

Projekts Nr. 19-00-A01620-000052

**Jauni bioloģiski līdzekļi un to uzklāšanas metodes skujkoku
jaunaudžu aizsardzībai pret pārnadžu un dendrofāgo kukaiņu
bojājumiem**

Projekta atskaite

Rīga, 27.09.2021.

Pētījumu veica:

Vadošais pētnieks Uldis Grīnfelds
Pētnieks Endijs Bāders
Pētniece Baiba Bambe
Zinātniskā asistente Baiba Jansone
Ķīmijas inženieris Mārtiņš Spāde

Projekta koordinators:

Karīna Orlova, karina@globalconsulting.lv, tel. 22496639

Vadošais partneris:

SIA "Energo Rīga Serviss", info@energoriga.lv, tel. 22185630

Sadarbības partneri:

APP "Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūts", koks@edi.lv, tel. 67553063

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", info@silava.lv, tel. 67942555

SIA "Niedrāji MR", info@niedraji.lv, tel. 29462950

Projekta īstenošanas periods:

01.04.2020.-30.09.2021.

Kopējās projekta izmaksas:

€ 71 378,35

Saturs

Ievads.....	4
Mērķis.....	4
Uzdevums	5
Pētījums	5
1.Bioloģiskā līdzekļa receptūras izstrāde un uzlabošana	5
1.1. Repelents dendrofāgo bojājumu samazināšanai.	8
1.2. Koka un koksnes aizsardzības līdzeklis pret sēņu bojājumiem.	9
2.Bioloģiskā līdzekļa receptūras testēšana	11
2.1. Bioloģiskā līdzekļa receptūras testēšana pārnadžiem dabīgos apstākļos.....	11
2.2. Bioloģiskā līdzekļa receptūras testēšana smecerniekiem dabīgos un laboratorijas apstākļos .	13
2.3. Bioloģiskā līdzekļa receptūras testēšana sēnēm, laboratorijas apstākļos.....	15
2.3.1. Sēņu audzēšanas tests laboratorijas apstākļos.	15
2.3.2. Zāgmateriālu aizsardzības tests vides apstākļos.....	18
2.4. Bioloģiskā līdzekļa uzklāšanas metodes izstrāde	19
3. Koksnes bojājumu ilgtermiņa ietekmes raksturošana	22
4. Jauna bioloģiskā līdzekļa produkta un tehnoloģijas definēšana.....	24
7. Publicitāte	27
Secinājumi	28
Rekomendācijas.....	29
Partneru ieguldījums.....	29

Ievads

Kokaudzētavas patreiz izmanto koku stādu aizsardzībai no pārnadžu un dendrofāgo kukaiņu bojājumiem līdzekļus, kas satur akrilātus, kas koku aizsardzības līdzekļa kalpošanas laikā saplaisā un bioloģiski nenoārdās. Latvijā šos koku aizsardzības līdzekļus importē, un tiek apstrādāti vismaz 80% koku stādu (LVM, kas apsaimnieko 49% Latvijas mežu, ik gadu saražo vairāk nekā 32 milj. koku stādu). Plaisas fungicīda pārklājumā izmanto dendrofāgie kukaiņi, bojājot kokus.

Jaunos koksnes stādus gan mežsaimniecībā, gan augļkopībā sākotnēji bojā gan koksnes vaboles (piemēram, smecernieks), gan pārnadži (staltbrieži, aļņi), gan dažādi grauzēji (zaķi, peles u.c.). Tādēļ pieaugot koksnes stādu cenām un koku stādīšanas izmaksām, kļūst aktuāla kokstādu aizsardzība pret iespējamiem dzīvnieku un kukaiņu bojājumiem. Patreiz tirgū ir pieejami koksnes aizsardzības līdzekļi, kas darbojas uz konkrētu dzīvnieku / vaboļu grupu, kas nozīmē, ka šādus repelentu līdzekļus ir jāuzklāj atsevišķi, izmantojot atšķirīgas repelentu uzklāšanas tehnoloģijas, kas reizēm ir ļoti sarežģītas tehnoloģiskās līnijas. Identificējot esošo repelentu trūkumus (pieejamība, repelentu cena un to uzklāšanas tehnoloģiskā sarežģītība, ietekme uz kokstādu attīstību, repelentu darbības mehānisms) ir nepieciešams izstrādāt koksnes aizsardzības repelentu, kas ir piemērots koksnes aizsardzībai no grauzēju, pārnadžu un vaboļu bojājumiem. Tādēļ projekta laikā tiks iegūta un pārbaudīta repelenta receptūra, kuru veidos no dabas vielām, kas neietekmēs bišu un citu saudzējamo kukaiņu, dzīvnieku labklājībai, kā arī neietekmēs pārnadžu un grauzēju veselību. Repelentu izstrādās uz augu eļļas atvasinājumu bāzes, kas papildināta ar abrazīvām minerālām daļiņām un sorbējošā materiālā iestrādātiem augu valsts ekstraktiem. Repelentu receptūrā esošās vielu kompozīcija radīs nepatīkamu sajūtu potenciālajiem kokstādu apdraudraudētājiem, kas turpmāk tiks izvairīties no stādīņu, kas apstrādāts ar pētījumā izstrādāto repelentu, turpmāku izmantošanu uzturā.

Mērķis

Izstrādāt jaunu bioloģisku koksnes aizsardzības līdzekli un to uzklāšanas metodi skujkoku jaunaudzju aizsardzībai pret pārnadžu un dendrofāgo kukaiņu bojājumiem. Projekta īstenošanas laikā plānots izstrādāt šādu jaunu dabīgu koksnes aizsardzības līdzekli (pamatkompozīciju, ar noteiktu bāzes vielu) un izvērtēt šāda risinājuma uzklāšanu.

Projektā definētais mērķis ir sasniegts pilnā apmērā un labā kvalitātē. Ir radīts jauns bioloģisks koksnes aizsardzības līdzeklis un tā uzklāšanas metode.

Uzdevums

Pētījuma mērķa sasniegšanai ir izvirzīti vairāki darba uzdevumi:

1. Bioloģiskā līdzekļa receptūras izstrāde un uzlabošana.
2. Bioloģiskā līdzekļa receptūras testēšana
 - 2.1. Bioloģiskā līdzekļa receptūras testēšana pārnadžiem dabīgos apstākļos
 - 2.2. Bioloģiskā līdzekļa receptūras testēšana smecerniekiem dabīgos un laboratorijas apstākļos
 - 2.3. Bioloģiskā līdzekļa receptūras testēšana sēnēm, laboratorijas apstākļos
3. Koksnes bojājumu ilgtermiņa ietekmes raksturošana
4. Jauna bioloģiskā līdzekļa produkta un tehnoloģijas definēšana.

Pētījums

1. Bioloģiskā līdzekļa receptūras izstrāde un uzlabošana

Projekta laikā izstrādāja 23 repelenta receptūras pārnadžu, dendrofāgo kukaiņu un koku aizsardzībai pret sēņu bojājumiem (skat. tabulas), lai identificētu aizsardzības līdzekļa kompozīta pamatsastāvu. Reaktorā, iemaisot augu eļļā sērskābi (72%) un etiķskābi (99%), to uzsilda un turpmāk to uztur 60-800C temperatūrā, un pēc viendabīgas masas iegūšanas tai pievieno 35% ūdeņraža peroksīdu. Iegūto epoksīdu apstrādā 120 – 180 0C temperatūrā, iegūstot viskozu šķidrumu, ko, sajaucot ar pildvielām, sākot no mazākā pildvielu daudzuma, līdz iegūst viendabīgai konsistencei. 23 bioloģiskā līdzekļa receptūras ir uzrādītas 1.1. (8 receptes), 1.2. (9 receptes) un 1.3. nodaļās (6 receptes). Repelents pārnadžu bojājumu samazināšanai.

Receptes būtība ir nesacietēt un nodrošināt noturību uz galotnes, un mehāniski un ķīmiski aizsargāt koku no pārnadžiem. Pamata bāzes nesējviela ir augu eļļas poliēteris, kurš nodrošina nežūstamību un noturību uz koka galotnēm, lauksaimniecību augu eļļa un terpēnu saturošais šķīdinātāji, kā arī polifenoli/rūgtvielas, kas iegūtas no lauksaimniecības kultūrām vai no celulozes delignifikācijas procesa blakusproduktiem, kā arī sorbenta, kas nodrošina repelenta rūgtvielu izdalīšanos ilgtermiņā. Papildus rūgtvielām repelentam pievieno arī minerālās daļiņas, kas piešķir repelentam mehānisko (abrazīvo) koku stādu aizsardzības mehānismu. (1.1. tab.).

1.-3. Recepte.

Kopozīcijā tika ievietotas visas vielu klases, lai pārbaudītu, produkta efektivitāti. Atšķirība veidota uz vielu daudzumiem un viskozitāti, tādēļ 2. receptē variēta lauksaimniecības augu eļļas apjoms un palielināti repelentvielu daudzumi. 3. receptē tikai pielāgotas proporcijas viskozitātei. Bija nepieciešams palielināt noturību uz galotnēm un krāsas atšķirība.

4.-5. Recepte

Receptēs izmēģināja minerālās piedevas, kas izmaina krāsas toņu atšķirības un abrazīvās īpašības. Repelentam pievienoja terpenoīdus, izmēģinot repelentvielas īpašības. 4. receptē tika pievienots karbonāts, lai iegūtu optiski baltu repelenta krāsu.

6.-8. Recepte

Recepšu sastāvi izveidoti atbilstoši nepieciešamajām repelentu fizikāli-ķīmiskajām noturības un viskozitātes īpašībām. Rezultātos tiks iegūts efektīvās darbības robežas procentuālajam sastāvam.

1.1. tab. Pētījumā izveidotās receptes koku aizsardzībai no pārnadžu bojājumiem

Receptūras Nr.	Receptūra
1.	Augu eļļa – 20 - 25% Polifenoli/rūgtvielas – 2 - 10% Terpenoīds 1-20 % Lignīns – 10- 18% Eļļas poliēteris – 10 - 30% Sorbents – 1 - 8 %
2.	Augu eļļa – 0 – 10 % Polifenoli/rūgtvielas – 10 - 25% Terpenoīds - 5 - 8% Lignīns – 10 -25% Eļļas poliēteris – 30 - 40% Sorbents – 1 10%
3.	Eļļas poliēteris – 40 - 50%

	<p>Lignīns – 1 - 8%</p> <p>Polifenoli/rūgtvielas – 10 - 15%</p> <p>Terpenoīds 1 – 6%</p> <p>Krāsviela – 1 – 10%</p> <p>Augu eļļa 2 - 10%</p> <p>Sorbents – 2 - 10%</p>
4.	<p>Eļļas poliēteris – 40 - 48%</p> <p>Polifenoli/rūgtvielas – 18 - 26%</p> <p>Augu eļļa 3 - 10%</p> <p>Terpenoīds 10 - 18 6%</p> <p>Krāsviela – 8 - 20%</p>
5.	<p>Eļļas poliēteris – 40 - 48%</p> <p>Lignīns – 3 - 8%</p> <p>Terpenoīdi 6 - 10%</p> <p>Krāsviela 5 - 14%</p> <p>Augu eļļa 12 - 20%</p> <p>Sorbents – 4 - 8%</p>
6.	<p>Eļļas poliēteris – 40 - 48%</p> <p>Lignīns – 8 - 15%</p> <p>Krāsviela – 10 - 25%</p> <p>Augu eļļa 10 - 18%</p>
7.	<p>Eļļas poliēteris – 40 - 48%</p> <p>Llignīns – 8 - 15%</p> <p>Krāsviela – 8 - 16%</p> <p>Augu eļļa - 15 - 28%</p>
8.	<p>Eļļas poliēteris – 50 - 57%</p> <p>Polifenoli/rūgtvielas – 6 - 19%</p> <p>Augu eļļa 6 - 15%</p> <p>Sorbents – 3 - 18%</p>

1.1. Repelents dendrofāgo bojājumu samazināšanai.

Receptes būtība ir nodrošināt lipīgu, kukainim nešķērsojamu barjeru. Recepte bāzēta uz augu eļļas poliētera bāzes, kas ir nežūstoša lipīga viela, kas pielīmē smecernieku, terpenoīdi un fenolus saturošās celulozes ražotnes blakusprodukti veido repellentviela pamatkomponenti. Pielietojot augu eļļas un vaskus, regulē repellenta viskozitāti, pielietojot sorbentu, izmaina aktīvo repellenta sastāvdaļu ekspozīcijas laiku.

1.-2. Recepte

Receptē ievietotas nepieciešamās vielas, sastāvu proporcijas izveidotas atbilstoši nepieciešamajām fizikāli-ķīmiskajām īpašībām. Iegūtie sākotnējie lauku testa rezultāti ir pozitīvi, tādēļ receptūru optimizēja un uzsāka aizsargāto stādu ilgtermiņa novērojumus arī pēc projekta beigām.

3.-4. Recepte

Optimizētas repellenta receptūras, variējot lignofenolu efektivitāti.

5.-7. Recepte

Receptūrā tiek izmēģinātas augu eļļas un aktīvo vielu proporcijas, lai optimizētu repellenta ekonomiskos rādītājus (samazinātu augu eļļas poliētera koncentrāciju repellenta receptūrā).

8.-9. Recepte

Optimizētām receptēm pārbaudīja to efektivitāti, pielietojot bioloģisko testēšanu.

1.2. tab. Pētījumā izveidotās receptes koku aizsardzībai no deondrofāgajiem kukaiņu bojājumiem

Receptūras Nr.	Receptūra
1.	Augu eļļa – 30 - 38% Terpenoīdi – 1 - 8% Vasks – 10 - 12% Eļļas poliēteris 42 - 48% Sorbents – 1 - 8 %
2.	Augu eļļa – 38 - 42% Terpenoīds – 3 - 8 % Eļļas poliēteris – 48 - 55% Sorbents – 3 - 8 %
3.	Eļļas poliēteris – 75 - 85% Lignofenoli – 3 - 8%

	Sorbents – 10 - 19% Terpenoīds – 5 - 18%
4.	Eļļas poliēteris – 53 - 59% Lignofenoli – 6 - 12% Sorbents – 10 - 18% Terpenoīds – 15 - 29%
5.	Augu eļļa – 18 - 25% Terpenoīds – 3 - 8% Vasks – 13 - 20% Eļļas poliēteris – 55 - 58% Sorbents – 2 - 8%
6.	Augu eļļa – 35 - 46% Terpenoīds – 6 - 17% Eļļas poliēteris – 35 - 41% Sorbents – 8 - 15 %
7.	Augu eļļa – 8 - 16% Terpenoīds – 6 - 15 % Eļļas poliēteris – 65 - 73% Sorbents – 6 - 14%
8.	Eļļas poliēteris – 56 - 66% Lignofenoli – 8 - 15% Sorbents – 6 - 13% Terpenoīds – 15 - 23%
9.	Eļļas poliēteris – 56 - 66% Lignofenoli – 12 - 23% Sorbents – 12 - 18% Terpenoīds – 3 - 8%

1.2. Koka un koksnes aizsardzības līdzeklis pret sēņu bojājumiem.

Receptes būtība ir veidot koka pārklājumu, kas aizkavē/inhibē sēņu attīstību:

1. novēršot sēņu sporu piekļuvi koka bojājuma vietai;

2. novēršot sēņu sporām skābekļa piekļuvi, kas nepieciešams sēņu attīstībai. Pamatviela, kas nodrošina pārklājumu ir eļļas poliēteris, augu eļļas, kā viskozitāti regulējošas vielas, augu ekstrakti un hidrolīzes lignīns, kā efektu pastiprinošas vielas ar fungicīdisku efektu.

1.-3. Recepte

Izveidoti pārklājuma veidi, ar efektivitāti palielinošām vielām, atbilstoši nepieciešamajiem tehniskajiem parametriem.

4.-6. Recepte

Tiek ekonomiski optimizētas repelentu receptes.

1.3. tab. Pētījumā izveidotās receptes koku aizsardzībai no sēņu bojājumiem

Receptūras Nr.	Receptūra
1.	Augu eļļa – 25 - 32% Eļļas poliēteris – 68 - 75%
2.	Augu eļļa ar rūgtvielām. – 28 - 35 % Eļļas poliēteris – 65 - 72%
3.	Augu eļļa – 25 - 30 % Eļļas poliēteris – 60 - 78% Hidrolīzes lignīns – 6 - 8 %
4	Augu eļļa – 32 – 35 % Eļļas poliēteris – 65 - 78%
5.	Augu eļļa ar rūgtvielām - – 26 - 35 % Eļļas poliēteris – 65 - 74%
6.	Augu eļļa – 30 - 36 % Augu eļļas epoksīds – 62 - 70% Hidrolīzes lignīns – 2 - 8 %

Visas koku un koksnes aizsardzības līdzekļu receptūras ir koriģētas atbilstoši novērojumiem par fizikāli-ķīmisko īpašību novērojumiem. Katrā darba paketē iegūtas efektīvas receptes.

2. Bioloģiskā līdzekļa receptūras testēšana

2.1. Bioloģiskā līdzekļa receptūras testēšana pārnadžiem dabīgos apstākļos

Bioloģiskā līdzekļa receptūras testēšana pārnadžiem dabīgos apstākļos. Kopumā veikt 12 testi, kuros pārbaudītas 8 dažādas pārnadžu receptūras, kā arī iekļauti kontroles varianti – neapstrādāts (stādi bez aizsardzības līdzekļa) un apstrādāt ar šobrīd ražošanā izmantotu līdzekli (2.1. att.).



2.1. attēls. Priedes apstrāde ar pētījumā sagatavoto līdzekli.

Sagatavota testa shēma, paredzot variantu ievietojum vairāku rindu blokos (rindu skaits atkarīgs no eksperimenta platības). Pārbaudes vietas izvēlētas teritorijās ar augstu pārnadžu (briežu) populācijas blīvumu, 1 un 2 gadus pēc stādīšanas, abām skujkoku sugām. Repelenta uzklāšana notikusi mehāniski (ar otu vai cimdu) pirms nozīmīgāko bojājumu sezonas sākuma. Nodrošināts, ka katrs repelenta variants katrai koku sugai ar katru uzklāšanas metodi izmantots vismaz 60 kokiem (maksimāli 124, ņemot vērā stādījuma vietu atšķirības). Kopējais apstrādāto koku skaits (12 testu vietās, vidēji katrā 4 receptūras (8 kopā) + 1 apstrādāta kontrole un 2 apstrādes veidi) bija 10683. bojājumu sezonas beigām un vasaras vidū (pēc augstuma pieauguma formēšanās beigām) veikta rezultātu novērtēšana. Bojāto koku īpatsvar bija robežās no $91 \pm 7\%$ (neapstrādāta kontrole, priede) līdz $19 \pm 12\%$ (ņemot vērā koku nelielo izmēru, kā bojājums uzskatīts tikai nokosts galotnes dzinums). Salīdzinot ar šobrīd ražošanā esošo līdzekli ($28 \pm 11\%$ bojāto koku), aizsardzība ir labāka, bet atšķirības nav statistiski būtiskas, ko galvenokārt izskaidro nozīmīgais pārnadžu blīvums (redzams jau pēc bojāto nepastrādāto koku īpatsvara). No visām izstrādātajām pārnadžu receptūrām vislabāk jaunus stādus aizsargāja 7. recepte,

kas satur augu eļļu, nodrošina statistiski būtiski labāku aizsardzību, kā šobrīd ražošanā izmantotais mehāniskās aizsardzības līdzeklis (2.2. att.). Identificētā recepte: eļļas poliēteris – 40 - 48%, lignīns – 8 - 15%, krāsviela – 8 - 16%, augu eļļa - 15 - 28%. Atsevišķām no izstrādātajām receptēm (2. un 4.) konstatēt sastāvs, kas pilnībā blīvi nosedz galotnes pumpuru, neļaujot kokam plaukt – tātad rada paliekošu bojājumu vai jaunā koka nokalšanu. Šādi bojājumi vērojami gadījumos, kad līdzeklis bija šķidrāks un uzklāšana vieta ar otu, vairāk nosedzot galotnes pumpuru. Viskozāku (biezāku) līdzekli uzklājot ar cimdu šādas problēmas netika konstatētas.



A

B

C

2.2. att. Priedes aizsardzība stādījumā: sekmīga (A) – bojājumu nav, jaunais dzinums attīstījies – un nesekmīga – līdzeklis nav ļāvis koka uzplaukt un tas nokaltis (B) un nav nodrošināta aizsardzība, brieža nokosts galotnes dzinums, kas atjaunojas no snaudošajiem pumpuriem (C).

Turpmākā pētniecībā būtiski vērtēt gan līdzekļa noturību vairāk nekā 1 sezonas ietvaros (ko šajā pētījumā nebija iespējams realizēt), gan, variējot līdzekļa sastāvu, katrā gadījumā noteikti ietvert arī tā ietekmes uz pumpuru plaukšanu raksturojumu. Pētījuma ietvars nav konstatētas kāds priekšrocības, ieviešot uzklāšanu ar otu.

2.2. Bioloģiskā līdzekļa receptūras testēšana smecerniekiem dabīgos un laboratorijas apstākļos

Bioloģiskā līdzekļa receptūras testēšana smecerniekiem īstenota laboratorijas apstākļos (sākotnējais vērtējums) un lauka apstākļos (galējais vērtējums). Kopumā pārbaudītas 8 receptes, vērtējos kā bojājumu klātbūtni (t.i. vai kukainis kopumā netuvojas aizsargātajam kokam, neietekmē tā augšanu) un bojājuma apjomu (3 ballu skalā, kā papildus rādītāju raksturojot, vai koks izdzīvojis vai nē). Tests veikts priedei, kurai ir lielākais koku bojāejas risks (jo parasti meža atjaunošanā tiek izmantoti mazāku dimensiju un/vai jaunāki stādi, nekā eglei). Lauka izmēģinājumu vietas izvēlētas ar iespējami augstāko bojājumu varbūtību – svaigi izcirtumi platībās, kur vēsturiski bijusi nozīmīga smecernieka ietekme (2.3. att.). Vidēji apstrāde veikta 28 kokiem katrā variantā. Uzklāšana veikta ar cimdu, 2 (šķidrākajiem) variantiem testējot arī rokas miglotāju, tomēr tiem nav konstatētas nozīmīgas atšķirības, ko noteiktu uzklāšanas veids.



2.3. att. Ierīkots izmēģinājums aizsardzības pret smecernieka ietekmi pārbaudei

Visi neapstrādātie koki (kontrolē) smecernieka bojājumu dēļ nokaltuši (2.4. att.).



2.4. att. Priede, kam apstrāde nav veikta (kontrolē) – smecernieka bojājumi (nograuzta miza) stumbra lejas daļā pa perimetru, koks nokaltis

Līdzekļa uzklāšana veikta stumbra lejas daļā, kur parasti konstatējami bojājumi. Fiksētas būtiskas atšķirības starp izveidotā līdzekļa variantiem sākotnējā bojājumu apjomā. Tomēr šīs atšķirības pa nedēļām mazinājušās, ļoti augstajā smecernieku blīvumā šiem kukaiņiem bojājot arī koka augšējo daļu (2.5. att.) un vairākumā gadījumu izraisot koku nokalšanu. Iegūtie rezultāti liecina par nepieciešamību pētījumus šajā jomā turpināt, ņemot vērā:

- a) ka ir izdevies izveidot recepti, kas būtiski mazina bojājumu apjomu. To attīstot, ir izredzes atrast variantu, kas šādus bojājumus novērš pilnībā un vienlaikus nav pesticīds, tātad neatstāj nozīmīgu ietekmi uz vidi;
- b) ka sākotnēji rezultāti liecina par nepieciešamību attīstīt līdzekļa uzkrāšanas tehnoloģiju, pārklājot visu koku (vai vismaz lielāko tā daļu), attiecīgi tai pielāgojot arī recepti, lai novērstu koku nokalšanas risku platībās ar augstu smecernieka koncentrāciju;
- c) ka izmēģinājumi šajā pētījumā veikti sezonas ietvaros, bet smecernieka ietekme, stādot svaigā izcirtumā, visbiežāk ir pirmās 2 sezonas – tātad jāpārbauda līdzekļa noturība uz koka un aizsardzības spējas pēc ziemas perioda.



2.5. att. Priede, kam veikta apstrāde pret smecernieka bojājumu stumbra lejas daļā (apstrādes līdzeklis ir melnā krāsā) – šajā daļā bojājumi nav, bet tie ir augstāk uz stumbra

2.3. Bioloģiskā līdzekļa receptūras testēšana sēnēm, laboratorijas apstākļos

Sēņu bojājumu testus veica gan laboratorijas apstākļos, gan ārējās vides apstākļos, tos uzklājot uz Niedrāji SIA ražotās produkcijas.

2.3.1. Sēņu audzēšanas tests laboratorijas apstākļos.

Sēņu testu laboratorijas apstākļos testēja Silavas pētnieciskajā mikoloģijas laboratorijā. Sēņu kultūras audzēja 9cm petri platēs, izmantojot iesala – agara barotni (2.6. att.).



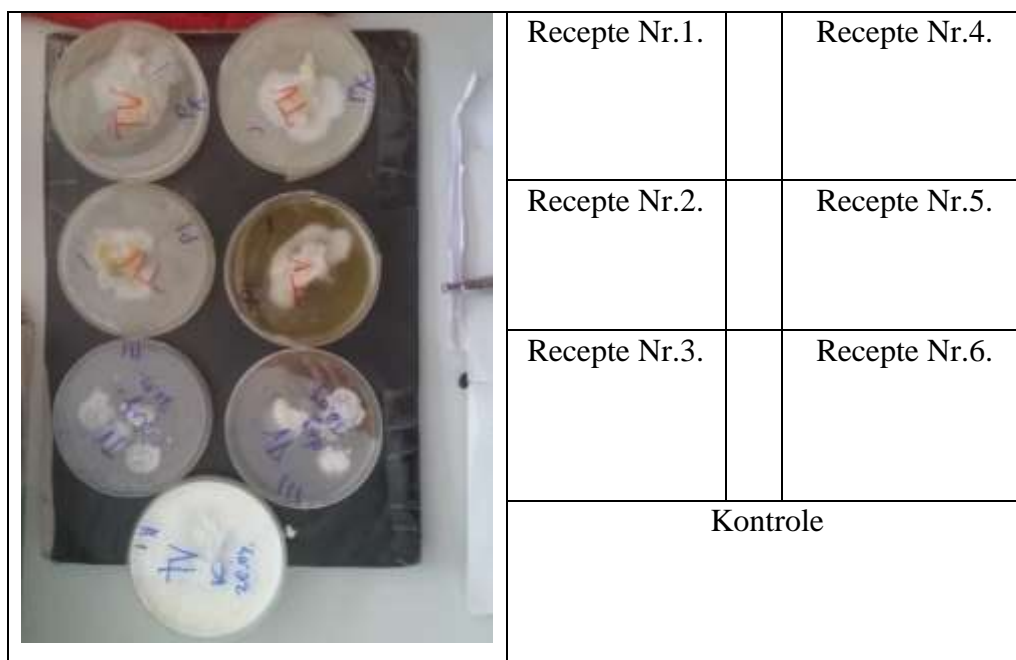
2.6. att. Sēņu kultūru izvietošana barotnēs

Petri plates ar izvietotām sēņu kultūrām (*Heterobasidion annosum* (varietāte Jaunpils *P.abies* 18.01.02.), *Stereum sanguinodentum* un *Trametes versicolor*) ievietoja tumšā telpā ar vides temperatūru 20 – 25°C, 75% mitrumā. Ar 3 mēnešu novērojuma periodu, vizuāli novērtēja sēņu pieauguma laukumu (%), uzliekot caurspīdīgu rūtiņu tīklu. Novērojumu rezultāti ir apkopoti 2.1. tabulā.

2.1. tab. Laboratorijā audzēto sēņu kultūru attīstības novērojumi

Receptūras Nr.	Sēņu paraugs, kultūra	Pēc 3 mēn.			Pēc 6 mēn.			Pēc 9 mēn.		
		HA	SS	TV	HA	SS	TV	HA	SS	TV
0.	Kontrole	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.	Augu eļļas atvasinājums	30	20	10	60	55	15	95	80	30
2.	Augu eļļas atv. un ekstrakti	30	30	15	60	60	25	90	100	35
3.	Augu eļļas atv. un lignīns	5	5	5	25	10	10	50	20	25
0.	Kontrole	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4.	Augu eļļas atvasinājums	100	80	95	100	100	100	100	100	100
5.	Augu eļļas atv. un augu ekstrakti	100	70	70	100	90	90	100	100	100
6.	Augu eļļas atv. un lignīnofenoli	10	100	100	30	100	100	50	100	100

Apzīmējumi: HA - *Heterobasidion annosum* (varietāte Jaunpils *P.abies* 18.01.02.), SS - *Stereum sanquinodentum* un TV - *Trametes versicolor*



2.7. att. Sēņu augšanas attīstības novērojumi pēc 2 nedēļu inkubācijas.



2.8. att. Sēņu augšanas attīstības novērojumi pēc 9 mēnešu inkubācijas.

Izvērtējot sēņu inkubāciju iegūtos rezultātus (2.1. tab), var redzēt, ka vislīdzīgāk sēņu attīstība ir vērojama receptei Nr.3, kas izveidota ar augu eļļas atvasinājumu un lignīnu(2.7. un 2.8. att.). Šī fungicīda receptūras turpmāka attīstība ir perspektīva, jo visas aizsardzības līdzekļa sastāvdaļas ir iegādājamas rūpnieciskos apmēros, kas iegūtas no augu valsts un labi aizsargā koksni pret visām pētījumā iekļautajām koksni noārdošajām sēnēm.

2.3.2. Zāgmateriālu aizsardzības tests vides apstākļos.

Eksperimentālo paraugu lauka testi, novicinot ar inovatīvo koksnes aizsardzības līdzekli dabiskos apstākļos, vizuāli novērtējot koksnes bojājumus, nosakot bojātā pārklājuma apjomu (%).

Parauglaukumus iekārtoja Niedrāji SIA ražošanas teritorijā, tā lai paraugus nenoēnotu ražotnes ēkas un teritorijā esošie koki. Ārējā vidē izveidoja paraugu standus 30⁰ slīpumā pret horizontu un pavērstus pret dienvidiem, un vienu paraugu standu novietoja nepakurināmā noliktavā, tā lai paraugus neskartu tieša saules gaisma (2.9. att.). Bioloģisko koksnes aizsardzības līdzekli uzklāja ar otu un porolona rullīti. Parauglaukumus iekārtoja 15.09.2020.



Parauglaukums āra vidē



Parauglaukums telpā

2.9. att. Zāgmateriālu aizsardzības testa parauglaukumi Niedrāji SIA teritorijā

Parauglaukumus pirmo reizi auditēja 12.04.2021. parauglaukumu izvietojanas vietā, jo iestājoties aukstajam gada laikam sēņu aktivitāte, kas galvenokārt, iedarbojas uz koksnes pārklājumu, to noārdot, ir paaugstināta vides temperatūrā, kas augstāka par +5⁰C.



2.10. att. paraugl aukumu auditēšana 12.04.2021

Secinājumi no paraugl aukumu apsekošanas: ar industriāli izmantot koksnes aizsardzības līdzekli un kontroles paraugi (apslacīti ar ūdeni) ir ieguvuši pelēcīgu nokrāsu. Ar pētījumā izstrādātajiem koksnes aizsardzības līdzekļiem. Ir nepieciešams dabisko novecināšanu turpināt.

Paraugl aukumus otro reizi auditēja 10.06.2021. paraugl aukumu izvietošanas vietā.



2.11. att. Paraugl aukumu auditēšana 10.06.2021

Apsekojot abus iekārtotos paraugl aukumus novēroja, ka ar projektā izstrādāto zāģmateriāla aizsardzības līdzekli, koksnes bojājumi nav novērojami, taču ir novērojami paraugu apputekļošanās, ko izraisa vides vēja saneses. Uz ūdens bāzes aizsardzības līdzeklis un kontroles paraugiem šāda apputekļošanās nav novērojama, jo vēja saneses var viegli atdalīt no zāģmateriālu virsmas, kas pretstatā pētījumā izveidotā koksnes aizsardzības līdzeklim, ir eļļaina un nedaudz lipīga. Ņemot vērā iegūtos pētījuma rezultātus un atziņas, jauniegūtie koksnes pārklājuma līdzekļi nav izmantojami koksnes izstrādājumu aizsardzībai un ir nepieciešams mazināt pārklājumu eļļainās, lipīgās īpašības, pievienojot cietinātāju, vai samazināt uzklājuma biezumu.

Koksnes aizsardzības līdzekļa uzklāšanas līdzekļa uzklāšanas metodei nav būtiskas ietekmes uz koksnes aizsardzību novecinot zāģmateriālus ārējās vides apstākļos.

2.4. Bioloģiskā līdzekļa uzklāšanas metodes izstrāde



Bioloģiskais aizsardzības līdzeklis ir ļoti viskozs, abrazīvs šķīdums un stādiņu stumbru formas dažādība limitē rūpnieciski izmantojamo repelenta uzklāšanas tehnoloģiju izvēli. No repelenta uzklāšanas metodēm ir potenciāli pielietojamas šādas metodes:

1. Uzklāšana ar gumijotu cimdu. Šī uzklāšanas metode ir viena no lētākajām un koku stādu saudzējoša repelenta uzklāšanas metode. Jāatzīmē, ka šī metode ir viena no neproduktīvākajām, kas būtiski sadārdzina repelenta uzklāšanas izmaksas, rēķinot uz 1 aizsargāto stādiņu. Taču šī metode ir piemērojama, lai pētījumā pārbaudītu repelenta

dažādās receptūras noturību uz limitētu (~10 gab) stādu skaitu, iestrādājot repelentu randomizēti atjaunotajā mežā.

2. Repelenta uzklāšana ar veltņu sistēmu. Šī repelentu uzklāšanas tehnoloģija ir veicama tikai koku kailsakņiem, ko uzklāj stādiem, kad tie ir novākti no lauka un tiek pārvietoti uz saldētavām, pārziemošanai. Projektā šī repelenta uzklāšanas tehnoloģija nav piemērtota, jo ir sezonalitātes ietekme, kas limitē repelenta praktisko testēšanu ārējā vidē, reālos dabas apstākļos. Tā kā projekts pieļauj tikai vienu sezonu, tad no repelenta uzklāšanas tehnoloģijas un repelenta receptūras izstrādes viedokļa šāda repelenta uzklāšanas tehnoloģija neatbilst projekta izpildes laika plānojumam un būtiski pagarinātu projekta izpildes laiku, kas projektā nav attiecināts.
3. Repelenta uzklāšana ar smidzināšanas tehnoloģiju, pielietojot lielas lauksaimniecības traktortehnikas un agregātus, ir viena no plašāk koku stādaudzētavās repelentu uzklāšanas tehnoloģijām. Pielietojot šo repelenta uzklāšanas tehnoloģiju, ir nepieciešams liels apjoms testējamā repelenta (~300l), kas no repelenta attīstības viedokļa un projekta izpildei paredzētajā līdzekļu izlietojuma nav saimnieciska, jo receptūras aprises ir izstrādātas projekta beigās un lielapjoma repelentu izstrādes tehnoloģiskās iekārtas nav izveidotas. Tādēļ šo uzklāšanas tehnoloģu pētījumā praktiski neizskata, bet iepazīstas ar smidzināšanas tehnikas uzbūvi un identificē tehniskos parametrus, kas limitē repelenta receptūru (piemēram, minimālais uzpildījums ir 300l, sprauslas diametrs – 2mm, sprauslas uzbūve ir komplicēta, un caur sprauslu var pūst tikai neabrazīvās daļiņas, kas nozīmē, ka abrazīvās daļiņas ir jāuzklāj manuāli vai izmantojot atsevišķu pneimatisku abrazīvo daļiņu uzpūtēju, vai manuāli).

Izvērtējot augstāk minētos, pieejamos jaunā repelenta uzklāšanas metodes ir nepieciešams izstrādāt jaunu repelenta uzklāšanas metodi. Projekta realizācijas laikā tika izstrādāts un uzsākta jauna, ekoloģiska repelenta uzklāšanas metode – ar repelentu piesūcināta elastīga papīra josta, kas ir gaisa caurlaidīga, nepieguļ hermētiski koka stumbam (neveidojas slēgtas vietas, ko izmanto koksngrauži, lai slēptos no saviem dabiskajiem ienaidniekiem, kā arī meža apsaimniekotājam / īpašniekam ir ātrāk un vieglāk pamanāmi iespējamie koka stumbra bojājumi, ja gadījumā aizsardzības līdzekļa efektivitāte ir beigusies pirms plānotā laika). Izstrādātā papīra prototips – 2.12. att.

	Papīra josta perforācija, miera stāvoklī (30cm)
	Papīra josta perforācija, izstieptā stāvoklī (90cm)

2.12. Inovatīvā papīra josta koka stumbra aizsardzībai.

Ņemot vērā, ka papīra josta ar perforāciju, deformācija ir atkarīga no perforācijas biežuma (iegriezumi/ loksnes garumu), tika izveidoti vairākas papīra jostas, kuru perforācijas periods ir:

1. 10mm;
2. 20mm;
3. 30mm;
4. 40mm.

Papīru jostu stiprība ir atkarīga no jostu platuma un neperforētā papīra slāņa, loksnes malās. Šāda elastīga papīra josta, nodrošina:

1. Papīra josta neieaug koka stumbrā, koka zaru padusēs, kā tas ir ar plastikāta sietiņiem un lentām, ko izmanto koku stādu aizsardzībā;
2. Josta ir gaisa caurlaidīga un nepieguļ cieši klāt koka stumbram, radot drošu vidi koksngraužiem, aizsargājot tos no dabiskajiem ienaidniekiem;
3. Neveidojas izsūtumi koka stumbram uzsilstot un atdziestot pavasara saulē;
4. Papīrs vidē noārdās, tādēļ nav nepieciešama pēc koku stādu aizsardzības pasākuma jostu atsevišķa noņemšana no koku stumbriem un utilizācija, kas rada papildus izdevums meža īpašniekam.

Uzliekot šādu jostu uz koka stumbriem, ir ērti, pieregulēt attiecīgās jostas garumu, papīra jostu pārtraujot. Tas nozīmē, ka šādu repelenta papīra jostu var izveidot uztītā rullī (līdzīgi kā līmlentes), kuru aptin ap koku stumbru. Šāda repelenta papīra ruļļa prototipēšana ir nepieciešams attīstīt turpmākajos projektos.

Papīra jostā uzklāta repelenta uzklāšanas metodi izvietoja “Niedrāji MR” SIA priežu jaunaudzēs projekta noslēgumā un jostas darbības efektivitāte un noturību ir nepieciešams monitorēt vismaz vienu sezonu.

Ieteikumi papīra jostas prototipam:

1. Papīra iegriezumiem ir jābeidzas ar riņķveidīgu caurumu, lai vienmērīgāk sadalītu spriegumu izstiepšanās periodā, samazinot nejaušas papīra jostas pārraušanas gadījumus.



2.13. Mehānisko spriegumu izlīdzinātājs iegriezuma vietā.

2. Nepieciešams veikt padziļinātu izpēti par papīra jostas telpisko preforāciju, tādā veidā palielinot īpatnējo jostas platumu, tādā veidā pagarinot koksngrauža kontaktu ar koksnes aizsardzības jostu, palielinot jostas darbības efektivitāti. Piemēram – flutings (gofrētā kartona vidējais slānis, vilnītis). Ir uzsāktas sarunas ar M.Pēlēci (ražošanas vadītājs, StoraEnso Packaing, SIA) par papīra jostas prototipēšanas iespējām StoraEnso Packaing.
3. Nepieciešams padziļināti identificēt optimālāko papīra šķirni, kas nodrošina jostas darbības efektivitāti un kalpošanas laiku.

3. Koksnes bojājumu ilgtermiņa ietekmes raksturošana

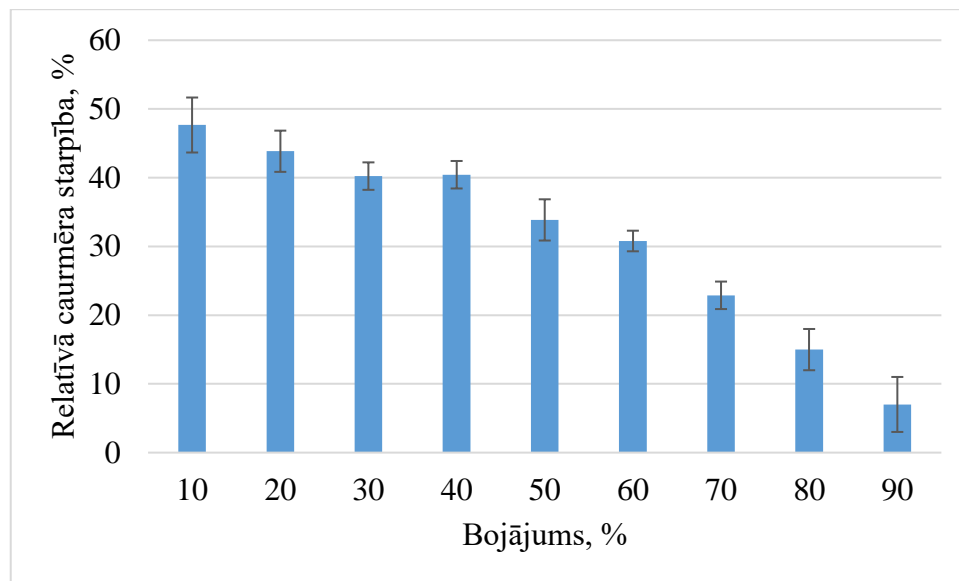
Koksnes bojājumu ilgtermiņa ietekmes raksturošanai veikti 6 testi kā atsevišķas darbu paketes, analizējot koksnes bojājumu ilgtermiņa ietekmi 2 ģeogrāfiski attālās teritorijās, kur iespējams saglabāt objektus monitoringa (pētījumu) vajadzībām pēc šī projekta beigām. Katrā objektā izvēlēti 48

paraugkoki, kur dimensijas katrā no 4 grupām (3 apstrādes varianti/receptes un kontrole) būtu līdzīgas. Ievākti paraugi un laboratoriski noteikta dažādu dendrofāgo sēņu sugu klātbūtne katrā no darba paketēm. Paraugkokiem veikta mizas bojāšana un uzklāti izstrādātie koku aizsardzības līdzekļi. Pētījuma noslēgumā ievākti paraugi un laboratoriski raksturota dendrofāgo sēņu klātbūtne. Tomēr šī pētījuma aktivitāte ir turpināma (un to paredzēts darīt) ārpus šī projekta, jo dendrofāgās sēnes bojājuma vietā var parādīties un to ietekmēt vairāku gadu laika posmā. Papildus (saskaņā ar projekta metodiku) veikta arī vēsturiski bojāto egles audžu vērtēšana (eksperiments, kurā pastāvēti dažādi egles genotipi – 3.1. att.), raksturojot vēsturisko pārnadžu (brīžu) izraisīto stumbra mizas bojājumu ietekmi uz koku saglābšanos un augšanu.



3.0.1. att. Egles stādījums ar nozīmīgiem mizas bojājumiem.

Konstatēta nozīmīga vēsturisko mizas bojājumu apjoma (% no koka apkārtmēra) ietekme uz koka augšanu pēc šī bojājuma (3.2. att.). Nelieli bojājumi (līdz 20%) pieaugumu neietekmē nozīmīgi vai statistiski būtiski, kas skaidrojamas ar koku spēju kompensēt šādu bojājumu radīto ietekmi. Pieaugums nozīmīgi samazinās, bojājumu apjomam sasniedzot vismaz 50% no stumbra apkārtmēra un nozīmīgi kavējot vielu plūsmu kokā.



3.0.2. att. Mizas bojājuma apjoma (% no stumbra apkārtmēra) ietekme uz koka caurmēra diferenci eglei

Līdzīga sakarība ar bojājumu apjomu konstatēta arī koku augstumam, tā relatīvajai starpībai mainoties no gandrīz 30% kokiem ar bojājumu apjomu līdz 20% no apkārtmēra līdz 12% kokiem ar nozīmīgu bojājumu (70-80% no apkārtmēra). Konstatēta statistiski būtiska ģenētikas (genotipa) ietekme uz koku reakciju uz bojājumu, bet ne uz bojājuma klātbūtni vai apjomu. Tāpat konstatēta kā arī koka sākotnējā (bojājuma rašanās laika) caurmēra ietekme, lielākiem kokiem esot mazāk jutīgiem pret bojājumu. Tātad ar meža selekcijas palīdzību gan tieši (modificējot jutību) gan netieši (modificējot augšanu – tātad caurmēru konkrētā vecumā) iespējams mazināt daļu no mizas bojājuma negatīvās ietekmes, bet ne mazināt vai novērst šāda bojājuma rašanos. Tāpat netika konstatētas nozīmīgas koku ģenētikas noteiktas atšķirības sēņu sugu klātbūtnē bojājuma vietā, tomēr šo rezultātu daļēji ietekmēja arī ierobežotais ievākto paraugu skaits. Sēņu inficēti bija visi bojājumi, kuru apjoms pārsniedza 50% no stumbra apkārtmēra, liecinot par nozīmīgu ilgtermiņa ietekmi, ko būtu iespējams mazināt, vai nu bojājumus novēršot, vai veicot to apstrādi (un novēršot koksni noārdošo sēņu iekļuvu).

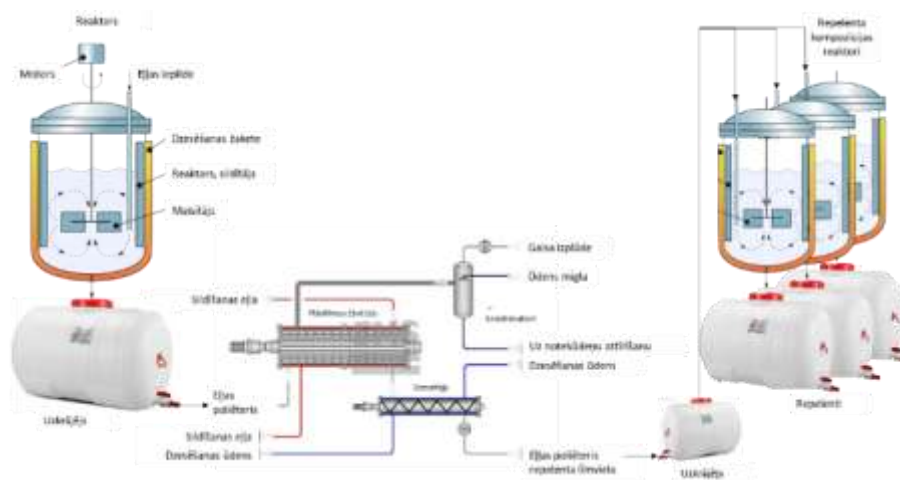
4. Jauna bioloģiskā līdzekļa produkta un tehnoloģijas definēšana.

Pētījuma laikā ir izstrādātas bioloģiskā repelenta pagatavošanas tehnoloģijas, kas ietver augu eļļu epoksidāciju, polieterifikāciju, sajaukšanu ar repelentu aktīvajām vielām. Tā kā koka aizsardzībai ir nepieciešama elastīga saistviela, kas saista repelenta aktīvās vielas ar koka stumbru, tad liela

ietekme ir saistvielas elastīgumam un lipīgumam. Repelenta elastīgās saistvielas funkcijas pilda poliēteris, ko iegūst augu eļļas epoksīda poliesterifikācijas reaktorā.

Koka stumbra aizsardzībai un koksnes aizsardzībai no sēņu, dendrofāgo kukaiņu un pārnadžu bojājumiem, ir izveidotas trīs repelentu ražošanas tehnoloģijas, kas savā starpā būtiski neatšķiras, atšķirības ir repelenta ražošanai nepieciešamo vielu izvēle un sajaukšana, kas ir būtiska priekšrocība pētījumā identificēto dažādo receptūru ražošanas tehnoloģiju ieviešanai praksē.

Galvenā bioloģiskā koku un koksnes aizsardzības līdzekļa tehnoloģiskā shēma ir attēlota 4.1. attēlā.



4.0.1. att. Repelenta ražošanas shēma

Repelenta ražošana notiek 3 galvenajos tehnoloģiskajos posmos:

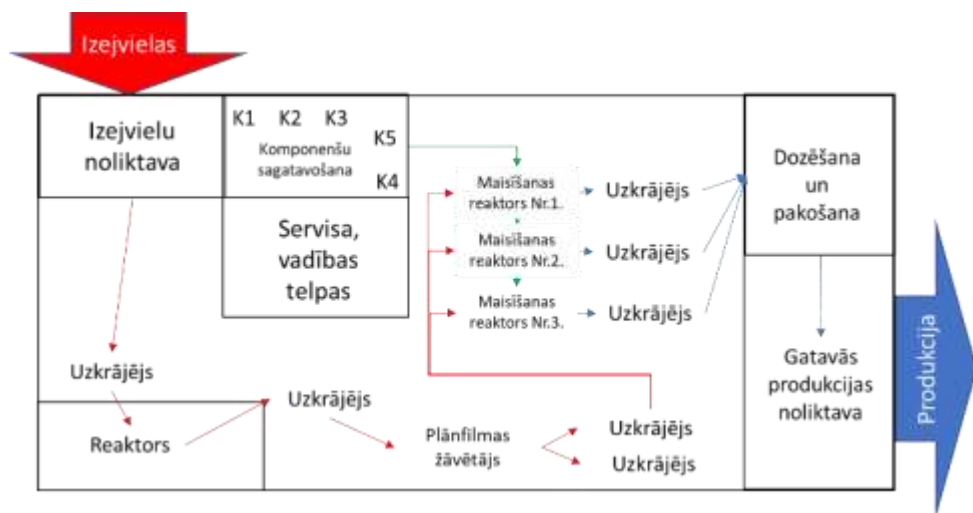
1. Reaktors, kurā notiek augu eļļas poliesteru sintēze 50 – 60°C temperatūrā. Pēc kura, sagatavoto poliesteru eļļu ievada un uzkrāj uzkrājējā. Šādu reaktoru ir ieteicams izvēlēties ar darba tilpumu 1-3 m³, jo lielāku reaktora izveides gadījumā būtiski pieaug risks, ka kļūmes sintēzes reakcijas gadījumā būt gan ar lielām avāriju sekām, jo sintēzes reakcija ir eksotermiska, un būtu problemātiski lielāku reaktoru atdzesēt, pieaug tehnoloģiskas problēmas iegūt vienmērīgu ķīmisko reakciju visā reaktora tilpumā, kas var radīt repelenta kvalitātei neatbilstošu poliesteru, ko nepieciešams utilizēt. Tādēļ ražotnes jaudas kāpināšana ir iespējama uzstādot papildu skaitu reaktorus.
2. Plānfilmas žāvētājā augu eļļas poliesteru sabiezina līdz augu aizsardzības līdzekļa izveidei nepieciešamai viskozitātei un atdzesē. Sabiezināto poliesteru uzkrāj uzkrājējā.

3. Repelenta ražošanai nepieciešamās kompozīcijas maisītāja (reaktora), kurā izveido repelenta viendabīgu vielu kompozīciju un uzkrājēju. Repelenta maisītāju darba tilpumam ir jābūt vienādam vai lielākam par sintēzes reaktora darba tilpumu.

Tā kā katra repelenta vielu sastāvs būtiski atšķiras, tad kvalitatīvas produkcijas ražošanai ir nepieciešams savs kompozīcijas samaisīšanas reaktors un uzkrājējs, jo atsevišķiem repelentiem, piemēram zāģmateriālu un koku stumbru aizsardzībai no sēņu bojājumiem, nav pieļaujamas minerālās daļiņas, ko izmanto repelenta ražošanai, lai aizsargātu koka stādus no pārnadžu bojājumiem. Tādēļ būtiski ir, palielinot ražošanas asortimentu dažādību, attiecīgi palielināt samaisīšanas reaktoru un uzkrājēju skaitu. Pie nelieliem repelentu ražošanas apjomiem (līdz 50l/nedēļā), var izmantot vienu maisīšanas reaktoru un uzkrājēju.

Uzkrājēju tilpumam ir jābūt vismaz 3x lielākam par sintēzes reaktora darba tilpumu, jo avārijas repelenta ražotnes tālākajā tehnoloģiskajā līnijā, piemēram plānfilmas žāvētājā, ļauj pabeigt reaktorā uzpildītās eļļas sintēzi. Šādi var būtiski samazināt potenciālā ražošanas brāķa veidošanos risku, ražotnes avārijas gadījumā.

Perspektīvās ražotnes tehnoloģiskā shēma ir apkopota 4.2. attēlā.



4.0.2. att. Perspektīvās repelentu ražotnes tehnoloģiskā shēma.

Apzīmējumi: sarkans – izejvielu plūsma, zaļš – komponentu plūsma, zils – gatavās produkcijas (repelenta) plūsma. Kx – repelenta x komponentes sagatavošanas iecirknis

Ražotnes telpas sastāv no izejvielu noliktavas, reaktora, ražotnes, dozēšanas un pakāšanas telpām, gatavās produkcijas noliktavas telpām, kā arī komponentu sagatavošanas telpas, kurā sagatavo repelenta komponentes nepieciešamā darba šķīdumā. Visu ražotni uzrauga un kontrolē no servisa vadības telpas. Ražotnei ir nepieciešams viens motorizēts pacelājs, kas veic izejmateriālu

izkrašanu un gatavās produkcijas iekraušanu autotransportā. Jāņem vērā, ka ražotnes izvietojumam ir jābūt uz ūdens necaurlaidīgas pamatnes, ar iebūvētu noteces sistēmu, lai avārijas gadījumā nepiesārņotu apkārtējo vidi un noplūdušās repelenta sastāvdaļas, savāktu avārijas baseinā, kur tās neitralizētu un tālāk novadītu bioloģiskajās attīrīšanas iekārtās tālākai attīrīšanai.

7. Publicitāte

Projekta izstrādes laikā ir veikti 3 publicitātes pasākumi. meža īpašniekiem un apsaimniekotājiem – trijos pasākumos (atbilstoši plānotajam): 26.08.2021. a/s Latvijas valsts meži darbiniekiem Sēklas un stādi telpās; 18.08.2020. un 16.09.2021. privātajiem meža īpašniekiem Meža pētīšanas stacijas attiecīgi Jelgavas un Mežoles un meža novadā. Publicitātes pasākumos ir apskatītas koku stādu ražošanas praksē izmantotās tehnoloģijas un tehnoloģiskās iekārtas. Tāpat ir identificēti jau praksē izmantotajiem koku stādu aizsardzības līdzekļu trūkumi. Kā vienu no svarīgākajiem trūkumiem meža īpašnieki un apsaimniekotāji min labvēlīgo vidi kaitēkļiem ko rada mehāniskie aizsardzības līdzekļi – starp izmantotajiem mehāniskajiem aizsardzības līdzekļiem un koku stādu veidojas slēgta vide, kas piemērota dendrofāgo kukaiņu dzīvesvietai, jo arī dabīgie kukaiņu ienaidnieki nespēj laikus pamanīt kukaiņus, un tādēļ veidojas droša un labvēlīga vide koku bojājošiem kukaiņu dzīves telpai (skat. 7.1. att.). Tāpat ir identificēts ūdeni un akrilātus saturošu koksnes aizsardzības līdzekļa trūkums kokaudzētavās – šie koku aizsardzības līdzekļi izžūst un kļūst trausli (skat. 7.1. att.).



7.0.1. att. Koku stādu rūpniecībā izmantot aizsardzības līdzekļu trūkumi

Koka stādam augot, veidojas aizsardzības līdzekļa mikroplaisas, ko izmanto dendrofāgie kukaiņi. Iepazīstinot publicitātes pasākumā esošos dalībniekus ar pētījumā izstrādāto repelenta prototipu ir identificēti vairāki praktiskas izmantošanas jautājumi, kas nav ietverti šajā pētījumā un ir nepieciešami turpmāki pētījumi, lai repelentu ieviestu koku stādu ražošanā:

1. Repelenta ietekme uz koka stāda pieaugumu un veselību (koka elpošana, ietekme uz koka struktūru u.c.);
2. Repelenta uzklāšanas, tehnoloģisko iekārtu apsaimniekošana un utilizācija;
3. Repelenta žūšanas laiks un koku stādu aizsardzība pēc stādu “ieziemošanas” saldētavās;
4. Repelenta kalpošanas laiks (sezonas) un ilgtermiņa aktivitāte.
5. Potenciālā dendrofāgo kukaiņu un pārnadžu aizsardzības līdzekļa apvienošana vienā repelentā;
6. Potenciālā realizācijas cena un repelenta ražošanas uzsākšana, un apjomi.

Secinājumi

1. Augu eļļas polieterifikācija augstās temperatūrās (120 – 180⁰C) notiek ļoti strauji, kā rezultātā iegūst kaučukam līdzīgu vielu, kas repelenta līmvielai nav izmantojama, un ir sarežģīti pēc tam tehnoloģiski kontrolējama. Augu eļļas polieterifikācija zemākās temperatūrās (120 – 180⁰C) notiek pakāpeniski, kas ļauj vieglāk prognozēt un kontrolēt polieterifikācijas procesu.
2. Augu eļļas epoksīdi veiksmīgi pasargā koksni no *Heteroforidion Annosum*, *Stereum Sanquinodentum* un *Trametas Versicola*, ja tā sastāvā ir pievienots lignofenoli.
3. Izstrādātais koksnes aizsardzības līdzeklis, kas satur ēterificētu augu valsts eļļu ir nežūstoša un putekļu piesaistošs vielu maisījums, kas apgrūtina koksnes izstrādājumu praktisko pielietojumu.
4. Pētījumā izstrādātās repelentu receptūras uzrāda labus koku stādu aizsardzības rezultātus, uzklājot to ar cimdu (nav konstatēti uzlabojumi, veicot uzklāšanu ar otu vai smidzinātāju). Izstrādātās atlasītās receptūras ir attīstāmas pilotiekārtu ražošanas mērogā.

Rekomendācijas

Rekomendējam izmantot zemas temperatūras (120 – 180⁰C) augu eļļu repelenta elastīgās saistvielas ražošanai, jo polieterifikācijas reakcija notiek pakāpeniski un nenotiek epoksīda strauja degradācija.

Rekomendējam izpētīt un izveidot repelenta tehnoloģiju, pielietojot industriālās augu eļļas. Rekomendējam attīstīt koku stādu aizsardzības līdzekļa receptūru un tehnoloģiju, papildus noskaidrojot koku stādu audzētāju un meža īpašnieku jautājumus, kas nav identificēti un noskaidroti šajā pētījumā:

1. repelenta ietekme uz koka stāda pieaugumu un veselību (koka elpošana, ietekme uz koka struktūru u.c.);
2. repelenta mehānizēta uzklāšanas, tehnoloģisko iekārtu apsaimniekošana un utilizācija;
3. repelenta žūšanas laiks un koku stādu aizsardzība pēc stādu “ieziemošanas” saldētavās;
4. repelenta kalpošanas laiks (sezonas) un ilgtermiņa aktivitāte.
5. potenciālā dendrofāgo kukaiņu un pārnadžu aizsardzības līdzekļa apvienošana vienā repelentā;
6. potenciālā realizācijas cena un repelenta ražošanas uzsākšana, un apjomi;
7. abrazīvās daļas pievienošana atsevišķām receptūrām.

Partneru ieguldījums

SIA “Energo Rīga Serviss”

Vadošā partnera uzdevums bija koordinēt projekta norises gaitu, piedalīties tehnisko aktivitāšu īstenošanā (līdzekļa ražošanā, uzklāšanā, testēšanā, datu ieguvē un apkopošanā). Nodrošināt projekta publicitāti, koordinēt iepirkumu procedūras. Apkopot pētījumos iegūtos datus. Veikt intelektuālā īpašuma tiesību aizsardzību. Vadošais partneris ieguva jaunas zināšanas bioloģisko līdzekļu un to uzklāšanas metožu izstrādes jomā skujkoku jaunaudzju aizsardzībai.

APP “Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūts”

Sadarbības partnera uzdevums bija sadarībā ar “Silava” izstrādāt receptūras, veikt receptūru paraugu un pilotpartiju ražošanu, izmantojot institūtā pieejamo infrastruktūru. Testēt izstrādātos līdzekļus laboratorijas un reālās darbības vidē. Apkopot, analizēt pētījuma datus. Sadarbības partneris ieguva jaunas zināšanas bioloģiski aktīvo līdzekļu sintēzes jomā – pētījumi par augu aizsardzības līdzekļiem līdz šim institūtā nebija veikti.

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”

Sadarbības partnera uzdevums bija sadarbībā ar Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūtu izstrādāt receptūras, kā arī uzklāšanas metodes, veikt pētījumus par izstrādāto līdzekļu ietekmi uz dendrofāgajiem kukaiņiem un sēnēm. Veikt koksnes bojājumu ilgtermiņa ietekmes raksturošanu. Testēt izstrādātos līdzekļus laboratorijas un reālās darbības vidē. Apkopot, analizēt pētījuma datus. Sadarbības partneris ieguva jaunas zināšanas ķīmijas jomā, sadarbojoties ar Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūta zinātnieku, specifiski augu aizsardzības līdzekļu ķīmiskajā sastāvā.

SIA “Niedrāji MR”

Sadarbības partnera uzdevums bija nodrošināt mežus un jaunaudzes pētījumu veikšanai, apsekot un nolasīt pētījumu rezultātus, veikt ar bioloģisko līdzekli apstrādāto mežu monitoringu. Dalīties ar iegūtajiem datiem ar pārējiem partneriem. Sadarbības partneris ieguva jaunas zināšanas par mežu un jaunaudžu aizsardzības iespējām no pārnadžu, sēņu un kukaiņu bojājumiem, pieredzi mežu monitoringu veikšanai zinātnisko pētījumu vajadzībām. Šī ir sadarbības partnera pirmā pieredze zinātniskā pētījumā.

Visu partneru kopīgais ieguvums – komercializējams intelektuālais īpašums - jauns bioloģisks koksnes aizsardzības līdzeklis un tā uzklāšanas metode.