

PROJEKTA NR. 23-00-A01612 – 000007

**“SKUJU ZAĻĀS BIOMASAS PILNA CIKLA PĀRSTRĀDE
AUGSTVĒRTĪGU IZEJVIELU ĶĪMIJAS UN FARMĀCIJAS
INDUSTRIJAI IEGUVEI”**

PĀRSKATS PAR MP5 PERIODĀ

(2024. GADA AUGUSTS – OKTOBRIS)

VEIKTAJĀM DARBĪBĀM



SILAVA, 2024.

SATURS

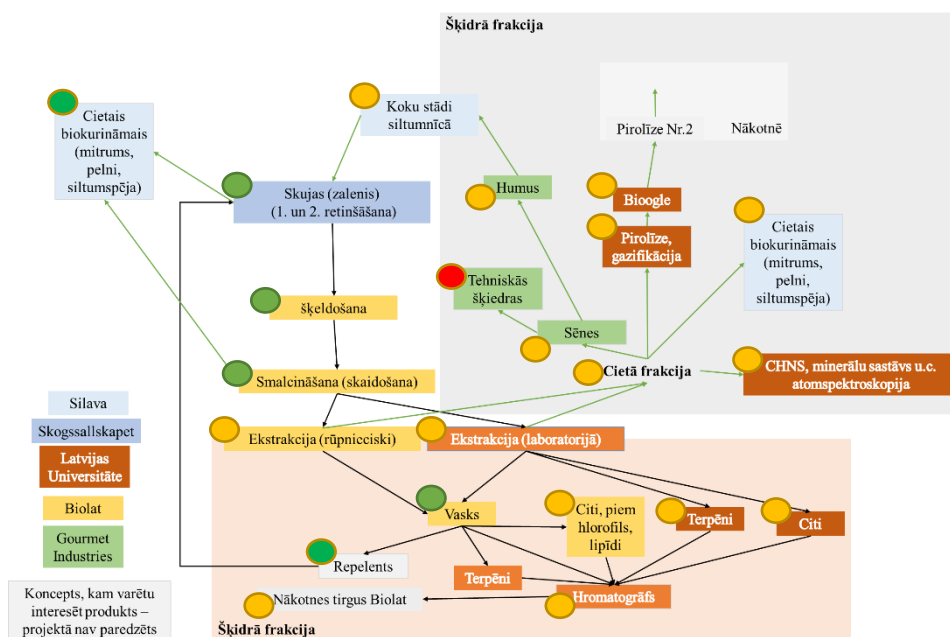
1. PROJEKTA VISPĀRĒJĀ SHĒMA	3
2. IEPĪRKUMA VEIKŠANA	3
3. BIOMASAS SAGĀDE	3
4. BIOMASAS EKSTRAKCIJA UN ATLIEKU HTC	4
4. HUMUSVIELU TESTĒŠANA AR PRIEŽU STĀDIEM	4
5. CIETĀ ATLIKUMA BIOLOĢISKĀ KONVERSIJA	5
6. CIETĀS BIOMASAS SILTUMSPĒJAS NOTEIKŠANA	8
7. PUBLICITĀTES NODROŠINĀŠANA.....	9
8. PUBLICITĀTES NODROŠINĀŠANA.....	10
SECINĀJUMI	12
PIELIKUMS.....	13

Projekta vadošais partneris: LVMI Silava

Projekta sadarbības partneri: Latvijas Universitāte, SIA Gourmet Industries, SIA Biolat, SIA Skogssallskapet.

1. PROJEKTA VISPĀRĒJĀ SHĒMA

5. PM laikā ir veiktas (zaļš) un turpina (dzeltens) pētnieki strādāt pie projekta vairāku sadaļu realizācijas, kas atzīmētas projektā shēmā Nr.1. Ar sarkanu ir atzīmētas pētnieciskās stadijas, kuras uzsāks pētīt tuvākajā laikā.



1.att. Projekta principiālā shēma un progress. Apzīmējumi zaļš – paveikts; dzeltens – pētījums turpinās; sarkans – tuvākajā laikā tiks uzsākts.

2. IEPIRKUMA VEIKŠANA

Projekta MP5 materiālu un piederumu iepirkšana ir veikta saskaņā ar partneru izlieto materiālu atjaunošanu t.i. partneri ir saņēmuši nepieciešamos laboratorijas reaģentus un materiālus. Maksājuma dokumenti ir iekļauti MP5.

3. BIOMASAS SAGĀDE

5MP laikā jaunas skuju partijas netika piegādātas, jo pēc tām nebija nepieciešamība. Jaunas biomasas sagādes būs nepieciešamas MP6 laikā, kad vides temperatūra būs tuvu 0°C, lai samazinātu šķīdinātāja izvaikošanu (zudumus).

4. BIOMASAS EKSTRAKCIJA UN ATLIEKU HTC

Nodaļas pētnieciskajā izstrādē iesaistītie partneri: LU, Biolat un Silavas pētnieki.

Biolat AS veca zaļās biomasas pilotpartijas sagatavošana ekstrakcijai, lai pārliecinātos par ekstrakcijas iekārtu tehnoloģisko darību. Veica iekārtu siltināšanu, darbam zemākās ekstrakcijas temperatūrās, kā arī veica siltummaiņu regulēšana optimālu darba apstākļu nodrošināšanai. Ieguva sākotnējo tehnisko ekstraktu tālākai izpētei. Paredzams, ka nākamo ekstraktu pētniecībai iegūs no jaunaudzēs audzētajām eglēm decembra mēnesī.

LU pētnieciskā daļa veica skuju biomasas HTC atkārtojumus, lai pārliecinātos par rezultātu atkārtojamību. Iegūtajiem humīnskābju šķīdumiem noteica kopējo oglekļa saturu (TOC), kopējos cukurus, kopējos polifenolus, procianidīnus, flavanolus, antiradikālās un antioksidatīvās aktivitātes testus. Kopumā veiktas 7 dažādas analīzes 30 paraugiem 3 atkārtojumos, kas veido 1890 rezultātus. Iegūto rezultātu salīdzināšanai nepieciešams izveidot statistiskās apstrādes metodi, lai liela daudzuma dati tiktu vizualizēti un būtu viegli saprotami.

Paralēli eksperimentu veikšanai tiek gatavota publikācija par zaleņa ekstrakciju ar dažādiem spirtiem.

4. HUMUSVIELU TESTĒŠANA AR PRIEŽU STĀDIEM

MP4 pārskata laikā izveidotajās 8 kasetēs pa 15 stādiem kasetē, kas iekārtotas pēc shēmas (skat. 7. tabulu), saskaņā ar nosprausto plānu (pavasaris – vasara piebarošana 2x mēnesī; rudens – 1x mēnesī; ziemā – neveic piebarošanu), veica piebarošanu un augu veselības vizuālo kontroli:

1.tabula.

Stādu un piebarošanas shēma

Kasetes Nr.	Substrāts	Humusvielu piebarošana	Piebarošana		
			12.08.	08.09.	10.10.
1	Ekstraģētas skujas	Ekstrakts ar pelniem	X	X	X
2	Ekstraģētas skujas	Sintētiskās humusvielas	X	X	X
3	Ekstraģētas skujas	Kontrole – bez papildus piebarošanas			
4	Ekstraģētas skujas	Ekstrakts ar pelniem	X	X	X
5	Ekstraģētas skujas	Sintētiskās humusvielas	X	X	X
6	Kūdra + perlīts	Ekstrakts ar pelniem	X	X	X
7	Kūdra + perlīts	Kontrole – bez papildus piebarošanas			
8	Kūdra + perlīts	Ekstrakts ar pelniem	X	X	X

Pēc plāna oktobra beigās veica stāda pieauguma pārmērīšanu. Patreizējie rezultāti norāda, ka skuju substrāta un humusvielu ieguves veidam (LU vai Silava) neuzrāda būtisku atšķirību ($\alpha > 1,000$) un vidējais stādu pieaugums (augusts – oktobis) ir 2,5% robežās, kas veido ~5-8mm. Tas skaidrojams ar to, ka augi monitorēšanas laikā vēl nav izmantojuši padotās barības vielas pieauguma veidošanā, augšanas sezonas nobeigumā. Kas sasaucas ar Silavas skujkoku pētnieka Dr.silv. Ā.Jansona pausto domu, ka lielāku egļu pieaugumu varēs novērot pavasarī, kad priedes “modīsies” jaunajam veģetācijas periodam un stādi būs uzsūkuši barības vielas “līdz galotnei”. Jāatzīmē, ka oktobrī veiktajā stādu monitorēšanas laikā priedēm tika identificētas dzeltenas apakšējās skujas, kas nozīmē, ka priedes nejutās veselas. Veicot darba grupas pārrunas (Silava un LU pētnieki), nosprieda, ka dotās humusvielu devas ir par lielu un ir būtiski samazināmas t.i. jāpalielina humusvielu atšķaidījums – 1:1000, ko plānots ieviest nākamajā sezonā (pavasarī) reizē ar jauno barības vielu padošanu.

5. CIETĀ ATLIKUMA BIOLOĢISKĀ KONVERSIJA

MP5 sagatavots IBC konteineris ar 2. versijas barotni. Barotne satur nepasterizētu substrātu un tā ir bagātnāta ar kaņepju sēklu rausi un kalcija sulfātu. Lai barotne saturētu vairāk gaisa, tai pievienoja kultivēts savvaļas kultūras paraugs.



5. att. Sagatavotās barotnes.

Projekta laikā pasūtītas izgatavošanai ekstrakcijas iekārtas detaļas, lai ekstraktētu pārstrādāto skuju substrātu. Ekstrakcijas iekārta izgatavota no caurules, kurai apakšā piestiprināts siets. Augšpusē ir vāks, kurā var ievadīt gaisu no kompresora, lai būtu mazāki ekstrakcijas zudumi. Ekstrakcijas kamera ir iestiprinātā rāmī ar eņģēm, lai varētu izkraut substrātu pēc ekstrakcijas.



6.att. Samontētā ekstrakcijas iekārta.



7.attēls. Substrāts 1, kurā ir cauraugusi kultūra.

7.attēlā var novērot balto nokrāsu, kas ir sēņu kultūras *Phlebiopsis gigantea*(PG) micēlijs.

MP5 laikā ir ekstraktēts pirmais IBC konteineris, kas satur pirmo barotni. Barotne ir kultivēta 5 mēnešus.

Barotnē var novērot kultūras cauraugšanas pazīmes. Ekstrakcijas tiek veiktas izmantojot divus dažādus šķīdumus: 1% pelnu šķīdums ūdenī, un 1% kālija hidroksīda ūdens šķīdums.



8.att. Ekstraktora pildīšana ar substrātu



9.att. Šķīdinātāja pievienošana

Pēc ekstrakcijas ir iegūtas divas masas – šķidrā un cietā



10.att. Ekstrakcijas process. Šķidrā frakcija



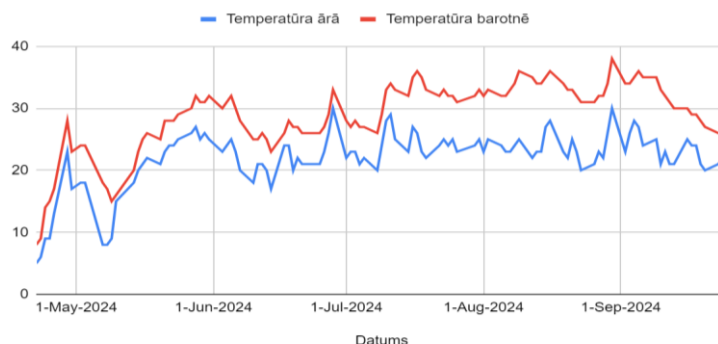
11.att. Sausais atlikums ekstraktorā

Iegūto ekstraktu sausnes procenti:

1% pelnu šķīduma ekstrakta sausne ir 4,5 %.

1% Kālija hidroksīda ekstrakta sausne ir 4,9 %.

Pirmās barotnes augšanas temperatūra tiek atspoguļota grafikā.



12.att. Āra un barotnes temperatūru izmaiņas

Novērots, ka barotnes temperatūra ir atkarīga no vides temperatūras, jo IBC konteineris naktīs atdziest un dienā uzsilst. Kad āra temperatūra ir augstāka, izdalās biotehnoloģiskais siltums no barotnes, kas ir fermentācijas rezultāts. Pie augstākām temperatūrām fermentācija notiek aktīvāk un rezultātā barotne naktīs lēnāk atdziest. Aktīvākā fermentēšana novērota no jūlija vidus līdz septembra vidum. Septembra beigās var novērot fermentēšanās aktivitātes samazināšanos un pakāpenisku barotnes atdzišanu. Barotnes mitrums tika monitorēts un barotni laistīja pēc nepieciešamības. Barotnes mitrumu uzturēja robežās 65-75%.

6. CIETĀS BIOMASAS SILTUMSPĒJAS NOTEIKŠANA

MP5 laikā veica egļu skuju biomasas siltumspējas noteikšanu un atbilstības cietā biokurināmā izvērtējumam. Šāds izvērtējums nepieciešams, lai izvērtētu ekstragēto skuju piemērotību iespējamai granulēšanai un izplatīšanai tirgū. Iegūtie dati ir salīdzināti ar meža šķeldu un rūpnieciski iegūto granulu kvalitātes rādītājiem – mitrumu, pelnainību un zemāko siltumspēju pie saņemtā mitruma (skat. tab.).

Ekstragētās skujas – cietais biokurināmais

Nr.p.k.	Cietais biokurināmais	Mitrums, %	Pelni, %	Siltumspēja, kWh/kg
1	GABBY pellets 50% egle + 50% priede	6	<0,4	>4,9
2	GABBY pellets 100% egle	6	<0,4	>5,0
3	Ekstragēto skuju granulas	10	15,0	4,0
4	Skuju šķeldas	12	14,5	4,2
5	Meža šķeldas I	47,5	2,2	2,3
6	Meža šķeldas II	45,5	1,1	2,5

Kā redzams tabulā, tad ekstragētās skujuas ir ar augstāku siltumspēju, ja salīdzina ar meža šķeldām, taču tā būtiski ir zemāka (20%), ja salīdzina ar skujkoku granulām (50% egļu + 50% priedes). Ja vēl tirgū var šādu cieto biokurināmo realizēt par 20% zemāku cenu (granulu lietotājam, būtu nepieciešams 20% vairāk telpu, lai uzkrātu identisku siltuma apjomu), tad būtiski paaugstinātais pelnu saturs egļu skuju granulās limitē tā realizāciju. Tas pats attiecināms arī uz neekstragēto skuju pelnainību, ko izskaidro meža šķeldu iepircēju nevēlēšanās identificēt no mežu piegādēs skujkoku skujuas. Te gan jāmin, ka neekstragētas, nežāvētas skujuas uzkrāt lielos apjomos, pavasara un vasaras mēnešos ir ugunsbīstami, jo ekstraktvielām noārdoties lielās kaudzēs, mazās skuju nobiras var strauji pašaiizdegties. Šāds risks nav novērojams sausām vai ekstragētajām skujām. No tirgus datiem iegūtā informācija liecina, ka cietā biokurināmā lietotājiem maksimālais pelnu saturs nedrīkst pārsniegt 5%, ko egļu skuju granulās pārsniedz 3x. Tādēļ tagad var apgalvot, ka ekstragētas egļu skuju masa nav piemērota cietā biokurināmā ražošanai.

7. PUBLICITĀTES NODROŠINĀŠANA

MP4 pārskata periodā pētnieki sagatavoja egļu vaska repelenta recepti, ko uzklāja pārbaudes laukā Ozolniekos, kur vēsturiski ir paaugstināts smecernieku bojājumu risks. Repelentu uzklāja uz iestādītiem priežu stādiem ar muguras, rokas smidzināmo iekārtu. MP5 pārskata laikā veica stādījuma apsekojumus. Sākotnējie rezultāti ir negatīvi:

1. Repelents ir “caurspīdīgs” un iespējams, tas ir nomazgājies, tādēļ mežsaimniecībā būtu nepieciešams veikt atkārtotu koku stādu aizsardzības līdzekļa uzklāšanu.
2. Kontroles (neaizsargātie) stādiņi nebija bojāti, kas nozīmē, ka stādījuma laukā smecernieku bojājumu nav un eksperiments ir jāatkārto citā koku stādījumā.



13. att. Dzīvs priežu stādīņš, kam noskalojies aizsardzības pārklājums

8. PUBLICITĀTES NODROŠINĀŠANA

Šajā pārskata periodā 27. septembrī LU un Silavas pētnieki piedalījās Zinātnes nakts pasākumā, kur apmeklētājus informēja (Salaspils Botāniskajā dārzā, Salaspilī un LU laboratorijās, Rīgā) par projektā iegūtajiem rezultātiem un izlika informatīvus stenda plakātus (skat. pielikumu).

27.septembrī. U.Grīnfelds iepazīstināja LBTU Meža fakultātes maģistrantus par LAD pētījuma projektu par skuju pārstrādes iespējām un iespējamo tehnoloģiju attīstību nākotnē.



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

Vairākiem studentiem radās padziļināta interese un vēlme piedalīties paplašinātā pētījumā, ko maģistranti iekļautu savos kvalifikācijas darbos (koku stāda aizsadzības līdzeklis, vaska pielietojums, egļu mizu šķīdēšana un produktu izpēte).

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



15.att. U.Grīnfelds stāsta , Hylobius workshop par LAD projektu un egļu skuju vaska izmantošanu priežu stādu aizsardzībā

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

Latvijas Universitātē ik gadu tiek rīkots zinātnes pasākums Vides akadēmija, kurā var piedalās visusskolēni no visām Latvijas skolām. Pasākuma mērķis ir vairāku nedēļas nogaļu garumā pastāstīt par to, kādi pētījumi tiek veikti universitātē, kāds ir mācību process un kādas inovatīvas lietas tiek izgudrotas, kas var veicināt tautsaimniecības attīstību. Šogad LU doktorants Mārcis Mežulis un maģistrants Lauris Arbidans ir vairākas reizes uzņēmuši skolēnus un ārzemju zinātniekus laboratorijās un devušies pie studentiem uz auditorijām, lai pastāstītu par projekta mērķi un vēlamajiem rezultātiem.



16.att. M. Mežulis stāsta, Vides akadēmijai par LAD projektu un projektā iegūstamajiem produktiem

SECINĀJUMI

1. Egļu skuju vaska pielietojumam repelenta ražošanai ir potenciāls un to ir jātrūpina attīstīt 2025. gadā.
2. Ekstraģētas skujas nav piemērotas cietā biokurināmā ražošanai, jo tā pelnu saturs 3x pārsniedz cietā biokurināmā kurtuvēs pielietoto kurināmo pelnu saturu un ir ar 20% zemāku siltumspēju.
3. Nepieciešams samazināt humīnvielu šķīduma koncentrāciju vēl 50x, jo priežu zemākās skujas sāk kalst.
4. Humusvielu šķīduma ietekmi uz koku stādu pieaugumu nav vēl novērojams, jo koku stādu pieaugums laika periodā augusts – oktobris ir bijis vidēji 5-8mm (~2%), un iegūtā grupu atšķirība nav matemātiski statistiski būtiska.
5. IBC konteineris labāk uztur temperatūras režīmu un dzesē to, nekā tas notiek komposta kaudzēs, kas nozīmē, ka industrializējot zaleņa konversiju ar micēliju ir nepieciešams ierīkot bioreaktorus.

Projekts tiek īstenots ar Eiropas Lauksaimniecības fonda lauku attīstībai Latvijas Lauku attīstības programmas 2014.-2020. gadam 16. pasākuma „Sadarbība” 16.1. apakšpasākuma "Atbalsts Eiropas Inovāciju partnerības lauksaimniecības ražīgumam un ilgtspējai lauksaimniecības ražīguma un ilgtspējas darba grupu projektu īstenošanai" atbalstu. Projekta attiecināmās izmaksas ir 446461,25 EUR, no tiem publiskais finansējums 401815,13 EUR apmērā. Vairāk informācijas par Eiropas Lauksaimniecības fondu lauku attīstībai pieejams Eiropas Komisijas tīmekļa vietnē - http://ec.europa.eu/agriculture/rural-development-2014-2020/index_lv.htm

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
EIROPA INVESTĒ LAUKU APVIDOS
Eiropas Lauksaimniecības fonds
lauku attīstībai

Atbalsta Zemkopības ministrija un Lauku atbalsta dienests

Skujkoku zaleņa biorafinēšanas nākotnes perspektīvas Future prospects for the coniferous greenery biorefining

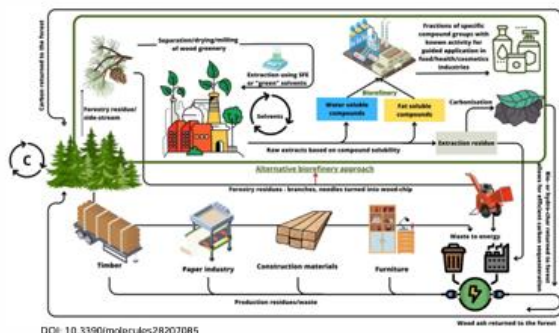
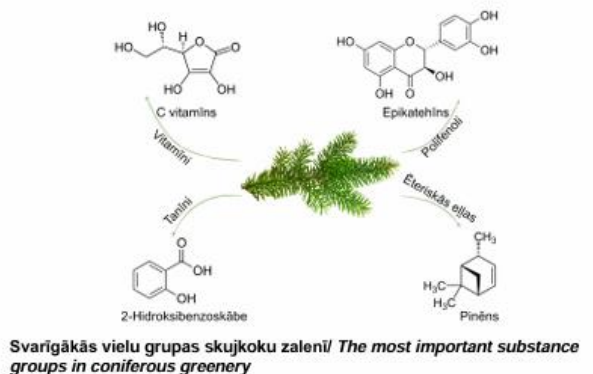
Mārcis Mežulis, Lauris Arbidans, Linda Liene Millere, Māris Kļaviņš, Uldis Grīnfelds*, Āris Jansons*, Mārtiņš Spāde*, Māris Lauberts**
Latvijas Universitāte, Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava"*, Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūts**
marcis.mezulis@lu.lv, lauris.arbidans@lu.lv

Ievads / Introduction

Skujkoku zaleņi ir viens no lielākajiem mežsaimniecības atkritumiem Ziemeļvalstīs. Visbiežāk to izmanto enerģijas iegūšanai koģenerācijas stacijās, vai atstāj mežā kā kokvedēju ceļu stiprināšanas materiālu.

Skujkoku zaleņi var pārstrādāt, lai ražotu augstas pievienotās vērtības produktus, ko varētu izmantot medicīnā vai partikas ražošanā. Tautas medicīnā, pirms rūpnieciskās medicīnas pirmssākumiem, aptuveni no 5. gs. izmantoja egļu un priežu skuju. Zaleņu ūdens novārijumam piemīt antiseptiskas īpašības, to izmanto imūnsistēmas uzlabošanai, elpceļu iekaisumu, saaukstēšanās un gripas ārstēšanai.

Egļu zaleņa izekstrahēto biomasu iespējams izmantot tālāku produktu ražošanai, kas varētu kalpot kā dažādas dabīgas piedevas krēmos vai arī pārstrādāt augsnes uzlabošanas un bagātināšanas produktos (1. attēls).



1. attēls. Skujkoku zaleņa biorafinēšanas shēma jaunu produktu izveidei
Fig. 1. Biorefinery scheme for coniferous greenery to develop new products

Projekta darba uzdevumi / Project terms of reference

- Izstrādāt metodi skujkoku zaleņa izvešanai no retināmajām jaunaudzēm.
- Skujkoku zaleņa ekstrakcijā izmantotās nefrāzes aizstāšana ar dabai draudzīgiem šķīdinātājiem.
- Bioloģiski aktīvu savienojumu ekstrakcija izmantojot spirtus.
- Jaunu un efektīvu metožu izmantošana zaleņa ekstrakcijā.
- Ekstrakcijas biomasas atkritumu pārvēršana augsnes bagātinātāja substrātā izmantojot mikoloģiju.
- Ekstrakcijas biomasas atkritumu pārvēršana augsnes bagātinātājā izmantojot hidrotermālo karbonizāciju.
- Ekstrakcijas biomasas atkritumu pārvēršana hidroglē.
- Iegūto augsnes bagātinātāju reālas dzīves testi uz egļu stādiem un citiem kultivējamiem augiem.
- Perspektīvu rūpniecības produktu izstrāde.



Projekta laikā izstrādātie produkti

Products developed during the project

Skujkoku zaleņa biorafinēšanas potenciāla apzināšana un pārbaude

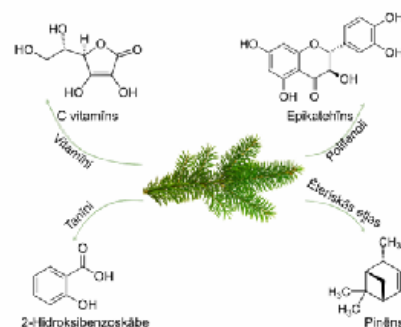
Mārcis Mežulis, Lauris Arbidans, Linda Liene Millere, Māris Kļaviņš, Uldis Grīnfelds*, Āris Jansons*, Mārtiņš Spāde*, Māris Lauberts**
Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava"*, Latvijas Universitāte, Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūts**
marcis.mezulis@lu.lv, lauris.arbidans@lu.lv

Ievads

Skujkoku zalenis ir viens no lielākajiem mežsaimniecības atkritumiem Ziemeļvalstīs. Visbiežāk to izmanto enerģijas iegūšanai koģenerācijas stacijās, vai atstāj mežā kā kokvedēju ceļu stiprināšanas materiālu. Vismazāk ir pētītas bieši 1. retināšanas laikā izstrādātā zaleņa pārstrādes perspektīvas, jo ir stereotips, ka tā ir mazvērtīga koksne un pārstrādes tehnoloģijas nav izveidotas, lai pārstrādātu maza caurmēra zarus koksni, kas satur daudz zaleņa. Tādēļ Latvijas pētnieciskās institūcijas ir nolēmušas šo stereotipu lauzt un izstrādāt biorafinēšanas konceptu, kas pārstrādātu šādu biomasu dažādos produktos.

Skujkoku zaleņi var pārstrādāt, lai ražotu augstas pievienotās vērtības produktus, ko varētu izmantot medicīnā vai patikas ražošanā. Zaleņu ūdens novārdījumam piemīt antiseptiskas īpašības, to izmanto imūnsistēmas uzlabošanai, elpceļu iekaisumu, saaukstēšanās un gripas ārstēšanai.

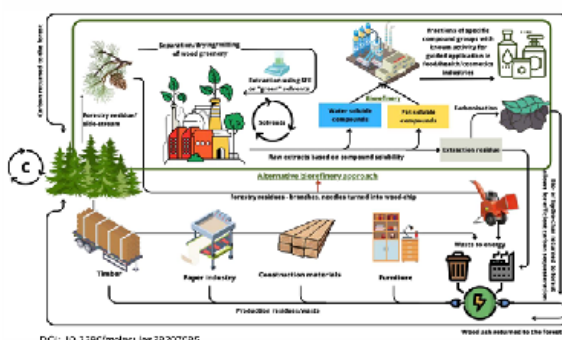
Egļu zaleņa izekstrahēto biomasu iespējams izmantot tālāku produktu ražošanai, kas varētu kalpot kā dažādas dabīgas piedevas krēmos vai arī pārstrādāt augsnes uzlabošanas un bagātināšanas produktos (1. att.), kā arī augu stādu aizsardzības līdzekli pret vaboļu (piemēram Lielais priežu smecernieks), bojājumiem.



2. att. Svarīgākās vielu grupas skujkoku zaleņī



3. att. Identificētie un pārbaudītie dabai draudzīgie šķīdinātāji

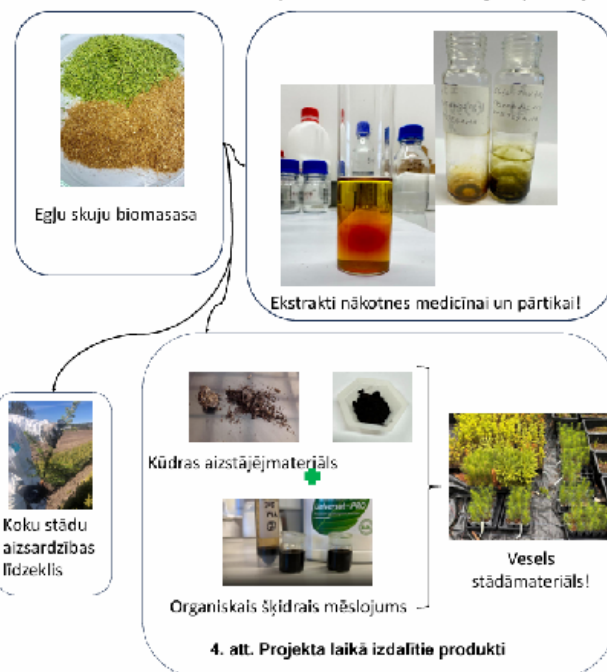


DOI: 10.1390/molecules20207095

1. att. Skujkoku zaleņa biorafinēšanas shēma jaunu produktu izveidei

Projekta darba uzdevumi

- Izstrādāt metodi skujkoku zaleņa izvešanai no retināmajām jaunaudzēm.
- Ekstrakcijas biomasas atkritumu pārvēršana augsnes bagātinātāja substrātā izmantojot mikrobioloģiju.
- Skujkoku zaleņa ekstrakcijā izmantotās nefrāzes aizsāšana ar dabai draudzīgiem šķīdinātājiem.
- Bioloģiski aktīvu savienojumu ekstrakcija izmantojot spirtus.
- Ekstrakcijas biomasas atkritumu pārvēršana hidroglē.
- Iegūto augsnes bagātinātāju reālas dzīves testi uz egļu stadiem un citiem kultivējamajiem augiem.
- Perspektīvu rūpniecības produktu izstrāde.



4. att. Projekta laikā izdalītie produkti

**Skujkoku zaleņa
biorafinēšanai būs būt!**