



Atbalsta Zemkopības ministrija un Lauku atbalsta dienests

EIROPAS SAVIENĪBAS EIROPAS LAUKSAIMNIECĪBAS FONDA LAUKU ATTĪSTĪBAI (ELFLA)
LATVIJAS LAUKU ATTĪSTĪBAS PROGRAMMAS 2014.–2020.GADAM PASĀKUMA „SADARBĪBA”
16.1. APAKŠPASĀKUMS „ATBALSTS EIROPAS INOVĀCIJU PARTNERĪBAS LAUKSAIMNIECĪBAS
RAŽĪGUMA UN ILGTSPĒJAS DARBA GRUPU PROJEKTA ĪSTENOŠANAI”

PROJEKTA NR. 22-00-A011612 – 000019

**DABAI UN CILVĒKAM NEKAITĪGA SKUJU KOKU STĀDU
AIZSARDZĪBAS LĪDZEKĻA PRET DENDROFĀGO KUKAIŅU
RADĪTAJIEM BOJĀJUMIEM IZSTRĀDE UN APROBĒŠANA**

ATSKAITE - KOPSAVILKUMS

Projekta īstenošanas periods: 01.09.2022. – 30.06.2025.

Kopējās projekta izmaksas: 451 859,03 EUR

Informācijas sagatavotājs:

LVMI Silava

Projekta vadītājs: Uldis Grīnfelds

SILAVA, 2025.

SATURS

1. SADARBĪBAS PARTERU KONTAKTINFORMĀCIJA UN PIENĀKUMU, ATBILDĪBAS, VEICAMO DARBĪBU SADALĪJUMU APRAKSTS.....	3
1.1. Projekta koordinatora, vadošā partnera un sadarbības partneru kontaktinformācija	3
1.2. Vispārīgs darba grupas sadarbības partneru pienākumu, atbildības un veicamo darbību sadalījuma apraksts	4
1.3. Projekta mērķis un uzdevumi	6
2. IZEJMATERIĀLU SAGĀDE UN IEGĀDE.....	8
3. RECEPTŪRAS PILNVEIDOŠANA UN PIELĀGOŠANA INDUSTRIĀLĀS UZKLĀŠANAS VEIDAM	11
4. REPELENTA TESTA APJOMA RAŽOŠANA.....	16
5. MANUĀLA REPELENTA UZKLĀŠANA STĀDIEM LAUKĀ (SEZONAS SĀKUMĀ STĀDAUDZĒTAVĀ)	20
6. INDUSTRIĀLA UZKLĀŠANA (SEZONAS BEIGĀS) STĀDIEM STĀDAUDZĒTAVĀ.....	21
7. STĀDU AUDZĒŠANA, NOVĀKŠANA, UZGLABĀŠANA.....	23
8. APSTRĀDĀTU STĀDU TRANSPORTĒŠANA, STĀDĪŠANA.....	23
9. STĀDU APSTRĀDĀŠANA JAUNAUDZĒ.....	24
10. NOVĒROJUMU IZDARĪŠANA.....	26
11. TESTU VEIKŠANA.....	29
11.1. Smidzināšanas un plūstamības tests.....	29
11.2. Repelenta slapināšanās leņķa noteikšana	32
11.3. Repelenta žūšana	33
11.4. Repelenta migrācija (uzsūkšanās).....	34
11.5. Ar repelentu pārklātu stādu uzglabāšana	35
11.6. Repelenta noslāņošanās	35
11.7. Repelenta pārbaude insektārijos	37
11.8. Bioloģiskās sadalīšanās tests	39
12. PĒTĪJUMA DATU APKOPOŠANA	41
13. PUBLICITĀTES NODROŠINĀŠANA	42
SECINĀJUMI	47

1. SADARBĪBAS PARTERU KONTAKTINFORMĀCIJA UN PIENĀKUMU, ATBILDĪBAS, VEICAMO DARBĪBU SADALĪJUMU APRAKSTS

1.1. Projekta koordinators, vadošā partnera un sadarbības partneru kontaktinformācija

Vadošais partneris

Silava	Pētnieks
Kontaktpersona	Vadošais pētnieks Uldis Grīnfelds
Tālruņa numurs	26134140
E-pasta adrese	uldis.grinfelds@silava.lv
Adrese:	Rīgas iela 111; Salaspils LV-2169
Tīmekļa vietne	silava.lv

Sadarbības partneri

Rīgas meži SIA	Mežsaimnieks
Kontaktpersona	Laura Veinberga
Tālruņa numurs	26437495
E-pasta adrese	laura.veinberga@rigasmezi.lv
Adrese:	O.Vācieša 6, K-1, Rīga LV-1004
Tīmekļa vietne	https://rigasmezi.lv/

Jifteco SIA	Mazais uzņēmums
Kontaktpersona	Valdes loceklis Lauris Bronušs
Tālruņa numurs	22185630
E-pasta adrese	lauris@globalconsulting.lv
Adrese:	“Losbergi”, Vītiņu pagasts, Dobeles novads
Tīmekļa vietne	-

Latvijas Meža īpašnieku Nevalstiskais uzņēmums

biedrība

Kontaktpersona	Valdes loceklis Arnis Muižnieks
Tālruņa numurs	29104286
E-pasta adrese	info@mezaipasnieki.lv

Adrese: "Ūdensdzirnavas" Vidrižu pagasts, Limbažu novads
Tīmekļa vietne <https://mezaipasnieki.lv/lv>

Niedrāji MR SIA Meža produktu pārstrādātājs
Kontaktpersona Valdes loceklis Pēteris Elsts
Tālruna numurs 2946295
E-pasta adrese peteris@niedraji.lv
Adrese: "Jaundarbņicas" Ugāles pagasts, Ventspils novads
Tīmekļa vietne <https://www.niedraji.lv/>

Vudlande SIA Meža produktu pārstrādātājs
Kontaktpersona Valdes loceklis Māris Zālītis
Tālruna numurs 29462950
E-pasta adrese maris.zalitis@vudlande.lv
Adrese: "Lejasupītes" Launkalnes pagasts, Smiltenes novads, LV-4729
Tīmekļa vietne <https://www.vudlande.lv>

1.2. Vispārīgs darba grupas sadarbības parteru pienākumu, atbildības un veicamo darbību sadalījuma apraksts

Projektā darba grupas sastāvā darbojās 6 sadarbības partneri no dažādām organizācijām un uzņēmumiem. Projekta budžets starp partneriem sadalīts proporcionāli katra partnera lomai un ieguldījumam projektā, taču sekmīgai projekta mērķa sasniegšanai būtiska bija katra partnera loma projektā, jo partneri pārstāv dažādas mežsaimniecības nozarē ieinteresētās puses. Vislielākais budžeta sadalījums, un arī veicamo darbu apjoms projektā bija Jifteco SIA un vadošajam partnerim Silava. Jifteco SIA papildus projekta rezultātu izstrādei nodrošināja arī projekta vispārējo koordinēšanu un sadarbību ar uzraugošajām iestādēm.

Pētniecības projekta pamatjēdziens ir izstrādāt un praksē aprobēt jaunu, 100% dabīgu un cilvēkam nekaitīgu skuju koku stādu aizsardzības līdzekli (repelentu) un tā uzklāšanas metodi, kas nodrošinātu efektīvu aizsardzību pret dendrofāgo kukaiņu radītajiem bojājumiem. Projekts apvieno starpdisciplināru sadarbību starp ķīmijas, mežsaimniecības, kokapstrādes un

inženierzinātņu speciālistiem un paredz risinājuma attīstīšanu, nodrošinot tā praktisku pielietojamību mežsaimniecības ciklā.

Repelenta ieviešanas labuma guvēji ir meža īpašnieki, stādu audzētāji, kokapstrādes uzņēmumi un sabiedrība kopumā. Meža īpašniekiem tas nozīmēs efektīvu un sertifikācijas prasībām atbilstošu audžu aizsardzību ar zemākām izmaksām un bez nepieciešamības atkārtoti stādīt bojātos kokus. Stādu audzētājiem šis risinājums radīs ekoloģiski tīru alternatīvu, kas īpaši aktuāla Baltijas un Skandināvijas tirgos, kur ik gadu tiek ražoti simtiem miljonu stādu. Kokapstrādes nozarē repelenta sastāvā paredzēts izmantot koksnes pārstrādes atlikumus, tādējādi radot produktus ar augstāku pievienoto vērtību un veicinot aprites ekonomiku. Sabiedrībai kopumā projekts sniegs ieguvumus, mazinot pesticīdu izmantošanu, atbalstot Eiropas Zaļā kursa mērķus un nodrošinot klimatam draudzīgas, vitālas un noturīgas jaunaudzēs.

Jifteco SIA projektā uzņēmās projekta administrēšanu, receptūru pielāgošanu, izstrādi un / vai pilnveidošanu atbilstoši projekta secinājumiem. Kā arī testa apjomu ražošanu un nodošanu tālākiem eksperimentiem projekta ietvaros.

Silava projektā nodrošināja metodisko ietvaru atbilstošu iedarbības testu izstrādei un veikšanai, tai skaitā parauglaukumu iekārtošanu un apsekošanu pētnieciskajos mežos. Silava uzņēmās arī daļu zinātnisko pētījumu rezultātu iegūšanu un eksperimentālo pārbaudes laukumu ierīkošanu.

Rīgas meži projektā uzņēmās sadarbības partnera pienākumus un sadarbībā ar pārējiem sadarbības partneriem nodrošināja stādu pieejamību, kā arī stādaudzētavas infrastruktūras (saldētavas, siltumnīcas, stādīšanas poligonu, traktortehniku u.c.) pieejamību pētījumu mērķu sasniegšanai. projekta idejas projekta aktivitāšu sekmīgai īstenošanai.

Latvijas Meža īpašnieku biedrība veica sabiedrības informēšanu un projekta publicitātes pasākumus, gan sagatavojot gan video, gan publicitātes materiālus.

Niedrāji MR SIA projektā veica repelenta testēšanu jaunaudzēs un nodrošināja praktisku meža īpašnieka viedokli par nepieciešamajām tehnoloģijas īpašībām, pielietojumu u.tml. .

Vudlande SIA projektā veica egļu mizu iepriekšēju sagatavošanu un loģistiku partnerinstitūcijām, kā arī veica egļu mizu uzskaiti, lai noteiktu tās apjomu. Papildus, Vudlande SIA nodrošināja praktisku kokapstrādes nozares spēlētāja viedokli par nepieciešamajām tehnoloģijas īpašībām, pielietojumu u.tml.

1.3. Projekta mērķis un uzdevumi

Projekta mērķis

Izstrādāt un praksē pārbaudīt jaunu dabai un cilvēkam nekaitīgu skuju koku stādu aizsardzības līdzekli (turpmāk Repelents) un tā uzklāšanas metodi aizsardzībai pret dendrofāgo kukaiņu bojājumiem. Projekta īstenošanas laikā izstrādāts jaunu, 100% dabīgu skuju koku stādu Repelentu, kā arī pielāgot tā uzklāšanu ar rūpniecībā izmantotajām repelentu tehnoloģiskajām iekārtām un novērtēt iegūto rezultātu ietekmi un pielietošanas lietderību mežsaimniecības ciklā.

Projekta uzdevumi – aktivitātes

Projekta uzdevumi – aktivitātes ir apkopotas 1. tabulā. Atskaite veidota tā, lai katra nodaļa atspoguļotu katru aktivitāti.

1. tabula. Projekta uzdevumi

Projekta darbība	Darbības apraksts	Rezultāts	Atzīme par izpildi
Izejmateriālu sagāde un iegāde	Tiek veikta Repelenta izejmateriālu, laboratorijas aprīkojuma, stādāmā materiāla un uzklāšanas tehnikas apzināšana un iegāde..	Pieejami izejmateriāli un aprīkojums repelenta testa apjomu izgatavošanai.	Veikts. Apraksts 2. nodaļā
Receptūras pilnveidošana un pielāgošana industriālās uzklāšanas veidam	Tiek veikta Repelenta receptūras pielāgošana atbilstoši plānotajam uzklāšanas veidam un ņemot vērā iegūtas praktiskās un teorētiskās zināšanas.	Pilnveidots Repelenta risinājums (receptūra un uzklāšanas dati)	Veikts. Apraksts 3. nodaļā

Repelenta testa apjoma ražošana	Balstoties uz iegūtajiem datiem, tiek veikta kārtējā testa apjoma Repelenta pilnveidošana un ražošana.	Saražoti Repelenta testa apjomi.	Veikts. Apraksts 4. nodaļā
Manuāla repelenta uzklāšana stādiem laukā (sezonas sākumā stādaudzētavā)	Tiek veikta saražotās testa partijas Repelenta manuāla uzklāšana stādaudzētavā.	Ar Repelentu noklāti kontrolēti laukumi stādaudzētavā.	Veikts. Apraksts 5. nodaļā
Industriāla uzklāšana (sezonas beigās) stādiem stādaudzētavā	Tiek veikta saražotās testa partijas Repelenta automatizēta (ar traktortehniku) uzklāšana stādaudzētavā.	Ar Repelentu noklāti kontrolēti laukumi stādaudzētavā.	Veikts. Apraksts 6. nodaļā
Stādu audzēšana, novākšana, uzglabāšana	Tiek veikta stādāmā materiāla sagatavošana, kā arī ar Repelentu apstrādātā materiāla novākšana, uzglabāšana saldētavās un kontrole.	Ir pieejams stādāmais materiāls, ar Repelnetu apstrādāti stādi ir korekti uzglabāti.	Veikts. Apraksts 7. nodaļā
Apstrādātu stādu transportēšana, stādīšana	Tiek veikta ar Repelentu apstrādātu stādu transportēšana uz stādīšanas vietām, to kontrole un stādīšana.	Ar Repelentu pārklāti, kvalitatīvi stādi ir pieejami stādīšanai un ir veikta stādīšana kontrolētos	Veikts. Apraksts 8. nodaļā

		laukumos jaunaudzēs.	
Stādu apstrādāšana jaunaudzē	Kā alternatīva, tiek veikta jaunaudžu apstrāde kontrolētos laukumos.	Atsevišķi kontrolēti laukumi jaunaudzēs ir pārklāti ar Repelentu.	Veikts. Apraksts 9. nodaļā
Novērojumu izdarīšana	Tiek vākti dati un veikti novērojumi.	Iegūti novērojumu dati par Repelenta iedarbību.	Veikts. Apraksts 10. nodaļā
Testu veikšana	Tiek veikti Repelenta migrācijas testi, žūšanas testi, hidrofobitātes testi, bioloģiskās sadalīšanās testi.	Iegūti laboratorijas testa dati par Repelenta iedarbību uz kokstādu.	Veikts. Apraksts 11. nodaļā
Pētījuma datu apkopošana	Tiek apkopoti lauka pētījuma dati.	Iegūti un apkopoti lauka pētījuma dati par Repelenta iedarbību uz kukaiņiem.	Veikts. Apraksts 12. un 13. nodaļā

Projekta rezultātu sasniegšanai būtiska un plānota starpdisciplināra sadarbība, ietverot tā īstenošanas komandā iesaistītos speciālistus no ķīmijas zinātnes, mežsaimniecības, kokapstrādes, mežsaimniecības tehnikas nozares, un inženierzinātnes. Savukārt, projekta sešu partneru grupa iever kā rezultātu sagatavotājus (zinātniekus un potenciālos repelentu ražotājus), tā repelenta potenciālos lietotājus (meža īpašniekus gan valsts, gan no privātā sektora), kuru sadarbības loma ir būtiska gan nodrošinot, ka iegūtais rezultāts ir praksē pielietojams, un veicinot tā atpazīstamību un līdz ar to arī faktisko izmantošanas potenciālu nākotnē.

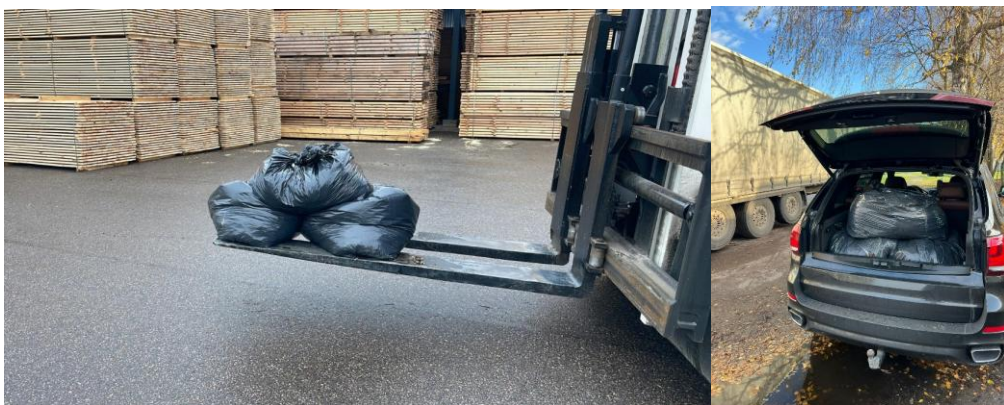
2. IZEJMATERIĀLU SAGĀDE UN IEGĀDE

Pēc pētījuma apstiprinājuma projekta parteri LVMI Silava, SIA Jifteco un SIA Vudlande veica nepieciešamās cenu aptaujas un tām sekojošas izejmateriālu un iekārtu sagādes. Tika veiktas atbilstošas cenu aptaujas un ķīmiskos reagentus iegādājās no SIA Latvijas Ķīmija, eļļas

no SIA Iecavnieks, traukus no Gemoss SIA, materiālus laboratorijas iekārtošanai un plauktus no Depo DIY SIA un Noliktavas pasaule SIA, svarus no Svaru pasaule SIA, darba aizsardzības aprīkojumu no Grif SIA, kuri varēja piegādāt par izdevīgāko cenu, ko apliecina projektā iesaistīto partneru veiktā telefonu cenu aptauja. Pētniecībā izmantojamo elektrisko muguras smidzinātāju Trolla (16 litri) piegādāja H3 SIA.

Iegādājās ķīmiskos reaģentus ar tādu domu, lai arī pavasarī varētu izstrādāt repelenta līdzekli un tā sagatavošanu neaizkavētu kavējumi potenciālajā reaģentu piegādes ķēdē, kas saistīta ar notikumiem Ukrainā un Eiropā.

SIA Vudlande piegādāja sašķeldotas priežu mizas, kuras paredzētas eksperimentam, lai no tām izdalītu tanīnus, ko potenciāli izmantot repelenta kompozīcijas veidošanai (1. att.).



1. att. Vudlande SIA piegādātā priežu sašķeldoto mizu maiši

SIA Vudlande veica potenciāli pieejamo egļu mizas apjoma aprēķinu SIA Vudlande zāgētavā (skat. 2. att.). Kontrolei, lai vadītos no iepirkto egļu zāgbaļķu apjoma, papildus uzmērīja sortimentiem mizu biezumu ar bīdmēru (skat. 3. att.).



2. att. Egļu mizu uzkrāšana pēc mizošanas SIA Vudlande



3. att. Egļu mizu uzmērīšana pēc mizošanas SIA Vudlande

Iegūtie mizu aprēķini, norāda, ka miza vidēji egļu zāgbaļķiem veido 12% no zāgbaļķu tilpuma un mizas apjomu (V_{miz} , %) ir iespējams aprēķināt, izmantojot caurmēra uzmērījumu ar mizu (C_{am}), pēc vienādojuma:

$$V_{miz} = -0,15 * C_{am} + 14,62$$

Iepazīstot literatūru par mizas biezumu secinājām, ka pētījumā iegūtais vienādojuma vērtības nedaudz atšķiras no I.Liepas un L.Līpiņa publicētā egļu mizas aprēķina vienādojuma:

$$V_{miz} = -0,1478 * C_{am} + 13,527$$

Pētījuma darba grupa vienojās, ka turpmākiem tehniskajiem aprēķiniem, kas saistīti ar mizas apjoma aplēsēm izmantos projekta laikā iegūto vienādojumu, jo šie dati ir iegūti, izmantojot apaļkokus, ar kuriem ražotne strādā un tādēļ tā precīzāk atbilst noliktavas raksturošanai.

Veicot ražošanas monitoringu laika posmā no 01.06. – 20.07.2023., secināja, ka 24h egļu mizu saražo 180 m³. Tā kā zāgētava strādā vidēji 300 dienas gadā (83% efektīgās ražošanas dienas gadā), tad prognozējams, ka gadā saražo ap 54000 m³ (berkubi) egļu mizas.

3. RECEPTŪRAS PILNVEIDOŠANA UN PIELĀGOŠANA INDUSTRIĀLĀS UZKLĀŠANAS VEIDAM

Pētniecības projektā par pamatu ir ņemts SIA Jifiteco patentēts repelents (Latvijas patents LV 15796 B1) un projekta īstenošanas gaitā testētas šī patenta receptūras dažādas modifikācijas. Sākotnējās receptūras mērķis tiek sasniegts, izveidojot repelentu, kas satur augu eļļas poliēteri, terpēna komponentu, šķīdinātāja komponentu, viskozitātes regulācijas komponentu un abrazīvās daļiņas:

- (1) Augu eļļas poliētera pamatā ir augu eļļas epoksīda, kas izvēlēts no kaņepju eļļas epoksīda, rapšu eļļas epoksīda un taleļļas epoksīda, polimerizācija. Augu eļļas poliētera daudzums dzīvnieku repelentā ir diapazonā no 10 līdz 70 masas %, vēlams, no 10 līdz 40 masas %, vēl labāk – no 25 līdz 40 masas %. Epoksīda iegūšanā vēlamā eļļa ir kaņepju eļļa, jo tā ražošanas procesā poliēterifikācijas reakcijas notiek pakāpeniski, un nenotiek strauja epoksīda noārdīšanās.
- (2) Terpēna komponents ir izvēlēts no priežu skuju ekstrakta, kampara un apiņu ekstrakta. Izgudrojumā izmantotais ekstrakts ir uz ūdens bāzes. Terpēna komponenta daudzums dzīvnieku repelentā ir diapazonā no 8 līdz 20 masas %.
- (3) Abrazīvās daļiņas ir izvēlētas no smilts, aktīvās ogles, pelniem un mikronizēta māla. Abrazīvo daļiņu daudzums dzīvnieku repelentā ir diapazonā no 1 līdz 15 masas %.
- (4) Šķīdinātāja komponents ir izvēlēts no terpentīna un/vai ūdens. Šķīdinātāja komponenta daudzums dzīvnieku repelentā ir diapazonā no 10 līdz 30 masas %.
- (5) Viskozitātes regulācijas komponents ir izvēlēts no augu eļļas un/vai kolofonija, turklāt viskozitātes regulācijas komponenta daudzums dzīvnieku repelentā ir diapazonā no 20 līdz 50 masas %. Augu eļļa kā viskozitātes regulācijas komponents ir izvēlēta no kaņepju eļļas, rapšu eļļas un taleļļas.

Sākotnējā pieeja tika skatīta iestrādājot kukaiņu “atbaidītājviela” – kamparu aktivizētā kokogles pulverī, lai nodrošinātu lielāku kampara iztvaikošanas laiku (vismaz 2 gadi) (skat. 4. att.).



4. att. Ar repelenta prototipa receptūru apstrādāti Rīgas mežu koku stādi laboratorijā

Priekšizpēti veica, ar kamparu piesūcinātu kokogles pulveri ielēja augu eļļā un uzklāja plānā kārtiņā uz priedes dēļiem un Rīgas mežu stādaudzētavā sagatavotiem viengadīgiem priežu stādiem. Pārklātos koku stādus un dēļus novietoja āra vidē, lai vides faktori iedarbotos uz pārklājumu.

Eksperimenta laikā identificētas šādas problēmas:

Epoksīda rūpnieciska ražošana un tā degradācija ir sarežģīta tehnoloģija, kuras mērogošana pilotražotnes apjomā (pilotražotnes iekārtas darba tilpums ap 1m³) būtu ekonomiski nepamatota. Šādas ražotnes izveide ir saistīta ar augstu ķīmisko un ugunsdrošības risku, kā arī ar ļoti augstas kvalifikācijas personāla piesaisti.

Epoksīdēšanas tehnoloģijas pielietošana repelenta produktā, kam ir liels patēriņš (litros) un realizācijas cenai ir jābūt relatīvi zemei, lai konkurētu ar tirgū esošajiem koku stādu aizsardzības līdzekļiem. Epoksīdācija un tam secīga degradācija būtiski paaugstina repelenta kompozīcijas pamatvielu ražošanas pašizmaksu un samazina tā konkurētspējas kapacitāti.

Veicot priekšizpēti laboratorijā, ilgu kampara emisijas laiku no piesūcinātas kokogles nevar sasniegt un tas vidēji sasniedz 5 nedēļas.

Iepazīstot tirgū esošo repelentus (identificēts, ka to darbības princips ir mehāniskā koku stādu aizsardzība. Mehānisko aizsardzības funkciju pilda līmvielā iejauktas minerālās – kvarca smiltis (SiO₂). Šāda mehāniska augu aizsardzības līdzekļa reģistrācija Latvijā un Eiropā ir visvienkāršākā, ar vismazāko ietekmi uz vidi. Šādu atziņu sniedza projekta pētnieciskajai grupai Valsts augu aizsardzības dienesta (VAAD) speciālisti V.Ezers (VAAD direktora vietnieks) un L.Brence (VAAD Augu aizsardzības departamenta vadītāja).

Iepazīstot PEFC un FSC meža sertifikācijas noteikumus ir secināts, ka sertifikācijas noteikumi atļauj mehāniskos koku stādu aizsardzības līdzekļu pielietojumu sertificētajos

mežos. Identificēts, ka koku stādu aizsardzības līdzekļi ļoti bieži tirgū tiek realizēti kā koku pārklājuma līdzekļi (angl. “wood coating”).

Lai labāk izveidotu koku stādu aizsardzības līdzekli, ir nepieciešams identificēt arī mērķvaboles attīstības ciklu un noskaidrot stāda bojāšanas mehānismu. Konsultējoties ar entamatalogu A.Šmitu noskaidrots, ka smecernieka vabole barojas lielā mērā ar ciršanas atliku un koku sakņu mizu, bet reizēm pārtikā izmanto arī jauno iestādīto koku mizu. Savukārt, smecernieka mizgrauze - izgrauž eju zem mizas un sadēj tajā olas, kad izšķīlušas kāpuri, tad tie katrs ēd uz savu pusi, veidojot tādu eju vēdekli un kopumā izdarot daudz vairāk no kopējā bojāšanas darba, nekā mamma. Bīstams jaunajiem kokiem – parasti pirmajā gadā pēc iestādīšanas, reizēm arī otrajā, ja ļoti savairojies (lokāli). Grauz mizu – ja nograuz pārāk daudz un/vai vienā vietā visapkārt stumbram, tad koks nokalst. Tad jāstāda jaunu. Bojā kokus vasarā (ap jūnijs). Reizēm var būt garāka (izstiepta) bojājumu sezona.

Secinājums: nepieciešams mainīt repelenta kompozīciju, lai:

Repelenta šķīdinātājs – ūdens. Šāda pieeja būtiski atvieglo repelenta iestrādes iekārtu apkalpošanu (tīrīšanu).

Izmantot augu eļļu, lai nodrošinātu repelenta plastiskumu un lipīgumu. Augu eļļa arī apgrūtina vaboles pārvietošanos par kokauga stumbru.

Nepieciešams izstrādāt mehāniski koku stādu aizsardzības līdzekli, kura reģistrācija ES valstīs ir vienkāršota, vai pat kā VAAD min – likumiski nesakārtota.

Ņemot vērā augstāk minētos secinājumus ir pieņemts lēmums modificēt SIA Jifeco patentēto repelentu (Latvijas patents LV 15796 B1), ko veido minerālās daļiņas un skujuoku ekstraktvielas (miecvielas) un eļļas – ūdens emulsija, kuru līdz darba šķīduma viskozitātei sagatavo koku stādu aizsardzības līdzekļa uzklāšanas vietā. Šāda kompleksa pieeja būtiski samazina repelenta transportēšanas izdevumus.

Kopumā tika izveidotas 43 dažādas repelenta kompozīcijas, no kurām sensitīvi labākā tika atzīta 6 izstrādātā repelenta portotipa receptūra (skat. 5.att.):

Eļļa – 17%

Ūdens – 70%

Smalka smiltis / māli – 5%

Piedeva viskozitātes nodrošināšanai – 3%

Minerāla krāsviela – 5%



5. att. Ūdens – eļļas bāzes šķīduma sagatavošana Jifteco SIA laboratorijā

Izveidojot šādu repelenta bāzes šķīduma kompozīciju, šāds šķīdums ir smidzināms, izmantojot pneimatisku smidzinātāju.

Sastādot 1. pārskata periodā izstrādāto repelenta prototipu pārklātos kokaugus pavasarī (martā - aprīlī) izstādīja SIA Niedrāji jaunaudzēs, kur vērojamas vēsturiski lielākās smecernieku bojātās jaunaudžu platības. Pētījuma 2. pārskata laikā identificēts, ka izstrādās repelenta receptūras veido plānu slāni uz kokaugiem un smecernieki turpina grauzties caur aizsargslānim un bojā kokaugus, neskatoties uz koku stādu aizsardzības līdzekļa ķīmisko saturu, it sevišķi kukaiņu “atbaidītāji” – kampara piejaukumu, kas iestrādāts aktivizētā kokogles pulverī un māla daļiņu barjeru. Iepazīstot tirgū esošo koku stādu aizsardzības līdzekļu darbības mehānismu, var secināt, ka visi līdzekļu darbības mehānisms ir aizsargslāņa biezums t.i. lai smecernieks nespētu izgrauzties caur aizsargslānim un koksnes mizai.

Ņemot vērā projekta 1. pārskata realizācijas laikā iegūtos secinājumus: nepieciešams mainīt repelenta kompozīciju, lai:

Repelenta šķīdinātājs – ūdens. Šāda pieeja būtiski atvieglo repelenta iestrādes iekārtu apkalpošanu (tīrīšanu).

Izmantot augu eļļu, lai nodrošinātu repelenta plastiskumu un lipīgumu. Augu eļļa arī apgrūtina vaboles pārvietošanos par kokauga stumbru.

Nepieciešams izstrādāt mehāniski koku stādu aizsardzības līdzekli, kura reģistrācija ES valstīs ir vienkāršota, vai pat kā VAAD min – likumiski nesakārtota.

Pētījuma 2. pārskata laikā veica industriālu repelenta bāzes receptūras uzklāšanu, pielietojot Rīgas meži stādaudzētavā izmanto traktortehnikas KUHN smidzināšanas sistēmu

(skat. 6. att.). Mēģinot uzklāt repelenta prototipu uz kokaugiem, traktortehnikas smidzinātājs, veicot repelenta samaisīšanu, sakūla repelentu ļoti biezā, viskozā masā (pēc struktūras, atgādinot medu), ko nebija iespējams izsmidzināt (skat. 7. att.), jo sprauslu sistēma tik viskozam šķīdumam nav paredzēta. Tādēļ šo receptūru brāķēja. Šādu problēmu pētījuma grupa nebija paredzējusi, jo traktortehnikas maisītāja jauda un maisīšanas frekvence vairākas reizes pārsniedza laboratorijā izmantoto maisītāja jaudu. Pielietojot olbaltumvielas, šāda problēma ir iespējama. Tādēļ pētījuma grupa modificēja receptūru, palielinot ūdens koncentrāciju tajā. Iespējams, ka šādi sakults repelents spēj labāk aizsargāt koku stādus, jo veido biezāku aizsargslāni, kura struktūrā ir mikroskopiski gaisa burbulīši, kas veic 2 funkcijas: 1. rada biezu aizsargslāni, ko grūti pārvarēt smecerniekam, 2. samazina dārgā repelenta apjomu koku stāda uzklāšanai un aizsargfunkcijas nodrošināšanai, jo gaiss veido repelenta tilpumā burbuļveida ieslēgumus.



**6. att. Rīgas mežu staudaudzētavas
smidzinātājs**



**7. att. Smidzinātāja
maisītājā sakultais
repelents**

Turpinot iepazīt tirgū esošo koku stādu aizsardzības līdzekļu darbības mehānismu un iegūtos terārija rezultātus, var secināt, ka vissekmīgāk koku stādus aizsargā tie pārklājumi, kas veido biezu pārklājumu t.i. lai smecernieks nespēj izgrauzties caur aizsargslānim un koksnes mizai.

Veiksmīgākās repelenta receptūru papildināja ar vasku piejaušanu. Receptūras ir nežūstošas, kas nozīmē, ka koka stumbrā pārklājums ir plastisks un neveido mikroporas, ko var izmantot lielais smecernieks koku stādu bojāšanai. Repelenta plastiskums nodrošina arī to, ka stumbrs var pieaugt gan garumā, gan caurmērā, tajā pašā laikā repelenta pārklājums neveido pārtraukumus un mikroplaisas. Tādēļ šādu konsistenci projekta dalībnieki novērtēja kā ļoti progresīvu risinājumu. Tiesa, šāda pārklājuma elastība nozīmē arī to, ka stādi var arī aplīpt ar putekļiem un izskatīties neētiski. Taču katrs piesaistītais minerāls nodrošina to, ka palielina distanci, kas smecerniekam “jāpārgrauž” un apgrūtina veikt koka stumbram kaitējumu.

Koku stādu aizsardzības līdzekļa darbības efektivitāti, lielā mērā nosaka tā veidotā uzklājuma biezums, ko var panākt receptūrai pievienojot minerālās daļiņas. Taču ir jāizvērtē to noslāņošanās repelenta tvertnēs, tādēļ plānota to atsevišķa uzkāšana uz apstrādātā koka stāda vai arī, koku stādi ir jāapstrādā ar repelentu pirms izņemšanas no kokaudzētavas stādījumu platībām, kad stādi apliptu ar zemsedzes materiālu.

LVM kokaudzētavā, Valmierā, apkopoja iegūtos izmantotās traktortehnikas darba operācijas (repelenta uzpildi, smidzināšanas procesu (traktortehnikas dīkstāves, apkopjot smidzināšanas iekārtu, novēršot sprauslu aizsērējumus, aptaujājot traktoristu, lai iegūtu rekomendācijas pēc smidzināšanas), kā arī novērojumus, kas saistīti ar smidzināšanas iekārtas tīrīšanu pēc smidzināšanas darbiem), kā arī apsekojot iestādītos stādus mežaudzē (123-59-10), darba grupa secina, ka:

- Vaska apjoma izmaiņas būtiski neietekmē smidzinātāja darbību un smidzinātāja pārvietošanās ātrumu, kas variēja 8-10 km/h robežās.
- Traktortehnikas un smidzinātāja apkope pēc repelentu izsmidzināšanas ir vienkārša, jo neapžuvītais repelents viegli šķīst ūdenī un novadāms notekūdeņu attīrīšanas sistēmā.
- Receptūras ir piemērotas uzklāšanai ar traktortehnikas smidzinātājiem un neveidojas grūti uzmaisāmi nosēdumi vai uzkūlumi (sabiezējumi, kas radīja iepriekš tehnoloģiskās problēmas).
- Jifeco potenciāli attīstāmākā receptūra NBR75KOH (vai S1 pēc iekšējās klasifikācijas) ir jāizvēlas ņemot vērā receptūras pašizmaksas kalkulāciju un iegūtos repelenta aizsardzības efektivitātes rādītājus.

4. REPELENTA TESTA APJOMA RAŽOŠANA

Pētniecības projektā balstoties uz SIA Jifeco patentēto repelenta formulu (Latvijas patents LV 15796 B1) tika sākotnēji izveidotas 42 dažādas repelenta receptūras (katra ~1 kg) modifikācijas, kas savā starpā atšķīrās ar bāzes vielu (ūdens – augu eļļas (rapšu, kaņepju un linu)), iebiezinātājielas (sveķi, vasks, sveķskābes un tanīnu šķīdums no priežu mizas, emulgators, aktivizētā ogle), repelenta vielas (kampars, sveķskābes), šķīdinātāja (terpentīns) koncentrācijām un abrazīvo vielu (smalka smiltis, māli). Veicot novērojumus par šķīduma viskozitātes un sedimentācijas izmaiņām laikā, **tika izvēlētas 6 perspektīvākās receptūras**, ko projekta realizētāji (partneri no LVMI Silava, SIA Niedrāji, SIA Jifeco, SIA Rīgas meži un SIA Vudlande un Meža īpašnieku asociācija) atzina par optimālākajām tālākiem pētījumiem.

Testa apjomu izveidoja 6 dažādām repelenta receptūrām, kas savā starpā atšķīrās ar piejaukto priežu mizu ekstraktu, abrazīvo vielu daudzumu, kā arī ūdens – eļļas emulsijas iegūšanas metodēm (2. tabula). Receptūra marķējumā B apzīmē patentā LV 15796 B1 izmantoto tehnoloģiju un receptūru (aprakstīts 3.nodaļā) ar modifikācijām 1) bāzes vielā vai tās apjomā, 2) iebiezinātāja vielā vai tās apjomā un 3) repelenta vielā vai tā apjomā. Skatīt tabulu zemāk.

2. tabula. Repelentu prototipa kompozīcija

Nr.p.k.	Receptūras marķējums	Bāzes viela	Iebiezinātājs	Repelenta viela
1.	B-4	Lineļļa	Kolofonijs	Kampars
2.	B-5	Kaņepju eļļa	Vasks	Kampars
3.	B-O-1.25	Lineļļa	Kolofonijs, vasks, olbaltumvielas	Kampars, mizu ekstrakts
4.	B-O-1.5	Lineļļa	Vasks, kolofonijs, olbaltumvielas	Mizu ekstrakts
5.	B-8	Kaņepju eļļa	Kolofonijs, olbaltumvielas	Smilts/māli
6.	B-24	Lineļļa	Kolofonijs, vasks	Mizu ekstrakts, smilts/māli

Secina, ka viena no pieejamākām un lētākajām augu eļļām – rapšu eļļa, nav piemērota repelenta receptūras veidošanai, jo šīs eļļas – ūdens šķīdums veidojas neviendabīgs un strauji atslāņojas, kā arī šai eļļai nav novērojamas polimerizācijas (kristalizācijas) īpašības.

Sākotnēji sagatavoja visas repelenta izejvielas, kompozīcijas iegūšanai. Laikietilpīgi ir skujkoku mizu ekstrakta, kas satur tanīnus un svešķābes, iegūšana, kas ietvēra šādas darbības:

Egļu mizas no zāģētavas tiek iegūst mitras (vidēji 40-45% mitrums, atsevišķos gadījumos sasniedzot pat 70-80% mitrumu), un tādēļ ir nepieciešama to žāvēšana, lai tās ilgtermiņā nebojātos, kamēr tās tiek izmantotas ekstrakcijai.

Smalcināšana – mizas sasmalcina Retch frēzes tipa dzirnavās, lai iegūtu maksimāli lielu mizas laukumu, kas nonāk saskarē ar ekstrakcijas šķīdumu. Sasmalcināšanu veica līdz 5 mm lielām frakcijām, kas nodrošina gan operatīvu sasmalcināšanu, pietiekami labu ekstrakcijas laiku, gan vieglāk ir ekstrakcijas šķīdumu nofiltrēt.

Ekstrakcija: 2,5 kg žāvētas mizas pārlej ar 10 kg ūdens un karsē līdz 95 °C, un iztur 2 h. Pēc tam ekstrakcijas šķīdumu atdzesē līdz 50 °C

Pēc atdzesēšanas iegūto šķīdumu nofiltrē caur nerūsējošā tērauda sietu, kura izmērs ir 0,5mm.

Laboratorijā izstrādāto receptūru mērogoja testa apjomā, kas ir 40l (8.att.), lai būtu iespējams identificēt potenciāli labāko receptūru, kas plānots industriāli uzklāt, pielietojot taktortehniku. Šāda mazāka mēroga testa apjoma izveide ir nepieciešama, lai izprastu repelenta praktiskās fizikālās īpašības un testētu repelenta noturību ziemas laikā, kad uz kokaugu stādiem iedarbojas gan saldētava (koku stādu uzglabāšanai pirms stādīšanas mežā), gan spēcīgā pavasara saule (kas šaurā leņķī pret horizontu), kas ļoti spēcīgi iedarbojas uz koku stādu stumbriem (saules stars gandrīz perpendikulāri krīt uz koka stumbru, un saules staru neaiztur skujkoku skujušas)), gan intensīvie nokrišņi.



8. att. Pamatmasas sagatavošana testa mēroga repelenta testa apjomam

Projekta laikā laboratorijā sākotnēji izveidoja vairākas repelenta receptūras (katra ~1 kg), kas savā starpā atšķīrās ar bāzes vielu (ūdens – augu eļļas (rapšu, kaņepju un linu)), iebiezinātājielas (sveķi, vasks, sveķskābes un tanīnu šķīdums no priežu mizas, emulgators, aktivizētā ogle), repelenta vielas (kampars, sveķskābes), šķīdinātāja (terpentīns) koncentrācijām un abrazīvo vielu (smalka smilts, māli). Veicot novērojumus par šķīduma viskozitātes un sedimentācijas izmaiņu laikā, tika izvēlētas 6 perspektīvākās receptūras, ko projekta realizētāji (partneri no LVMI Silava, SIA Niedrāji, SIA Jifeco, SIA Rīgas meži un SIA Vudlande un Meža īpašnieku asociācija) atzina par perspektīvākām. Veicot atlasīto receptūru testu insektārijos, pētnieki secināja, ka nepieciešama ir receptūru korekcija, jo repelents noslāņojas un ir apgrūtināta to uzklāšana. Tādēļ pētnieki Jifeco SIA laboratorijā veica repelenta papildus testa apjoma izveidi, lai precīzāk koriģētu potenciāli perspektīvi attīstāmo receptūru, optimizējot mizu ekstraktu sagatavošanu, pievienojot NaOH un emulgatoru, lai izvairītos no repelenta saslāņošanas un radītu vienmērīgāku pārklājumu uz kokaugiem. Testa

apjomam izvēlējās sagatavot 0,5l repelenta, lai to testētu insektārijos (skat. 9. att.). Izveidojot šādu repelenta bāzes šķīduma kompozīciju, šāds šķīdums ir smidzināms, izmantojot pneimatisku smidzinātāju.



9. att. sagatavotais repelenta testa apjoms.

Pētījuma grupa pieņēma lēmumu repelenta receptūrā iemaisīt vanilīnu, kas insektiem, kam izteikta pastiprināta oža, potenciāli rada nelabvēlīgu vidi, kā arī nomāc sveķskābju radīto aromātu, kā rezultātā insekti problemātiskāk varētu dabā atpazīt aizsargājamās skujkokus.

Projekta laikā tika ieviesta korekcija – sagatavoja 6 potenciālās repelenta receptūras un to pārbaudei izmantoja LVMI Silava esošās siltumnīcas un insektārijus – t.i. smecerniekus ievietoja vienā insektārijā ar dažādo repelentu variācijām apstrādātiem kokaugiem. Eksperimentu rezultāti tika aprakstīti zinātniskajā publikācijā “Summer Cafe: In Vitro Case Study of Biological Repellents Against the Large Pine Weevil” (I.Matisone et al., 2025).

Projekta laikā laboratorijā izveidoja 10 repelenta receptūras (katra ~1 kg), izmantojot vienu eļļas bāzes vielu – lineļļu, ko atzina par vienu no potenciālākajām eļļām, ko būtu iespējams izmantot receptūras ražošanai nākotnē, ko ietekmē eļļas fizikālo īpašības, pieejamība un relatīvi zemā iegādes cena. Par iebiezinātāju izvēlējās bišu vasku un sveķskābes - tanīnu šķīdums no priežu mizas. Pētnieki rekomendē atteikties no terpentīna izmantošanas, jo reaģents ir salīdzinoši dārgs un tā uzglabāšana prasa specifiskus apstākļus. Kā abrazīvo vielu izmantoja smalku kaļķa pulveri, smiltis un mālus. Veicot novērojumus par šķīduma viskozitātes un sedimentācijas izmaiņu laikā, tika izvēlētas 6 perspektīvākās receptūras, ko projekta realizētāji (partneri no LVMI Silava, SIA Niedrāji, SIA Jifteco, SIA Rīgas meži un SIA Vudlande un Meža īpašnieku asociācija) atzina par perspektīvākām. Jifteco SIA laboratorijā veica repelenta testa apjoma izveidi, koriģējot lineļļas, NaOH un mizu ekstrakta samaisīšanas režīmu.

Pētījuma grupa pieņēma lēmumu repelenta receptūrā iemaisīt vanilīnu, kas insektiem, kam izteikta pastiprināta oža, potenciāli rada nelabvēlīgu vidi, kā arī nomāc sveķskābju radīto aromātu, kā rezultātā insekti problemātiskāk varētu dabā atpazīt aizsargājamās skujkokus.

Izveidoja 3 repelenta receptūras (katra ~ 10 kg), izmantojot vienu eļļas bāzes vielu – lineļļu, ko atzina par vienu no potenciālākajām eļļām, ko būtu iespējams izmantot receptūras ražošanai nākotnē, vadoties no ekonomiskajiem un tehnoloģiskajiem apsvērumiem:

1. Par iebiezinātāju izvēlējās bišu vasku un sveķskābes - tanīnu šķīdums no priežu mizas.
2. Abrazīvā viela - kaļķa pulveris un mālu maisījums.
3. Papildus repelenta receptūrā iemaisīja arī vaniļīnu, kas insektiem, kam izteikta pastiprināta oža, potenciāli rada nelabvēlīgu vidi, kā arī nomāc sveķskābju radīto aromātu, kā rezultātā insekti problemātiskāk varētu dabā atpazīt aizsargājamās skujkokus.

Iegūtos repelentus testus izvietoja LVMI Silavas pētnieciskajos mežos, Jelgavas novadā un Niedrāji SIA jaunaudzēs Ugālē.

5. MANUĀLA REPELENTA UZKLĀŠANA STĀDIEM LAUKĀ (SEZONAS SĀKUMĀ STĀDAUDZĒTAVĀ)

Manuāli receptūru prototipus uzklāja ar projektā iegādāto muguras repelenta smidzināmo ierīci Trola (skat. 10. un 11. att.).



**10. att. Repelenta uzklāšana SIA
Niedrāji jaunaudzēs**



**11. att. Ar testa repelentu Nr.3-K
pārklātais stāds**

Potenciāli iedarbīgākās laboratorijā iegūtās 3 repelenta receptūras uzklāja Jelgavas novada LVMI Silava pētnieciskajos mežos 23.05.2024. (skat. 12. att.), kur notika arī priežu stādu (600gab) atjaunošanas darbi, atjaunojot smecernieku nobojātos stādījumus. Tādēļ sagaidāms, ka repelenta pārbaudei ir nodrošināti nepieciešamie apstākļi – smecernieku dzīves areāls.



12. att. Jelgavas novadā pārklāto priežu stādu audze

Repelenta uzklāšana notika manuāli ar rokas miglotāju, nomiglojot visus 600 iestādītos stādījumus ar 3 laboratorijā izveidotām repelenta receptūrām.

6. INDUSTRIĀLA UZKLĀŠANA (SEZONAS BEIGĀS) STĀDIEM STĀDAUDZĒTAVĀ

Rīgas meži SIA stādaudzētavā “Norupes” projekta dalībnieki veica koku stādu aizsardzības līdzekļa industriālu uzklāšanu, pielietojot mugursomas tipa uzklāšanas ierīci. Kopumā 6 dažādas replentu receptūras variācijas izsmidzināja uz viengadīgiem priežu stādiem. Katru repelenta receptūru marķēja ar krāsainu iekrāsojumu uz kasetes (skat. 13.att.)



13. att. Ar repelentu apstrādātie priežu stādi Rīgas meži SIA kokaudzētavā.

Repelenta uzklāšanu sezonas beigās veica industriālu repelenta bāzes receptūras uzklāšanu, pielietojot Rīgas meži stādaudzētavā izmanto traktortehnikas KUHN smidzināšanas sistēmu (skat. 14. att.).



14. att. Rīgas mežu stādaudzētavas smidzinātājs

Turpinot iepazīt tirgū esošo koku stādu aizsardzības līdzekļu darbības mehānismu un iegūtos terārija rezultātus, var secināt, ka vissekmīgāk koku stādus aizsargā tie pārklājumi, kas veido biezu pārklājumu t.i. lai smecernieks nespēj izgrauzties caur aizsargslānim un koksnes mizai.

Veicot stādu industriālu pārklāšanu ar repelentu tika novērots, ka receptūra ir būtiski uzlabojusies, salīdzinot ar pavasara receptūras prototipu un repelenta sakulšanās traktortehnikā nav novērojama un izsmidzinātais repelents labi nosedz kokaugus (skat. 15. un 16. att.). Kopumā pārklāja ap 1500 kokaugu stādu.



15. att. Ar repelentu pārklātie stādi



***16. att. Repelenta pārklājuma
novērtēšana***

Projekta gaitā tika sagatavota receptūra 300l apjomā, lai varētu veikt pietiekamu apjomu lauka eksperimenta un indikatīvu pašizmaksas aprēķinu. Uz šo apjomu tika iegādātas nepieciešamās izejvielas. Pašizmaksu sastāda sekojoši izdevumi:

Izejviela	Izmaksa EUR, uz vienu litru
Eļļas (rapšu, linu)	1.28
Ūdenraža pārskābe 35%	0.46
Etiķskābe 99,9%	0.17
Sērskābe tehniskā	0.11
(TERPENTINS PRIEZU (25L) (UN 1299 terpentins;3:11;(E)	1.53
Kālija hidroksīds cc t?90%	0.23
Kampars cc teh.	7.3
Nātrija hidroksīds	0.17
Ogle, aktīvā, pulverveida TH-90-G silcarbon	2.2

7. STĀDU AUDZĒŠANA, NOVĀKŠANA, UZGLABĀŠANA

Ar repelentu apstrādātos stādus ievietoja Rīgas meži SIA saldētavās (-20°C temperatūrā), lai koku stādus neietekmētu mainīgā ziemas temperatūra un stādi nesāktu priekšlaicīgi augt, pirms tie ir iestādīti jaunaudzē. Šāda pieeja samazina risku apsaldēt galotnes pumpuru, kura nokalšana var negatīvi ietekmēt un zinātnieki var nepareizi interpretēt repelenta ietekmi uz kokaugu secinājumiem. Stādu uzglabāšana bija nepieciešama katras sezonas beigās.

8. APSTRĀDĀTU STĀDU TRANSPORTĒŠANA, STĀDĪŠANA

Ar repelentu apstrādātos stādus novāca no apmiglotajiem sējeņu laukiem (skat. 17. att.) un iestādīja LVM mežaudzēs (402-36-4; 401-130-10; 401-125-5). Tā kā stādus novāca tieši no sējeņu laukiem un tos nākamajā dienā stādīja mežaudzē, stādu uzglabāšana saldētavās nebija nepieciešama. 17. att. ir redzams ar repelentu pārklātie stādi (tuvplānā) un novāktie stādījuma lauki (tālumā).



17. att. Stādu novākšana no sējeņu laukiem

Ar repelentu apstrādāja stādus konteinera ietvaros (kasetēs, 18. att.) Rīgas mežu kokaudzētavā Norupes, pielietojot muguras smidzinātāju, un ievietoja saldētavā, līdz pavasara izstādīšanai jaunaudzēs.



18. att. Nomigloto stādu sagatavošana novākšana no sējeņu laukiem

9. STĀDU APSTRĀDĀŠANA JAUNAUDZĒ

Apstrādātos stādus, kurus novāca no sējeņu laukiem, transportēja uz Ropažu mežaudzēm, kur tos iestādīja, pielietojot stādāmās lāpstiņas (19.att.).



a. Stādāmā lāpstiņa



b. Stādmateriāls

19. att. Priežu stādīšana Ropažu mežaudzēs a - stādāmā lāpstiņa; b – priežu stādmateriāls.

Priežu stādus jaunaudzē apstrādāja ar rokas smidzinātājiem, izsmidzinot laboratorijā sagatavotās 3 receptūras, kas savā starpā atšķīrās ar pievienotā bišu vaska (3 un 8%) un kaļķa – māla pievienoto apjomu: 5 un 8 %. Novēroja, ka palielinātam repelenta saturam ar mālu un kaļķi, veidoja straujāk lielākas nogulsnes, ko bija nepieciešams atkārtoti uzmaisīt. Visas sagatavotās receptūras, pēc vienkāršotas uzmaisīšanas (sasvārstot kannas), bija smidzināmas ar rokas darbināmajām, muguras smidzinātājiem. Tas apstiprina laboratorijā veikto novērojumu, ka repelentu ir vienkārši samaisīt, gadījumā, ja tas ir uzglabāts ilgstoši (vismaz 2 nedēļas), tad repelentu ir iespējams vienkāršoti uzmaisīt meža vidē, nepielietojot speciālos palīglīdzekļus un aprīkojumu. Tādēļ var secināt, ka sākotnēji izstrādātās repelentu receptūras ir pielietojamas uzklāšanai jaunaudzēs, un receptūras, pielietojot augu eļļas epoksīdu nav turpmāk attīstāmas. Kopumā apstrādāja 300 stādiņu katram repelenta receptūrai, izlietojot ap 10l repelenta.

Priežu stādus Ozolnieku jaunaudzē apstrādāja ar rokas smidzinātājiem, izsmidzinot laboratorijā sagatavotās 3 receptūras, ko neizdevās pārbaudīt Jelgavas novada jaunaudzes parauglaukumā (20.att.).



20. att. Stādu miglošana un nomiglotie stādi Ozolnieku jaunaudzē

Stādu apstrādāšana rudenī (24.10.2024.) nodrošina (2. att.) ka būs iespējams pārbaudīt repelenta noturību nākamās sezonas sākumā, pēc ziemas perioda. Kopumā apstrādāja 300 stādiņu katram repelenta receptūrai, izlietojot ap 10l repelenta.

10.NOVĒROJUMU IZDARĪŠANA

Veicot repelenta uzklāšanu Rīgas mežu kokaudzētavā “Norupes”, laboratorijā izstrādātajām testa receptūrām tika veikti pārklājumu veidošanās, izsmidzināšanas ērtības novērojumi, kas apkopoti testa novērojumos (3. tabula).

3. tabula. Repelentu testa receptūru novērtējums

Nr.p.k.	Receptūras marķējums	Novērojumi	
		Pārklājumu veidošanās	Izsmidzināšanas ērtums
1.	B-4	Noturība pie auga laba, veidojas vienmērīgs pārklājums.	Viskozitāte istabas temperatūrā aptuveni 2000 mPa*s, iespējams izsmidzināt.
2.	B-5	Ļoti līdzīgs B-4	Fizķīmiski neatšķiras no B-4

3.	B-O-1.25	Noturība pie stādiem laba, viskoza majonēzes tipa, kas rada biezu “kausētās plastmasas” ādu.	Suspensijemulsija. Izsmidzināma. Parocīgi pielietot.
4.	B-O-1.5	Noturība pie stādiem laba. Pārklājums vienmērīgs, nokopē mizu reljefu.	Receptūra bez aktīvajām vielām, viskozitāte ap 2000 mpa*s istabas temperatūrā.
5.	B-8	Noturas pie stādiem labi. Raupja, lipīga virsma	Pateicoties abrazīvajām daļiņām tās grūtāk smidzinās, veidojas abrazīvo daļiņu nosēdumi. Šķīdums periodiski jāmaisa.
6.	B-24	Noturas pie stādiem labi. Raupja, lipīga virsma	Pateicoties abrazīvajām daļiņām tās grūtāk smidzinās, veidojas abrazīvo daļiņu nosēdumi. Šķīdums periodiski jāmaisa.

Pētnieki ierīkoja testa laukumu Jifteko SIA laboratorijā, kur stādus piegādāja projekta partneris Rīgas Meži SIA. Kopumā projektam šim nolūkam ir rezervēti 500 ietvarstādu. Uz šiem ietvarstādiem pētnieki veic receptūras sākotnējo pārbaudi, novērojot tā klāšanās īpašības, notecēšanos, aizsargslāņa uzklāšanas biezuma ietekmi, žūšanu (skat. 21.att.).



a



b

21. att. Repelenta receptūras sākotnējā testēšana a – nepārklāti stādi; b – ar repelentu pārklāti stādi.

Secinājumi

- Abrazīvās daļiņas (smilts un mālus) vēlams pievienot ar repelentu apstrādātam stādam, atsevišķi tos uzberot. Šādi var paātrināt stādu apstrādi un potenciāli nepaātrinās smidzināmās iekārtas tehniskais nolietojums un nav nepieciešama repelenta maisīšana uzkrājējvertnē (smidzināšanas iekārtā)
- Ļoti labi pārklājumi veidojas pielietojot olbaltumvielas (recepte B-O-1.25 un B-O-1.5).
- Mizu ekstrakta pievienošana repelentam var aizstāt kolofonija un vasku pievienošanas daudzumu. Mizu ekstrakts spēj aizvietot divas funkcijas replentā – iebiezināt repelentu un piešķirt repelentam rūgvielas un lipīgumu, lai palielinātu repelenta darbības laiku. Šīs īpašības ir nepieciešams papildus pētīt projektā.
- Potenciāli attīstāmās receptes ir visas 6, ņemot vērā, ka abrazīvās daļiņas jāuzklāj atsevišķi no repelenta eļļainās kompozīcijas.

Jāatzīmē, ka rezultātu matemātiskā apstrāde liecina, ka

1. Nogabalu numuros 401-130-10; 401-125-5; 401-125-5 un Silavas pētnieciskajos mežos Kalsnavā un Niedrāji SIA ierīkotajos pētniecības stādījumos izstrādātais repelenta koncepts ar egļu mizu ekstraktu un bišu vasku darbības efektivitāte ir līdzvērtīga par patreiz tirgū pieejamo smilšu-līmes maisījumu. Smilšu – līmes

maisījuma repelenta bojāto stādu īpatsvars 34%, taču bišu vaska un egļu mizu ekstrakta projekta prototipa repelenta receptūra, kas uzklāta MP4 laikā, uzrāda nedaudz vājākas aizsardzības spējas, jo procentuāli vairāk bojāti stādi (35%). Jifteco repelentam ir gana labas aizsardzības spējas, jo bojāto stādu īpatsvars ir 35%, no kuriem 20% bojājumu ir novērojami neapstrādātā koka stumbra daļā un tikai 14% gadījumu ir gan apstrādātajā, gan neapstrādātajā daļā, kas ir ļoti labs rādītājs.

2. Novērojot ar Jifteco pārklātos stādus 123-59-10 parauglaukumā, kas atrodas Jelgavas novadā nebija novērojami stādu bojājumi ne pārbaudāmajiem, ne kontroles (neapstrādātajiem) stādiem, kas nozīmē, ka izveidotais repelenta pārbaudes laukums ir bijis neveiksmīgs repelenta pārbaudei.

11. TESTU VEIKŠANA

11.1. Smidzināšanas un plūstamības tests

Sagatavotos repelentu sākotnējās receptūras izsmidzināja SIA Niedrāji (Ugālē) un LVMI Silava (Kalsnavā) jaunaudzēs, kur ir novērojami vēsturiski lieli lielā smecernieka bojājumi. Repelenta uzkāšanas un pārbaudes testus veica saskaņā ar LVMI Silava izstrādāto metodiku, vadošo pētnieku uzraudzībā. Izvēlētajās jaunaudzēs ierīkoja nelielus parauglaukus (ap 1000 apsmidzinātiem stādiem katrai repelenta receptei (6 repelenta receptes) (skat. 22.att.), lai novērtētu receptūras uzklāšanas ērtumu un pārklājuma veidošanos.



A. Smidzināšanas tests SIA Niedrāji



B. – Smidzināšanas tests Kalsnavā

22. att. Parauglaukumi. A - SIA Niedrāji (Ugālē) un B- LVMI Silava (Kalsnavā).

Nelielie parauglaukumi ir nepieciešams ierīkot, lai:

- Labāk izprastu repelenta fizikālās īpašības lauku apstākļos, pirms repelenta sagatavošanas rūpnieciskajai uzklāšanai ar traktortehniku;
- Izprastu smidzināmo sprauslu piemērotību;
- Novērotu repelenta klāšanos un aizsardzības spēju ilgtermiņā t.i. repelenta slāņa noskalojumi, degradācija UV ietekmē.

Pētnieki turpināja izmantot iekārtoto testa laukumu Jifeco SIA laboratorijā, kur izmantoja Rīgas Meži SIA piegādātos priežu stādus. Kopumā projektam šim nolūkam bija rezervēti 500 ietvarstādu. Uz šiem ietvarstādiem pētnieki turpināja receptūras sākotnējo pārbaudi, pirms repelenta prototipēšanas 10l un 300l apjomā, novērojot tā uzklāšanās īpašības, notecēšanos, aizsargslāņa uzklāšanas biezuma ietekmi, žūšanu (skat. 23.att.).



a



b

23. att. Repelenta receptūras sākotnējā testēšana a – nepārklāti stādi; b – ar repelentu pārklāti stādi.

Repelenta notecēšanās ir svarīga repelenta īpašība, jo tā lielā mērā nosaka vienmērīgu repelenta pārklāšanos. Notecēšanos pārbaudīja uzlejot 1ml repelenta uz gludi zāģētas dēļa virsmas, kas novietots 80 grādu slīpumā, un nomērīja notecējuma garumu. Repelents veido 53 ± 3 cm garu notecējumu. Pārbaudīja arī repelenta plūstamību izpilīnot 1ml uz stikla virsmas. Repelenta plūstamība ir $20,6 \pm 2,9 \text{ mm}^2$. Parasti šī īpašība cieši korelē ar šķīduma viskozitāti un virsmas absorbcijas spēju.

Koka miza absorbē repelentu savādāk, tādēļ notecējumus un aizsardzības virsmas kvalitāti novērtēja uz priežu stādiem (24. att.).



24. att. Repelenta notecējumi uz kokauga

Uzklājot repelentu uz priežu stādiem, repelents notek nevienmērīgi, līdz sakņu kaklam, kas ir viena no kokam vajāmajām vietām, to pasargājot. Uz priežu stumbra vertikālās daļas veidojas plānāka, eļļains repelenta pārklājums, koncentrējoties piļu veidā virs skujām un zaru daļas. Ņemot vērā apstākli, ka repelents ir abrazīvs un ilgi nežūstošs, tad šajās vietās veidojas tādi kā repelenta uzkrājumi uz kokauga.

11.2. Repelenta slapināšanās leņķa noteikšana

Slapināšanās raksturo pārklājuma spēju atgrūst ūdeni, kas ir viens no svarīgiem faktoriem, kas ietekmē spēju atgrūst ūdens pilienus un tādejādi samazināt noskalošanos.

Uz gludi ēvelētas priedes dēļa virsmas (5x5cm) vienmērīgi uzklāja 0,5 un 1ml repelenta un ļāva tam apžūt. Pēc 24h uzpilināja ūdens pilienus un novēroja tā kontakta leņķa izmaiņu. Kontakta leņķa klasifikācija:

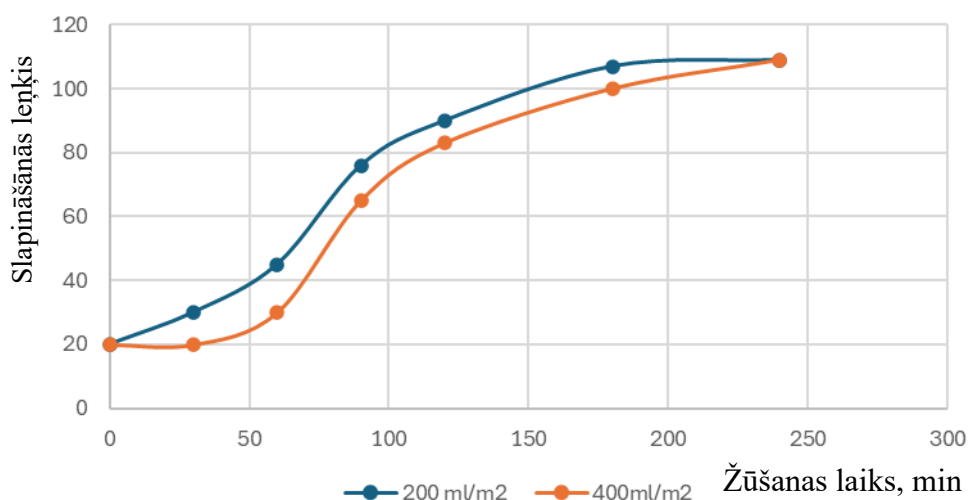
Pilnīga slapināšanās: $\theta \approx 0^\circ - 30^\circ$ – šķidrums pilnībā izplatās vai ļoti labi izplūst pa virsmu

Hidrofiliska virsma: $\theta < 90^\circ$ – šķidrums labi slapina un izplatās

Hidrofobiska virsma: $\theta > 90^\circ$ – šķidrums veido bumbiņu, slikti slapina

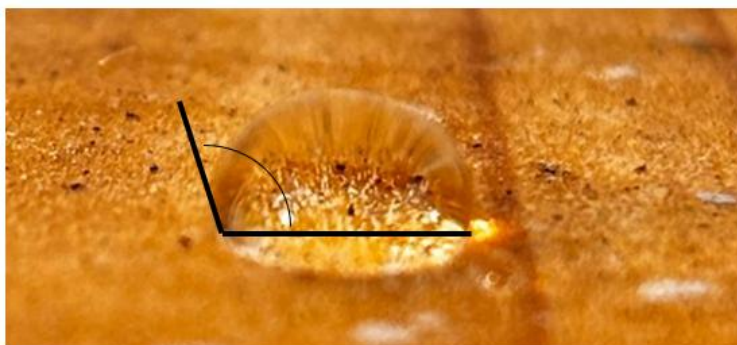
Superhidrofobiska virsma: $\theta > 150^\circ$ – praktiski nekādu saskares ar šķidrumu, šķidrums tek šurpu turpu un burtiski slīd prom.

Mūsu pētījuma uzdevums ir panākt, ka virsma mainās no slapināšanās līdz hidrofobai, jo hidrofoba virsma ļaus pārklājumam būt noturīgam pret noskalošanos (25. att.).



25. att. Repelenta slapināšanās leņķa izmaiņa laikā

Žūšanas sākumā repelents veido 20 grādu lielu slapināšanās leņķi, kas skaidrojas, ar to, ka virsmas pārklājumu pilnīgi slapina, jo repelenta sastāvdaļā esošais ūdens, ar ko testējamais ūdens piliens saistās, daļēji atšķaidot pārklājumu. Tādēļ nav ieteicams uzklāt repelentu uz kokaugiem, kad līst lietus vai uz augiem veidojas rasa. Uzklājot repelentu uz ēvelētas koksnes dēļa, daļa repelenta iesūcas koksnē, kas nozīmē, ka izmantotās repelenta sastāvdaļas labi saistās ar koksni. Plānāks repelenta pārklājums ātrāk apžūst un virsma ātrāk sāk veidoties hidrofobāka.



26. att. Repelenta ūdens slapināšanās leņķis pēc repelenta 3h žūšanas

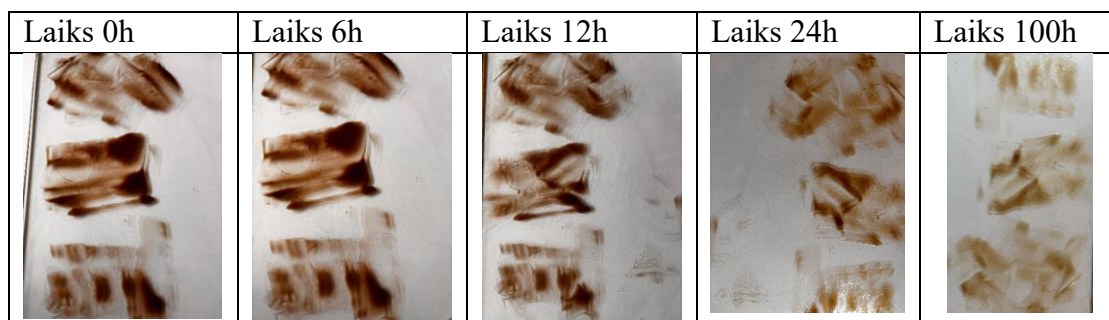
Kā redzams 26. attēlā repelenta slapināšanās leņķis ir 107° , kas norāda, ka repelents ir ar hidrofobām īpašībām pēc 3h žūšanas.

Jāatzīmē, ka repelents veido salīdzinoši eļļainu pārklājumu pēc 1h žūšanas, taču ūdens pilieni no tā ļoti viegli noripo, kas nozīmē, ka repelents labi atgrūž ūdeni un pārklājumam vietām veidojas hidrofobas īpašības. Tādēļ no repelenta īpašībām svarīgi ir to uzklāt vismaz 1h pirms lietus, lai virsma spēj apžūt un lietus/rasa nespēj repelenta virsmu noskalot.

11.3. Repelenta žūšana

Repelenta žūšanai pielietoja modificētu krāsu žūšanas standartu: Krāsu un laku žūšanas testu LVS EN ISO 9117-3: 2010, uzklājot repelentu vienmērīgi uz stikla virsmas, lai virsma neuzsūktu daļa repelenta. Testam uzpilināja 0,1ml repelenta un novēroja tā žūšanu. Novērojumus apkopoja 4. tabulā.

4. tabula. Repelenta žūšana telpas klimatā



Repelenta žūšana notiek 2 kārtās:

- Vispirms no repelenta sastāva izžūst ūdens, kura žūšanas laiks ir atkarīgs no vides klimatiskajiem apstākļiem un uzklātā slāņa biezuma
- Repelenta sastāvā esošās eļļas polimerizēšanās. Šis žūšanas posms ir visilgākais un var sasniegt arī vairākas nedēļas.

Repelents pilnīgi nenožūst 24h, paliekot eļļains, bez stingras, cietas virskārtas, tādēļ LVS EN ISO 9117-3: 2010 minētās testa lodītes virsmas nožūšanas indikācijai neizmantoja.

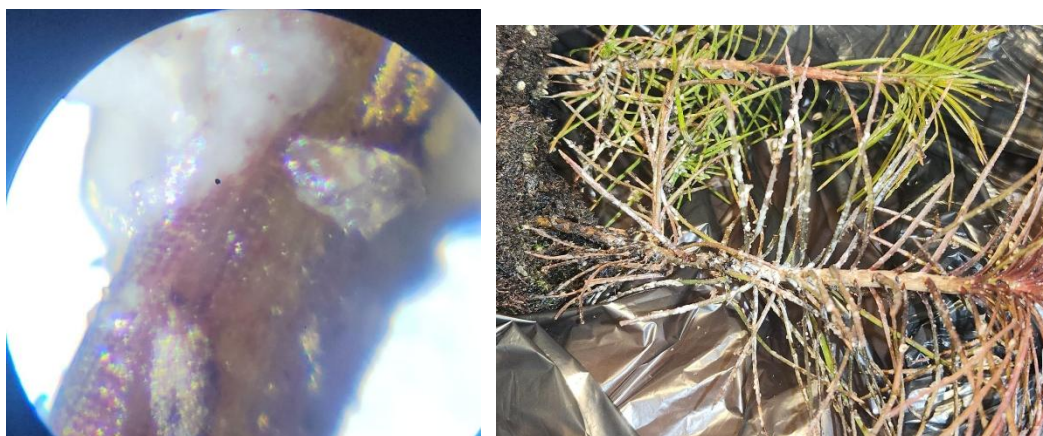
Repelents pēc apžūšanas (24h) saglabā savas elastīgās īpašības, jo virsma veido tādu kā eļļas - vaska virskārtu, kas ierobežo dziļāko slāņu žūšanu, kas nozīmē, ka stumbram pieaugot, vai pēc kāda mehāniska pārklājuma bojājuma, virsma ar laiku spēj “uzvilkt” jaunu slāni. Tiesa šāda īpašība ir ja uzklājums veido biezu un repelenta patēriņš ir liels. Pat pēc 100 žūšanas stundām repelents ir lipīgs un eļļains, kas nozīmē, ka tam ir spēja vēl piesaistīt minerālās daļiņas no zemes, tādējādi, palielinot aizsardzības slāņa biezumu.

11.4. Repelenta migrācija (uzsūkšanās)

Veicot vielu migrācijas (uzsūkšanos) testu, to noteica uzlejot 0,5ml repelenta uz kartona loksnes, kura slāņi nav salīmēti. Novēroja, ka šķiedru virzienā veidojas 1mm uzsūkšanās robeža ap pilieni 2min; 2mm - 4min; 2,6mm – 6min., savukārt, 0,89mm perpendikulāri šķiedrām repelents caursūcas 4,5min. Savukārt, vienmērīgi uzklājot repelentu ar otu, novēro, ka kartona virskārtā repelents iesūcas 0,4mm dziļumā, kas ir aptuveni ½ no kartona biezuma. Tas nozīmē, ka repelents spēj iesūkties arī mizas biezumā (kas 100mm stādam ir 0,25mm), tādā veidā pasargājot arī stāda mizu.

11.5. Ar repelentu pārklātu stādu uzglabāšana

Jāatzīmē, ka uzglabājot tikko pārklātus stādus hermētiskos, tumšos maisos, uz koka stādiem, kas pārklāti ar Jifteco stāda aizsardzības līdzekli, saldētavā, ir vērojama balti pienaini izciļņi. Sākotnēji pētnieki pieļāva, ka tā ir sēņu kultūru attīstība, kuru veidošanās negatīvā temperatūrā nav skaidrojama. Tas nozīmē, ka repelentam nav koku stādiem nav pievilcīga izskata, kas var potenciāli apgrūtināt aizsardzības līdzekļa realizāciju (skat. 27. att.). Koku stādiem, atrodoties āra vidē, šīs “kultūras” pazuda.



27. att. Sēņu kolonija uz repelenta pārklātajiem stādiem

Nākamajā sezonā apsekojot saldētavā ievietotos stādus, uz stādiņiem nenovēroja “kultūras” attīstības pazīmes, kādas tās bija identificētas iepriekšējā sezonā aprakstītajiem priežu stādiem.

Ņemot vērā konstatējumu, tagad varam droši apgalvot, ka “kultūras” veido ledus, kas veidojas, sasalstot repelentā esošajam ūdenim. Šāda parādība var būt aktuāla, kad uzreiz pēc repelenta uzklāšanas stādus momentāni ievieto saldētavā, iepriekš tos neapžāvējot. Tādēļ šo novērojumu pētījuma grupa neuzskata par problemātiku, kas liecinātu, ka ir nepieciešamas izmaiņas receptūrā.

11.6. Repelenta noslāņošanās

Pētnieki novēroja, ka 1 dienu pēc sagatavošanas repelents saslāņojas (skat. 28. att.). Tādēļ pieņemts lēmums pievērst papildus uzmanību šīs problēmas risināšanai. Izgatavoja repelenta

testa porciju (3l) un novietoja to plauktā, kur tas var atrasties nekustīgi ilgu laiku. Veicot novērojumus, secināja, ka noslāņošanās noris 24h pēc sastāvdaļu sajaukšanas.



28. att. Noslāņojies repelents

Pēc repelenta noslāņošanās, pētnieki sakratīja spainīti (sašūpinot), un repelents atkal vienmērīgi samaisījās (skat. 29. un 30. att.), kas nozīmē, ka:

1. repelenta sastāvdaļas pēc to saslāņošanās, ir viegli samaisīt un saslāņošanās nerada tehniskus sarežģījumus repelenta lietošanā;
2. saslāņošanās ilgums ir 24h, kas nozīmē, ka tehnoloģiski, ja ir paredzēts repelentu uzklāt, tad to var samaisīt darba dienas sākumā un to darba laikā (8h) var izstrādāt.
3. repelenta lietošanas instrukcijā ir jābūt atzīmei, ka “pirms lietošanas samaisīt”.



29. att. Sakratīts repelents skatā no sāniem



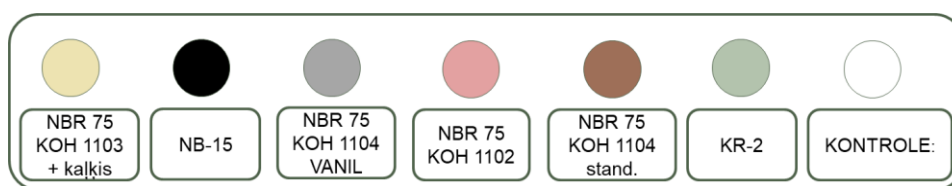
30. att. sakratīts repelents skatā no augšas

11.7. Repelenta pārbaude insektārijos

Bioloģiskā repelenta efektivitāte pret lielo priedes smecernieku tika pārbaudīta laboratorijā, in vitro. Testētais repelents bija organiskas/bioloģiskas izcelsmes maisījums (bāze), kas izstrādāts un patentēts SIA “Jifteco”. Repelenta (bāzes) sastāvā ir augu izcelsmes (linu) eļļas epoksīds, priežu mizas ekstraktvielas (tanīni), terpentīns, abrazīvas daļiņas (sarkanais māls), šķīdinātājs (rapšu eļļa) un viskozitātes aģents (sārms). Tika testētas divas bāzes koncentrācijas, kā arī bāze ar četriem piedevu variantiem tabula zemāk:

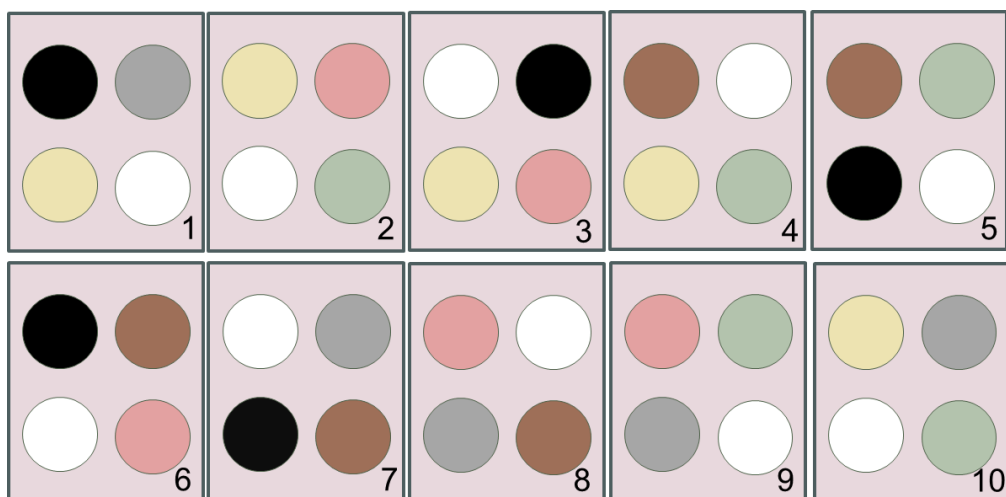
Repelenta iekšējais kodējums.	Nr. un Apraksts
1 (NBR75KOH 1103)	Bāze + kalcijs
2 (NB-15)	Bāze + bišu vasks
3 (NB 75 KOH1104)	Bāze + vanilīns
4 (NBR 75 KOH 1102)	Augstākas koncentrācijas bāze (lielāka epoksīda daļa))
5 (NBR 75 KOH 1104)	Bāze
6 (KR02)	Bāze ar kaņepju eļļu kā aizvietotāju rapšu eļļai.
C (control)	Norfort LDW 115

Izstrādātos receptūras variācijas pārbaudīja LVMI Silava insektārijos. Sākotnēji izveidoja receptūras paraugu marķēšanas shēmu (skat. 31. att.).



31. att. Paraugu marķēšanas shēma insektārijos

Vieglākai kontrolei izveidoja arī paraugu izvietojumu shēmu (skat. 32. att.), kur skaitlis 1-10 nozīmē insektārijā esošo varianti.



32. att. Paraugu izvietojums insektārijos.

Katrā insektārijā ievietoja “jaunaudzi” ar 4 parastās priedes viengadīgajiem sējeņiem, ko sagatavoja projekta partneris Rīgas meži. Lai novērotu koku stādu aizsardzības līdzekļa darbības efektivitāti, tad visus stādus apstrādāja vienādi - no sakņu kakla līdz šī gada pieaugumam (neapstrādāti 1-2cm no pagājušā gada pieauguma un šī gada pieaugums). Siltumnīcā uzturēja standarta klimatu (gaisa relatīvais mitrums (RH) – 60%, gaisa temperatūra 20°C), lai uzturētu kokaugiem un vabolēm optimālus dzīves apstākļus. Kad sagatavoja insektārijus, tad tajās katrā ievietoja 2 vaboles (skat. 33. att.).



33. att. Sagatavots insektārijs vaboles ievietošanai

Lai precīzāk novērtu un aprakstītu koksnes aizsardzības līdzekļa efektivitāti un noturību izveidoja novērojumu reģistrācijas plānu:

- **1. diena:** aizsardzības līdzekļa konsistences (blīvuma), apstrādes komplicētības, žūšanas procesa novērtēšana un fiksācija.
- **4., 6., 8., 13., 18., 20. diena:** bojājuma lokācijas fiksācija, bojājumu pakāpes un apstrādes noturības novērtēšana.

Vieglākai un precīzākai koku stādu aizsardzības līdzekļa raksturošanai pielietoja LVMI Silava izstrādātos kritērijus (5. tabula).

5. tabula. Bojājumu kritēriju apraksts

Balle	Kritērija apraksts
0	nav bojājumu
1	1-2 nelieli bojājumi (iekodumi), neietekmē augšanu
2	vairāk kā 2 bojājumi (nelieli), neietekmē augšanu
3	nozīmīgs bojājums (apgrauzts gredzens, ļoti noēsts), sējenis veģetē
4	sējenis beigts
5	citi iemesli, nesaistīti ar smecernieku

Pētījuma dalībnieki veica stādījumu apsekošanu, kuros bija izstādīti 2023. gadā pavasarī pārklātās un izstādītās priedes. Par lielāko trūkumu atzīmējams, ka pārklājumi ir salīdzinošo plāni un nesniedz pārlicību meža īpašniekiem par repelenta aizsardzības spējām. Tādēļ veica repelenta receptūras izmaiņas, lai to būtu iespējams uzsmidzināt biežākā slānī, pie kam, atļaujot nedaudz notecēt, tādējādi dodot garantiju, ka tiek aizsargāts arī priedes stāda sakņu kakls.

Salīdzinot ar kontroles stādiem, kas pārklāti ar stādu smilšu-līmes maisījumu (bojāto stādu īpatsvars 27%), projekta prototipa repelenta receptūra, uzrāda vājākas aizsardzības spējas, jo procentuāli vairāk bojāti stādi. Jāatzīst, ka repelentam ir aizsardzības spējas, jo bojāto stādu īpatsvars ir 35%, no kuriem 23% bojājumu ir novērojami neapstrādātā koka stumbra daļā un tikai 15% gadījumu ir gan apstrādātajā, gan neapstrādātajā daļā, kas ir ļoti labs rādītājs.

11.8. Bioloģiskās sadalīšanās tests

Viena no problemātikām, kas saistīta ar repelenta izstrādi ir repelenta bioloģiskās sadalīšanās potenciāls. Lai noskaidrotu repelenta bioloģisko sadalīšanos pielietoja modificētu ASTM D 6400 metodi "Determining Aerobic Biodegradation of Plastic: Materials Under Controlled Composting Conditions". Sadalīšanās testu veic šādi:

4. 10 g testējamā parauga 2 cm x 2 cm kvadrātiem un pievienojam tos 1200 g sijāta (2mm sieta acs) komposta un ievietojam maisījumu kompostēšanas traukos.

5. Maisījumu kompostē 12 nedēļas metodes modificētā $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ temperatūrā, lai kompostēšanas apstākļi līdzinātos dabiskiem apstākļiem.
6. Kompostēšanas trauku krata katru nedēļu, lai sajauktu paraugu un kompostu un novērstu plašu neviendabīgu masu centru rašanos un nodrošinātu vienmērīgu iedarbību uz testējamo paraugu un nodrošinātu vienmērīgu mitruma sadalījumu.
7. Tiek reģistrēti visi analītiķa novērojumi, piemēram, "materiāls sāk izskatīties graudains un trausls". Svarīgos laikos tiek uzņemti arī attēli, lai vizuāli dokumentētu produkta progresu pētījuma laikā.
8. Pēc 12 nedēļām materiāls tiek iztukšots no kompostēšanas tvertnēm un izsijāts caur 2 mm sietu. Lai izturētu šo pārbaudi, uz sieta nedrīkst palikt vairāk par 10% no produkta sākotnējās sausas.

Testējamais paraugs ir šķidras frakcijas, kas nozīmē, ka tieši kompostēt repelentu nevar. Tādēļ ir to uzklāja uz nelīmēta kartona gabaliem un izveidoja šādus testa paraugus:

1. Kartons – kontrole, bez pārklājuma;
2. Repelents uzklāts uz gludās puses (kartona virssieta puse);
3. Repelents uzklāts uz abām kartona pusēm;
4. Repelents uzklāts uz raupjās puses (kartona zemsieta puse);

Bioloģiskās sadalīšanās testa attēli un novērojumi ir apkopoti 6. tabulā.

6. tabula. Bioloģiskās sadalīšanās testa novērojumi

Apsekošana	1. diena	4. diena	20. diena	40. diena
Attēls				
Komentāri	Uzsākts tests. Kartoni mitruma ietekmē uzbriest.	Paraugs Nr.2 un Nr. 4. atslāņojas.	Visi kartoni ir izmirkuši un mehāniski vāji turas kopā	Kartona kompostējamās daļas ļoti trauslas. Mehāniski nav attīrāmas no komposta.

Kā redzams, 6. tabulā kartoni viegli piebriest 4. testa dienā un no vienas puses pārklātie kartoni, mitruma ietekmē sāk atslāņoties, kas nozīmē, ka repelents neaiztur mitruma iesūkšanos

kartonā. Tas ir nozīmīgi, jo arī koka mizā iesūkušais repelents neapgrūtinās barības vielu plūsmu koka stumbrā. Jau 20 novērojuma dienā visi kartona paraugi ir izmirkuši un mehāniski vāji turas kopā un pārtrauca mehāniski apmaisīt kompostu. Ja testu veiktu pilnībā saskaņā ar ASTM D 6400 metodi, tad kartona gabali sairtu, ja mehāniski maisītu komposta substrātu. 40. dienā visi testētie kartona paraugi bija tik mehāniski vājas, ka tās nebija iespējams mehāniski atdalīt no komposta, taču bija novērojami atsevišķi kartona gabaliņi, kas nebija ciešā saskarē ar kompostu. Ņemot vērā, ka visi kartona paraugu sadalīšanās noris līdzīgi ar kontroles paraugu, tas nozīmē, ka repelents neietekmē bioloģiskās sadalīšanās ilgumu un tas sadalās saskarē ar kompostu.

12.PĒTĪJUMA DATU APKOPOŠANA

Pētījuma sākotnējie dati ir apkopoti MS Excel failā un tie ir pieejami Silavas pētniekiem, turpmāko pētījumu un secinājumu veikšanai. Liela daļa pētījuma rezultāti ir apkopoti zinātniskās publikācijās un publicitātes semināros (13. nodaļa). Ņemot vērā, ka repelenta attīstība turpinās un ir uzsākti papildus testi, lai noskaidrotu repelenta efektivitāti arī citos ES reģionos (Lietuvā un Igaunijā), datu sistematizācijai pētnieki velta lielu vērību.

13. PUBLICITĀTES NODROŠINĀŠANA

Pētījumā ir veikti vairāki publicitātes pasākumi.

1. LVMI Silava sagatavotās preses relīzes ir publicētas LMĪB mājas lapā www.mezaipasnieki.lv (publicēts: 09.11.2023) Saite uz preses relīzi LMĪB mājas lapā https://mezaipasnieki.lv/sites/default/files/media/documents/2023-11/Preses_rel%C4%ABze_16.1._2023_2_Ataskaite_par_AL_pret_smecernieku_prezentetana.pdf
2. Projekta starpzinātāji ir prezentēti LMĪB biedrības organizētajā biedru kopsapulcē 2023.gada 15.decembrī. Prezentācija, kas tika rādīta ar starpzinātājiem, ko ieguvuši pētnieku grupa atrodama arī www.mezaipasnieki.lv mājas lapā. Saite uz prezentāciju LMĪB mājas lapā: https://mezaipasnieki.lv/sites/default/files/media/documents/2024-03/LVMI_Silava_Smecernieks_LMIB.pdf Bilde no LMĪB biedru kopsapulces
3. LMĪB regulāri saviem biedriem izsūta aktualitātes, tad 22.12.2023. izsūtīto aktualitāšu e-pastā ir nosūtīta arī biedriem LVMI “Silava” rādītā prezentācija. Šīs e-pasts ir izsūtīts vairāk kā 400 adresātiem.
4. Ikgadējā biedrības biedru sanāksmē 2023.g. 15.decembrī projekta ziņojums iekļauts dienas programmā, informējot ~115 biedrības biedrus. Šajā tikšanās reizē bija ieradušies arī Zemkopības ministrijas un Klimata un enerģētikas ministrijas ministri.
5. Informācijas izplatīšana LMĪB mājas lapā www.mezaipasnieki.lv (uz 31.08.2024). Saite uz informāciju LMĪB mājas lapā: <https://mezaipasnieki.lv/lv/dabai-un-cilvekam-nekaitiga-skuju-koku-stadu-aizsardzibas-lidzekla-pret-dendrofago-kukainu>
6. Sagatavots raksts meža nozares žurnālā “Baltijas Koks”, kas publicēts arī LMĪB mājas lapā: https://mezaipasnieki.lv/sites/default/files/media/documents/2024-09/BK_majis24_Koka_aizsardz%C4%ABbas_l%C4%ABdzek%C4%BCu_projekts.pdf
7. LMĪB nodrošinājis iespēju publicitāti informatīvajā ziņu medijā “Apollo.lv” rakstam “Latvijā izstrādā inovatīvu līdzekli priežu aizsardzībai”: <https://www.apollo.lv/8040349/latvija-izstrada-inovativu-lidzekli-priezu-aizsardzibai>
8. Rīgas Āgenskalna sākumskolā, 31.05.2024. 1A klase tika iepazīstināta ar smecernieka postījumiem (prezentācija pielikumā) un darbiem mežā, kas ko meža īpašnieki veic, lai mazinātu smecernieku bojājumus. Skolas pagalmā, kopā ar 1A klasi iestādīta viengadīga priedīte skolas pagalmā, kas aug kopā ar audzēkņiem un audzēkņiem ir iespēja “augt līdzī” kociņam (34. att.).



34. att. Priedes stādinš Rīgas Āgenskalna sākumskolā

2024. gada 20.septembrī. U.Grīnfelds iepazīstināja LBTU Meža fakultātes maģistrantus par LAD pētījuma projektu par ekoloģisko koksnes aizsardzības līdzekli, kura attīstība notiek ar LAD atbalstu.



35. att. U.Grīnfelds stāsta LBTU maģistriem par skuju pārstrādes iespējām

Vairākiem studentiem radās interese par aizsardzības līdzekļa īpašībām un praktisko pielietojumu.

10. U.Grīnfelds informēja par projekta rezultātiem ES pētniekus, kas strādā Lielā priežu smecernieka izpētē un stādu aizsardzības jomā, *Hylobius workshop*, kas notika 2024. gada 29-30.oktobrī Prāgā.



36. att. U.Grīnfelds stāsta, *Hylobius* workshop par LAD projektu un koku stādu aizsardzības līdzekli

Šajā darba tikšanās daudzi pētnieki izrādīja padziļinātu interesi par iegūto stādu repelentu, kuras sastāvā ir egļu mizas ekstrakti. Pētnieki izteica, ka šādam repelentam ir potenciāla nākotne, jo, neskatoties un neviennozīmīgiem sākotnējiem rezultātiem, egles satur vielas, kas atbaida priežu smecerniekus. ES pētnieki izteica interesi sadarboties, lai attīstītu un pārbaudītu jauno egļu skuju vaska repelentu arī savās valstīs (Čehija, Somija, Norvēģija, Zviedrija, Spānija un Slovākija).

11. 12.12.2024. Meža īpašnieku biedrības locekļus U.Grīnfelds iepazīstināja ar ekoloģisko koka stāda aizsardzības līdzekļa pētījumu attīstību MĪB ikgadējā kopsapulcē Latvijas motormuzejā. Kopumā piedalījās ap 70 MĪB biedru.



37. att. MĪB kopsapulce Rīgas motormuzejā 12.12.2024

Jāatzīmē, ka tika saņemta liela vēlme jauno aizsardzības līdzekli testēt arī MĪB mežaudzēs. Kā lielākā kritika par aizsardzības līdzekli radīja tas, ka pārklājums ir tumšā tonī, kas pavasara saulē, atklātās jaunaudzēs veicinātu mizas uzkaršanu jaunajiem kokaugiņiem, kā rezultātā tie varētu pārkarst. Lielā daļa jautājumu bija saistībā ar repelenta tehnoloģiskajām īpašībām

12. Jifteco SIA pārstāvja dalība mežizstrādes nozares pasākumā Ligna 2025.

Galvenie secinājumi:

- Aktuālās problēmas mežu veselībā prasa integrētu pieeju, apvienojot tehnoloģiju risinājumus un meža pārvaldības stratēģijas.
- Nozarē ir nepieciešams bioloģisks produkts kuru ar kuru var ekonomiski un ātri apstrādāt koku stādus gan audzētavās gan mežā.
- Izstāde galvenokārt bija vērsta uz koka pārstrādi, kas ir saistīta ar meža produkcijas apstrādi pēc izvešanas no meža, bet ļoti maz uzmanības tika veltīts tieši meža kopšanai, kokaudžu audzēšanai un meža kopšanas tehnoloģijām, kas mūs interesē.
- Nepieciešama papildu izpēte un pilnveidošana kaitēkļu un dzīvnieku bojājumu ierobežošanā.
- Notika pozitīva informācijas apmaiņa, kas sniedz pamatu turpmākai sadarbībai un projektu izstrādei

Ieteikumi līdzīgiem pasākumiem nākotnē:

- Sākt vai turpināt sadarbību ar tehnoloģiju uzņēmumiem kaitēkļu monitoringa jomā.
- Organizēt apmācības un seminārus meža īpašniekiem par kaitēkļu un dzīvnieku bojājumu ierobežošanas metodēm, t.sk. informēt par Projekta Nr. 22-00-A01612-000019 īstenošanu un rezultātiem.
- Meklēt risinājumus, kā uzlabot meža kopšanas tehnikas un kokaudžu audzēšanas tehnoloģijas, ņemot vērā, ka šīs jomas izstāde bija relatīvi maz pārstāvētas.
- Sekot līdzi jaunākajām izstrādēm un tehnoloģiskajām inovācijām nozares attīstībā

13. Jifteco SIA pārstāvja dalība mežizstrādes un mežkopības nozares pasākumā Elmia Wood 2025.

Galvenais secinājums:

- Dalība Elmia Wood 2025 sniedza vērtīgu ieskatu konkurējošos risinājumos un apstiprināja vajadzību pēc praktiskiem, pielāgojamiem un ilgtspējīgiem repelentiem. Ar pārdomātiem pilotprojektiem un sadarbībām iespējama sekmīga izplešanās Baltijas un Ziemeļvalstu tirgū, kā arī partnerības nodibināšanas iespēja ir palielināma pateicoties LVMI Silava atpazīstamībai starptautiskajā vidē lietišķās un praktiskās pētniecības jomā meža nozarē.

Ieteikumi projekta rezultātu ilgtspējas paaugstināšanai:

- Pozicionēt projekta ietvaros izstrādāto koku stādu aizsardzības līdzekli kā viegli lietojamu, lauka apstākļos izmantojamu un izdevīgu alternatīvu. Potenciāla niša viegli lietojama un finansiāli pieejama risinājuma.
- Uzsākt pilotprojektus ar Latvijas un Somijas partneriem.
- Izstrādāt salīdzinošu materiālu ar konkurentu risinājumiem. Veikt salīdzinošu pētījumu ar ārvalstu risinājumiem.
- Sadarboties ar tehnikas ražotājiem vienkāršotu uzklāšanas ierīču izstrādē.

Abu pasākumu (Ligna 2025 un Elmia Wood 2025) apmeklējums bija vērsts uz nozares pārstāvju iepazīšanu ar pētniecības projektu un tā ievaros izstrādāto stādu aizsardzības līdzekli un gala lietotāju uzņēmības novērtējumu pret projekta rezultātu praktisko pielietojumu reālos

apstākļos. Pasākumu apmeklēšana radīja ieskatu uz pētījuma problēmas izplatību (teritoriāli un pēc bojājumu lieluma), nozarē lietotajiem risinājumiem, nozares attīstības virzieniem, projekta iegūto pētniecības datu potenciālu pielietojumu turpmākajā pētniecībā, kā arī tika veidoti kontakti jaunu pētniecības projektu veidošanā, tādejādi uzlabojot šī projekta rezultātu ilgtspēju un nozīmību.

Pētījuma rezultāti ir publicēti vienā zinātniskā rakstā un divos stenda referātos.

1. Ilze Matisone, Kristaps Ozoliņš, Roberts Matisons *, Mārtiņš Spāde, Uldis Grīnfelds, Rinalds Trukšs (2025) Summer cafe: which spices would you not prefer, Mr. large pine weevil? Manuscript ID: forests-3685287 Received: 21 May 2025; Atbildēts recenzentiem 26.06.2025. Forest Health; https://www.mdpi.com/journal/forests/sections/forest_health
2. Liene Zēberga, Uldis Grīnfelds, Kristaps Ozoliņš, Gundars Šņepsts, Rinalds Trukšs (2025) Seedling damages affecting carbon sequestration capacity of young coniferous stands. 25th. International Multidisciplinary scientific GeoConference SGEM 2025 (30.Jun. – 06.Jul. 2025.) <https://www.sgem.org>.
3. Uldis Grīnfelds, Mārtiņš Spāde, Anna Lele, Āris Jansons, Kristaps Ozoliņš (2023) Dabai un cilvēkam nekaitīga skuju koku stādu aizsardzības līdzekļa pret dendrofāgo kukaiņu radītajiem bojājumiem izstrāde un aprobēšana. 23.11.2023. 8. Starptautiskā konferencē “Izmaiņas un risinājumi vides politikā ilgtspējīgai, klimatneitrālai ekonomikas attīstībai” (LBTU).



38. att. Projekta stenda referāts LBTU (23.11.2023.)

SECINĀJUMI

1. Ir nepieciešama pilnīga stādu pārklāšana ar repelentu, lai pasargātu stāda galotnes pumpuru no smecernieka bojājumiem.
2. Repelents pēc uzklāšanas ir jāapžāvē, pirms to ievieto saldētavās, uzglabāšanai. Tas nepieciešams, lai izvairītos no ledus "burbuļu" veidošanās, kas samazina stāda vizuālo izskatu, to izņemot no saldētavas.
3. Repelentam ir tieksme noslāņoties, taču tas viegli samaisās, līdz ko tiek maisīts.
4. Repelents nenožūst 30 dienu laikā. Tas paliek eļļains, un cietēšana noris ciešā sakarībā ar augu eļļas polimerizāciju.
5. Repelents labi saistās ar koku stumbru, daļēji tajā iesūcoties.
6. Kā emulgators repelentam ir pielietojams sārms.
7. Repelents dabā noārdās 60 dienu laikā.
8. Pārklājumus potenciāli vislabāk veido repelents, kuru sastāvā ir izmantots NaOH.
9. Lineļļas repelenta bāze ir ekonomiski visizdevīgākā, lai nodrošinātu repelentam nepieciešamās kvalitatīvās prasības (lēnu cietēšanu).
10. Vanilīna un mizu ekstrakta izmantošana repelenta sastāvā būtiski uzlabo koku stādu aizsardzības potenciālu.

11. Pēc patreizējiem nepilnīgi apstrādātajiem datiem ir redzams, ka izstrādātais repelentu koncepts, ar egļu mizu ekstraktu un bišu vasku, darbības efektivitāte ir augstāka par sākotnējo repelenta receptūras konceptu, kura sastāvā bija modificēta un ķīmiski izmainīta augu eļļas epoksīds.
12. Vaska apjoma izmaiņas būtiski neietekmē traktora smidzinātāja darbību un smidzinātāja pārvietošanās ātrumu, kas variē 8-10 km/h robežās.
13. Neapžuvis repelents viegli šķīst ūdenī un novadāms notekūdeņu attīrīšanas sistēmā.
14. NBR75KOH receptūra (vai S1 pēc iekšējās klasifikācijas) ir piemērota rūpnieciskai uzklāšanai un potenciāli attīstāmākā receptūra ir jāizvēlas ņemot vērā receptūras pašizmaksas kalkulāciju un iegūtos repelenta aizsardzības efektivitātes rādītājus.