to monitorings Latvijā	9
1.2. Fitoforas <i>P. alni</i> izplatības novērtējums Latvijā	9
1.2.1. Materiāls un metodes.....	9
1.2.2. Rezultāti un diskusija	10
1.2.3. Secinājumi	14
1.3. Sēņu izraisīto skuju slimību monitorings	15
1.3.1. Metodika.....	15
1.3.2. Rezultāti.....	15
1.3.3. Secinājumi	17
1.4. Invazīvo dzinumu un skuju patogēnu izplatības un ietekmes novērtējums uz skuju koku vitalitāti Latvijā	18
1.5. Invazīvo dzinumu un skuju patogēnu ietekmes uz mežsaimniecību novērtējums.....	20
2. Sēņu izraisītās lapu koku slimības: ietekme uz koku veselību un koksnes kvalitāti	21
2.1. Bērzu <i>Betula</i> sp. un apšu <i>Populus</i> sp. inficēšanās ar trupī izraisošām sēnēm novērtējums.....	21
2.1.1. Materiāls un metodika	21
2.1.2. Rezultāti un diskusija	23
2.1.3. Secinājumi	28
2.4. Parastā oša audžu monitorings, novērtējot ošu smaragdzaļās krāšņvaboles <i>Agrilus planipennis</i> sastopamību	29
2.5. Ozolu, kļavu un liepu fitopatoloģiskā stāvokļa novērtējums, diagnosticējot sēņu izraisītās slimības	31
2.5.1. Literatūras apskats par ozolu, kļavu un liepu patogēniem	31
2.5.2. Materiāls un metodes.....	33
2.5.3. Rezultāti.....	34
2.5.4. Secinājumi	38
2.6. Perspektīvāko introducēto lapu koku sugu lapotnes un dzinumu fitopatoloģisko risku izvērtējums	38
2.6.1. Literatūras apskats par perspektīvāko introducēto lapu koku patogēniem.....	38
2.6.2. Materiāls un metodes.....	39
Literatūras saraksts.....	41
Pielikumi	48

KOPSAVILKUMS

Pētījuma “Nākotnes fitopatoloģisko risku izpēte” otrajā etapā turpināta fitoftoras sastopamības novērtēšana, pamatā analizējot melnalkšņu jaunaudzēs (apsekotas 65 audzes). Inficētās baltalkšņu / melnalkšņu audzēs (20 parauglaukumi) novērtēta patogēna izplatības dinamika. Veicot slimības izraisītāja identificēšanas metodikas abrobāciju, ievākti 42 koksnes paraugi tīrkultūru izdalīšanai, no kuriem iegūta viena fitoftoras tīrkultūra.

Priežu skuju un dzinumu patogēnu monitorings veikts 50 priežu jaunaudzēs un 10 dekoratīvajos skuju koku stādījumos. 2022. gadā *Dothistroma septosporum* konstatēta gandrīz visās monitoringa audzēs (49 audzes), savukārt *Diplodia sapinea* konstatēta 31 audzē. Dekoratīvajos priežu stādījumos konstatētas divas jaunas atradnes Ogrē un Siguldā Latvijā invazīvajam priežu patogēnam *Lecanosticta acicola*. Suga konstatēta uz kalnu priedes (*Pinus mugo*). Apsēti arī 30 parauglaukumi, kuros padziļināti novērtēti 600 priežu fitopatoloģiskais stāvoklis, kā arī noteikti analizēto koku morfoloģiskie rādītāji.

Turpināts bērzu un apses trupes novērtējums papildus atlasītajās cismās (kopā 52). Analizētas kā 2021., tā 2022. gadā iegūtās sēņu tīrkultūras no bērzu un apses celmiem; veikta to identificēšana gan pēc morfoloģiskajām pazīmēm, gan ar molekulārajām metodēm. Secināts, ka apses un bērza celmos dominē koksnes saprotrofī, īpaši Brinkmaņa sistotrema; sastopamas arī patogēnās trupi izraisošās sēnes kā pelēkā dūmaine un priežu sakņu piepe. Ievākti 726 koksnes paraugiem arī no 60 trupējušām augošām apsēm un 60 trupējušiem augošiem bērziem. Izdalītas trupi un koksnes iekrāsojumu izraisošās sēnes, kuras noteiktas pēc mikroskopiskajām pazīmēm vai DNS sekvencēm. Apsēm dominēja apšu cietpiepes izraisītā trupe (55% no analizētajiem kokiem), savukārt bērziem – cietpiepes un celmenes izraisītā trupe bija sastopama attiecīgi 13% un 12% analizēto koku. Ievākti arī koksnes paraugi no 428 hibrīdapsēm trijos Meža pētīšanas stacijas Auces mežu novada eksperimentālajos stādījumos. Noskaidrots, ka hibrīdapses koksne bieži sastopami vāji kokaugu patogēni un mīksto trupi izraisošās sēnes no *Alternaria* un *Fusarium* ģintīm. Hibrīdapses stādījumos ir konstatētas balto trupi izraisošās sēnes, kas noārda lignīnu, bet tās izdalītas tikai no 2% analizēto koku.

Apkopota literatūra par fitopatoloģiskajiem riskiem parastajam ozolam, parastai liepai, parastai kļavai, kā arī Eiropas dižskābardim. Veikta vidēja vecuma parastā ozola, parastās liepas un parastās kļavas audžu apsekošana, un no 678 koksnes paraugiem izdalītas koksni kolonizējošās sēnes. Koksnes paraugos, kas reprezentēja parasto ozolu, sēņu sabiedrības atšķirās no kļavas un liepas koksne konstatētajām sēnēm. No turpi izraisošām sēnēm atsevišķos koksnes paraugos četrās audzēs konstatēta sakņu piepe *Heterobasidion* (paraugos no liepas un kļavas) vai vaskaine *Peniophora* (paraugos no ozola un liepas). Kā citi potenciāli nozīmīgie patogēni konstatētas askusēnes no *Fusarium*, *Alternaria*, *Epicoccum*, *Pestalotiopsis*, *Botrytis*, *Didymella*, *Dothiorella* un *Nectria* ģintīm.

Pētījuma ietvaros noris arī ošu smaragdzaļās krāšņvaboles *Agrilus planipennis* monitorings. Papildus ierīkots vēl viens parauglaukums pierobežas zonā. Šogad visos parauglaukumos lietoti feromonu slazdi. Analizētajos paraugos ošu smaragdzaļā krāšņvabole netika konstatēta.

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

SUMMARY

In the second stage of the research "Study of future phytopathological risks", the assessment of the spread of *Phytophthora* continued, mainly by analyzing young black alder stands (surveyed 65 stands). The dynamics of the pathogen in infected grey alder / black alder stands (20 sample plots) was evaluated. To conduct approbation of the methodology for identifying the causative agent of the disease, 42 wood samples were collected to obtain pure cultures; one pure culture of *Phytophthora* was isolated.

Pathogen monitoring of pine needles and shoots was carried out in 50 young pine stands and 10 ornamental conifer plantations. In 2022, *Dothistroma septosporum* was found in almost all monitoring stands (49 stands), while *Diplodia sapinea* was found in 31 stands. Two new localities of the invasive pine pathogen *Lecanosticta acicola* have been found in ornamental *Pinus mugo* plantations in Ogre and Sigulda. 30 sample plots were also surveyed, in which the phytopathological condition of 600 pine trees was assessed in depth, as well as the morphological parameters of the analyzed trees were determined.

We continued the assessment of birch and aspen rot incidences and their causal agents in additionally chosen selective or final cuttings (52 in total). Fungal pure cultures from birch and aspen stumps obtained in 2021 and 2022 were analyzed; fungal identification was carried out by both morphological features and by molecular methods. It was concluded that aspen and birch stumps are dominated by wood saprotrophic fungi, especially *Sistotrema brinkmannii*; pathogenic fungi such as *Bjerkandera adusta* and *Heterobasidion annosum* were also present. 726 wood samples were collected from 60 rotten growing aspens and 60 rotten growing birches. Fungi that cause decay and wood staining have been isolated and identified by microscopic features or DNA sequences. Aspen was dominated by *Phellinus tremulae* rot (55% of the analyzed trees), while in birch *Phellinus* and *Armillaria* were the most common rot-causing fungi present in 13% and 12% of analyzed trees, respectively. Wood samples were also collected from 428 hybrid aspen in three experimental plantations of the Forest Research Station in the Auce forest district. It has been established that weak woody plant pathogens and soft rot-causing fungi from the genera *Alternaria* and *Fusarium* are often found in hybrid aspen wood. White rot fungi, which degrade lignin, have been detected in hybrid aspen plantations, but they were isolated from only 2% of the analyzed trees.

Literature on phytopathological risks for oaks, lindens, maples, as well as beeches has been collected. A survey of middle-aged oak, linden and maple stands was carried out, and wood-colonizing fungi were isolated from 678 wood samples. In wood samples representing oak, fungal communities differed from those found in maple and linden wood. From the lignin-degrading rot-causing fungi, *Heterobasidion* (in samples from linden and maple) and *Peniophora* (in samples from oak and linden) were found in individual wood samples from four stands. Ascomycetes from the genera *Fusarium*, *Alternaria*, *Epicoccum*, *Pestalotiopsis*, *Botrytis*, *Didymella*, *Dothiorella* and *Nectria* have been identified as other potentially important pathogens.

Monitoring of the Emerald ash borer *Agrilus planipennis* is also ongoing as a part of the research. Additional selection of objects for the survey of stands in the border area was carried out, and another sample plot was established. This year, pheromone traps were used in all sample plots. In the analyzed samples, the Emerald ash borer was not detected.

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

TABULU SARAKSTS

2.1. tabula. Sēņu noteikšanai paredzēto praimeru raksturojums.....	22
2.2. tabula. Ošu smaragdzaļās krāšņvaboles monitoringa parauglaukumu raksturojums.....	30

ATTĒLU SARAKSTS

1.1. attēls. Apsekotās melnalkšņu jaunaudzēs 2022. gadā (audzes apzīmētas ar apliem; oranža krāsa norāda audzes, kurās konstatēti simptomātiski koki, bet bez pozitīviem Pocket Diagnostics® testera rezultātiem).....	9
1.2. attēls. Fitoftoras Pocket Diagnostics® testeris, kas apstiprina patogēna klātbūtni.....	10
1.3. attēls. Simptomātiskie baltalkšņi ar darvai līdzīga eksudāta plankumiem un notecējumiem uz stumbra 2022. gada rudenī apsekotajās audzēs. (J. Lekaviča foto).....	11
1.4. attēls. Apsektie alkšņu pastāvīgie parauglaukumi 2022. gadā (audzes apzīmētas ar apliem: pelēka krāsa norāda, ka simptomātiski koki audzē netika konstatēti; oranža krāsa – konstatēti simptomātiski koki, bet bez pozitīviem Pocket Diagnostics® testera rezultātiem; sarkana krāsa – konstatēti simptomātiski koki un testera rezultāts bija pozitīvs).....	12
1.5. attēls. Fitoftorai raksturīgās morfoloģiskās struktūras (micēlijs, oogoniji un anterīdiji) (D. Saulītes-Berenes foto).....	13
1.6. attēls. Apsektie fitoftoras dinamikas parauglaukumi 2021. un 2022. gadā (alkšņu audzes apzīmētas ar apliem): A – simptomu dinamika (pelēka krāsa norāda audzes, kurās netika konstatēti simptomātiski koki; gaiši oranžs – 1 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).....	14
1.7. attēls. 2022. gada rudenī apsektie ilgtermiņa parauglaukumi (sarkani apli) un dekoratīvie priežu stādījumi (oranži apli).....	15
1.8. attēls. Dothistroma septosporum (A) un Diplodia sapinea (B) sastopamība pastāvīgajos parauglaukumos. Aplis norāda apsekotās audzes; sarkana krāsa – patogēns konstatēts; zaļa krāsa – patogēns nav konstatēts.....	16
1.9. attēls. Lecanosticta acicola inficētas kalnu priedes (Pinus mugo) skuju Siguldā (A) un Cēsīs (B). (N. Burņevičas un A. Auniņas foto).....	17
1.10. attēls. Apsekojamo parauglaukumu karte skuju patogēnu dinamikas novērtēšanai.....	18
1.11. attēls. Dothistroma septosporum (A) un Diplodia sapinea (B) infekcijas izplatības intensitāte (krāsas intensitāte norāda inficēto koku skaitu) LVM meža iecirkņos.....	19
2.1. attēls. 2022.gadā papildus apsekotās bērzu un apšu audzes.....	21
2.2. attēls. Apsekotās apšu audzes 2021. (zaļi rombi) un 2022. gadā (sarkani rombi).....	23
2.3. attēls. Apsekotās bērzu audzes 2021. (zili rombi) un 2022. gadā (sarkani rombi).....	24
2.4. attēls. Dominantais morfotips apses un bērza koksne – Brinkmaņa sistotrema (Sistotrema brinkmannii).....	24
2.5. attēls. Apšu cietpiepes izraisītā trupe 9 m (A) un 13 m (B) augstumā, sēnes auglķermeņi (C) un no koksnes paraugiem izaugušais cietpiepes micēlijs uz Hagem barotnes (D). (A. Auniņas un N. Burņevičas foto).....	27
2.6. attēls. Phellinus igniarius izraisītā trupe bērzam 2 m augstumā ar sēnes auglķermeņi. (J. Liepiņa foto).....	27
2.7. attēls. Trupējušās Nr. 72. (A) un Nr. 108. (B) bērzu paraugkoku ripas, no kurām izdalīts celmenes micēlijs. (J. Liepiņa foto).....	28
2.8. attēls. Monitoringam 2022. gadā izmantotie feromonu slazdi.....	29
2.9. attēls. Parastā oša audzes Baltkrievijas un Krievijas pierobežā un parauglaukumu izvietojums smaragdzaļās krāšņvaboles monitoringam.....	30
2.10. attēls. Apsekotās vidēja vecuma audzes (audzes, kurās veikti apsekojumi apzīmētas ar apli; apla krāsa norāda sugu: kļava – brūns, liepa – dzeltens, ozols – zaļš).....	33

2.11. attēls. Trupes vai koksnis iekrāsojuma sastopamība analizētajās audzēs (aplī reprezentē apsekotās audzes; to krāsa norāda trupes vai koksnis iekrāsojuma īpatsvaru ievāktajos koksnis paraugos: gaiši oranža krāsa - 0-25% paraugi ar trupi vai koksnis iekrāsojumu, oranža – 25-50% paraugi, sarkana – vairāk par 50% koksnis urbūmi ar trupi vai koksnis iekrāsojumu).	35
2.12. attēls. No ozola, kļavas un liepas koksnis paraugiem biežāk izdalīto patogēno sēņu ģintis.....	36
2.13. attēls. Kaltušais ozols, no kura iegūts urbūms ar trupes pazīmēm un izdalīta Pestalotiopsis ģints sēne.....	37

IEVADS

Nemot vērā patogēnu izplatības dinamiku un dažāda veida stādmateriāla transportēšanas apjoma palielināšanos, arī Latvija, līdzīgi kā citas Eiropas valstis, pakļauta kokaugu invazīvo slimību riskam. Invazīvo patogēnu izpētes mērķis ir novērtēt alkšņu audžu fitopatoloģisko stāvokli, apzinot patogēno fitoftoru (īpaši *Phytophthora alni*) sastopamību, kā arī noteikt sēņu izraisīto invazīvo skuju un dzinumu slimību izplatību Latvijā un veikt šo slimību monitoringu. Šī etapa darba uzdevumi bija: novērtēt fitoftoras *P. alni* izplatību Latvijā; veikt sēņu izraisīto skuju slimību monitoringu; ievākt datus, lai sagatavotu invazīvo dzinumu un skuju patogēnu izplatības un ietekmes novērtējumu uz skuju koku vitalitāti Latvijā un mežsaimniecību.

Saistībā ar klimata pārmaiņām Latvijā ir potenciāls pieaugt lapu koku īpatsvaram, tādēļ svarīgi izvērtēt iespējamās to fitopatoloģiskās un kaitēkļu radītos riskus. Lapu koku pētījumā plānoti septiņi darba uzdevumi, kuros paredzēts novērtēt fitopatoloģisko stāvokli un kaitēkļu apdraudējumu vairākām lapu koku sugām. Izpēte četros no šiem uzdevumiem norisinājās šī etapa ietvaros:

- 1) Novērtēt bērzu *Betula* sp. un apšu *Populus* sp. inficēšanos ar trupī izraisošām sēnēm.
- 2) Veikt parastā oša audžu monitoringu, novērtējot ošu smaragdzaļās krāšņvaboles *Agrilus planipennis* sastopamību.
- 3) Novērtēt parastā ozola, parastās kļavas un parastās liepas fitopatoloģisko stāvokli, diagnosticējot sēņu izraisītas slimības.
- 4) Izvērtēt perspektīvāko introducēto lapu koku sugu lapotnes un dzinumu fitopatoloģiskos riskus.

1. INVAZĪVĀS SLIMĪBAS, TO MONITORINGS LATVIJĀ

1.2. Fitoforas *P. alni* izplatības novērtējums Latvijā

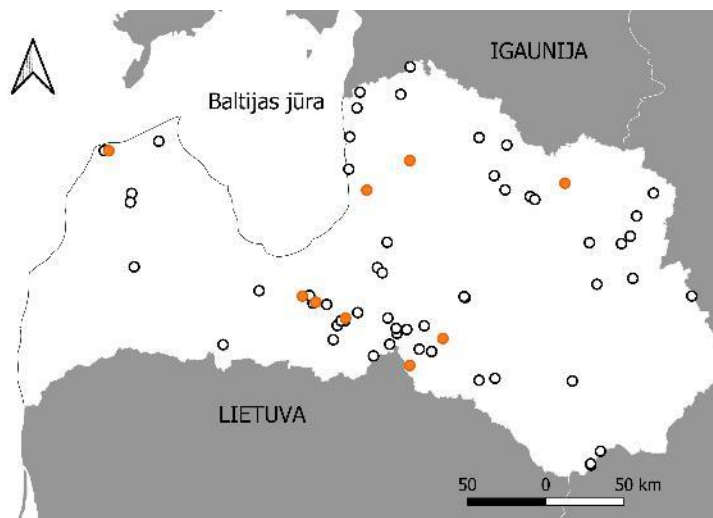
Fitoforu izraisītie bojājumi alkšņu audzēs pirmo reizi konstatēti 1993. gadā Apvienotajā Karalistē un 2003. gadā slimība jau minēta Latvijas kaimiņvalstīs – Igaunijā un Lietuvā (Gibbs et al., 2003). 2009. gadā pirmo reizi Latvijā konstatēta alkšņu inficētība ar fitoforu (Brice et al., 2010); šajā pētījumā fitofora līdz sugas līmenim noteikta tikai vienā no analizētajām audzēm, un tā bija *Phytophthora citricola*.

Alkšņu atmiršanai var būt vairāki cēloņi, tādēļ svarīgi zināt, vai iemesls ir fitoforu infekcija un kura fitoforu suga sastopama konkrētajā audzē. 2015. gada oktobrī *P. alni* reģistrēta Latvijā, melnalkšņa audzē – slimībai raksturīgās pazīmes novērotas 40% koku (EPPO, 2018).

Līdz ar to šī pētījuma uzdevums izvērtēt fitoforu sastopamību mežaudzēs un ietekmi uz koku vitalitāti, kā arī veikt patogēna identificēšanu, ņemot vērā, ka dažām taksonomiskajām grupām ir augstāka patogenitāte.

1.2.1. Materiāls un metodes

Šajā etapā apsektas 65 melnalkšņu jaunaudzēs (valdošā suga – melnalksnis; vecums – līdz 10 gadiem; audžu izvietojums redzams 1.1. attēlā). Detalizētāka informācija par apsekotajām jaunaudzēm apskatāma 1. pielikumā. Jaunaudzju apsekošana veikta laika posmā no maija līdz jūlijam. Apsekošanas metodika aprakstīta 1. etapa pārskata 1.1.3. nodaļā.



1.1. attēls. Apsekotās melnalkšņu jaunaudzēs 2022. gadā (audzes apzīmētas ar apliem; oranža krāsa norāda audzes, kurās konstatēti simptomātiski koki, bet bez pozitīviem Pocket Diagnostics® testera rezultātiem).

Apsektas arī 20 audzes fitoforas dinamikas novērtējumam (2. pielikums) pēc 1. etapa 1.1.4. punktā aprakstītās metodikas. Trīs no dinamikas pētījumiem atlasītajām audzēm 2021. gadā vairs nebija piemērotas pētījuma turpināšanai, un to vietā izvēlētas citas. No apsekotajām jaunaudzēm un dinamikas pētījumam atlasītajām audzēm izvēlētas 30 audzes kā

pastāvīgā monitoringa parauglaukumi, kas apsekoti pēc 1. etapa 1.1.3. punktā aprakstītās metodikas.

Fitoftoras klātbūtne gan šajās audzēs, gan melnalkšņu jaunaudzēs vispirms diagnosticēta, izmantojot Pocket Diagnostics® testerus (1.2. attēls). Ja testerī uzrādīja pozitīvu rezultātu, no konkrētajiem kokiem ievākti koksnes paraugi (mizas paraugs un urbums ar Preslera svārpstu) fitoftoru tīrkultūru izdalīšanai sadarbībā ar Valsts augu aizsardzības dienestu (turpmāk – VAAD).

Tīrkultūru izdalīšanas metodika no koksnes paraugiem bija šāda:

Pirmkārt veic parauga vizuālo pārbaudi, novērtē koksnes bojājumus un atlasa paraugus ar tipiskām *Phytophthora* sp. bojājumu pazīmēm. Tad atlasītos paraugus rūpīgi nomazgā zem tekoša krāna ūdens un nosusina papīra salvetēs. Paraugus sagriež līdz 1 cm garos fragmentos tā, lai paraugs tiktu paņemts no robežas starp bojātajiem un veselajiem audiem. Sagatavoto paraugu uzsēj uz četrām P5ARP/H un četrām P5ARP barotnēm. Uz katras Petri plates ar barotni uznes piecus sagatavotos paraugus (no viena koksnes parauga kopā uzsēj 40 audu fragmentus). Uzsēto paraugu inkubē $+22 \pm 2$ °C līdz 30 dienām. Raksturīgās kolonijas pārsēj uz P5ARP barotnes un inkubē $+22 \pm 2$ °C līdz 30 dienām.

Koloniju mikroskopēšanai sagatavo mikropreparātus. Mikroskopēšanu veic, izmantojot gaismas mikroskopu un invertu mikroskopu. Kolonijas raksturo pēc šādām pazīmēm: koloniju morfoloģija un to augšanas ātrums, micēlijs, sporangiji, hlamidosporas, oogoniji un anterīdiji, un atzīmē, ja konstatētas *Phytophthora* sp. raksturīgās morfoloģiskās pazīmes.



1.2. attēls. Fitoftoras Pocket Diagnostics® testeris, kas apstiprina patogēna klātbūtni.

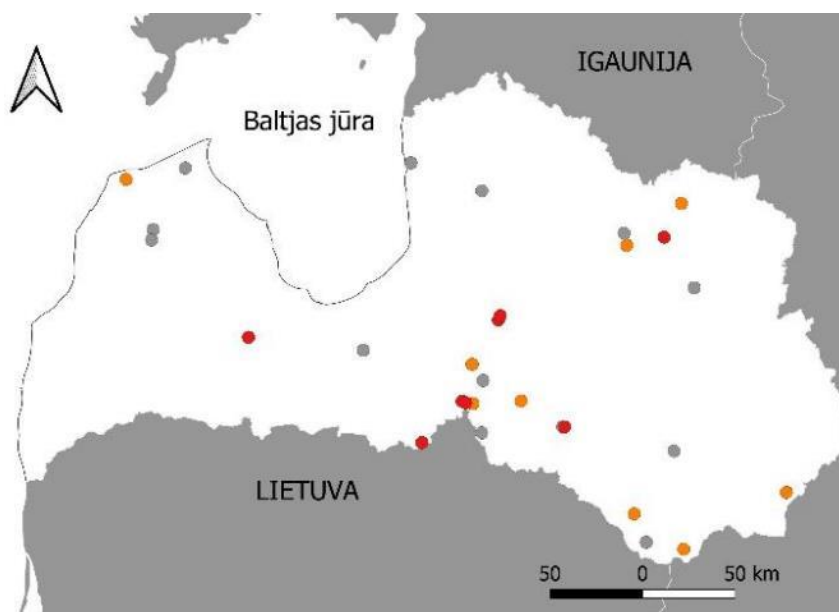
1.2.2. Rezultāti un diskusija

Tā kā fitoftoru infekcija pētījuma 1. etapā tika konstatēta arī melnalkšņu jaunaudzēs vecumā līdz 10 gadiem, 2022. gada darba uzdevumos iekļāvām melnalkšņa jaunaudžu apsekojumu. Deviņās no 65 apsekotajām melnalkšņu jaunaudzēm tika atrasti simptomātiski koki (1.1. attēls), tomēr, lietojot fitoftoras noteikšanas testerus, infekcija netika apstiprināta. Lai detalizētāk raksturotu slimības ietekmi uz melnalkšņu audzēm, iesakām nākamajā pētījuma etapā apsekot vecākas melnalkšņu audzes (vecumā no 10-30 gadiem). Konsultējoties ar lietuviešu kolēģiem (Dr. G. Mizeriene un Dr. D. Burokiene), secināts, ka testerī var būt zemas jutības pie nelielas patogēna koncentrācijas. Līdz ar to, īpaši jaunaudžu apsekojumos, iesakām kā metodi patogēna noteikšanai izmantot patogēna tīrkultūru izdalīšanu no simptomātiskiem kokiem.

Apsēkoti 30 pastāvīgā monitoringa parauglaukumi, tai skaitā arī 20 parauglaukumi fitoformas dinamikas novērtēšanai (2. pielikums). Fitoformas simptomi konstatēti 17 audzēs no 30 apsekotajām (12 audzēs konstatēti tikai simptomātiski baltalkšņi, trīs audzēs – tikai simptomātiski melnalkšņi un divās audzēs – gan simptomātiski baltalkšņi, gan melnalkšņi) (1.3. un 1.4. attēls). Pozitīvi fitoformas testa rezultāti iegūti astoņās audzēs (septiņās audzēs, pārbaudot baltalkšņa paraugus, vienā audzē – melnalkšņa paraugus) (1.4. attēls). 85% simptomātisko koku bija baltalkšņi un 15% – melnalkšņi. No pozitīvajiem fitoformas testa rezultātiem 87% tika iegūti no baltalkšņa koksnes paraugiem un 13% – no melnalkšņa. Analizētajos parauglaukumos novērtēts arī citu koku sugu fitosanitārais stāvoklis – simptomātiski koki netika konstatēti.



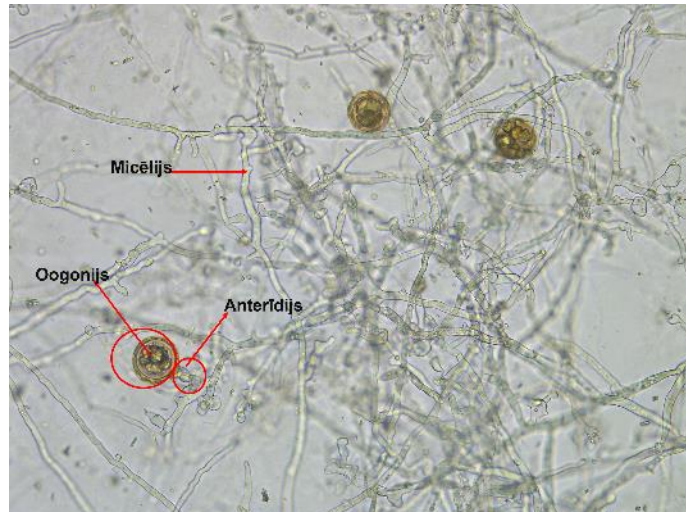
1.3. attēls. Simptomātiskie baltalkšņi ar darvai līdzīga eksudāta plankumiem un notecējumiem uz stumbra 2022. gada rudenī apsekotajās audzēs. (J. Lekaviča foto)



1.4. attēls. Apsektie alkšņu pastāvīgie parauglaukumi 2022. gadā (audzes apzīmētas ar apliem: pelēka krāsa norāda, ka simptomātiski koki audzē netika konstatēti; oranža krāsa – konstatēti simptomātiski koki, bet bez pozitīviem Pocket Diagnostics® testera rezultātiem; sarkana krāsa – konstatēti simptomātiski koki un testera rezultāts bija pozitīvs).

No analizētajiem kokiem šajās audzēs (testa rezultāts pozitīvs vai simptomi ļoti izteikti) ievākti paraugi fitofooras tīrkultūru izdalīšanai. Kopumā Valsts augu aizsardzības dienesta Augu karantīnas departamenta Nacionālajai fitosanitārajai laboratorijai tīrkultūru izdalīšanai nodoti 42 koksnes vai mizas paraugi (3. pielikums). No viena parauga izdalīts fitofooras micēlijs tīrkultūrā. Šis paraugs ievākts 2022. gada 15. novembrī Skaistkalnes iecirkņa 510. kvartālapgabala 71. kvartāla 58. nogabalā (audzes formula 9M1B77). Paraugu veidoja miza un urbuma skaidiņa no baltalkšņa stumbra. Izdalītā tīrkultūra pēc morfoloģiskajām pazīmēm identificēta 2022. gada decembrī un atbilst fitofooras ģintij (1.5. attēls); sugām specifiskos sporangijus tīrkultūra neveidoja, līdz ar to precīza sugas noteikšana, balstoties uz morfoloģiskajām pazīmēm, nebija iespējama. Jāatzīmē, ka tīrkultūra izdalīta no baltalkšņu audzes netālu no Lietuvas pierobežas, un Lietuvas kolēģu dati liecina, ka kaimiņvalstī *P. alni* ir izplatīta gandrīz visā valsts teritorijā. Attiecībā uz *P. alni* kompleksa taksonu detalizētāku identifikāciju, Norkute (2018) norādījusi, ka Lietuvā galvenokārt sastopamas *P. alni* pasugas *P. alni* subsp. *alni* un *uniformis*.

Parauga detalizētai identificēšanai un turpmāko darbu plānošanā ir piesaistīti igauņu un lietuviešu kolēģi, ar kuriem pārrunāta metodika. 2023. gada janvārī no tīrkultūras izdalīts DNS un pēc atbilstošās sagatavošanas nosūtīts sekvenēšanai. Papildus tīrkultūra nosūtīta Dabas Zinātņu institūtam Lietuvā identificēšanai ar sugām specifiskiem praimeriem. Rezultāti tiks saņemti 2023. gada februārī, sagatvosim patogenitātes raksturojumu un iekļausim 2023. gada pārskatā, neparedzot tam papildus finansējumu.

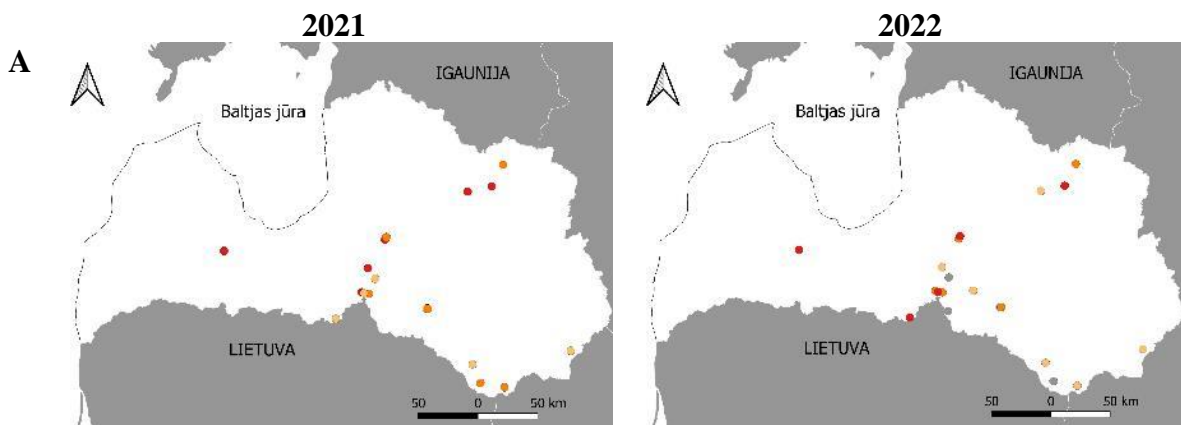


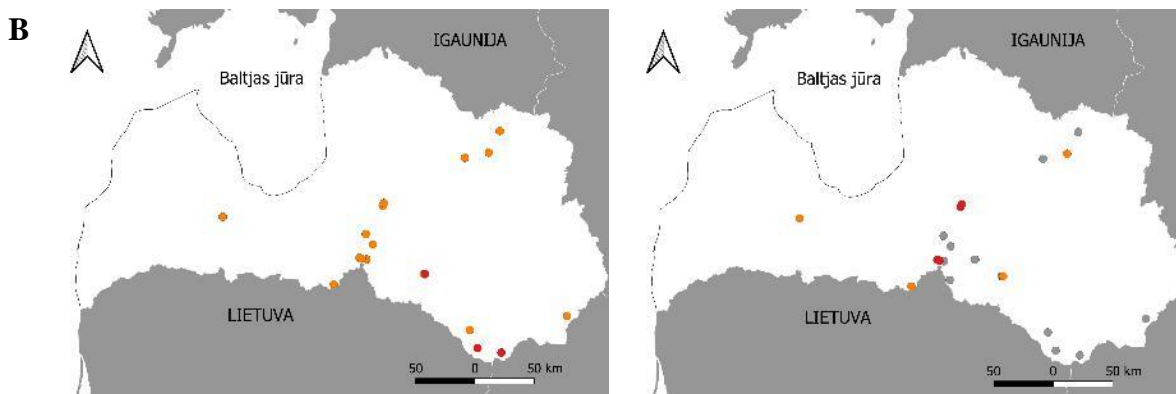
1.5. attēls. Fitofotorai raksturīgās morfoloģiskās struktūras (micēlijs, oogoniji un anterīdiji) (D. Saulītes-Berenes foto).

Fitofotoru tīrkultūru izdalīšana no paraugiem, kas ievākti pavasarī un vasaras sākumā, bija nesekmīga, un novērots, ka izdalīšanas sekmes bija zemas baktēriju infekcijas dēļ. Paraugu ievākšana un tīrkultūru izdalīšana vēlā rudenī bija sekmīgāka, un iegūta viena fitofotoras tīrkultūra, kas pēc morfoloģiskajām pazīmēm atbilst *P. alni*. Ar šo jautājumu saskārušies arī igauņu kolēģi (prof. R. Drenkhan konsultācija) un norādījuši, ka tīrkultūru izdalīšanai paraugu ievākšanas laiks ir būtisks. Līdz ar to turpmākajā darbā plānojam paraugus tīrkultūru izdalīšanai ievākt vēlā rudenī vai agrā pavasarī, kā arī pārbaudīt īslaicīgas saldēšanas ietekmi uz tīrkultūru izdalīšanas sekmēm. Šajā etapā gūtās iemaņas tīrkultūru izdalīšanā vērtējamas pozitīvi, jo, pat konsultējoties ar vadošajiem fitofotoru ekspertiem no Norvēģijas un Polijas, secināts, ka *P. alni* ir arī citās valstīs zināma, kā tīrkultūrā grūti izdalāma suga.

Audzēs ar simptomātiskiem alkšņiem 2022. gada apsekojumos galvenokārt lokalizētas Latvijas dienvidu un centrālajā daļā (1.1. un 1.4. attēls), kā arī atkārtoti konstatētas vairākas inficētas audzes nelielā attālumā viena no otras, kas liecina par lokālām inficētām platībām ap konkrētām ūdenstilpēm.

Papildus salīdzināta fitofotoras dinamika audzēs, kurās konstatēti simptomi 2021. gada apsekojumos (1.6. attēls). 2022. gadā konstatētais simptomātisko koku skaits audzēs bija mazāks un arī pozitīvo fitofotoras testu skaits bija zemāks. Jāatzīmē, ka apsekotie koki 2021. un 2022. gadā nebija tie paši, tāpēc detalizētāka dinamikas analīze atsevišķu koku līmenī šajā etapā nav atspoguļota. Turpmāk būs iespējama detalizētāka analīze, jo šajā etapā apsekotie koki ir marķēti.





1.6. attēls. Apsektie fitoftoras dinamikas parauglaukumi 2021. un 2022. gadā (alkšņu audzes apzīmētas ar apliem): A – simptomu dinamika (pelēka krāsa norāda audzes, kurās netika konstatēti simptomātiski koki; gaiši oranžs – 1 simptomātisks koks; oranžs – 2-3 simptomātiski koki; sarkans – vairāk par trim simptomātiskiem kokiem) un B – pozitīvo testu skaits audzē (pelēka krāsa norāda, ka netika iegūti pozitīvi Pocket Diagnostics® testera rezultāti; oranža krāsa – viens koks audzē uzrādīja pozitīvus testa rezultātus; sarkana krāsa – divi vai vairāk koki audzē uzrādīja pozitīvus testa rezultātus).

Tā kā vainaga bojājumi saistāmi ar fitoftoras simptomiem un patogenitāti, turklāt alkšņu fitoftoru īpaši raksturo audzes lapotnes bojājumi un nokaltušu koku grupas (Hayden et al., 2013), dinamikas parauglaukumos novērtēts arī koku vainaga stāvoklis (2. pielikums). Vainaga stāvokļa novērtējums liecina, ka patogēna ietekme uz alkšņu vitalitāti inficētajās audzēs nav ļoti izteikta – vidējais vainaga vitalitātes indekss bija 1,5. Kopumā no 322 apsekotajiem kokiem 62% bija bez vainaga bojājumiem, 29% - ar vainaga bojājumiem zem 25% un 9% - ar vainaga bojājumiem virs 25%. Tikai divās audzēs vidējais vainaga bojājums ballēs bija starp 2 un 3, respektīvi – audzē dominēja koki ar vainaga bojājumu (2. pielikums). No 40 simptomātiskajiem alkšņiem 35% bija bez vainaga bojājumiem, 35% - ar vainaga bojājumiem zem 25% un attiecīgi 30% - ar vainaga bojājumiem virs 25%.

Novērojot *Phytophthora* sp. sastopamību atkarībā no kokaudzes sastāva, konstatēts, ka vairāk simptomātiskie koki 2022. gadā bija baltalkšņi. Arī izdalītā tīrkultūra iegūta no baltalkšņa koksnes. Tā kā 2022. gadā infekcija bija mazāk sastopama, saistības starp koku inficētību un meža tipu vai audzes hidroloģisko režīmu netika konstatētas. Slimību veicinošo faktoru izvērtēšanu turpināsim nākamajā pētījuma etapā, rezultātus atspoguļojot 2023. gada pārskatā, neparedzot tam papildus finansējumu.

Pētījuma dati apkopoti publikācijā, kas sagatavota 2022. gadā, un iesniegta publicēšanai LZA vēstīs (Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B). 2023. gada pārskatam tiks pievienots apliecinājums, ka raksts pieņemts publicēšanai.

1.2.3. Secinājumi

Aptuveni 10% no apsekotajām melnalkšņu jaunaudzēm tika konstatēti atsevišķi koki ar fitoftorai raksturīgajiem simptomiem, taču fitoftoras testeri neapstiprināja patogēna klātbūtni audzē. Iesakām turpināt melnalkšņa jaunaudzju apsekošanu, kā metodi patogēna noteikšanai lietojot patogēna tīrkultūru izdalīšanu no simptomātiskiem kokiem.

2021. gadā izvēlētajās audzēs (20) fitoftoras dinamikas pētījumiem 2022. gadā simptomātisko koku īpatsvars ir zems (12% jeb 40 koki). Vainaga bojājumi konstatēti 65% alkšņu ar fitoftora raksturīgiem simptomiem.

Fitoftoru tīrkultūru izdalīšanai no alkšņu mizas un koksnes būtiska ir paraugu ievākšanas sezona – vēls rudens vai agrs pavasaris.

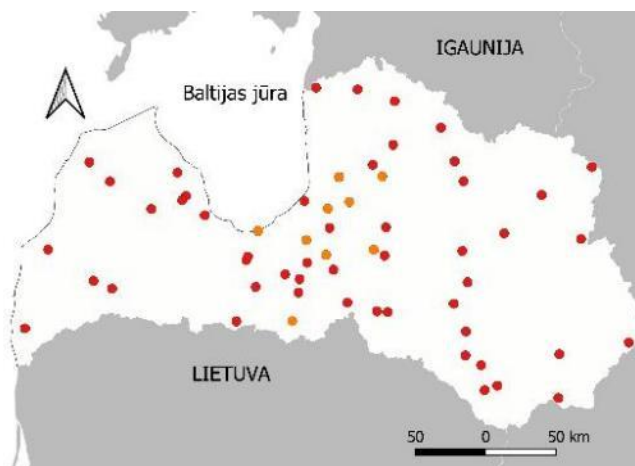
1.3. Sēņu izraisīto skuju slimību monitorings

Klimata pārmaiņas ir veicinošs faktors novērotajai dažādu skuju un dzinumu patogēnu izplatībai uz Eiropas ziemeļiem (Hanso & Drenkhan, 2008; Adamson et al., 2015b; Drenkhan et al., 2016; Mullett et al., 2018). Kā invazīvās sugas, kas izraisa priežu skuju un dzinumu slimības Baltijas reģionā uzskatītas *Dothistroma septosporum*, *Dothistroma pini*, *Diplodia sapinea*, *Lecanosticta acicola* (Drenkhan & Hanso, 2009; Adamson et al., 2015a, b). Minēto sugu sastopamība Latvijā tiek izvērtēta šajā darba uzdevumā.

1.3.1. Metodika

Audzū apsekošanai izmantotā metodika aprakstīta 1. etapa pārskata 1.1.1. un 1.1.2. nodaļās. Šajā etapā, 2022. gada rudenī, apsekotas 50 priežu jaunaudzēs – ilgtermiņa parauglaukumi, kā arī ievākti skuju paraugi no 10 skuju koku dekoratīvajiem stādījumiem (1.7. attēls). Jaunaudzū un dekoratīvos stādījumus raksturojošā informācija atrodama attiecīgi 4. un 5. pielikumā.

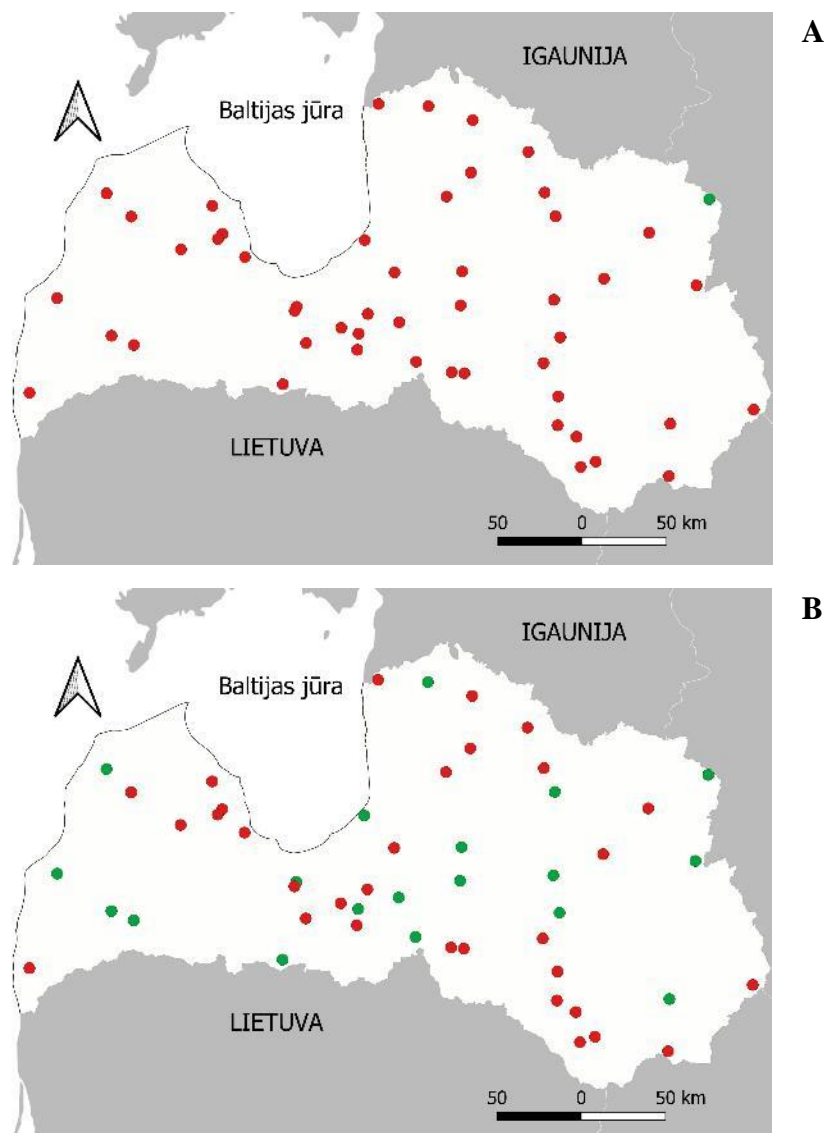
Sēņu sugas arī šajā etapā noteiktas kā pēc morfoloģiskajām pazīmēm, tā arī izmantojot molekulārās metodes ar sugām specifiskiem praimeriem. Sugu noteikšana veikta LVMI Silava sadarbībā ar Igaunijas Dzīvības zinātņu universitāti (prof. R. Drenkhan), kas palīdzēja patogēnu identifikācijā un molekulāro analīžu protokolu adaptēšanā. Sīkāk metodes aprakstītas 1. etapa pārskatā.



1.7. attēls. 2022. gada rudenī apsektie ilgtermiņa parauglaukumi (sarkani apļi) un dekoratīvie priežu stādījumi (oranži apļi).

1.3.2. Rezultāti

Kopumā 50 pastāvīgajos parauglaukumos apsekoti 500 koki un ievākti 155 skuju paraugi. *Dothistroma septosporum* konstatēta gandrīz visās audzēs (49 audzes), savukārt *Diplodia sapinea* konstatēta 31 audzē (1.8. attēls, 4. pielikums). *Lecanosticta acicola* un *Dothistroma pini* apsekotajās priežu jaunaudzēs netika konstatēta. Apsekotajās audzēs koku bez būtiskiem vainaga bojājumiem īpatsvars bija 0-90%; koku ar lokāliem vainaga bojājumiem īpatsvars – 10-90% un koku ar būtiskiem skuju zudumiem – 0-30% (4. pielikums).

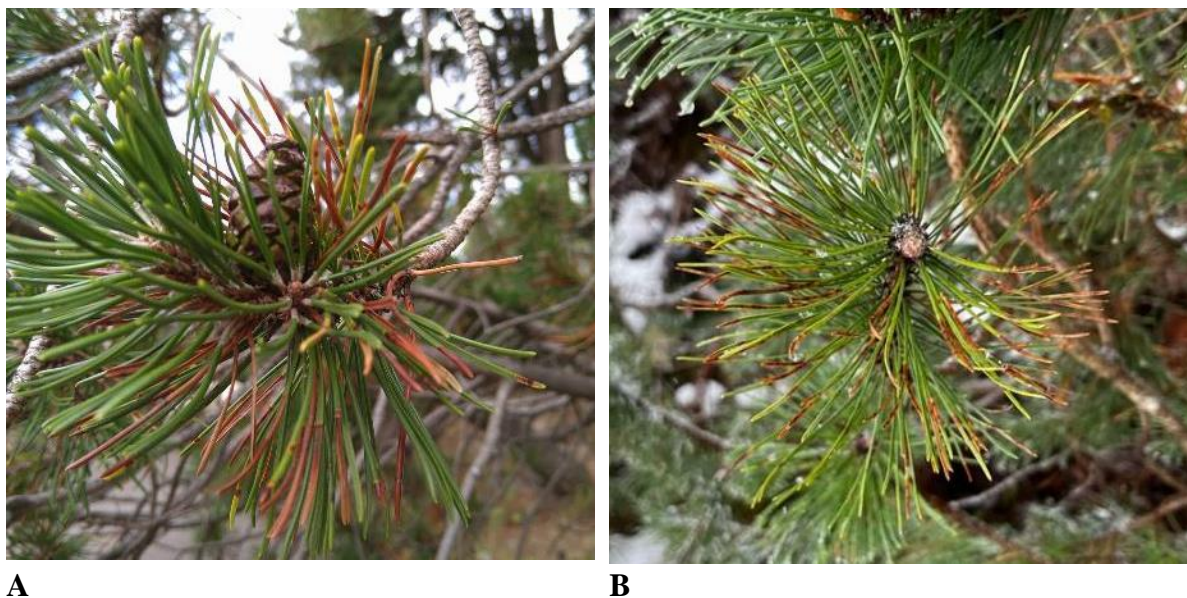


1.8. attēls. *Dothistroma septosporum* (A) un *Diplodia sapinea* (B) sastopamība pastāvīgajos parauglaukumos. Aplis norāda apsekotās audzes; sarkana krāsa – patogēns konstatēts; zaļa krāsa – patogēns nav konstatēts.

Salīdzinot skujbiri izraisošo patogēnu sastopamību analizētajās audzēs pa gadiem, 2022. gadā gan *Dothistroma septosporum*, gan *Diplodia sapinea* izraisītā skujbire konstatēta biežāk, salīdzinot ar 2021. gadu, kad tās konstatētas attiecīgi 31 un 16 no šīm audzēm. Tas iespējams saistīts ar meteoroloģiskajiem apstākļiem, kā arī to, ka 2021. gadā paraugi lielākoties tika vākti pavasara sezonā, kas arī ir piemērota patogēnu noteikšanai, bet pazīmes var nebūt tik izteiktas. Kopumā, kā 2021. gada, tā šī gada dati liecina, ka *Dothistroma septosporum* ir plaši izplatīta visā Latvijas teritorijā. Arī *Diplodia sapinea* sastopama visā valsts teritorijā. Attiecībā uz audžu vecumu un *Dothistroma septosporum* sastopamību konstatēta būtiska pozitīva korelācija (korelācijas koeficients 0,319; $p < 0,05$); savukārt *Diplodia sapinea* sastopamību audzes vecums neietekmēja.

Apsekojot dekoratīvos priežu stādījumus, ievākti paraugi no 16 priedēm (galvenokārt *P. mugo*) (5. pielikums). Kopumā deviņos no dekoratīvo priežu stādījumu paraugiem konstatēta *Diplodia sapinea* un astoņos – *Dothistroma septosporum*. Tipiski *Lecanosticta acicola* slimības simptomi novēroti vairākiem kokiem (1.9. attēls). Molekulārās analīzes apstiprināja, ka *Lecanosticta acicola* izraisījusi kalnu priedes skujbiri Siguldā, Ogrē un Cēsīs. Par Cēsu atradni iepriekš bija ziņojuši Igaunijas kolēģi (M. Laas, nepublicēti dati), bet tagad arī mūsu dati apstiprina šo faktu. Jāatzīmē, ka Ogres un Siguldas atradnes šim patogēnam ir jaunas. Visos paraugos, kur konstatēta *Lecanosticta acicola*, bija sastopami arī citi analizētie patogēni (5. pielikums). Kā Siguldas, tā Cēsu paraugā *L. acicola* konstatēta kopā ar *D. septosporum*.

Tā kā Igaunijā jau konstatēta arī parasto priežu inficēšanās ar *L. acicola* un slimības izplatība mežaudzēs (Adamson et al., 2018), turpināms šī patogēna monitorings Latvijā gan pastāvīgajos parauglaukumos priežu jaunaudzēs, gan apsekojot mežaudzes inficēto platību tuvumā.



1.9. attēls. *Lecanosticta acicola* inficētas kalnu priedes (*Pinus mugo*) skujas Siguldā (A) un Cēsīs (B). (N. Burņevičas un A. Auniņas foto)

1.3.3. Secinājumi

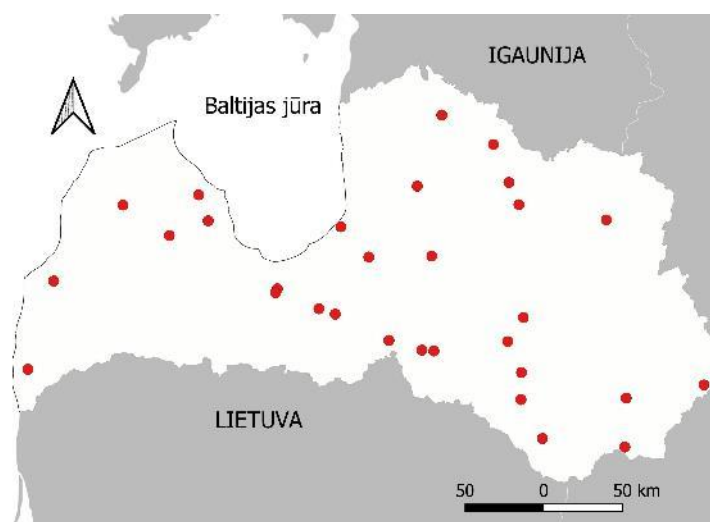
2022. gadā *Dothistroma septosporum* konstatēta gandrīz visās monitoringa audzēs (49 audzes), savukārt *Diplodia sapinea* konstatēta 31 audzē. Patogēni izplatīti visā Latvijas teritorijā.

Dothistroma septosporum sastopamība korelē ar audžu vecumu un ir augstāka vecākās audzēs ($p < 0,05$).

Dekoratīvajos priežu stādījumos konstatētas divas jaunas atradnes Ogrē un Siguldā Latvijā invazīvajam priežu patogēnam *Lecanosticta acicola*. Suga konstatēta uz kalnu priedes (*Pinus mugo*).

1.4. Invazīvo dzinumu un skuju patogēnu izplatības un ietekmes novērtējums uz skuju koku vitalitāti Latvijā

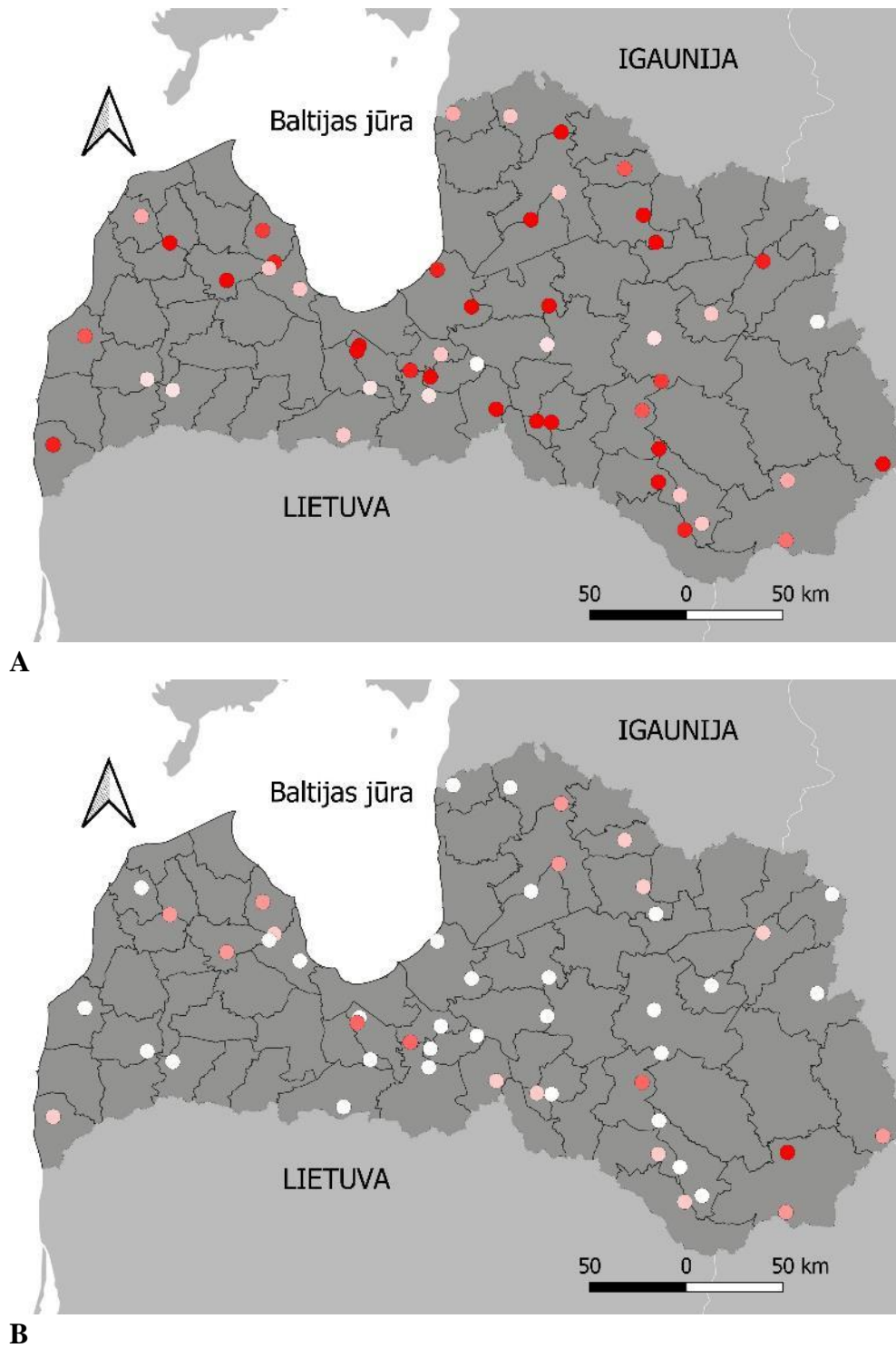
Audzū apsekošanai metodika aprakstīta 1. etapa pārskata 1.1.1. un 1.1.5. nodaļās. Šajā etapā, 2022. gada rudenī apsekoti 30 pastāvīgie parauglaukumi, lai raksturotu patogēnu sastopamību, to mijiedarbību un ietekmi uz audžu vitalitāti. Parauglaukumu izvietojums redzams 1.10. attēlā un sīkāka informācija par audzēm atrodama 6. pielikumā. Parauglaukumu jeb audzi apsekoja, ejot pa garāko diagonāli un ik pēc 10-20 m izvēloties un marķējot vienu priedi. Izvēlētajiem 20 paraugkokiem noteica skujbires intensitāti, kā arī no 10 kokiem (katram otrajam) ievāca skuju paraugus patogēnu detalizētākai noteikšanai pēc morfoloģiskajām pazīmēm un izmantojot molekulārās metodes. Sugu noteikšana veikta LVMI Silava sadarbībā ar Igaunijas Dzīvības zinātņu universitāti (prof. R. Drenkhan), kas palīdzēja patogēnu identifikācijā un molekulāro analīžu protokolu adaptēšanā. Sīkāk sugu noteikšanas metodika aprakstīta 1. etapa pārskatā. Paraugos līdz ģints līmenim pēc morfoloģiskajām pazīmēm atzīmēta arī vietējā skujbires izraisītāja – *Lophodermium* – sastopamība.



1.10. attēls. Apsekojamo parauglaukumu karte skuju patogēnu dinamikas novērtēšanai.

Kopumā 30 audzēs apsekoti 600 koki, no kuriem 322 koki (54%) bija bez būtiskiem vainaga bojājumiem un skuju zudumiem; 45% (271 koks) raksturoti lokāli vainaga bojājumi; tikai septiņām priedēm skujbire novērtēta ar 3 ballēm (būtiski skuju zudumi, bet tie skar tikai daļu vainaga).

Skuju patogēni noteikti 306 skuju paraugos: 275 (90%) konstatēta *Dothistroma septosporum* un 62 (20%) – *Diplodia sapinea*. Vietējais patogēns *Lophodermium* spp. konstatēts 177 (58%) paraugos. Konstatēta pozitīva korelācija starp *Dothistroma septosporum* un *Lophodermium* sp. sastopamību audzēs (korelācijas koeficients 0,730 ($p < 0,05$)). Arī *Diplodia sapinea* sastopamība korelēja ar *Dothistroma septosporum* un *Lophodermium* sp. sastopamību (korelācijas koeficienti attiecīgi 0,402 un 0,335). Ņemot vērā konstatēto patogēnu īpatsvaru, sagatavotas invazīvo skuju un dzinumu patogēnu skarto reģionu kartes pa LVM iecirkņiem (1.11. attēls). Kā *Dothistroma septosporum*, tā *Diplodia sapinea* sastopamība audzēs būtiski ($p < 0,05$) korelēja ar vainaga bojājumu intensitāti audzē (koku skaitu ar vainaga bojājumiem audzē); korelācijas koeficienti attiecīgi bija 0,551 un 0,317.



1.11. attēls. *Dothistroma septosporum* (A) un *Diplodia sapinea* (B) infekcijas izplatības intensitāte (krāsas intensitāte norāda inficēto koku skaitu) LVM meža iecirkņos.

Turpmākajos etapos analizētajiem kokiem atkārtoti novērtēs skujbires intensitāti un tādējādi varēs izdarīt secinājumus par skujbires dinamiku saistībā ar audzes parametriem un identificētajiem patogēniem.

1.5. Invazīvo dzinumu un skuju patogēnu ietekmes uz mežsaimniecību novērtējums

Balstoties uz 1.4. uzdevumā iegūtajiem datiem par skuju patogēnu izplatību un papildus novērtējot morfoloģiskos rādītājus (augstumu un caurmēru) 20 kokiem katrā audzē, iegūta sākotnējā datu matrica, lai novērtētu skuju patogēnu reģionālo izplatību un potenciālo ietekmi uz analizēto audžu ražību (6. pielikums). Apsekoti 600 koki, kuriem vidējais augstums bija 4,5 m un caurmērs 6,2 cm. Vidējais vecums apsekotajām audzēm: 11 gadi. Analizējot šajā sezonā ievāktos datus, netika konstatēta saistība starp kokaudzi raksturojošiem parametriem un skujbires intensitāti. Tā kā skujbires ietekmi plānots analizēt tieši saistībā ar koku ikgadējo augstuma un caurmēra pieaugumu, veicot koku mērījumus nākamajā sezonā, būs iespējams izvērtēt skujbires ietekmi uz šiem parametriem.

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 iespējamajos fitopatoloģiskos riskus. Pētījumā uzsākti četri no septiņiem darba uzdevumiem, kuros paredzēts novērtēt fitopatoloģisko stāvokli vairākām lapu koku sugām.

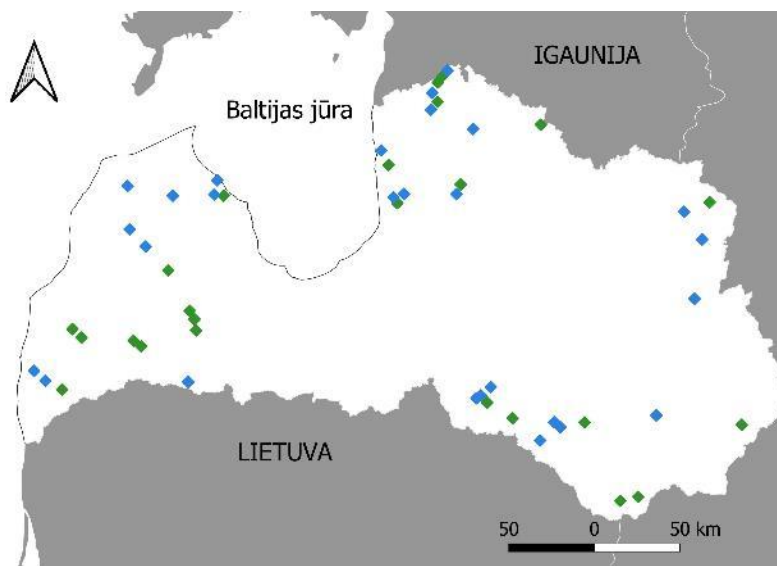
2.1. Bērzu *Betula sp.* un apšu *Populus sp.* inficēšanās ar trupi izraisošām sēnēm novērtējums

Bērzi un apses ir ekonomiski nozīmīgas koku sugas. Ņemot vērā klimata pārmaiņas un gada vidējās temperatūras paaugstināšanos, lapu koku, tajā skaitā bērzu un apses audžu platības visticamāk pieaugs, tādēļ būtiski noskaidrot šo koku sugu potenciālos patogēnus, kas izraisa koksnes trupi un samazina kokmateriālu vērtību.

2.1.1. Materiāls un metodika

2.1.1.1. Trupes sastopamība apšu un bērzu audzēs Latvijā

Lai novērtētu trupes izplatību un to izraisošās sēņu sugas bērza (*Betula pendula*) un apses (*Populus tremula*) audzēs, izmantota 1. etapa pārskatā 2.1.1. punktā aprakstītā metodika un apsektas papildus atlasītas 52 audzes - 24 apses un 28 bērza audzes (7. un 8. pielikums; 2.1. attēls).



2.1. attēls. 2022.gadā papildus apsektās bērzu un apšu audzes.

Veikta kā 2021. gadā, tā 2022. gadā iegūto sēņu izolātu identificēšana ar molekulārām metodēm, sēņu DNS izdalot no micēlija (Arhipova, 2012), un sēņu ITS rajonu sekvencējot ar universālu un sēnēm specifisku praimeru (2.1. tabula). Pēc iegūtajām sekvencēm noteiktas trupi izraisošo sēņu sugas (Arhipova et al., 2011). DNS izdalīšana un paraugu sagatavošana

sekvenēšanai veikta LVMI Silava Ģenētisko resursu centrā. Paraugi sekvenēšanai (Sanger et al., 1977) sūtīti uz MacroGen Europe, Nīderlandē; atsevišķi paraugi atkārtoti sekvenēti LVMI Silava Ģenētisko resursu centrā.

2.1. tabula. Sēņu noteikšanai paredzēto praimeru raksturojums

Npk.	Praimeris	Sekvence (5'...3')
1	ITS1F	5'' CTTGGTCATTTAGAGGAAGTAA 3''
2	ITS4	5'' TCCTCCGCTTATTGATATGC 3''

2.1.1.2. Hibrīdapses

Atlasīti četri hibrīdapses (*Populus tremula* L. x *P. tremuloides* Michx.) stādījumi trupi izraisošo sēņu novērtējumam hibrīdapses koksne. Audzes atrodas Meža pētīšanas stacijas Auces mežu novadā (56°27' N, 22°53' E). Šajos stādījumos 2012. un 2013. gadā konstatēti salnu radīti mizas bojājumi (plaisas) (Čakšs et al., 2022). Mizas bojājumi iepriekš konstatēti lielākajai daļai koku (līdz 72%). Audzes atrodas uz bijušās lauksaimniecības zemes ar organiskajām vielām bagātu minerālaugsni. Audzēs paraugu ievākšanai izvēlēti pieci hibrīdapses kloni: klonu nr. 4, 36, 41, 43, 44. Papildus 18 hibrīdapses no šiem kloniem apsekotas arī Iecavas stādījumā.

Katrā stādījumā koksnes paraugu iegūšanai izmantots Preslera svārpsts, ar ko paraugi visiem izvēlētajiem kokiem 1,3 m augstumā ievākti 2022. gada pavasarī. Lielākai daļai koku (izņemot Iecavas stādījuma hibrīdapses) 2022. gada rudenī ievākti koksnes paraugi arī 0,3 m augstumā. Katra koka sēņu sabiedrību reprezentēja viens līdz divi koksnes paraugi, kas ievākti, urbumu veicot no ziemeļaustrumu puses. Paraugu bez mizas daļas ielika mēģenē, uz kuras uzrakstīta parauga atslēga: stādījuma apzīmējums, atkārtojums, klona nr., koka numurs. Preslera svārpsts pēc katra urbuma sterilizēts 70% etanolā, paraugi ievietoti mēģenē. Kopējā shēma: 3 audzes x 5 kloni, kas atkārtojas (4, 36, 41, 43, 44) x trīs atkārtojumu bloki – katrā blokā 3-6 koki. Pavisam iegūti urbumi no 205 kokiem abos augstumos un 18 kokiem 1,3 m augstumā (Iecavas stādījums).

Paraugus uzglabāja aukstumkastē līdz nogādāšanai laboratorijā un pēc tam - ledusskapī (ne ilgāk kā divas dienas). Laboratorijā koksnes paraugi pēc to virsmas sterilizācijas liesmā uzlikti uz sterilas Hagama barotnes koksnes sēņu tīrkultūru iegūšanai. Petri trauki ar koksnes paraugiem apsekoti katru trešo dienu, un visi augošie sēņu micēliji, kas morfoloģiski atšķiras, izgriezti ar spirtā un liesmā dezinficētu skalpeli un pārnesti uz atsevišķu Petri trauku ar Hagem agara barotni. Kad iegūtas visas sēņu tīrkultūras, veikta to sadale grupās pēc to micēliju morfoloģiskām pazīmēm, analizējot sēņu tīrkultūras mikroskopiski. No katras morfoloģiskās grupas micēlija paraugi izmantoti sēņu sugu noteikšanai ar molekulārajām metodēm. Sēņu DNS izdalīts no micēlija pēc CTAB metodes LVMI Silava Ģenētisko resursu centrā, un sēņu ITS rajons sekvenēts ar augstāk minētajiem praimeriem (2.1. tabula). Paraugi sekvenēšanai (Sanger et al., 1977) sūtīti uz MacroGen Europe, Nīderlandē, kā arī daļa paraugu sekvenēta LVMI Silava Ģenētisko resursu centrā. Pēc iegūtajām sekvencēm noteiktas trupi izraisošo sēņu sugas (Arhipova et al., 2011).

2.1.1.3. Trupi izraisošās sēnes bērzu un apses koksne: trupes izplatība stumbrā

2022. gadā no jūnija līdz augustam trupi izraisošo sēņu novērtēšanai ievākti koksnes paraugi no 60 trupējušiem bērziem un 60 apsēm Meža pētīšanas stacijas Auces (53., 54., 60. un 82. kvartāls) un Kalsnavas mežu novados (260., 276., 285. un 288. kvartāls). No kokiem ievāktas divas ripas – viena pie sakņu kakla un otra – no trupes kolonnas augšējās robežas (beidzamā metra, kur trupe vēl vizuāli redzama). No katras ripas laboratorijā iegūti trīs paraugi no dažādām trupes intensitātes zonām. Kopumā ievākti aptuveni 720 koksnes paraugi, no

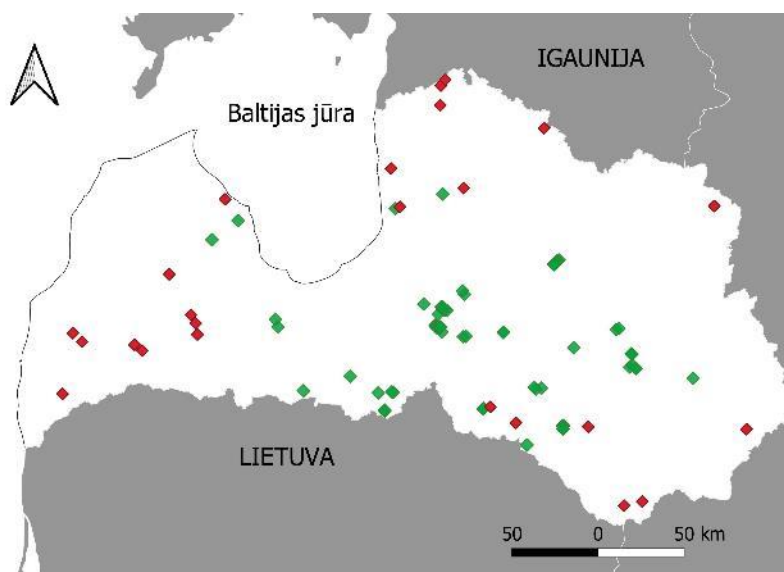
kuriem izdalītas, morfotipētas un sekvenētas sēņu tīrkultūras pēc 2.1.1.2. punktā minētās metodikas.

2.1.2. Rezultāti un diskusija

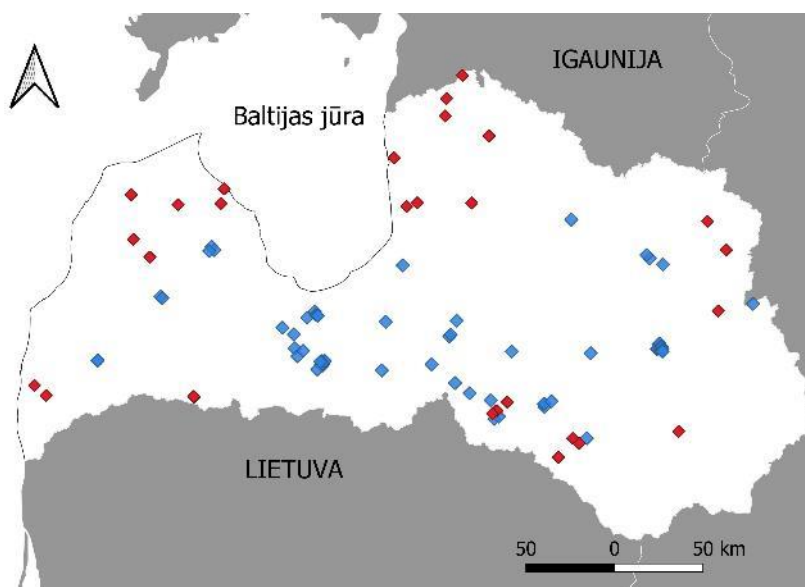
2.1.2.1. Trupes sastopamība apšu un bērzu audzēs Latvijā

Trupes izplatības novērtēšanai 2022. gadā apsekotas 52 audzes, kuru kopējā platība ir 66 ha (katras audzes vidējā platība - 1,3 ha); to izvietojums kartē 2.1. attēlā. No visām pētītajām audzēm 28 ir bērzu audzes (21 veikta vienlaidus atjaunošanas cirte, septiņas krājas kopšanas cirte) un 24 – parastās apses audzes (19 veikta vienlaidus atjaunošanas cirtes, piecās - krājas kopšanas cirte). Detalizēta informācija par apsekotajām audzēm apkopota 7. un 8. pielikumā. Apsekotajās audzēs 2022. gadā novērtēti 1479 celmi – 789 bērzu un 690 apses. No sešiem celmiem katrā audzē mikrobioloģiskajām analizēm ievākti koksnes paraugi: kopā 2022. gadā laboratorijā analizēti 312 paraugi.

Kopumā 2021. un 2022. gadā apsekotas 187 audzes – 96 bērzu (70 vienlaidus atjaunošanas cirtes un 26 krājas kopšanas cirtes) un 91 apses (69 vienlaidus atjaunošanas cirtes un 22 krājas kopšanas cirtes) (2.2. un 2.3. attēli). Kopējā audžu platība 311 ha. Novērtēti 5456 celmi: 2741 bērzu un 2715 apses. No apsekotajiem 2741 bērzu celmiem 1868 bija trupējuši, respektīvi 68,2%: 1229 celmiem (44,8%) konstatēta cietā trupe, 878 celmiem (32,0%) – mīkstā trupe un dobums. No apsekotajiem 2715 apses celmiem 2260 bija trupējuši, respektīvi 83,2%: 1528 celmiem bija cietā trupe (56,3%); 994 – mīkstā trupe un dobums (36,6%).



2.2. attēls. Apsekotās apšu audzes 2021. (zaļi rombi) un 2022. gadā (sarkani rombi).



2.3. attēls. Apsektās bērzu audzes 2021. (zili rombi) un 2022. gadā (sarkani rombi).

Izolētās koksnes sēnes no 2021. gada un 2022. gada paraugiem morfotipētas jeb sadalītas grupās pēc mikroskopiskajām pazīmēm. Visi iegūtie morfotipi nosūtīti sekvenēšanai. Noteikto taksonu sastāva analīze liecina, ka kopumā sēņu sabiedrības, kas izdalītas no apses un bērzu celmiem, ir diezgan līdzīgas.

No bērzu un apses celmiem visbiežāk izdalītā sēne bija saprotrofā suga Brinkmaņa sistotrema (*Sistotrema brinkmannii*), kas ir balto trupi izraisošā sēne un noārda atmīrušu koksni (Fukasawa, Matsukura, 2021) (2.4. attēls). No koksnes patogēniem kā bērza, tā apses celmu koksņē dominēja pelēkā dūmaine (*Bjerkandera adusta*), kas efektīvi spēj noārdīt dažādu lapu koku koksni (Łakomy et al., 2005). Starp izolētajiem koksnes patogēniem trijās bērzu un vienā apšu audzē konstatēta priežu sakņu piepe (*Heterobasidion annosum*). Šī sēne citu autoru darbos norādīta kā viena no galvenajām sakņu trupes izraisītājām bērziem (Bennell & Millar, 1984; Piri, 1996; Lygis et al., 2004). Attiecībā uz apsi - literatūrā norādīts, ka abiotiskie stresa faktori (skābas, sablīvētas, pārāk sausas augsnes) padara apses uzņēmīgas pret sakņu piepi, kas var strauji izplatīties audzē (Domanski, 1983; Hjelm & Rytter, 2016).



2.4. attēls. Dominantais morfotips apses un bērza koksņē – Brinkmaņa sistotrema (*Sistotrema brinkmannii*).

No koksnes patogēniem bērza koksņē bieži sastopamas bija arī īstā posaspiepe (*Fomes fomentarius*) un pelēkā vaskaine (*Peniophora cinerea*). Īstā posaspiepe ir viena no galvenajām

sēņu sugām, kas izraisa bērzu stumbra bojājumus (Bennell & Millar, 1984; Hallaksela & Niemistö, 1998). Kā citi izolētie augu patogēni atzīmējamas sēnes no *Fusarium* un *Phoma* ģintīm. No koksnes saprofītiem dominantās sugas bija vienkrāsas cerēna (*Cerrena unicolor*), bērzu lapiņpiepe (*Lenzites betulinus*) un dažādas tauriņpiepju sugas (*Trametes*); audžu apsekojumu laikā uz celmiem tika konstatēti arī šo sēņu augļķermeņi. Literatūrā minēts, ka vienkrāsas cerēna *Cerrena unicolor* bērziem spēj izraisīt arī balto trupi (Pažoutová & Šrůtka, 2007; Terho et al., 2007): inficēt gan dzīvu, gan nedzīvu koksni kā primārais patogēns un, ja koks pakļauts mehāniskiem bojājumiem, izraisīt būtiskus koksnes bojājumus (Enebak & Blanchette, 1989). Attiecībā uz tauriņpiepēm, jāatzīmē, ka atsevišķas tauriņpiepju sugas var būt saistītas ar salnu radītiem mizas bojājumiem, caur tiem inficējot koksni un izraisot sakņu trupi bērziem (Mauer & Palátová, 2003).

No koksnes patogēniem apses koksne bieži sastopama bija patogēnās sēnes no *Ophiostoma*, *Alternaria* un *Didymella* ģintīm. No koksnes saprofītiem dominantās sugas bija kausveida purpurlāsene (*Ascocoryne cylichnium*) un dažādas tauriņpiepju sugas (*Trametes*).

2.1.2.2. Hibrīdapses

Kopumā ievākti 428 koksnes paraugi, no kuriem izdalītas 948 sēņu tīrkultūras. Vairāk tīrkultūru (713 jeb 75% no visām izdalītajām tīrkultūrām) reprezentēja paraugus, kas iegūti 1,3 m augstumā, salīdzinot ar paraugiem, kas iegūti 0,3 metru augstumā (235 tīrkultūras jeb 25% no visām izdalītajām tīrkultūrām). Kopumā noteikti 84 dažādi sēņu morfotipi, no kuriem 59 noteikti līdz sugas līmenim un 24 – līdz ģints līmenim. Pavisam paraugos konstatētas sēnes no 65 ģintīm.

No analizētajiem urbumiem 219 paraugos (51% no visiem analizētajiem koksnes paraugiem) konstatēti augu patogēni. Kopumā augu patogēni no koksnes paraugiem izdalīti 285 reizes (30% no visām izdalītajām tīrkultūrām), un tie pārstāvēja 22 ģintis.

Svarīgi pieminēt, ka desmit koksnes paraugos jeb 2% no visiem paraugiem ir konstatētas sugas no *Chondrostereum*, *Entomocorticium*, *Peniophora* un *Phanerochaete* ģintīm, kas var izraisīt balto trupi. Violetā sīkpiepe *Chondrostereum purpureum*, kas izolēta no piecām hibrīdapsēm, ir potenciāls patogēns apsēm, jo, inficējot kokus caur mizas bojājumiem, izraisa balto trupi; labvēlīgos apstākļos, tā var inficēt apšu saknes un celmus un izplatīties tālāk sakņu kontaktu ceļā (Paul, 1959; Hamberg et al., 2013). No *Peniophora* ģints trijos paraugos atrasta grubuļainā vaskaine *Peniophora polygonia*, kas arī citu autoru darbos konstatēta uz apsēm (Yurchenko, 2010). Jāatzīmē, ka šī sēne izraisa trupi apsēm un ka tās metabolīti kavē citas trupes sēnes – apšu cietpiepes (*Phellinus tremulae*) – attīstību koksne (Chakravarty & Hiratsuka, 1992; Trifonov et al., 1992). Citas balto trupi izraisošās sēņu ģintis *Entomocorticium* un *Phanerochaete* atrastas tikai vienā paraugā. Visas balto trupi izraisošo sēņu tīrkultūras izolētas no koksnes paraugiem, kas ievākti 1,3 m augstumā, kas norāda, ka konstatētā trupe pēc lokalizācijas ir stumbra trupe un visdrīzāk saistīta ar mizas bojājumiem apsekotajos stādījumos (Čakšs et al., 2022).

Paraugos bieži konstatētas augu patogēnu ģintis, kas var izraisīt mīksto trupi – *Alternaria* un *Fusarium*, kas izdalītas attiecīgi no 93 paraugiem (22%) un 81 parauga (19%). Abas ģintis galvenokārt zināmas kā lakstaugu patogēni, kas izraisa dažādas vītes vai lapu bojājumus, tomēr atsevišķi *Fusarium* ģints taksoni var izraisīt arī kokaugu slimības (Trabelsi et al., 2017; Sandoval-Denis et al., 2017; Drenkhan et al., 2020). Analizējot paraugus atkarībā no to ievākšanas augstuma, *Alternaria* sp. izdalīta no 30% paraugu, kas ievākti 1,3 m augstumā, un 12% – no paraugiem, kas ievākti 0,3 m augstumā. *Alternaria* sastopamība 1,3 m augstumā saistāma ar to, ka sēnes bieži izraisa lapu plankumainību augiem (Matić et al., 2020), tai skaitā apsēm, kurām var izraisīt arī zaru atmīšanu (Feng et al., 2018), un iespējams tāpēc sastopama arī koksne kā endofīts. *Fusarium* ģints iezīmē pretēju tendenci – lielāks tīrkultūru skaits iegūts paraugos no 0,3 m augstuma (27%), bet paraugos, kas ievākti 1,3 m augstumā – 12%.

Pie mīkstās trupes izraisītājiem jāmin arī *Trichoderma* ģints, kas novērota 132 paraugos jeb 31%. Paraugu skaits ar *Trichoderma* 1,3 m un 0,3 m augstumā bija attiecīgi 49 un 83 jeb 22% un 40%. Tā kā *Trichoderma* var uzņemt barības vielas mikotrofi jeb barojoties no citām sēnēm, to augstais īpatsvars 0,3 m paraugos izskaidro zemo citu sēņu taksonu kopskaitu šajā augstumā. *Ophiostoma* ģints, kas izraisa koksnes zilēšanu, izdalīta no 19 paraugiem, no kuriem 18 paraugi bija ievākti 1,3 m augstumā. Tā kā *Ophiostoma* ģints sēņu izplatībai kukaiņi ir kā vektori (Santini & Faccoli, 2015), to sastopamība 1,3 m augstumā visdrīzāk saistīta ar kukaiņu bojājumiem koku stumbra daļā.

Paraugos konstatētas astoņas sēņu ģintis, kas reprezentē koksnes saprotrofus. Biežāk konstatētā no šīm ģintīm bija *Ascocoryne*, kas izdalīta no 19 paraugiem (18 ievākti 1,3 m augstumā), un *Physalospora*, kas izolēta no 12 paraugiem (visi ievākti no 1,3 m augstuma).

Pētījuma dati apkopoti publikācijas manuskriptā. Rakstu plānots iesniegt publicēšanai 2023. gadā un pievienot 2023. gada nodevumiem, neparedzot tam papildus finansējumu.

2.1.2.3. Trupi izraisošās sēnes bērzu un apses koksnē: trupes izplatība stumbrā

Kopā izvērtēti 366 apses koksnes paraugi no 60 kokiem un 360 bērza koksnes paraugi no 60 kokiem. Tā kā paraugi tika ievākti no augošiem trupējušiem kokiem, 73% paraugu konstatējam baktēriju attīstību, kas nereti var kavēt sēņu tīrkultūru izdalīšanu. Tomēr sēņu tīrkultūras sekmīgi tika izolētas no 68% abu koku sugu paraugu - 248 apses paraugiem un 246 bērza paraugiem. Jāatzīmē, ka bieži paraugos konstatētas arī ātraudzīgās nemērķa taksonomiskās grupas – *Penicillium* (77% analizēto koku), *Trichoderma* (24%) un *Mucor* (23%).

Patogēnās sēnes izdalītas no 134 apses koksnes paraugiem (37%) un no 43 bērza koksnes paraugiem (12%). No patogēnajām sēnēm jāatzīmē trīs trupi izraisošās ģintis – cietpiepes (*Phellinus*), dūmaines (*Bjerkandera*) un celmenes (*Armillaria*).

Phellinus ģints sugas konstatētas 33 apsēm (55% analizēto koku), kā arī astoņiem bērziem (13%). Attiecībā par izolētajām sēņu sugām, apses stumbrā ļoti bieži konstatēta apšu cietpiepe (*Phellinus tremulae*) (2.5. attēls). Analizētajiem kokiem konstatēti arī šīs sēnes augļķermeņi (2.5. attēls). Apšu cietpiepe koku inficē caur nokaltušajiem zariem, retāk – caur svaigiem mizas bojājumiem (Wikström & Unestam, 1976). Tas skaidro arī augstākas sēnes izdalīšanas sekmes trupes kolonnā virzienā uz galotni, nekā pie sakņu kakla (9. pielikums). Tomēr nereti trupes sēne bija izdalīta arī paraugos, kas ievākti pie sakņu kakla. Sēne izraisa balto trupi, stumbra centrā bieži izveidojot dobumu.

Phellinus ģints sēne bērza koksnē molekulāri noteikta tikai līdz ģints līmenim, bet, spriežot pēc sēnes augļķermeņiem, kas konstatēti atsevišķiem kokiem, tā bija parastā cietpiepe *P. ignarius* (2.6. attēls). Parastā cietpiepe pārsvarā inficē vecus lapu kokus caur mizas bojājumiem un nolauztiem zariem, trupējušo koku īpatsvars palielinās ar audzes vecumu un vecos lapu koku mežos var sasniegt 60-100% (Kuzmichev et al., 2001).



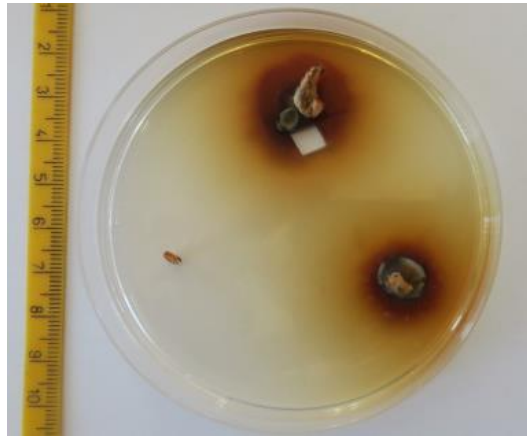
A



B



C



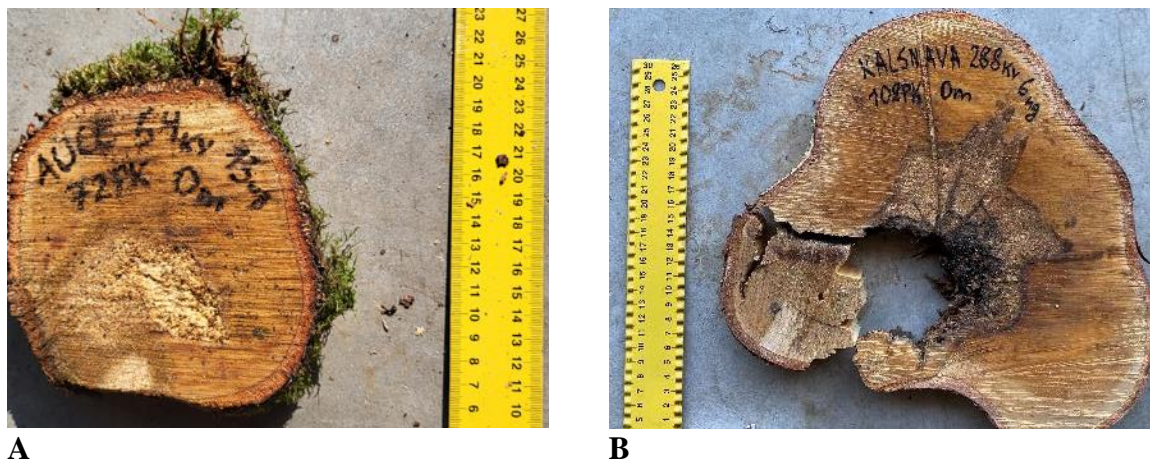
D

2.5. attēls. Apšu cietpiepes izraisītā trupe 9 m (A) un 13 m (B) augstumā, sēnes augļķermeņi (C) un no koksnes paraugiem izaugušais cietpiepes micēlijs uz Hagem barotnes (D). (A. Auniņas un N. Burņevičas foto)



2.6. attēls. *Phellinus igniarius* izraisītā trupe bērzam 2 m augstumā ar sēnes augļķermeņi. (J. Liepiņa foto)

Celmeņu *Armillaria* ģints sēnes konstatētas septiņos bērza paraugos (katrs paraugs no cita koka, 12% no analizētajiem kokiem) un vienā apses paraugā. Kaut bērzi ir uzskatāmi par samēra rezistentiem pret *Armillaria* sakņu trupi, tomēr vairākas celmeņu sugas var inficēt novājinātus bērzus (Rishbeth, 1982, Mauer & Palatova, 2003). *Armillaria* izdalīta tikai no koksnes paraugiem, kas ievākti pie stumbra pamatnes (2.7. attēls, 9. pielikums), kas saskan ar citu autoru datiem, ka celmenes izraisītā trupe stumbrā parasti izplatās līdz 1-1,5 m augstumam (Kuzmichev et al., 2001).



2.7. attēls. Trupējušās Nr. 72. (A) un Nr. 108. (B) bērzu paraugkoku ripas, no kurām izdalīts celmenes micēlijs. (J. Liepiņa foto)

Vienam no analizētajiem bērziem trupi izraisīja *Bjerkandera* ģints sēne, kas izolēta no stumbra pamatnes ripas (9. pielikums).

Citas biežāk sastopamās augu patogēnās sēnes paraugos bija *Alternaria*, *Parachaetomium*, *Cryptosphaeria*, *Fusarium*, *Cordana* un *Ophiostoma* (9. pielikums).

No koksnes saprotrofiem apses koksne dominēja *Ascocoryne* un *Neobulgaria*. Jāatzīmē, ka trīs konstatētās koksnes saprotrofu ģintis – *Pholiota*, *Trametes* un *Perenniporia* – spēj noārdīt lignīnu un iespējams saistītas ar trupes procesiem analizētajos kokos (9. pielikums). Somijā veiktā pētījumā *Pholiota* atzīmēta kā koksnes iekrāsojumu bērziem izraisījoša sēņu ģints (Terho et al., 2007).

2.1.3. Secinājumi

Bērzu un apšu celmos dominē koksnes sēne Brinkmaņa sistotrema, kas kā saprotrofs noārda atmīrušu koksni. No koksnes patogēnajām trupi izraisītajām sēnēm kā bērza, tā apses celmos konstatēta pelēkā dūmaine un atsevišķos paraugos – priežu sakņu piepe.

Hibrīdapses koksne bieži sastopami vāji kokaugu patogēni un mīksto trupi izraisījošās sēnes no *Alternaria* un *Fusarium* ģintīm.

Hibrīdapses stādījumos ir konstatētas balto trupi izraisījošās sēnes, kas noārda lignīnu, bet tās izdalītas tikai no 2% analizēto koku.

Apsēm un bērziem galvenās trupes izraisītājas ir cietpiepes un celmenes. Apsēm dominē apšu cietpiepes izraisītā trupe (55% no analizētajiem kokiem), savukārt bērziem – cietpiepes un celmenes izraisītā trupe ir sastopama attiecīgi 13% un 12% analizēto koku.

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

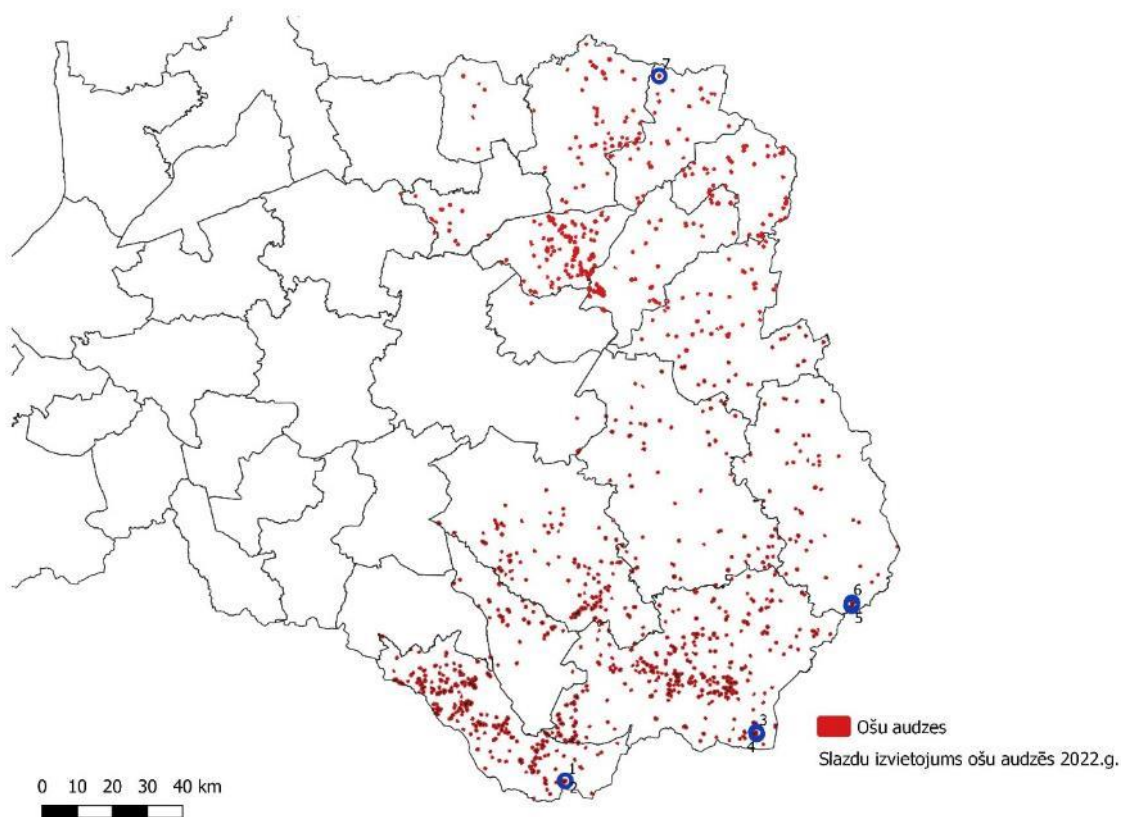
Parastais osis *Fraxinus excelsior* ir Eiropā plaši izplatīta suga. Latvijā tas atrodas tuvu sava areāla ziemeļu robežai, kas nosaka sugas augsto jutīgumu pret apkārtējās vides faktoriem. Īpaši strauji oša audžu platības samazinājušās pēdējos gados saistībā ar sēnes *Hymenoscyphus fraxineus* izraisītajiem bojājumiem. Tomēr vēl nopietnāks apdraudējums ošu audzēm ir ošu smaragdzaļā krāšņvabole *Agrilus planipennis*. Krāšņvabole konstatēta 2003. gadā Maskavā un tālāk strauji izplatījies Krievijas Eiropas daļā (Orlova-Bienkowskaja, 2014).

Otrajā pētījuma etapā, atšķirībā no 2021. gada, ošu smaragdzaļās krāšņvaboles *Agrilus planipennis* monitoringam izmantoti feromonu slazdi (2.8. attēls), nevis logu lamatas, kas palielina iespēju noķert *Agrilus planipennis*.



2.8. attēls. Monitoringam 2022. gadā izmantotie feromonu slazdi.

Iepriekšējā gadā ošu smaragdzaļās krāšņvaboles sastopamība tika analizēta tikai Krievijas un Baltkrievijas robežas tuvumā. Pēc LVM ieteikuma 2022. gadā papildus iepriekšējā gada parauglaukumiem ierīkots parauglaukums Alūksnes novadā (2.9. attēls, 10. pielikums). 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 (2.2. tabula).



2.9. attēls. Parastā oša audzes Baltkrievijas un Krievijas pierobežā un parauglaukumu izvietojums smaragdzaļās krāšņvaboles monitoringam.

2.2. tabula. Ošu smaragdzaļās krāšņvaboles monitoringa parauglaukumu raksturojums

ID	Koordinātas (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

Slazdi apsekoti: 1.-2. jūnijā, 20.-21. jūnijā, 21.-22. jūlijā un 1.-3. septembrī, kad slazdi noņemti. 2022. gada sezonā smaragdzaļās krāšņvaboles klātbūtne netika konstatēta nevienā no parauglaukumiem.

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

Pēc 2020. gada statistikas datiem Latvijas meži aizņem 53% valsts teritorijas, kas ir 3,412 miljoni hektāru, kā arī pēc mežainuma Latvija ierindojas ceturtajā vietā Eiropā. Valstij piederošajos mežos dominē priede (47%), egle (22%) un bērzs (22%), bet literatūras apskatā iekļautās sugas – ozols, kļava un liepa, aizņem mazāk nekā 1% Latvijas mežu teritorijas (Meža nozare skaitļos un faktos, 2022), tomēr tas šīs sugas nepadara mazāk nozīmīgas, un klimata pārmaiņu rezultātā to īpatsvars Latvijas teritorijā var palielināties. Tāpēc svarīgi apzināt potenciālos fitopatoloģiskos riskus šīm kokaugu sugām.

2.5.1. Literatūras apskats par ozolu, kļavu un liepu patogēniem

2.5.1.1. Ozols

Parastais ozols (*Quercus robur* L.) Latvijā sastopams visā Valsts teritorijā, kā arī ir ekonomiski nozīmīgs tā vērtīgās koksnes dēļ. LVM mežos ozols aizņem 2655 ha, galvenokārt sausieņu meža tipos – 2507,8 ha (Vr – 1049,6 ha un Dm – 515,6 ha) (Meža statistika, 2022).

Ozolu kalšana vērojama Centrāleiropā; to sekmē dažādi faktori un to kombinācijas. Liela loma ir klimata pārmaiņām, piemēram, salam vai sausumam, kā arī dažādiem biotiskajiem riskiem, sākot ar kukaiņiem, kas bojā lapotni, beidzot ar patogēnajām sēnēm un baktērijām. Pazīmes, kas liecina par ozolu kalšanu, ir zaru vainaga samazināšanās, lapu dzeltēšana, koku ikgadējā pieauguma samazināšanās, kā arī nekrozes (Thomas et al., 2002).

Liela loma ozolu kalšanā ir fitofterām (*Phytophthora* spp.), kas izraisa sakņu atmiršanu: uzņēmību pret fitofterām un patogēnajām sēnēm palielina sausuma apstākļi (Colangelo et al., 2018). Tipiskākā no ozolu fitofterām ir *Phytophthora quercina*. Pētījumā Zviedrijā konstatēts, ka šīs sugas sastopamība ozolos ir ievērojami lielāka tad, ja tie jau ir novājināti. Secināts, ka fitofteras ir biežāk sastopamas mazāk skābās un barības vielām bagātās augsnēs. Lai gan zviedru kolēģu pētījumā netika atrasta izteikta korelācija starp lapu vainaga stāvokli un fitofteru sastopamību, uzskata, ka ietekme notiek pastarpināti caur citiem biotiskiem vai abiotiskiem faktoriem (Jonsson et al., 2005). Saistībā ar ozolu vitalitāti *Phytophthora quercina* ir liela problēma daudzās Eiropas valstīs. Simptomi ietver zaru atmiršanu, nepilnīgi attīstījušos dzinumus, izretinātu vainagu, lapu dzeltēšanu un darvai līdzīgus izdalījumus (eksudātus) no mizas, bet galvenokārt sakņu sistēmas bojājumus (Hyun & Choi, 2014).

Savukārt *P. ramorum* sastopamība tiek saistīta ar pēkšņās ozolu bojāejas (*sudden oak death*) patogēnēzi. Vispirms šī slimība, kas izpaudās kā zaru atmiršana un lapu iedega, tika atklāta rododendriem 90. gados Nīderlandē un Vācijā un ap to pašu laiku letālie simptomi tika konstatēti arī Kalifornijā ozoliem radniecīgiem kokiem. Šobrīd *Phytophthora ramorum* tiek uzskatīta par galveno iemeslu pēkšņās ozolu bojāejas gadījumos Ziemeļamerikā Klusā okeāna apgabalā. Šis patogēns sastopams arī Latvijā, galvenokārt kā dekoratīvo augu puves ierosinātājs.

Ozolu miltrasas sēnes pieder asku sēnēm, īstās miltrasas sēnēm. Izplatītākās sugas ir *Erysiphe alphitoides* un *E. quercicola*, kuras pirmo reizi konstatētas Francijā 1907. gadā un pēc tam plaši izplatījās Eiropā. Pastāv hipotēze, ka Eiropā šī slimība ieviesās ar mango ieviešanu (Demeter et al., 2021). Ozolu miltrasas sugas pavasarī un vasarā inficē jaunos dzinumus un lapas. Infekcija var izraisīt dzinumu atmiršanu vai citu patogēnu ieviešanos, kā arī samazinātu izturību pret salu. Auga daļām, kuras bojājusi miltrasa, ir samazināta oglekļa asimilācija un hlorofila saturs, līdz ar to tas ietekmē fotosintēzes procesus un izraisa pieauguma samazināšanos (Demeter et al., 2021). Ozolu miltrasai ir garš izplatīšanās periods: vispirms pavasarī uz jaunajām lapām attīstās konīdijsporas, kas inficē lapotni, savukārt rudenī sēne

producē kleistotēcīgus, ar kuriem spējīga pārziemot, lai pavasarī vairotos ar askusporām (Marçais, 2014).

Phellinus robustus ir bieži sastopama piepe, kas aug uz ozoliem, tā ir konstatēta gan Baltijas valstīs, gan Ukrainā, Slovākijā un Čehijā. Biežākais cēlonis stumbra un stumbra pamatnes vāzēm ir tieši šī sēne (Sunhede & Vasiliauskas, 2002).

Centrālamerikā visagresīvākās koksnes trupi izraisošās piepes ozoliem ir *Inonotus andersonii* un *Perenniporia compacta*. Tipiskas ozolu piepes vecos mežos mērenajā klimata joslā Eiropā un Ziemeļamerikā ir *Fomitiporia robusta* jeb ozolu cietpiepe, kas ir sastopama arī Latvijā, košā zeltspore *Hapalopilus croceus*, *Inonotus dryophilus* un parastā sērpiece *Laetiporus sulphureus* (Gonthier & Nicolotti, 2013). Citas uz ozoliem sastopamās piepes ir retā un aizsargājamā parastā aknene (*Fistulina hepatica*), kas aug uz vecu ozolu stumbriem un driādu spulgpiece (*Inonotus dryadeus*). Dažkārt uz ozoliem sastopama arī daivainā čemurene (*Grifola frondosa*).

2.5.1.2. Kļava

Kļavu melnkreve, ko izraisa *Rhytisma acerinum*, ir plaši sastopama slimība dažādām kļavu sugām visā pasaulē. Tā pieder pie askusēnēm un nav starp agresīvākajiem kļavu patogēniem; vislabāk to var novērot rudenī kā melnus plankumus uz kļavu lapām. Šajos melnajos plankumos attīstās sēnes apotēciji, ar kuriem tā pārziemo un pavasarī izplatās ar askusporām, inficējot arī blakus esošos kokus (Bevan & Greenhalgh, 1976).

Antracnoze ir slimība, kas skar daudzus lapu koku, piemēram, bērzus, ošus un atsevišķas ozolu sugas. Šo slimību kļavām izraisa askusēnes *Discula* sp. un *Kabatiella apocrypta*. Simptomi ir ļoti mainīgi atkarībā no sugas. Parastajai kļavai raksturīgas violetas vai brūnganas strīpas gar lapu dzīslējumu, bet citām kļavu sugām infekcijas simptomi var izpausties kā lieli brūni plankumi vai gaiši papīrveida struktūras veidojumi. Bet kopumā šīs pazīmes raksturo neregulāras, atmirušas zonas uz lapām (Douglas, 2011).

Kļavas ietekmē arī fitoftoras - *Phytophthora cactorum*, tomēr šī suga ietekmē ļoti daudzas koku sugas, arī egles, priedes un akācijas (Nelson & Hudler, 2007). Kļavu fitoftoras konstatētas gan Eiropā, gan ASV. Simptomi ietver stādu bojāeju un pieaugušiem kokiem – vēzi; reizēm novēroti sarkanīgi eksudāti no bojātajām mizas zonām (Hudler, 2013). Kalnu kļavās (*Acer pseudoplatanus*) Itālijā 2010. gadā tika atklāta jauna fitoftoru suga *Phytophthora acerina*, kuras pazīmes raksturo eksudātu izdalīšanās no bojātajām stumbra zonām (*bleeding cankers*), kas pamazām izraisa arī lapotnes atmiršanu un pat pilnīgu koka bojāeju; šī slimība varētu būt potenciāli bīstama visā Eiropā (Ginetti et al., 2013).

Arī kļavām konstatēta miltrasa: to izraisa *Phyllactinia corylea* un *Sawadaea bicornis*, kas pieder pie īstās miltrasas sēnēm (Severoglu & Ozyigit, 2012).

Daudzām kļavu sugām stumbra trupi izraisa spulgpiece *Inonotus glomeratus* (Gonthier & Nicolotti, 2013). *Oxyporus populinus* jeb kļavu apaļspore ir bieži sastopama uz kļavu un gobu stumbriem; tā izraisa balto trupi un inficē koksni caur mizas bojājumiem.

2.5.1.3. Liepa

Parastā liepa (*Tilia cordata* Mill.) ir plaši sastopama visā Latvijas teritorijā; tās aizņemtā platība mežos sastāda 485 ha. Visvairāk tās sastopamas sausieņu mežu tipos - 420 ha (Meža statistika, 2022). Parastā liepa ir salīdzinoši neuzņēmīga pret patogēniem, tomēr antropogēnā darbība, it īpaši urbānā vidē, uzņēmību veicina (Vainio et al., 2017). Daudzās valstīs samērā plaši izplatīta slimība ir *Verticillium* ģints sēņu izraisītās vītes. Simptomi ietver lapu vīšanu, sarullēšanos, brūnēšanu un žūšanu, kā arī pāragru lapu nobīšanu. Visbiežāk simptomi sākas lokāli. Šīs ģints sēnes rada līdzīgas saslimšanas arī kļavām, gan radot pāragru lapu

dzeltēšanu/brūnēšanu, gan ietekmējot koksnes krāsojumu. Šo saslimšanu novērst nav viegli, jo *Verticillium* ģints sēnes saglabājas audzē, pārziemojot augsnē ar sklerocijiem.

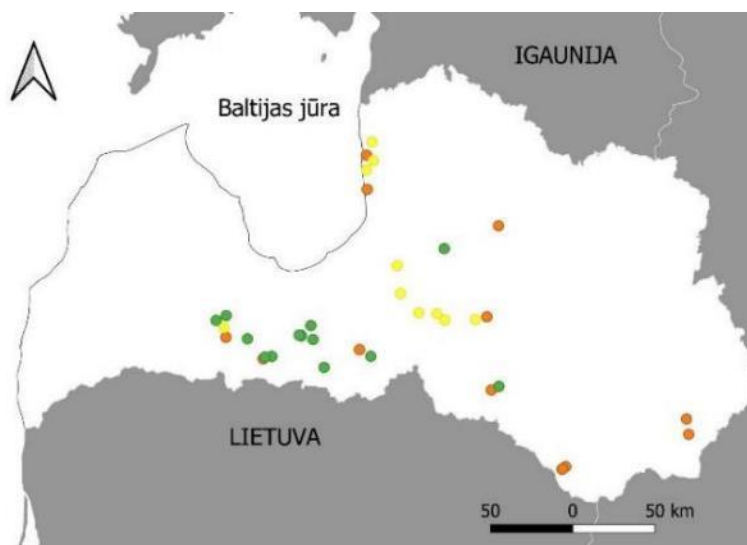
Centrāleiropā visbiežāk sastopamās lapu plankumu slimības izraisa *Mycosphaerella millegrana*, *Apiognomonina errabunda*, *Asteroma tiliae* un *Septoria tiliae*. Sodrēju pelējumu slimības izraisa *Aureobasidium pullulans*, *Cladosporium herbarum* un *Leptoxylum fumago*. Pētījumā Somijā tika atklāts, ka viena no sugām, kas izraisa vissmagākos simptomus liepām ir *Apiognomonina errabunda* (Vainio et al., 2017). Savukārt pētījumā Lietuvā konstatēts, ka lapu plankumainību liepām galvenokārt izraisa divas iepriekšminētās sugas – *Mycosphaerella millegrana* un *Apiognomonina errabunda* (Stravinskienė et al., 2015). Bojājumus izraisa arī *Nectria cinnabarina*, *Chondrostereum purpureum* un *Armillaria* spp.

Slovākijā *Mycosphaerella millegrana* ir plaši sastopama lapu slimību izraisītāja. Autori uzskata, ka šīs sēnes izplatībā nozīmīgi ir klimatiskie apstākļi: patogēna savairošanos var veicināt vēsi un mitri laikapstākļi, kā arī biežas miglas. Infekcija ietekmē tikai lapotni, tomēr ilgtermiņā tā novājina kokus, padara tos uzņēmīgākus pret citām slimībām (Bernadovičová & Ivanová, 2008).

Phytophthora ģints sēnes *P. citricola* un *P. cactorum* liepām izraisa eksudātu izdalīšanos no bojātajām stumbra zonām (*bleeding cankers*). 2007. gada pētījumā Ziemeļamerikā šīs saslimšanas nav konstatētas liepām, tomēr autori atzīmē, ka fitoftoru risks novērots liepām Anglijā (Nelson & Hudler, 2007).

2.5.2. Materiāls un metodes

Lai novērtētu parastā ozola, parastās kļavas un parastās liepas fitopatoloģisko stāvokli Latvijā un potenciālās sēņu slimības šīm koku sugām, 2022. gada rudenī apsektas vidēja vecuma audzes, kuru kokaudzes sastāvā bija augstākminētās sugas (15 audzes no katras sugas) (11. pielikums). Kopumā apsekota 41 audze, jo dažās audzēs tika ievākti paraugi no vairākām koku sugām. Apsekoto audžu izvietojums redzams 2.10. attēlā. Audzēs ar Preslera svārpstu ievākti koksnes paraugi no 7-15 kokiem, lai novērtētu trapes sastopamību un to izraisošās sēnes. Koki paraugu ievākšanai izvēlēti pēc diviem kritērijiem: koki, kurus, novērtējot vizuāli vai ar rezistogrāfu, bija aizdomas par patogēna klātbūtni, un citi koki, kuri izvēlēti pēc nejaušības principa. Papildus paredzēts novērtēt arī fitoftoras infekciju un no kokiem ar fitoftoras pazīmēm ievākt koksnes paraugus pārbaudei ar fitoftoru testeriem (1.2.1. sadaļa, 1.2. attēls).



2.10. attēls. Apsekotās vidēja vecuma audzes (audzes, kurās veikti apsekojumi apzīmētas ar apli; apļa krāsa norāda sugu: kļava – brūns, liepa – dzeltens, ozols – zaļš).

No katra koka tika ievākti 1-2 koksnes paraugi, ievietojot tos mēģenē, uz kuras uzrakstīta parauga atslēga un koka sugas apzīmējums. Koksnes paraugus ieguva ar Preslera svārpstu 0,3 m augstumā; atsevišķos gadījumos, kad bija aizdomas par stumbra trupi, koksnes paraugs ievākts arī 1,3 m augstumā. Preslera svārpsts pēc katra urbuma tika sterilizēts spirtā.

Paraugus līdz nogādāšanai laboratorijā uzglabāja aukstumkastē ne ilgāk kā divas dienas. Laboratorijā koksnes paraugu virsma tika sterilizēta spirta lampiņas liesmā un tie tika uzlikti uz sterilas Hagem barotnes Petri traukā, lai iegūtu koksnes sēņu tīrkultūru. Paraugi tika apsekoti ik pēc trim dienām. Visi sēņu micēliji, kas morfoloģiski atšķīrās, tika izgriezti ar sterilu skalpeli un pārnesti uz citu Petri trauku. Kad tika iegūtas visas sēņu tīrkultūras, tās sadalīja grupās pēc morfoloģiskajām pazīmēm, analizējot mikroskopiski. Paraugi no katras morfoloģiskās grupas tika izmantoti sugu noteikšanai ar molekulārajām metodēm. No micēlija tika izdalīta DNS, un, sēņu ITS rajonu sekvenējot ar universālu sēņu specifisku praimeru, tika noteiktas augiem patogēnās un trupi izraisošās sēņu sugas. DNS izdalīšanu un sekvenēšanu veica LVMI Silava Ģenētisko resursu centrā.

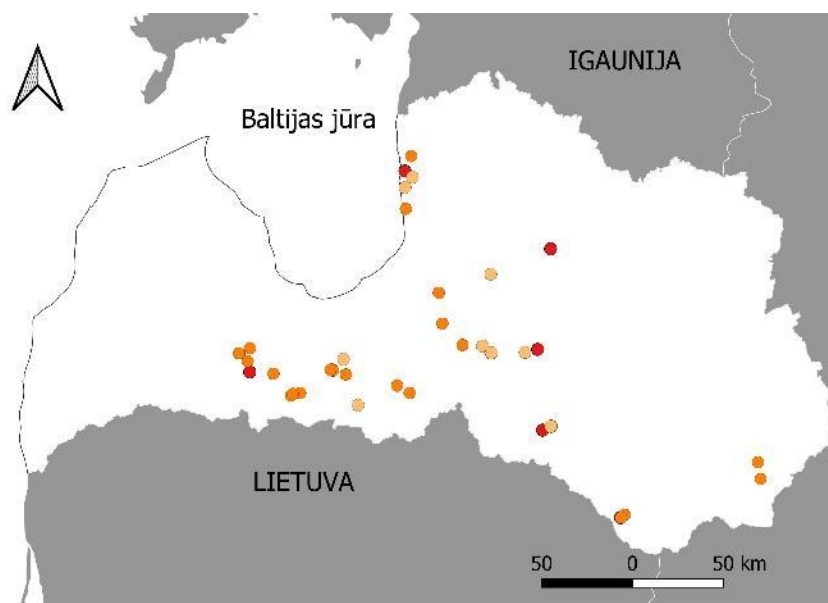
Lapotnes bojājumus šīm koku sugām paredzēts noteikt 2023. gada uzdevumu ietvaros. Lapu un dzinumu paraugi tiks ievākti attiecīgo sugu jaunaudzēs (vecumā līdz 20 gadiem). Konkrētās audzes tiks precizētas 2023. gada uzdevumos. Ejot pa transekti, ik pa 10 soļiem novērtēs tuvāk esošo konkrētās sugas koku, audzē apsekojot kopumā 10–30 kokus. Izvēlētajiem kokiem novērtēs lapotnes un dzinumu bojājumus (vai ir kādi simptomi - lapu hlorozes, vīšana, kalšana, zaru kalšana un atmiršana, mizas plaisāšana, brūces; vai simptomi sastopami lokāli vai inficēts viss vainags). Kokiem reģistrēs diametru krūšu augstumā. Vainaga bojājumus novērtēs piecās vainaga vitalitātes klasēs: 1) nav vainaga bojājumu; 2) līdz 25% vainaga zari bojāti; 3) līdz 50% vainaga zari bojāti; 4) kalstošs koks, vairāk kā 50% kaltošu zaru; 5) nokaltis koks (Jūrisoo et al., 2019; Jūrisoo et al., 2021). Apsekošana veicama no jūlija līdz augustam, kad var novērtēt koku vainaga stāvokli un simptomi ir izteiktāki.

Vismaz no 100 simptomātiskiem kokiem (lapas ar krāsainiem pigmenta laukumiem, vītušas, sačokurojušās, kalstoši vītuši zari) tiks paņemti lapu un dzinumu paraugi (1-3 paraugi no koka). Lapu paraugus paņem kopā ar aptuveni 20 cm garu dzinumu; kalstošus dzinumus un zarus (<1cm diametrā) ievāc, izgriežot arī veselos audus apmēram 3 līdz 5 cm zem simptomātiskās daļas. Paraugus ievieto aizspiežamā plastmasas maisiņā vai plastmasas mēģenē, pirms tam ietinot tos papīra salvetē. Iepakojumu marķē, norādot audzes atslēgu, paraugkoka numuru un parauga numuru.

Paraugi uzglabājami aukstumkastē līdz nogādāšanai laboratorijā un pēc tam ledusskapī (ne ilgāk kā divas dienas). Laboratorijā zaru un dzinumu fragmentus bez mizas sterilizē liesmā un audzē uz Hagem agara vai ūdens barotnēm. Lapu paraugus sterilizē 1% ūdeņraža peroksīdā un inkubē uz Hagem agara vai ūdens barotnēm. Izaugušās sēnes izolē tīrkultūrās, morfotipē un nosaka pēc morfoloģiskajām pazīmēm vai lietojot augstākminētās molekulārās metodes.

2.5.3. Rezultāti

Pavisam tika iegūti 678 koksnes paraugi no 223 kļavām, 215 liepām un 225 ozoliem. Vidējais analizēto kļavu caurmērs bija 26,7 cm, liepu – 27,7 cm, bet ozolu – 38,0 cm. Vizuāli novērtējot koksnes paraugus, koksnes iekrāsojums vai trupe vairāk konstatēta kļavu paraugiem (121 no analizētajiem kokiem jeb 54%), salīdzinot ar liepu un ozolu paraugiem (attiecīgi 60 (28%) un 63 (28%)) (11. pielikums). Netika novērotas kādas izteiktas tendences trupes vai iekrāsojuma īpatsvarā pa Latvijas reģioniem (2.11. attēls).

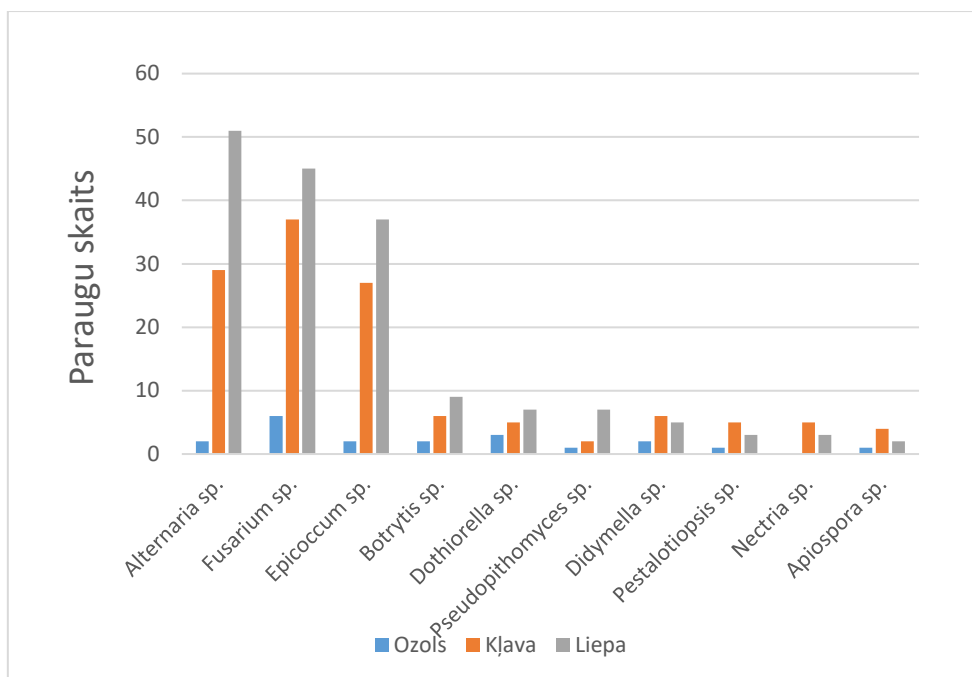


2.11. attēls. *Trupes vai koksnes iekrāsojuma sastopamība analizētajās audzēs (apļi reprezentē apsekotās audzes; to krāsa norāda trupes vai koksnes iekrāsojuma īpatsvaru ievāktajos koksnes paraugos: gaiši oranža krāsa - 0-25% paraugi ar trupi vai koksnes iekrāsojumu, oranža – 25-50% paraugi, sarkana – vairāk par 50% koksnes urbumi ar trupi vai koksnes iekrāsojumu).*

Novērtējot sēņu tīrkultūru izdalīšanas sekmes, jāatzīmē, ka ļoti bieži no paraugiem izdalītas ātraudzīgās nemērķa taksonomiskās grupas ar saprotrofu dzīves veidu – dažādi pelējumi no *Penicillium*, *Trichoderma*, *Mucor* un *Umbelopsis* ģintīm. Īpaši izteikta šī tendence bija ozolu paraugiem, no kuriem 91% paraugu izauga pelējums *Penicillium*. Uz 47 ozola paraugiem jeb 21% vienīgā konstatētā sēņu ģints bija *Penicillium*. Tas izskaidro arī nelielo citu sēņu sugu skaitu šajos paraugos, jo *Penicillium* ne tikai ātrāk aug, bet arī var nomākt citas sēņu sugas (Ejечи 1997; Bladt et al., 2013). No kļavas un liepas paraugiem bieži izauga baktērijas (78% kļava, 80% liepa), kas iespējams saistāms ar lielāku mitrumu šo sugu paraugos.

No paraugiem izolētās sēnes pieder 69 dažādām taksonomiskajām grupām, no kurām 35 tika noteiktas līdz sugas līmenim, 24 līdz ģints līmenim un viena līdz dzimtas līmenim. Deviņas no izolētajām sēņu grupām netika identificētas. Kopā no visiem paraugiem izolētās sēņu tīrkultūras pieder 47 atšķirīgām ģintīm – attiecīgi 28, 31 un 30 no kļavas, liepas un ozola paraugiem.

No izolētajām sēņu ģintīm no stumbru koksnes paraugiem pēc FungalTraits datubāzes (Pölme et al., 2020) 21 ģints ir augu patogēni (attiecīgi no ozola paraugiem 14 ģintis, no kļavas paraugiem – 13, liepas – 16), un 11 ģintis – koksnes saprotrofi (attiecīgi no ozola paraugiem sešas ģintis, kļavas paraugiem – četras un liepas – piecas). Kopumā analizētajos koksnes paraugos, īpaši salīdzinot liepu un kļavu paraugus, konstatētas līdzīgas patogēno sēņu sabiedrības (2.12. attēls, 12. pielikums).



2.12. attēls. No ozola, kļavas un liepas koksnes paraugiem biežāk izdalīto patogēno sēņu ģintis.

Starp izolētajām sēnēm tika konstatētas divas ģintis – sakņu piepes *Heterobasidion* un vaskaines *Peniophora*, kuras raksturotas gan kā augu patogēni, gan kā balto trupī izraisošās sēnes (Pölme et al., 2020) un līdz ar to ir īpaši nozīmīgas, raksturojot koku fitopatoloģisko stāvokli.

Heterobasidion izdalīts divas reizes: vienu reizi no kļavas parauga 405. kvartālapgabala 350. kvartāla 11. nogabalā (nogabala mežaudzes formula 5K54 2P134 1E1Oz1Os54 +B54 ats Oz89) un vienu reizi no liepas parauga, kas ievākts tā paša kvartālapgabala 230. kvartāla 1. nogabalā (nogabala mežaudzes formula 5L4B55 1A53 +Os55 M53 ats E55). Tā kā abās audzēs konstatēti skuju koki, infekcijas avots analizētajiem kokiem visdrīzāk ir dzīvo skuju koku vai skuju koku celmu inficētās saknes. Kļavai, no kuras ievāts koksnes paraugs, arī vizuāli konstatēts, ka koksne bija trupējusi. Turpmākajā darbā plānots atkārtoti apsekot šīs audzes, lai novērtētu citu koku fitopatoloģisko stāvokli, kā arī atkārtoti veikt tīrkultūru analīzi precīzākai sakņu piepes sugu noteikšanai.

Vaskaines *Peniophora* izdalītas arī divas reizes – no liepas parauga 405. kvartālapgabala 292. kvartāla 9. nogabalā (nogabala mežaudzes formula 5L3E2B60 +M60 Oz60 ats B80) un no ozola parauga, kas ievākts 605. kvartālapgabala 191. kvartāla 3. nogabalā (nogabala mežaudzes formula 8E2Oz51). Vizuāli novērtējot, abu koku koksnes paraugi bija trupējuši. Vaskaiņu ģintis sēnes galvenokārt sastopamas uz zariem (bieži vien augstu vainagā). Arī citu autoru pētījumos vaskaines konstatētas uz liepām un ozoliem (Yurchenko, 2010; Bitsadze et al., 2018).

Analizējot citas patogēnu ģintis, biežāk sastopamā patogēnu ģints ozola paraugos bija *Fusarium* (seši paraugi). Katrs no inficētajiem paraugiem ievākts citā audzē. Diviem paraugiem, arī vizuāli novērtējot koksni, atzīmēta trupe. *Fusarium* ģints izraisītas koku slimības biežāk konstatētas jauniem ozoliem vai kokaudzētāvās (Jankowiak et al., 2022). Tomēr citi Polijas pētījumi liecina, ka *Fusarium* ģints sēnes var izraisīt arī pieaugušu ozolu kalšanu (Wit et al., 2015). Vienīgais patogēns, kas izaudzis no parauga, kas ņemts no kalnuša ozola un attiecīgi urbuma ar trapes pazīmēm ir *Pestalotiopsis novae-hollandiae* (2.13. attēls). Šīs ģints sēnes raksturo plastisks dzīvesveids, jo tās var kolonizēt *Fagaceae* dzimtas augu, tai skaitā ozolu, audus gan kā endofīti, gan patogēni, gan saprotrofi (Jiang et al., 2022). Līdz ar to,

lai spriestu, vai šī sēne kolonizējusi dzīvu, novājinātu vai jau kaldušu koku, nepieciešami papildus apsekojumi.



2.13. attēls. Kaldušais ozols, no kura iegūts urbums ar trapes pazīmēm un izdalīta *Pestalotiopsis* ģints sēne.

Ozolu paraugos bieži konstatētas *Xylariaceae* dzimtas sēnes: koksneses *Hypoxylon* – koksnes saprotrofu un augu patogēnu ģints – un *Pyrenomyxa* – koksnes saptotrofā sēņu ģints. Koksneses konstatētas četros paraugos no četrām atšķirīgām audzēm; tikai vienam no koksnes paraugiem, novērtējot urbuma kvalitāti, atzīmēta trupe. Tāpat četras reizes konstatēta *Pyrenomyxa* (četras atšķirīgas audzes); tikai vienam no koksnes paraugiem ievācot atzīmēta trupe. Citu autoru pētījumi liecina, ka šīs dzimtas sēnes vairākām ozolu sugām izraisa stumbra un zaru slimības (Cha et al., 2012; Murolo et al., 2021).

Atsevišķi analizējot liepas paraugus, no 110 koksnes paraugiem jeb 51% izolēti augu patogēni vai sēnes, kuru trofiskā grupa ir koksnes saprotrofi; vidēji divi taksoni uz paraugu; 24,5% no šiem koksnes paraugiem bija arī ar vizuālām trapes vai koksnes iekrāsojuma pazīmēm. Biežāk sastopamā augu patogēnā sēņu ģints uz liepas paraugiem bija *Alternaria* (51 paraugs jeb 46% no paraugiem, kur izauga patogēnās sēnes), no tiem 16 reizes *Alternaria* bija vienīgais patogēns, kas izaudzis no parauga. Otra biežāk sastopamā patogēno sēņu ģints liepas paraugos bija *Fusarium* (41 paraugs jeb 37,3% no paraugiem, kur izauga patogēnās sēnes), no tiem 16 reizes *Fusarium* bija vienīgais patogēns, kas izaudzis no parauga. Trešā patogēno sēņu ģints ar lielāko īpatsvaru liepu paraugos bija *Epicoccum* (37 paraugi jeb 33,6% no paraugiem, kur izauga patogēnās sēnes); 10 reizes *Epicocum* bija vienīgais izolētais patogēns. Citas patogēnās ģintis bija *Botrytis*, *Dothiorella*, *Didymella* un citas (12. pielikums).

Savukārt kļavas paraugos, no 82 koksnes paraugiem jeb 36,7% izolēti augu patogēni vai sēnes, kuru trofiskā grupa ir koksnes saprotrofi; vidēji viens līdz divi taksoni uz paraugu; 52% no šiem koksnes paraugiem bija ar vizuālām trapes vai koksnes iekrāsojuma pazīmēm. Biežāk sastopamā patogēno sēņu ģints kļavas paraugos bija *Fusarium* (37 paraugi jeb 45% no paraugiem, kur izauga patogēnās sēnes); no tiem 17 reizes *Fusarium* bija vienīgais patogēns, kas izaudzis no parauga. Otra biežāk sastopamā augu patogēnā sēņu ģints bija *Alternaria* – 29 gadījumi (35% no paraugiem, kur izauga patogēnās sēnes); no tiem 14 reizes *Alternaria* bija vienīgais patogēns, kas izaudzis no parauga. Trešā patogēno sēņu ģints ar lielāko īpatsvaru

kļavu paraugos bija *Epicoccum* (27 paraugi jeb 33% no paraugiem, kur izauga patogēnās sēnes); astoņas reizes vienīgais patogēns, kas izaudzis no parauga. Citas patogēnās ģintis bija *Botrytis*, *Didymella*, *Dothiorella*, *Pestalotiopsis*, *Nectria* un citas (12. pielikums).

2.5.4. Secinājumi

Koksnes paraugos, kas reprezentēja ozolu, sēņu sabiedrības atšķirās no kļavu un liepu koksne konstatētajām sēnēm. Ozolu koksne dominēja *Penicillium* ģints sēnes (91%).

No lignīnu noārdošām trupes sēnēm atsevišķos koksnes paraugos četrās audzēm konstatēta sakņu piepe *Heterobasidion* (paraugos no liepas un kļavas) vai vaskaine *Peniophora* (paraugos no ozola un liepas).

Kā citi potenciāli nozīmīgie patogēni konstatētas askusēnes no *Fusarium*, *Alternaria*, *Epicoccum*, *Pestalotiopsis*, *Botrytis*, *Didymella*, *Dothiorella* un *Nectria* ģintīm.

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

2.6.1. Literatūras apskats par perspektīvāko introducēto lapu koku patogēniem

Eiropas dižskābardis (*Fagus sylvatica* L.) kopumā aizņem nelielu Latvijas valsts mežu teritoriju – 43,5 ha, galvenokārt sausienos (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 (Jelonek et al., 2022) un kukaiņu izraisītiem bojājumiem.

Vecas dižskābaržu audzes ir uzņēmīgākas pret serdes trupi (Houston Durrant et al., 2016; Von Wuehlich, 2008). Sakņu un sakņu kakla trupi, kā arī stumbra vēzi (*bleeding canker*) dižskābaržiem izraisa *Phytophthora* spp. infekcijas. Eiropā šī slimība konstatēta 20. gs. vidū, taču ir strauji izplatījusies pēdējās desmitgadēs (Jung et al., 2005). Infekcijas izplatīšanos ietekmē arī abiotiskie faktori, it īpaši neierasti siltas vai mitras vasaras un arī citas klimata pārmaiņas, kas padara meža ekosistēmas nestabilas un kokaudzes uzņēmīgas pret patogēniem. Teritorijas, kurām raksturīga periodiska applūšana un sablīvētas augsnes, infekcijas intensitāti vēl vairāk pastiprina (Jung, 2009). Pēc 2020. gada datiem Eiropā ir zināmas 17 *Phytophthora* sugas, kas kolonizē dižskābaržu audzes. Visbiežāk sastopamās no tām ir: *P. x cambivora*, *P. plurivora* un *P. cactorum* (Corcobado et al., 2020). Arī pētījumā par Eiropas dižskābarža atmiršanu centrālajā Eiropā, kas saistīta ar fitoftoras infekciju, konstatēts, ka gan ilgstošas lietavas, gan sausums veicina slimības attīstību (Jung, 2009).

Sausums ir galvenais faktors, kas veicina dižskābaržu uzņēmību pret sekundārajiem patogēniem (Luchi et al., 2016). Sekundārie kolonizētāji ir dažādas bazīdijsēnes (*Armillaria*, *Fomes*, *Inonotus*) un askusēnes (*Ustulina*, *Hypoxylon*, *Nectria*) (Jung et al., 2005). Celmeņu *Armillaria* ģints patogēnās sēnes izraisa sakņu trupi. Sākotnēji infekcijas procesā iesaistītas mazāk patogēnās sugas, kā *A. gallica* un *A. cepistipes*, bet vēlāk *A. ostoyae* (Kwaśna & Szykiewicz-Wronek, 2018). Īstā posaspiepe *Fomes fomentarius* ir dižskābaržu baltās trupes izraisītāja (Baum et al., 2003), arī *Inonotus* un *Ustulina* ģints sēnes izraisa balto trupi (*Ustulina deusta* un *Inonotus hispidus*) (Schwarze & Baum, 2000). Atsevišķos gadījumos pēc ilgstoša sausuma perioda arī priežu sakņu piepe *Heterobasidion annosum* var kolonizēt dižskābaržus (Luchi et al., 2016). *Meripilus giganteus* ir balto trupi izraisošā sēne, kas visbiežāk sastopama uz dižskābaržu stumbriem, tomēr var apdzīvot arī citus lapu kokus; tā ir plaši sastopama Ziemeļamerikā (Larsen & Lombard, 1988).

Biscogniauxia nummularia ir sēne, kas arī kolonizē dižskābaržus – sēne var apdzīvot koksni kā endofīts, bet stresa apstākļos var izraisīt strīpveida melnu nekrozi (*lesions and strip-cankers*), kā arī kopumā bojā koksni (Luchi et al., 2016).

Ophiostoma ģints sēnes ir askusēnes, kas izraisa vīti un kalšanu. Piemēram, 1999. gadā Dienvidbeļģijā un blakus esošajos apgabalos bija liels sals, kas sekmēja ambrozijas vaboļu savairošanos un tādēļ netieši veicināja *Ophiostoma* sugu attīstību koksnē, izraisot tumši brūnu krāsojumu aplievā, radot būtiskus ekonomiskos zaudējumus (Carlier et al., 2006).

Dižskābarža lapu slimība (*beech leaf disease BLD*), kas izraisa dižskābarža lapu krāsas maiņu, tika atklāta 2012. gadā Amerikas dižskābardim (*Fagus grandifolia*) Ohaio ziemeļaustrumos, ASV. Kopš tās atklāšanas slimība strauji izplatījies ASV un Kanādā. Sākotnējie slimības simptomi parādās kā tumši zaļš, lapu starpdzīslu joslu raksts uz apakšējās vainaga lapotnes. Vēlāko simptomu rezultātā lapas kļūst tumšākas, sarāvušās un sačokurojušās. Simptomi skar arī pumpurus, inficētie pumpuri neplaukst un neveidojas jaunas lapas. Uzskata, ka BLD var apdraudēt dižskābaržu mežus globālā mērogā, jo slimības simptomi tika atklāti Eiropas (*F. sylvatica*) un Austrumu (*F. orientalis*) dižskābaržu sugām kokaudzētavās Ohaio ziemeļaustrumos. No simptomātiskām Amerikas dižskābarža lapām tika izolētas nematodes *Litylenchus crenatae mccannii* dažādās attīstības stadijās, tādēļ uzskata, ka nematode ir viens no slimības izraisītājiem vai pārnēsātājiem (Ewing et al., 2019).

Kopumā lapu slimības var būtiski negatīvi ietekmēt pieaugumu vai, novājinot koku, pakļaut to kādām bīstamākām slimībām. Lapu plankumanību izraisoša sēne dižskābaržiem Eiropā ir askusēne *Petrakia liobae*, kas 2008. gadā aprakstīta kā jauna suga un kopš tā laika atrasta vairākās Eiropas valstīs (Beenken et al., 2020; EPPO, 2021). Šīs sēnes izplatību veicina mitrs pavasaris; slimība īpaši skar jaunus kokus. Polijā atrasta arī cita lapu plankumainību Eiropas dižskābardim izraisoša sēne - *Colletotrichum fioriniae* (Pszczółkowska et al., 2017).

Attiecībā uz citām perspektīvām lapu koku sugām klimatu pārmaiņu rezultātā, piemēroti augšanas apstākļi varētu veidoties sarkanajam ozolam *Quercus rubra* (Straigytė et al., 2012; Dyderski et al., 2020). Šī suga ir mazāk jutīga pret patogēniem Eiropā, salīdzinot ar parasto ozolu (Dyderski et al., 2020), ko atzīmējuši arī Lietuvas kolēģi, norādot, ka sarkanajam ozolam neveidojas miltrasa un dažādas vīrusu slimības, kas raksturīgas parastajam ozolam (Straigytė et al., 2012). Jāatzīmē, ka no fitoftorām sarkano ozolu var inficēt dažādas sugas kā *Phytophthora ramorum* un *Phytophthora cinnamomi* (Dyderski et al., 2020).

Cita perspektīva ģints Eiropā ir riekstkoki (*Juglans* spp.) (Gauthier et al., 2011; Paž-Dyderska et al., 2021). Riekstkokiem atmīšanu izraisa slimība “*Thousand cankers disease*” (TCD). To izraisa vabole (*Pityophthorus juglandis*), kas pārnēsā patogēno sēni *Geosmithia morbida*. Šī slimība vispostošākā ir augsti vērtētajai sugai *J. nigra* (Sitz et al., 2021).

Līdzīgi kā riekstkokam, potenciāls ir arī baltajai robīnijai (*Robinia pseudoacacia*) (Dyderski et al., 2018; Nicolescu et al., 2020), kas jau kā invazīvs augs sastopama Latvijā un Lietuvā (Straigytė et al., 2015). No patogēnajām sēnēm Vācijā robīnijai ir reģistrētas miltrasas un dažādas lapu plankumainības. Kopumā balto robīniju patogēnu Eiropā ir daudz mazāk un ar mazāku intensitāti nekā tās dabiskajā areālā. Polijā veiktie pētījumi liecina, ka robīniju lapas var bojāt patogēnās sēnes *Pleospora robiniae*, *Phyllosticta robiniae* un *Erysiphe polygoni* (Wilkaniec et al., 2021).

2.6.2. Materiāls un metodes

Fitopatoloģisko risku izvērtējumam dižskābardim, 2023. gadā paredzēts ievākt koksnes, dzinum un lapu paraugus no šīs sugas kokiem. Koksnes paraugus ievāks, sēņu tīrkultūras izdalīs un noteiks pēc 2.5.2. nodaļā aprakstītās metodikas. Apskoto koku skaitu katrā audzē precizēs, kad tiks izvēlēti pētījumam piemērotākie objekti.

Dižskābarža lapu un dzinumu fitopatoloģiskā stāvokļa novērtējums un paraugu ievākšana tiks veikta Dienvidkurzemes un Ziemeļkurzemes reģionos. Konkrētās audzes tiks precizētas 2023. gada uzdevumos. Metodika lapu un dzinumu patogēnu novērtēšanai aprakstīta 2.5.2. nodaļā.

LITERATŪRAS SARAKSTS

- Adamson, K., Drenkhan, R., Hanso, M. (2015a). Invasive brown spot needle blight caused by *Lecanosticta acicola* in Estonia. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 30, 587–593. <https://doi.org/10.1080/02827581.2015.1041550>.
- Adamson, K., Klavina, D., Drenkhan, R., Gaitnieks, T., Hanso, M. (2015b). *Diplodia sapinea* is colonizing the native Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the northern Baltics. *European Journal of Plant Pathology*, 143(2), 343–350. <https://doi.org/10.1007/s10658-015-0686-8>.
- Adamson, K., Laas, M., Drenkhan, R., Hanso, M. (2018). Quarantine pathogen *Lecanosticta acicola*, observed at its jump from an exotic host to the native Scots pine in Estonia. *Baltic Forestry*, 24(1), 36–41.
- 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.
- Arhipova, N., Gaitnieks, T., Donis, J., Stenlid, J., Vasiatis, R. (2011). Decay, yield loss and associated fungi in stands of grey alder (*Alnus incana*) in Latvia. *Forestry*, 84(4), 337–348. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpr018>.
- Baum, S., Sieber, T.N., Schwarze, F.W.M.R., Fink, S. (2003). Latent infections of in the xylem of European beech (*Fagus sylvatica*). *Mycological Progress*, 2(2), 141–148. <https://doi.org/10.1007/s11557-006-0052-5>.
- Beenken, L., Gross, A., Queloz, V. (2020). Phylogenetic revision of *Petrakia* and *Seifertia* (Melanommataceae, Pleosporales): new and rediscovered species from Europe and North America. *Mycological Progress* 19, 417–440. <https://doi.org/10.1007/s11557-020-01567-7>
- Bennell, A.P., Millar, C.S. (1984). Fungal *Fomes fomentarius* pathogenes of birch in Britain. *Proceedings of the Royal Society of Edinburg*, 85B, 153-167.
- Bernadovičová, S., Ivanová, H. (2008). Leaf spot disease on *Tilia cordata* caused by the fungus *Cercospora microsora*. *Biologia*, 63(1), 44–49. <https://doi.org/10.2478/s11756-008-0003-5>.
- Bevan, R.J., Greenhalgh, G.N. (1976). *Rhytisma acerinum* as a biological indicator of pollution. *Environmental Pollution*, 10(4), 271–285. [https://doi.org/10.1016/0013-9327\(76\)90009-4](https://doi.org/10.1016/0013-9327(76)90009-4).
- Bitsadze, N., Beruashvili, M., Pavliashvili, K., Khazaradze, R., Jorjadze, A., Tchabashvili, G., Shanidze, S., Kobakhidze, N. (2018). Main oak species and fungi associated with oak trees described in Georgian mycological herbarium. *Annals of Agrarian Science*, 16 (4), 432-435. <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2018.06.004>.
- Bladt, T. T., Frisvad, J. C., Knudsen, P. B., Larsen, T. O. (2013). Anticancer and antifungal compounds from *Aspergillus*, *Penicillium* and other filamentous fungi. *Molecules*, 18(9), 11338-11376. <https://doi.org/10.3390/molecules180911338>.
- Brice, E., Usele, G., Bokuma, G., Lielmane, I., Zadeika, I., Šmits, A., Kenigšvalde, K., Gaitnieks, T. (2010). *Phytophthora* and *Alnus* sp. dieback in Latvia. Poster in conference “*Phytophthora* in European Forests: Conference on Impacts and Mitigation”, Viterbo, Italy (27–30.06.2010).
- Carlier, F.-X., Decock, C., Jacobs, K., Maraite, H. (2006). *Ophiostoma arduennense* sp. nov. (*Ophiostomatales*, *Ascomycota*) from *Fagus sylvatica* in southern Belgium. *Mycological Research*, 110(7), 801–810. <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2006.03.010>.

- Cha, J., Heo, B., Ahn, S.J., Gang, G., Park, C.G., Kwak, Y.S. (2012). Morphological and molecular characteristics of the oak Tree canker pathogen *Annulohyphoxylon truncatum*. *Mycobiology*, 40(1), 79-81. <https://doi.org/10.5941/MYCO.2012.40.1.079>.
- Chakravarty, P., Hiratsuka, Y. (1992). Antagonism of two decay fungi *Peniophora polygonia* and *Phellinus tremulae* associated with *Populus tremuloides*. *European Journal of Forest Pathology*, 22, 354-361. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.1992.tb00307.x>.
- Colangelo, M., Camarero, J.J., Borghetti, M., Gentilesca, T., Oliva, J., Redondo, M.-A., Ripullone, F. (2018). Drought and *Phytophthora* are associated with the decline of oak species in Southern Italy. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1595. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01595>.
- Corcobado, T., Cech, T. L., Brandstetter, M., Daxer, A., Huttler, C., Kudlacek, T., Jung, M. H., Jung, T. (2020). Decline of European beech in Austria: Involvement of *Phytophthora* spp. and contributing biotic and abiotic factors. *Forests*, 11, 23. <https://doi.org/10.3390/f11080895>.
- Čakšs, R., Zeltiņš, P., Čakša, L., Zeps, M., Jansons, A. (2022). The effects of frost cracks and large poplar borer damage on stem rot in hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *Populus tremuloides* Michx.) clones. *Forests*, 13, 593. <https://doi.org/10.3390/f13040593>.
- Demeter, L., Molnár, Á.P., Öllerer, K., Csóka, G., Kiš, A., Vadász, C., Horváth, F., Molnár, Z. (2021). Rethinking the natural regeneration failure of pedunculate oak: The pathogen mildew hypothesis. *Biological Conservation*, 253, 108928. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108928>.
- Dyderski, M.K., Chmura, D., Dylewski, Ł, et al. (2020). Biological Flora of the British Isles: *Quercus rubra*. *Journal of Ecology*; 108: 1199– 1225. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13375>
- Dyderski, MK, Paž, S, Frelich, LE, Jagodziński, AM. (2018). How much does climate change threaten European forest tree species distributions?. *Global Change Biology*, 24: 1150– 1163. <https://doi.org/10.1111/gcb.13925>
- Domanski, S. (1983). Fungi that destroyed a *Populus tremula* stand in Lagow Lubuski. *European Journal of Forest Pathology*, 13(3), 166 – 173. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.1983.tb01414.x>.
- Douglas, M.S. (2011). Anthracnose diseases of trees. The Connecticut Agricultural Experiment Station. USA. www.ct/caes. pp. 1-7.
- Drenkhan, R., Ganley, B., Martín-García, J., Vahalík, P., Adamson, K., Adamčíková, K., Ahumada, R., Blank, L., Bragança, H., Capretti, P., et al. (2020). Global geographic distribution and host range of *Fusarium circinatum*, the causal agent of pine pitch canker. *Forests*, 11, 724. <https://doi.org/10.3390/f11070724>.
- Drenkhan, R., Hanso, M. (2009). Recent invasion of foliage fungi of pines (*Pinus* spp.) to the Northern Baltics. *Forestry Studies / Metsanduslikud Uurimused*, 51, 49–64. <https://doi.org/10.2478/v10132-011-0077-7>.
- Drenkhan, R., Riit, T., Adamson, K., Hanso, M. (2016). The earliest samples of *Hymenoscyphus albidus* vs. *H. fraxineus* in Estonian mycological herbaria. *Mycological Progress*, 15, 835–844. <https://doi.org/10.1007/s11557-016-1209-5>.
- Ejechi, B.O. (1997). Biological control of wood decay in an open tropical environment with *Penicillium* sp. and *Trichoderma viride*. *International biodeterioration & biodegradation*, 39(4), 295-299. [https://doi.org/10.1016/S0964-8305\(97\)00023-1](https://doi.org/10.1016/S0964-8305(97)00023-1).
- Enebak, S.A., Blanchette, R.A. (1989). Canker formation and decay in sugar maple and paper birch infected by *Cerrena unicolor*. *Canadian Journal of Forest Research*, 19(2), 225-231. <https://doi.org/10.1139/x89-031>.
- 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>.

- EPPO (2021). *Petrakia liobae* a novel leaf disease of beech in Europe. EPPO Reporting Service no. 10 - 2021 Num. article: 2021/225.
- Ewing, C. J. , Hausman, C. E. , Pogacnik, J. , Slot, J. , and Bonello, P. (2019). Beech leaf disease: An emerging forest epidemic. *Forest Pathology*, 49:e12488. <https://doi.org/10.1111/efp.12488> Crossref, ISI, Google Scholar
- Feng, L., Peng, R., Zhou, H., Zhao, X., Zhang, Y., Liang, D., Tian, Y. (2018). Isolation and identification of a strain of *Alternaria alternata* on *Populus russki* and screening of fungicides. *Journal of West China Forestry Science*, 47(6), 106-111.
- Fukasawa, Y., Matsukura, K. (2021). Decay stages of wood and associated fungal communities characterise diversity–decomposition relationships. *Scientific Reports*, 11, 8972. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88580-2>.
- Gauthier, MM., Jacobs, D.F. (2011). Walnut (*Juglans spp.*) ecophysiology in response to environmental stresses and potential acclimation to climate change. *Annals of Forest Science* 68, 1277–1290 (2011). <https://doi.org/10.1007/s13595-011-0135-6>
- Gibbs, J.N., Van Dijk, C., Weber, J. (2003). *Phytophthora* disease of alder in Europe. *Forestry Commission Bulletin*, 126, 1–82.
- Ginetti, B., Moricca, S., Squires, J.N., Cooke, D.E.L., Ragazzi, A., Jung, T. (2013). *Phytophthora acerina* sp. nov., a new species causing bleeding cankers and dieback of *Acer pseudoplatanus* trees in planted forests in northern Italy. *Plant Pathology*, 63(4), 858–876. <https://doi.org/10.1111/ppa.12153>.
- Gonthier, P., Nicolotti, G. (2013). Infectious Forest Diseases. CABI. Wallingford. 197-207 pp.
- Hayden, K.J., Hardy, E.St.J., Garbelotto, M. (2013). *Oomycete* diseases. In: Gonthier, P., Nicolotti, G. (Eds.) Infectious forest diseases, p. 519–546.
- Hallaksela, A.-M., Niemistö, P. (1998). Stem discoloration of planted silver birch. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 13(1-4), 169-176. <https://doi.org/10.1080/02827589809382973>.
- Hamberg, L., Malmivaara-Lämsä, M., Löfström, I., Hantula, J. (2013). Effects of a biocontrol agent *Chondrostereum purpureum* on sprouting of *Sorbus aucuparia* and *Populus tremula* after four growing seasons. *Biological Control*, 59, 125-137. <https://doi.org/10.1007/s10526-013-9550-y>.
- Hanso, M., Drenkhan, R. (2008). First observations of *Mycosphaerella pini* in Estonia. *Plant Pathology*, 57, 1177. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2008.01912.x>.
- Hyun, I.-H., Choi, W. (2014). *Phytophthora* Species, New Threats to the Plant Health in Korea. *The Plant Pathology Journal*, 30(4), 331–342. <https://doi.org/10.5423/ppj.rw.07.2014.0068>.
- Hjelm, K., Rytter, L. (2016). The influence of soil conditions, with focus on soil acidity, on the establishment of poplar (*Populus spp.*). *New Forests*, 47, 731-750. <https://doi.org/10.1007/s11056-016-9541-9>.
- Houston Durrant, T., de Rigo, D., Caudullo, G. (2016). *Fagus sylvatica* and other beeches in Europe: distribution, habitat, usage and threats. San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. off. EU, Luxembourg, pp. 94 – 95.
- Hudler, G.W. (2013). *Phytophthora cactorum*. *Forest Phytophthoras*, 3(1). <https://doi.org/10.5399/osu/fp.3.1.3396>.
- Yurchenko, E.O. (2010). The genus *Peniophora* (Basidiomycota) of Eastern Europe: morphology, taxonomy, ecology, distribution. *Belorusskaya nauka*. ISBN9850811412, 9789850811417, 338 pp.
- Jankowiak, R., Stępniewska, H., Bilański, P., Taerum, S.J. (2022). Fungi as potential factors limiting natural regeneration of pedunculate oak (*Quercus robur*) in mixed-species forest stands in Poland. *Plant Pathology*, 71, 805– 817. <https://doi.org/10.1111/ppa.13529>.

- Jelonek, T., Tomczak, K., Naskrent, B., Klimek, K., Tomczak, A., Lewandowski, K. (2022). The effect of beech (*Fagus sylvatica* L.) bark stripping by deer on depreciation of wood. *Forests*, 13, 1531. <https://doi.org/10.3390/f13101531>.
- Jiang, N., Voglmayr, H., Xue, H., Piao, CG., Li, Y. (2022). Morphology and phylogeny of *Pestalotiopsis* (Sporocadaceae, Amphisphaerales) from *Fagaceae* leaves in China. *Microbiology Spectrum*, 10(6), e0327222. <https://doi.org/10.1128/spectrum.03272-22>.
- Jonsson, U., Jung, T., Sonesson, K. and Rosengren, U. (2005). Relationships between health of *Quercus robur*, occurrence of *Phytophthora* species and site conditions in southern Sweden. *Plant Pathology*, 54(4), 502–511. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2005.01228.x>.
- 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).
- Jung, T. (2009). Beech decline in Central Europe driven by the interaction between *Phytophthora* infections and climatic extremes. *Forest Pathology*, 39, 73–94. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.2008.00566.x>.
- Jürisoo, L., Adamson, K., Padari, A., Drenkhan, R. (2019). Health of elms and Dutch elm disease in Estonia. *Eur. J. Plant Pathol.* 154: 823–841. doi: 10.1007/s10658-019-01707-0.
- Jürisoo, L., Selikhovkin, A.V., Padari, A., Shevchenko, S.V., Shcherbakova, L.N., Popovichev, B.G., Drenkhan, R. (2021). The extensive damage to elms by Dutch elm disease agents and their hybrids in northwestern Russia. *Urban Forestry & Urban Greening*, 63: 127214. doi: 10.1016/j.ufug.2021.127214.
- Kuzmichev, E.P., Sokolova, E.S., Kulikova, E.G. (2001). Common Fungal Diseases of Russian Forests. General Technical Report NE-279, USDA Forest Service, Newtown Square, PA, 137 p.
- Kwaśna, H., Szykiewicz-Wronek, A. (2018). Culturable microfungi inhibitory to *Armillaria* rhizomorph formation from *Fagus sylvatica* stump roots and soil. *Journal of Phytopathology*, 166(5), 314–323. <https://doi.org/10.1111/jph.12689>.
- Łakomy, P., Kwaśna, H., Ratajczak, A., Molińska-Glura, M. (2005). Wood decomposition ability of some isolates of *Bjerkandera adusta* and *Trametes versicolor*. *Phytopathologia Polonica*, (38), 7-19.
- Larsen, M. J., Lombard, F. F. (1988). The status of *Meripilus giganteus* (Aphyllphorales, Polyporaceae) in North America. *Mycologia*, 80(5), 612. <https://doi.org/10.2307/3807709>.
- Lygis, V., Vasiliauskas, R. Stenlid, J. (2004). Planting *Betula pendula* on pine sites infested by *Heterobasidion annosum*: disease transfer, silvicultural evaluation, and community of wood-inhabiting fungi. *Canadian Journal of Forest Research*, 34 (1), 120-130. <https://doi.org/10.1139/x03-20>.
- Luchi, N., Capretti, P., Feducci, M., Vannini, A., Ceccarelli, B., Vettrano, A. (2016). Latent infection of *Biscogniauxia nummularia* in *Fagus sylvatica*: a possible bioindicator of beech health conditions. *iForest - Biogeosciences and Forestry*, 9(1), 49–54. <https://doi.org/10.3832/ifor1436-008>.
- Marçais, B., Desprez-Loustau, ML. (2014). European oak powdery mildew: impact on trees, effects of environmental factors, and potential effects of climate change. *Annals of Forest Science*, 71, 633–642. <https://doi.org/10.1007/s13595-012-0252-x>.
- Matić, S., Tabone, G., Garibaldi, A., Gullino, M.L. (2020). *Alternaria* leaf spot caused by *Alternaria* species: an emerging problem on ornamental plants in Italy. *Plant Disease*, 104, 8, 2275-2287. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-20-0399-RE>.

- Mauer, O., Palatova, E. (2003). The role of root system in silver birch (*Betula pendula* Roth) dieback in the air-polluted area of Krušné hory Mts. *Journal of Forest Science*, 49(5), 191-199. <https://doi.org/10.17221/4693-JFS>.
- Meža nozare skaitļos un faktos (2022). (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>
- Mullett, M.S., Adamson, K., Bragança, H., Bulgakov, T., Georgieva, M., Henriques, J., Jürisoo, L., Laas, M., Drenkhan, R. (2018). New country and regional records of the pine needle blight pathogens *Lecanosticta acicola*, *Dothistroma septosporum* and *Dothistroma pini*. *Forest Pathology*, 48, e12440. <https://doi.org/10.1111/efp.12440>.
- Murolo, S., Concas, J., Salerno, A., Maiorano, F., Cingolani, L., Carloni, F., Moricca, S., Romanazzi, G. (2021). Status of charcoal canker on oak trees at a site of community importance: case study of the relict Castelfidardo forest (SIC Area IT520008, Castelfidardo, AN, Italy). *Forests*, 12, 1032. <https://doi.org/10.3390/f12081032>.
- Nelson, A.H., Hudler, G.W. (2007). A summary of North American hardwood tree diseases with bleeding canker symptoms. *Arboriculture and Urban Forestry*, 33(2), 122–131. <https://doi.org/10.48044/jauf.2007.013>.
- Norkute, G. (2018). Tris svarbias miško medžių ligas – Alksniu džiūti, goubu mara ir uosiu džiūti sukeliančių inaziniu patogenu populiacijų tyrimai. [Characterization of populations of invasive pathogens – causal agents of three major forest tree diseases: alder decline, Dutch elm disease and ash dieback]. Daktaro 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. *Biological Invasions*, 16, 1345–1349. doi: 10.1007/s10530-013-0579-8.
- Paul, D.G. (1959). The problem of decay in the management of poplars in Alberta. Graduate Student Theses: Dissertations, & Professional Papers, pp. 79.
- Paž-Dyderska, S., Jagodziński, A.M. & Dyderski, M.K. 2021. Possible changes in spatial distribution of walnut (*Juglans regia* L.) in Europe under warming climate. *Regional Environmental Change*, 21, 18. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01745-z>
- Pažoutová, S., Šrůtka, P. (2007). Symbiotic relationship between *Cerrena unicolor* and the horn-tail *Tremex fuscicornis* recorded in the Czech Republic. *Czech Mycology*, 59(1), 83 – 90. <https://doi.org/10.33585/cmy.59109>.
- Piri, T. (1996). The spreading of the S type of *Heterobasidion annosum* from Norway spruce stumps to the subsequent tree stand. *European Journal of Forest Pathology*, 26(4), 193-204. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.1996.tb00839.x>.
- Pölme, S., Abarenkov, K., Nilsson, R.H., Lindahl, B.D., Engelbrecht Clemmensen, K., Kauserud, H., Nguyen, N., Kjølner, 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>.
- Pszczółkowska, A., Okorski, A., Paukzto, Ł., Jastrzębski, J. P., Gorzkowska, A., Chareńska, A., Makowczenko K. G. (2017). First Report of *Fagus sylvatica* Leaf Spot Infection by *Colletotrichum fioriniae* in Forest Nurseries in Northeastern Poland. *Plant Disease* 101:10, /10.1094/PDIS-04-17-0471-PDN
- Rishbeth, J. (1982). Species of *Armillaria* in southern England. *Plant Pathology*, 31, 9-17. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1982.tb02806.x>.
- Sandoval-Denis, M., Guarnaccia, V., Polizzi, G., Crous, P.W. (2018). Symptomatic citrus trees reveal a new pathogenic lineage in *Fusarium* and two new *Neocosmospora* species. *Persoonia*, 40, 1-25. <https://doi.org/10.3767/persoonia.2018.40.01>.

- Sanger, F., Nicklen, S., Coulson, A.R. (1977). DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 74, 5463-7. USA. <https://doi.org/10.1073/pnas.74.12.5463>.
- 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/ifer1231-008>.
- Schwarze, F.W.M.R., Baum, S. (2000). Mechanisms of reaction zone penetration by decay fungi in wood of beech (*Fagus sylvatica*). *New Phytologist*, 146(1), 129–140. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2000.00624.x>.
- Severoglu, Z., Ozyigit, I.I. (2012). Powdery mildew disease in some natural and exotic plants of Istanbul, Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 44, 387-393.
- Sitz R. A., Luna E. K., Ibarra C. J., Tisserat N. A., Cranshaw W. S., McKenna J. R., Stolz J., Stewart J. E. 2021. Eastern Black Walnut (*Juglans nigra* L.) Originating From Native Range Varies in Their Response to Inoculation With *Geosmithia morbida*. *Frontiers in Forests and Global Change*(4). <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.627911>
- Straigytė, L., Čekstere, G., Laiviņš, M., Marozas, V. (2015). Pest Plant Score of Alien *Robinia Pseudoacacia* in Rīga (Latvia) and Kaunas (Lithuania) / Svešzemju Sugas *Robinia Pseudoacacia* Invazitātes Novērtējums Rīgā (Latvija) Un Kauņā (Lietuva). *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*, 69(3): 112-119.
- Straigytė, L., Marozas, V., & Žalkauskas, R. (2012). Morphological traits of Red oak (*Quercus rubra* L.) and ground vegetation in stands different sites and regions in Lithuania. *Baltic Forestry*, 18(1), 91– 99.
- Stravinskienė, V., Snieškienė V., Stankevičienė, A. (2015). Health condition of *Tilia cordata* mill. trees growing in the urban environment. *Urban Forestry and Urban Greening*, 14(1), 115–122. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.12.006>.
- Sunhede, S., Vasiliauskas, R. (2002). Ecology and decay pattern of *Phellinus robustus* in old-growth *Quercus robur*. *Karstenia*, 42(1), 1–11. <https://doi.org/10.29203/ka.2002.380>.
- Terho, M., Hantula, J., Hallaksela, A.-M. (2007). Occurrence and decay patterns of common wood - decay fungi in hazardous trees felled in the Helsinki City. *Forest Pathology*, 37(6), 420–432. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.2007.00518.x>.
- Thomas, F.M., Blank, R., Hartmann, G. (2002). Abiotic and biotic factors and their interactions as causes of oak decline in Central Europe. *Forest Pathology*, 32(4-5), 277–307. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0329.2002.00291.x>.
- Trabelsi, R., Sellami, H., Gharbi, Y., Krid, S., Cheffi, M., Kammoun, S., Dammak, M., Mseddi, A., Gdoura, R., Triki, M.A. (2017). Morphological and molecular characterization of *Fusarium* spp. associated with olive trees dieback in Tunisia. *3 Biotech*, 7, 28. <https://doi.org/10.1007/s13205-016-0587-3>.
- Trifonov, L.S., Chakravarty, P., Hiratsuka, Y., Ayer, W.A. (1992). Antifungal activity of metabolites of *Peniophora polygonia* against the aspen decay fungus *Phellinus tremulae*. *European Journal of Forest Pathology*, 22, 441-448. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.1992.tb00318.x>.
- Vainio, E., Velmala, S., Salo, P., Huhtinen, S., Müller, M. (2017). Defoliation of *Tilia cordata* trees associated with *Apiognomonina errabunda* infection in Finland. *Silva Fennica*, 51(4), 7749. <https://doi.org/10.14214/sf.7749>.
- Von Wuehlich, G. (2008). EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European beech (*Fagus sylvatica*). Bioersivity International, Rome, Italy, pp. 6.
- Wikström, C., Unestam, T. (1976). The decay pattern of *Phellinus tremulae* (Bond.) Bond, et Borisov in *Populus tremula* L. *European Journal of Forest Pathology*, 6(5), 291-301.
- Wilkaniac A, Borowiak-Sobkowiak B, Irzykowska L, Breś W, Świerk D, et al. (2021) Biotic and abiotic factors causing the collapse of *Robinia pseudoacacia* L. veteran trees in urban

environments. *PLOS ONE*, 16(1): e0245398.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245398>

Wit, M., Sierota, Z., Oszako, T., Mirzwa-Mróz, E., Wakuliński, W. (2015). *Fusarium* spp. on the aboveground organs of dying oaks—a new threat? (in Polish with English summary). *Sylvan*, 159 (5), 403–410.

PIELIKUMI

1. pielikums

Apsēkoto melnalkšņu jaunaudžu raksturojums un patogēna sastopamība tajās

Audzės atslēga	Audzės sastāva formula	Simptomātiskie melnalkšņi, skaits
106-604-2	10M5	1
405-454-2	5M4A1B6	1
508-371-13	9M1B9	1
507-61-2*	10M9	1
610-4-17	10M7	2
510-368-19*	6M4B5	1
406-367-10*	10M8	0
610-295-18	6M3E1B9	2
701-173-33*	10M7	1
103-599-2	10M5	0
608-75-13	10M5	0
306-235-4*	10M8	0
510-423-18	10M8	0
804-375-20	10M6	0
507-248-49	4M4E2B7	0
504-383-16	10M7	0
403-37-24	6M2Ba2B8+E8	0
104-166-10	10M5	0
409-664-11	9M1B6	0
808-45-28	6M2A2B8	0
610-292-17	6M4B5	0
503-284-53	10M6	0
304-142-12	10M5	0
109-67-22*	10M7	0
508-348-8	10M6	0
604-367-8	6M3B1E5	0
703-25-40*	10M7	0
401-119-7	6M4B9	0
206-156-16	7M8 3B12	0
807-239-6	8M2B8	0
304-163-39	5M3A2B8	0
503-283-10	9M1B5	0
508-415-1-1	7M3B7	0
609-291-14-1*	10M7	0
705-276-8-2*	10M6	0
109-106-17-1	10M5	0
807-6-23-2	10M6	0

Audzės atslēga	Audzės sastāva formula	Simptomātiskie melnalkšņi, skaits
510-21-39	10M8	0
508-388-19	9M1B7	0
509-102-19	8M2Ba9	0
508-391-6	10M8	0
102-332-3	10M9	0
405-103-16*	10M9	0
501-88-10	5M3A1L1B9	0
506-129-6	9M1B5	0
401-257-2-1	10M9	0
811-80-5	10M7	0
705-376-6*	10M8	0
507-277-43	10M9	0
505-227-5	8M2B6	0
810-97-20	7M3B9	0
805-167-15*	10M7	0
806-121-7	10M9	0
405-333-1-1	6M3B1A ats E9	0
505-391-36	10M6	0
508-388-31	9M1B6	0
701-168-32	6M4B9	0
104-273-31	4M4Ba2A7 +B7	0
403-193-17	7M3B5	0
409-306-5-1	6M4B8	0
607-73-4	10M9 +B ats A9	0
313-246-41	8M1B1A5	0
313-203-9	10M9	0
313-224-2	10M10	0
506-107-28	8M2B12	0

*Audzės, kas iekļautas pētījumā arī kā pastāvīgie parauglāukumi

2. pielikums

Apsekoto alkšņu audzes un patogēna sastopamība tajās: pastāvīgo parauglaukumu, tai skaitā slimības dinamikas pētījumam atlasīto audžu apsekošanas dati

Audzes atslēga	Audzes sastāva formula	Meža tips	Apsektie baltalkšņi, skaits	Apsektie melnalkšņi, skaits	Simptomātiskie baltalkšņi, skaits	Simptomātiskie melnalkšņi, skaits	Pozitīvs tests (0 – nav, 1 – ir)	Ūdenstece / ūdenstilpes tuvums*	Ūdenstece / ūdenstilpes veids**	Vidējais vainaga stāvokļa vērtējums (1-nav bojājumu; 5 – nokaltis koks)
106-666-6	10Ba43 +B43	Vrs	14	1	3	0	0 (3)	2	U (Baltiņupe)	1,8
109-307-6	10Ba49 +B84 P84 ats E84	Db	17	0	1	0	0 (1)	2	G, C	1,7
110-386-4	10Ba43 +M43 B43	Grs	15	0	4	0	1 (2)	2	G, U (Dzēsūpīte), C	1,6
304-54-2	7M3B64	Db	14	1	0	0	0 (0)	2	G, U (Podvāze), C	1,3
304-55-10	10Ba28 +B28 B128 ats M28	Vrs	8	7	3	0	1 (2)	2	G, U (Podvāze), C	1,1
311-389-17	10Ba45 +M45 ats B50	Vrs	14	1	1	0	0 (1)	2	G, C	1,6
312-197-21	8M2B59	Db	3	12	0	0	0 (0)	2	U (Laucesa), C	1,5
312-68-6	7Ba49 3M59	Vrs	15	0	1	0	0 (1)	2	U (Silupe), C	1,7
313-63-9	6M36 2Ba26 2E36	Db	7	8	1	0	0 (1)	2	U (Čuriškas upe)	1,1
501-523-6	10Ba59 ats M71	Vrs	16	2	1	0	0 (1)	2	G, U (Rite)	1,4
502-140-26	7Ba49 3M59	Vrs	12	3	2	0	2 (2)	2	G, U (Sise), C	1,5
502-53-3	6Ba64 2B1M1A79	Grs	14	1	4	0	4 (4)	2	G	2,2
506-33-14	6M4B10 +E10	Lk	9	11	0	0	0 (0)	2	G	1,2
507-61-2	10M9	Ks	0	15	0	1	0 (1)	2	G	1
509-194-1	6Ba1A2B1M43	Grs	10	10	3	1	1 (3)	2	G	1,6
510-136-23	7Ba39 2B59 1E39+M39 A39	Grs	7	8	1	1	0 (2)	1	G, C	2,5
510-49-23	7M3B107 +E87	Lk	0	15	0	2	2 (2)	1	U (Smārde), C	1,7
510-71-58	9M1B77	Db	13	3	4	0	3 (4)	2	U (Smārde), C	1,6
510-368-19	6M4B5	Db	0	15	0	0	0 (0)	1	G	1
603-342-6	8Ba2Os40	Grs	15	0	5	0	1 (2)	2	G	1

* Ūdenstilpes vai ūdenstece tuvums novērtēts klasēs: 0 – nogabalam 200m attālumā nav ūdenstilpe vai ūdenstece; 1 – nogabals nav tieši blakus vai to nešķērso kāda ūdenstilpe vai ūdenstece, bet tā atrodas 200m attālumā; 2 – nogabalam tieši blakus vai to šķērso kāda ūdenstilpe / ūdenstece; ** Ūdenstilpes vai ūdenstece veids: G – grāvis; U – upes; C – cits (ezers, dīķis, purvs vai sezonāli applūstoša teritorija).

3. pielikums

Tīrkultūru izdalīšanai ievākto alkšņu koksnes paraugu raksturojums (treknrakstā audze, no kuras koksnes parauga izdalīta tīrkultūra)

Audzes atslēga	Audzes sastāva formula	Parauga ņemšanas datums, numurs	Atbilde	Parauga ņemšanas datums, numurs	Atbilde	Parauga ņemšanas datums, numurs	Atbilde	Parauga ņemšanas datums, numurs	Atbilde
106-666-6	10Ba43 +B43	06.07.2022, Nr. 2022-PP-053	0	06.07.2022., Nr. 2022-PP-052	0				
109-307-6	10Ba49 +B84 P84 ats E84	06.07.2022, Nr. 2022-PP-056	0						
110-386-4	10Ba43 +M43 B43	06.07.2022., Nr. 2022-PP-055	0	06.07.2022., Nr. 2022-PP-054	0				
304-55-10	10Ba28 +B28 B128 ats M28	14.07.2022., Nr. 2022-PP-065	0	14.07.2022., Nr. 2022-PP-064	0				
313-389-17	10Ba45 +M45 ats B50	19.07.2022., Nr. 2022-PP-068	0						
312-68-6	7Ba49 3M59	19.07.2022., Nr. 2022-PP-067	0						
313-63-9	6M36 2Ba26 2E36	19.07.2022., Nr. 2022-PP-066	0						
501-523-6	10Ba59 ats M71	27.06.2022., Nr. 2022-PP-038	0						
502-140-26	7Ba49 3M59	21.06.2022., Nr. 2022-PP-035	0	21.06.2022., Nr. 2022-PP-036	0	08.11.2022., Nr. 2022-PP-104	0	08.11.2022., Nr. 2022-PP-105	0
502-53-3	6Ba64 2B1M1A79	21.06.2022., Nr. 2022-PP-032	0	21.06.2022., Nr. 2022-PP-034	0	21.06.2022., Nr. 2022-PP-033	0	21.06.2022 Nr. 2022-PP-031	0
502-53-3	6Ba64 2B1M1A79	08.11.2022., Nr. 2022-PP-103	0	08.11.2022., Nr. 2022-PP-106	0	08.11.2022., Nr. 2022-PP-107	0	08.11.2022., Nr. 2022-PP-108	0
509-194-1	6Ba1A2B1M43	30.06.2022., Nr. 2022-PP-046	0	30.06.2022., Nr. 2022-PP-045	0	02.11.2022., Nr. 2022-PP-101	0		
510-136-23	7Ba39 2B59 1E39+M39 A39	30.06.2022., Nr. 2022-PP-047	0						
510-136-5	9Ba1B39 +M39	30.06.2022., Nr. 2022-PP-043	0						
510-49-23	7M3B107 +E87	30.06.2022., Nr. 2022-PP-041	0	30.06.2022., Nr. 2022-PP-048	0	15.11.2022., Nr. 2022-PP-115	0	15.11.2022., Nr. 2022-PP-116	0

510-49-23	7M3B107 +E87	15.11.2022., Nr. 2022-PP-117	0						
510-71-58	9M1B77	30.06.2022., Nr. 2022-PP-044	0	30.06.2022., Nr. 2022-PP-042	0	15.11.2022., Nr. 2022-PP-113	0	15.11.2022., Nr. 2022-PP-114	0
510-71-58	9M1B77	15.11.2022, Nr. 2022-PP-112	1						
603-342-6	8Ba2Os40	22.11.2022., Nr. 2022-PP-118	0	22.11.2022., Nr. 2022-PP-120	0	22.11.2022., Nr. 2022-PP-119	0	22.11.2022., Nr. 2022-PP-121	0

4. pielikums

Apsekoto parastās priedes jaunaudžu - pastāvīgo parauglaukumu - raksturojums un patogēnu sastopamība tajos

Paraugl. kods	Audzis atslēga	Platība, ha	Meža tips	Vecums, gadi	1 balle*, koku īpatsvars	2 balles*, koku īpatsvars	3-4 balles*, koku īpatsvars	DoS**	DiS**
PS3	714-179-16	3,46	Ln	12	10%	80%	10%	1	1
PS6	604-343-23	4,28	Dm	12	70%	30%	0%	1	1
PS13	408-188-7	9,68	Ln	13	80%	20%	0%	1	0
PS20	409-266-10	2,82	Ln	9	40%	50%	10%	1	1
PS27	705-366-8	1,7	Dm	12	60%	40%	0%	1	1
PS44	510-15-27	2,71	Mr	8	50%	50%	0%	1	0
PS52	508-264-10	2,62	Dm	12	20%	70%	10%	1	0
PS64	507-119-16	2,21	Ln	10	10%	90%	0%	1	1
PS66	507-232-4	2,65	Ln	13	20%	80%	0%	1	1
PS71	307-262-29	1,7	Ln	13	50%	50%	0%	1	1
PS77	410-345-11	2,13	Dm	15	70%	30%	0%	1	0
PS83	213-155-1	1,69	Ln	15	60%	40%	0%	1	1
PS95	203-209-2-1	2,95	Mr	8	60%	40%	0%	1	0
PS98	801-299-13	2,07	Ln	12	30%	70%	0%	1	0
PS102	712-148-27	2,97	Mr	10	20%	80%	0%	1	1
PS103	712-439-2	2	Ln	10	40%	60%	0%	1	1
PS107	302-113-40	1,51	Ln	9	60%	40%	0%	1	1
PS114	109-191-2	3,21	Dm	12	70%	30%	0%	1	0
PS128	103-346-18	2,44	Ln	10	70%	30%	0%	1	1
PS130	104-229-2	3,8	Dm	11	40%	60%	0%	1	1
PS136	805-15-19	1,9	Dm	14	80%	20%	0%	1	1
PS140	609-83-8	2,02	Dm	12	50%	50%	0%	1	0
PS142	609-105-24	2,68	Ln	14	50%	50%	0%	1	1
PS146	404-375-10	3,54	Dm	13	50%	40%	10%	1	1
PS148	812-273-9	2,03	Ln	11	90%	10%	0%	1	1
PS149	311-148-3	1,53	Dm	8	70%	30%	0%	1	0
PS151	311-322-2	3,02	Ln	10	80%	20%	0%	1	1
PS154	312-35-31	2,72	Dm	9	90%	10%	0%	1	1
PS157	309-1-10	2,98	Mr	15	70%	30%	0%	1	1
PS159	407-578-1	1,91	Dm	7	40%	60%	0%	1	1
PS4	704-143-4	1,61	Mr	14	30%	70%	0%	1	0
PS34	504-78-7	2,92	Mr	13	70%	30%	0%	1	0
PS35	801-147-3	2,24	Ln	11	40%	60%	0%	1	0
PS38	802-446-5	1,59	Mr	12	60%	20%	20%	1	1
PS48	604-101-16	1,6	Dm	9	20%	50%	30%	1	1
PS55	508-411-13	1,82	Ln	8	64%	27%	9%	1	1
PS58	205-262-15	3	Dm	9	70%	30%	0%	1	0
PS61	211-66-24	1,46	Dm	11	80%	10%	10%	1	0

PS76	502-206-1	1,64	Mr	8	40%	50%	10%	1	0
PS87	601-400-25	1,7	Mr	8	0%	90%	10%	1	1
PS99	712-449-16	2,36	Dm	15	50%	50%	0%	1	1
PS117	804-130-4	1,97	Dm	13	50%	50%	0%	0	0
PS122	611-193-7	1,06	Dm	8	60%	40%	0%	1	0
PS134	807-201-9	2,18	Ln	9	60%	40%	0%	1	0
PS137	611-321-12	1,93	As	10	60%	30%	10%	1	1
PS152	310-178-15	1,87	Mr	8	60%	40%	0%	1	1
PS155	309-387-7	2,39	Dm	12	90%	10%	0%	1	1
PS160	407-419-6	1,77	Ln	7	20%	70%	10%	1	1
PS162	403-238-6	1,16	Ln	7	40%	60%	0%	1	0
PS164	401-142-23	3,72	Ln	9	0%	80%	20%	1	1

* Skujbires intensitāti ballēs: 1) Nav skuju bojājumu/nav bojātas tekošā gada skujas; var būt atsevišķas bojātas otrā gada skujas; 2) Otrā gada skujas bojātas, bet bojājumi vairāk lokāli, ne pa visu vainagu; atsevišķas tekošā gada skujas var būt bojātas; 3) manāmi, būtiski skuju zudumi, bet tie skar tikai daļu vainaga; 4) būtiski bojājumi pa lielāko daļu vainaga.

** DoS – *Dothistroma septosporum*; DiS – *Diplodia sapinea*.

5. pielikums

Apsēkoto priežu dekoratīvo stādījumu raksturojums un patogēnu sastopamība tajos

Parauga kods	Vieta	Koordinātes (x)	Koordinātes (y)	Suga	Vitalitāte*	DoS**	Lec**	DiS**
DD1	Ogre	56.8180247	24.5997462	<i>P.mugo</i>	2	1	1	1
DD2	Jūrmala	56.9719587	23.8087370	<i>P.nigra</i>	2	1	0	1
DD3	Saulrieši	56.9121197	24.3726660	<i>P.mugo</i>	1	0	0	1
DD4	Sigulda 1	57.1541280	24.8801148	<i>P.mugo</i>	2	0	0	0
DD5	Sigulda 2	57.1544066	24.8820757	<i>P.mugo</i>	3	1	1	0
DD6	Sigulda 3	57.1541280	24.8801148	<i>P.pumila</i>	1	0	0	0
DD16	Lēdurga 10	57.3145408	24.7607265	<i>P. nigra</i>	1	0	0	1
DD17	Lēdurga 11	57.3145408	24.7607265	<i>P. nigra</i>	1	0	0	1
DD20	Lēdurga 14	57.3145408	24.7607265	<i>P. pumila</i>	2	1	0	1
DD21	Lēdurga 15	57.3145408	24.7607265	<i>P. pumila</i>	1	1	0	0
DD22	Lēdurga 16	57.3145408	24.7607265	<i>P. mugo</i>	3	1	0	0
DD23	Lēdurga 17	57.3145408	24.7607265	<i>P. pumila</i>	1	1	0	1
DD27	Bauska	56.3962236	24.204908	<i>P.mugo</i>	1	0	0	0
DD28	Madliena	56.8461911	25.1550947	<i>P.mugo</i>	1	0	0	1
DD29	Vangaži	57.1139899	24.6266712	<i>P.mugo</i>	1	0	0	1
DD30	Cēsis	57.3142543	25.2691116	<i>P.mugo</i>	1	1	1	0

* Skujbires intensitāti ballēs: 1) Nav skuju bojājumu/nav bojātas tekošā gada skujas; var būt atsevišķas bojātas otrā gada skujas; 2) Otrā gada skujas bojātas, bet bojājumi vairāk lokāli, ne pa visu vainagu; atsevišķas tekošā gada skujas var būt bojātas; 3) manāmi, būtiski skuju zudumi, bet tie skar tikai daļu vainaga; 4) būtiski bojājumi pa lielāko daļu vainaga.

** DoS – *Dothistroma septosporum*; Lec – *Lecanosticta acicola*; DiS – *Diplodia sapinea*.

6. pielikums

Apsēkoto parastās priedes jaunaudzū – dinamikas parauglaukumu – raksturojums un patogēnu sastopamība tajos

Paraugl. kods	Audzies atslēga	Platība, ha	Meža tips	Vecums, gadi	1 balles*, koku īpatsvars	2 balles*, koku īpatsvars	3–4 balles*, koku īpatsvars	<i>Dothistroma</i> sp.	<i>Diplodia sapinea</i>	Vidējais caurmērs, cm	Vidējais augstums, m
PS3	714-179-16	3,46	Ln	12	25%	70%	5%	100%	30%	6,19	4,61
PS6	604-343-23	4,28	Dm	12	50%	50%	0%	90%	40%	7,87	5,89
PS13	408-188-7	9,68	Ln	13	90%	10%	0%	90%	0%	4,27	3,29
PS20	409-266-10	2,82	Ln	9	60%	35%	5%	100%	10%	7,50	5,32
PS27	705-366-8	1,7	Dm	12	60%	40%	0%	100%	27%	8,44	4,93
PS44	510-15-27	2,71	Mr	8	45%	55%	0%	100%	18%	2,76	2,62
PS52	508-264-10	2,62	Dm	12	55%	40%	5%	100%	10%	9,41	6,27
PS64	507-119-16	2,21	Ln	10	10%	90%	0%	100%	10%	3,61	2,96
PS66	507-232-4	2,65	Ln	13	20%	75%	5%	100%	20%	5,84	4,56
PS71	307-262-29	1,7	Ln	13	30%	70%	0%	100%	20%	5,61	4,01
PS77	410-345-11	2,13	Dm	15	65%	35%	0%	100%	0%	9,84	6,33
PS83	213-155-1	1,69	Ln	15	55%	45%	0%	90%	20%	10,35	6,93
PS95	203-209-2-1	2,95	Mr	8	60%	40%	0%	70%	10%	3,97	3,11
PS98	801-299-13	2,07	Ln	12	30%	70%	0%	80%	0%	3,81	3,04
PS102	712-148-27	2,97	Mr	10	40%	60%	0%	80%	30%	3,31	2,89
PS103	712-439-2	2	Ln	10	55%	45%	0%	90%	20%	4,31	3,11
PS107	302-113-40	1,51	Ln	9	50%	50%	0%	70%	40%	3,03	2,47
PS114	109-191-2	3,21	Dm	12	80%	20%	0%	100%	10%	7,09	4,74
PS128	103-346-18	2,44	Ln	10	65%	35%	0%	70%	20%	6,49	4,83
PS130	104-229-2	3,8	Dm	11	45%	55%	0%	100%	18%	7,63	5,13
PS136	805-15-19	1,9	Dm	14	70%	30%	0%	82%	18%	10,13	7,43
PS140	609-83-8	2,02	Dm	12	40%	60%	0%	100%	9%	7,71	5,61
PS142	609-105-24	2,68	Ln	14	45%	50%	5%	100%	40%	7,35	5,43
PS146	404-375-10	3,54	Dm	13	55%	40%	5%	100%	30%	8,97	6,19

PS148	812-273-9	2,03	Ln	11	85%	15%	0%	100%	30%	5,19	3,62
PS149	311-148-3	1,53	Dm	8	60%	40%	0%	40%	60%	4,01	2,89
PS151	311-322-2	3,02	Ln	10	75%	25%	0%	60%	30%	4,39	3,28
PS154	312-35-31	2,72	Dm	9	95%	5%	0%	90%	20%	5,09	3,37
PS157	309-1-10	2,98	Mr	15	60%	35%	5%	100%	10%	9,23	6,57
PS159	407-578-1	1,91	Dm	7	35%	65%	0%	91%	9%	3,55	2,83

* Skujbires intensitāti ballēs: 1) Nav skuju bojājumu/nav bojātas tekošā gada skujas; var būt atsevišķas bojātas otrā gada skujas; 2) Otrā gada skujas bojātas, bet bojājumi vairāk lokāli, ne pa visu vainagu; atsevišķas tekošā gada skujas var būt bojātas; 3) manāmi, būtiski skuju zudumi, bet tie skar tikai daļu vainaga; 4) būtiski bojājumi pa lielāko daļu vainaga.

7. pielikums
Apekoto parastās apses audžu raksturojums

Audzes atslēga	Cirtes veids *	Novērtēto celmu skaits	Trupējušo celmu skaits	Trupējušo celmu, %	Vid. celma diametrs, cm	1.kl. (nav trupes), celmu skaits	2.kl. (cietā trupe), celmu skaits	3.kl. (mīkstā trupe), celmu skaits	4.kl. (mīkstā trupe ar dobumu), celmu skaits
804-116-18	V	31	22	79%	34.13	6	7	4	5
311-75-29	V	7	7	100%	38.86	0	2	1	4
313-23-2	V	30	30	100%	38.38	9	9	4	8
313-138-1	V	31	28	90%	41.31	4	8	9	7
303-243-15	V	30	22	73%	25.57	9	8	3	2
407-490-32	V	30	29	97%	30.42	3	16	5	5
403-195-19	V	30	30	100%	30.57	3	19	4	4
403-83-9	V	26	26	100%	29.52	2	14	7	3
403-52-2	V	30	30	100%	38.18	1	13	6	10
405-231-1	V	30	25	83%	30.98	0	13	8	4
405-441-10	V	30	30	100%	37.23	1	14	8	7
707-388-1	V	30	26	87%	35.35	4	13	6	3
202-541-16	V	30	30	100%	37.65	13	8	4	5
207-319-17	V	30	29	97%	31.65	13	9	3	4
208-131-11	V	30	29	97%	45.27	12	4	9	4
208-230-6	V	30	30	100%	45.15	13	6	5	6
206-445-20	V	25	23	92%	54.50	8	5	4	6
211-54-26	V	30	30	100%	40.93	10	3	12	5
204-208-23	V	30	30	100%	35.65	12	8	7	3
309-369-5	K	30	30	100%	22.92	4	13	3	10
303-384-5	K	30	27	90%	18.47	9	13	4	1
101-451-20	K	30	21	70%	15.43	7	12	1	1
204-228-25	K	30	30	100%	16.35	2	0	18	10
209-497-17	K	30	30	100%	18.52	6	4	6	14

* V – vienlaidus atjaunošanas cirte; K – krājas kopšanas cirte.

8. pielikums
Apsekoto parastā bērzu audžu raksturojums

Audzē atslēga	Circes veids *	Novērtēto celmu skaits	Trupējušo celmu skaits	Trupējušo celmu, %	Vid. celma diametrs, cm	1.kl. (nav trupes), celmu skaits	2.kl. (cietā trupe), celmu skaits	3.kl. (mīkstā trupe), celmu skaits	4.kl. (mīkstā trupe ar dobumu), celmu skaits
810-41-20	V	30	29	97%	35.97	3	18	0	8
303-73-25	V	30	24	80%	31.52	5	13	3	3
303-160-1	V	30	23	77%	28.10	5	10	5	3
303-173-15	V	27	24	89%	28.76	8	12	3	1
304-248-27	V	30	17	57%	31.05	5	7	3	2
306-279-15	V	6	6	100%	28.25	0	4	1	1
307-195-34	V	30	29	97%	33.43	8	11	4	6
307-147-3	V	30	25	83%	28.27	5	9	5	6
407-569-18	V	24	21	88%	30.65	1	17	2	1
407-16-16	V	25	25	100%	36.66	3	17	1	4
403-249-9	V	30	29	97%	31.37	10	16	1	2
403-125-12	V	25	19	76%	30.14	4	11	1	3
403-23-6	V	27	22	81%	28.85	3	19	0	0
405-132-2	V	30	19	63%	29.58	5	10	1	0
405-459-13	V	30	30	100%	34.18	1	25	3	1
405-414-9	V	25	24	96%	34.22	0	16	5	3
710-295-21	V	30	23	77%	38.92	19	2	1	1
713-367-50	V	30	17	57%	34.07	8	4	3	0
209-155-8	V	30	30	100%	36.13	13	10	1	6
209-338-47	V	30	30	100%	39.20	17	9	3	1
212-353-1	V	30	29	97%	36.25	17	5	2	5
804-349-17	K	30	16	53%	13.51	7	9	0	0
806-184-2	K	30	21	70%	12.53	8	12	1	0
707-241-42	K	30	29	97%	12.07	16	13	0	0
706-290-36	K	30	23	77%	15.97	16	5	2	0
704-353-1	K	30	28	93%	16.37	7	9	8	4
707-354-2	K	30	29	97%	16.92	13	14	0	2
212-354-11	K	30	30	100%	21.17	22	8	0	0

* V – vienlaidus atjaunošanas cirte; K – krājas kopšanas cirte.

9. pielikums

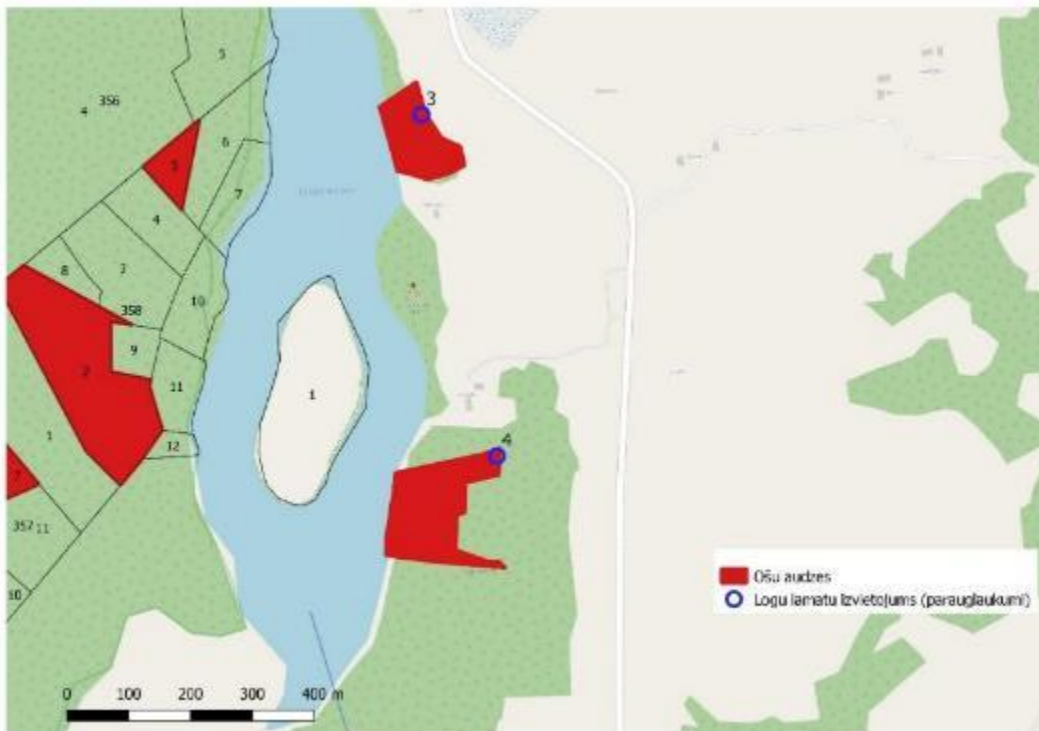
No trupējušu apses un bērzu koksnes izdalītās augu patogēnu un koksnes saprotrofo sēņu ģintis. Skaitļi tabula norāda koku skaitu, no kuriem sēnes izdalītas. Augu patogēnās sēņu ģintis - sārtā krāsā; koksnes saprotrofo sēņu ģintis - zaļā krāsā; sēnes ir gan augu patogēni, gan koksnes trapes sēnes – sarkanā krāsā; citas sēnes ar spēju izraisīt balto trupi - brūnā (pēc Fungal Traits datubāzes (Pölme et al. 2020))

	Apse, koku skaits, no kuriem izdalīta sēne	Apse, sēne izdalīta pie stumbra pamatnes	Apse, sēne izdalīta no trapes kolonnas augšas	Bērzs, koku skaits, no kuriem izdalīta sēne	Bērzs, sēne izdalīta pie stumbra pamatnes	Bērzs, sēne izdalīta no trapes kolonnas augšas
<i>Alternaria</i>	3	1	2	5	3	3
<i>Armillaria</i>	1	1	0	7	7	0
<i>Ascocoryne</i>	16	14	3	6	3	3
<i>Bjerkandera</i>	0	0	0	1	1	0
<i>Colletotrichum</i>	1	1	0	0	0	0
<i>Cordana</i>	0	0	0	2	2	0
<i>Cryptosphaeria</i>	4	0	4	1	1	0
<i>Epicoccum</i>	1	1	0	0	0	0
<i>Fusarium</i>	3	1	2	4	1	3
<i>Hyphodiscus</i>	2	2	0	0	0	0
<i>Jeremyomyces</i>	1	1	0	0	0	0
<i>Nemania</i>	1	1	0	0	0	0
<i>Neobulgaria</i>	21	21	1	4	1	3
<i>Ophiostoma</i>	0	0	0	2	2	0
<i>Parachaetomium</i>	2	2	0	1	1	0
<i>Perenniporia</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Phellinus</i>	33	9	31	8	6	3
<i>Pholiota</i>	7	5	2	5	4	1
<i>Pyrenomyxa</i>	1	0	1	0	0	0
<i>Scytalidium</i>	1	0	1	0	0	0
<i>Trametes</i>	1	0	1	1	1	0

10. pielikums
Apsekoto oša audžu un loga lamatu izvietojuma shēmas



Pirmā un otrā parauglaukuma izvietojums ošu audzēs.



Trešā un ceturkā parauglaukuma izvietojums ošu audzēs.



Piektā un sestā parauglaukuma izvietojums ošu audzēs.



Septītā slazda (parauglaukuma) izvietojums Alūksnes novadā.

11. pielikums

Apsēkoto parastās kļavas, parastās liepas un parastā ozola audžu raksturojums

Analizētā suga	Audzis atslēga	Audzis sastāva formula	Platība, ha	Meža tips	Trupējušo koku vai koku ar koksnes iekrāsojumu īpatsvars, %
Kļava	303-428-7	5K3Os70 2Ba55 +G70 L70	0,41	Dm	73%
Kļava	304-77-11	5Oz2K1Os1B1E63 +L63	1,51	Gr	87%
Kļava	311-165-3	5K1Os61 4P91	0,41	Vr	47%
Kļava	311-196-33	5K46 1B36 1B2A71 1Ba31	0,3	Vr	47%
Kļava	312-103-17	5K4A1B32 2.ST 10E23	1,37	Vr	47%
Kļava	312-115-3	5K53 3Oz44 1E53 1A44 +L53 B53 ats Ba44 2.ST 10E24	1,45	Gr	87%
Kļava	312-115-4	5K4L1B57 +E57 2.ST 6L4K24	0,74	Gr	67%
Kļava	312-116-1	5K4Ba1B35 2.ST 10K23	2,16	Vr	33%
Kļava	405-184-16	5L3M2A50 +B50 Os50	2,26	Vrs	47%
Kļava	405-350-11	5K54 2P134 1E1Oz1Os54 +B54 ats Oz89 +E34	0,62	Dm	33%
Kļava	412-67-28	5L64 2E84 1B1M1K64 2.ST 10E34	0,43	Dm	50%
Kļava	503-302-12	5L65 2A70 1Os65 1B1M70 +E65 2.ST 10L49	1,12	Vr	60%
Kļava	509-60-38	5K21 2M20 2E21 1Ba20	0,35	Dms	44%
Kļava	606-96-19	5K3E2B32 +L32 Oz32 ats G32	0,71	Dm	50%
Kļava	607-204-58	5K2A61 1Oz1Ozc91 1Os61 +B ats G61	0,33	Dm	47%
Liepa	405-100-1	5L3E2B61 +M58	0,87	Dm	27%
Liepa	405-184-16	5L3M2A50 +B50 Os50	2,26	Vrs	47%
Liepa	405-230-1	5L4B55 1A53 +Os55 M53 ats E55	1,09	Vr	20%
Liepa	405-292-9	5L3E2B60 +M60 Oz60 ats B80 +K36 E50	0,57	Vr	19%
Liepa	409-468-16	5L32 3B57 2E32 ats Os32	0,75	Ap	29%
Liepa	412-283-16	5L60 3E2A100 +K60 ats K100	0,19	Vr	20%
Liepa	412-67-28	5L64 2E84 1B1M1K64 2.ST 10E34	0,43	Dm	33%
Liepa	501-196-12	5L2B2Os1E51	1,17	Vr	40%
Liepa	501-420-12	5L3B1Ba1Os64	0,6	Gr	33%
Liepa	502-376-9	5L2Ba2B1G35 +A35	0,58	Gr	13%
Liepa	502-533-5	5L2B1M1G1Ba50	1,56	Ap	18%
Liepa	502-533-9	5L2Os2Ba1E55 +M55 B55	0,59	Gr	7%
Liepa	503-302-12	5L65 2A70 1Os65 1B1M70 +E65 2.ST 10L49	1,12	Vr	14%
Liepa	605-191-6	5L3Oz57 2Os43 +Ba43 +K36	0,14	Vr	27%
Liepa	605-246-17	5L66 3B2P83 +E83 2.ST 8L2E66	0,28	Dm	40%
Ozols	304-77-11	5Oz2K1Os1B1E63 +L63	1,51	Gr	20%
Ozols	410-64-20	5Oz3E49 2B44	0,5	Vr	0%
Ozols	505-471-10	5Oz98 4B1A73	0,52	Vr	27%
Ozols	509-211-15	5Oz4B1A69 +E ats G69 2.ST 10Ba49 +E49	1,84	Vr	20%
Ozols	605-106-17	5Oz2E2Os1B82 ats A82 +Ba E	1,12	Gr	33%
Ozols	605-191-3	8E2Oz51	1,6	Vr	27%
Ozols	605-372-15	5Oz2B2Ba1A76 +B96 Oz96 ats L76	0,88	Gr	40%

Ozols	607-207-2	5Oz4Le1P62 +B ats L62 2.ST 10Oz42 +E Le	1,84	Dm	27%
Ozols	607-259-20	5Oz2Os92 2E1B82 ats A82 2.ST 10E67 +Ba37 L47	1,05	Gr	33%
Ozols	610-100-9	5Oz3E2B48 +Os48 +E25	0,45	Vr	7%
Ozols	611-24-15	5Oz106 3B102 1P106 1M102	0,35	Ap	47%
Ozols	611-25-11	5Oz82 3M67 1P142 1B82 +A82	1,52	Ap	33%
Ozols	611-317-6	5Oz3B2A72 +Os72 ats Vi52 +Ba E	0,74	Ap	27%
Ozols	611-7-25	5Oz2A77 1B1Ba52 1M77 +Os77	0,84	Ap	47%
Ozols	611-8-42	5Oz3M1Os1B92 +A ats L92	1,03	Ap	33%

12. pielikums

No ozola, kļavas un liepas stumbra koksnes paraugiem izdalītās augu patogēnu un koksnes saprotrofo sēņu ģintis. Skaitļi tabulā norāda koku skaitu, no kuriem sēnes izdalītas. Augu patogēnās sēņu ģintis - sārtā krāsā; koksnes saprotrofo sēņu ģintis - zaļā krāsā; sēnes ir gan augu patogēni, gan koksnes trupes sēnes – sarkanā krāsā (pēc Fungal Traits datubāzes (Pölme et al. 2020))

Ģintis	Ozols, koku skaits, no kuriem sēne izolēta	Kļava, koku skaits, no kuriem sēne izolēta	Liepa, koku skaits, no kuriem sēne izolēta
<i>Acericola</i>	1	1	0
<i>Alternaria</i>	2	29	51
<i>Apiospora</i>	1	4	2
<i>Ascocoryne</i>	0	0	1
<i>Botrytis</i>	2	6	9
<i>Calophoma</i>	0	0	1
<i>Cordana</i>	1	0	0
<i>Cytospora</i>	2	3	0
<i>Didymella</i>	2	6	5
<i>Discosia</i>	2	0	0
<i>Dothiorella</i>	3	5	7
<i>Epicoccum</i>	2	27	37
<i>Fusarium</i>	6	37	45
<i>Heterobasidion</i>	0	1	1
<i>Hypoxyloaceae</i>	1	0	0
<i>Hypoxylon</i>	4	0	0
<i>Lasionectriopsis</i>	0	1	1
<i>Nectria</i>	0	5	3
<i>Neonectria</i>	0	0	1
<i>Ophiognomonia</i>	1	0	0
<i>Peniophora</i>	1	0	1
<i>Periconia</i>	0	0	1
<i>Pestalotiopsis</i>	1	5	3
<i>Phlebia</i>	0	1	0
<i>Pholiota</i>	1	0	2
<i>Pseudopithomyces</i>	1	2	7
<i>Pyrenomyxa</i>	4	0	0
<i>Rhizopus</i>	0	0	2
<i>Scytalidium</i>	2	0	0
<i>Stemphylium</i>	0	0	2
<i>Truncatella</i>	0	1	0