

PROJEKTA NR. 23-00-A01612 – 000007

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

PĀRSKATS PAR MP3 PERIODĀ

(2024. GADA FEBRUĀRIS – APRĪLIS)

VEIKTAJĀM DARBĪBĀM



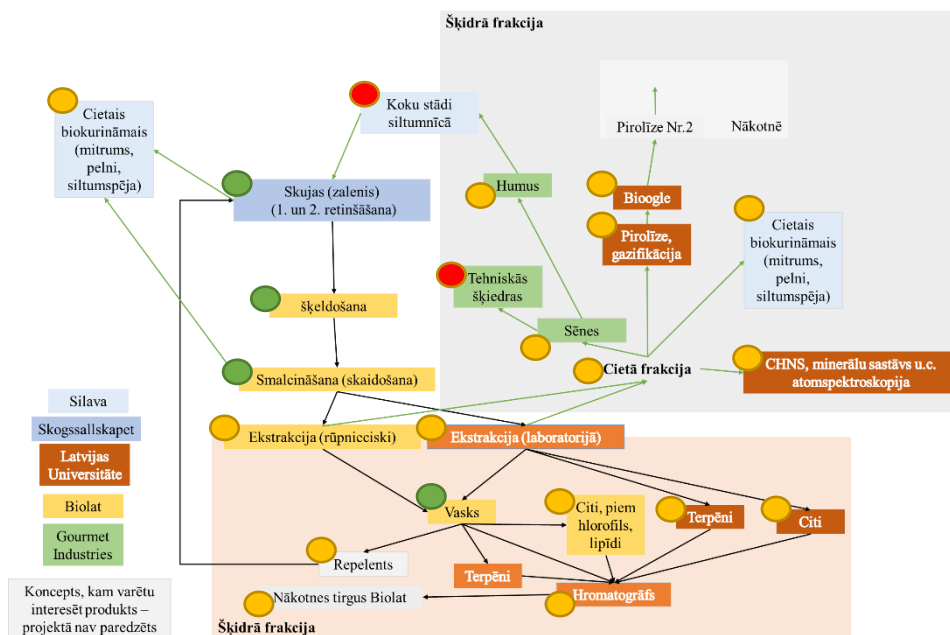
SILAVA, 2024.

SATURS

1. PROJEKTA VISPĀRĒJĀ SHĒMA	3
2. IEPĪRKUMA VEIKŠANA	3
3. BIOMASAS SAGĀDE	3
4. BIOMASAS FIZIKĀLO ĪPAŠĪBU RAKSTUROJUMS.....	4
5. BIOMASAS EKSTRAKCIJA UN FRAKCIONĒŠANA.....	4
5.1. Egļu skuju un zaru ekstrakcijas metožu efektivitātes noteikšana	4
5.2. Zaļo šķīdinātāju izmantošanas potenciāla novērtēšana.....	4
5.3. Egļu zaru un skuju karsēšanas metodes ekstraktu analīze ar GC-MS	6
5.4. Sintētisko humusvielu izdalīšana	9
6. CIETĀ ATLIKUMA PIROLĪTISKĀ SADALĪŠANA, KOKOGLE	10
7. CIETĀ ATLIKUMA BIOĻĢISKĀ KONVERSIJA	10
8. PUBLICITĀTES NODROŠINĀŠANA.....	15
SECINĀJUMI	16

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

3. PM laikā ir veiktas (zaļš) un turpina (dzeltens) pētnieki strādāt pie projekta vairāku sadaļu realizācijas, kas atzīmētas projekta 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.

Projekta MP3 materiālu un piederumu iepirkšana ir veikta saskaņā ar partneru izlietoto materiālu atjaunošanu t.i. partneri ir pasūtījuši nepieciešamos laboratorijas reaģentus un materiālus aprīļa beigās. Maksājuma dokumentus MP partneri iekļaus, kad būs veikti maksājumi.

3MP laikā pētniekiem SKOGSSALLSKAPET sagatavoja un piegādātas svaigas egļu skuju, lai pētnieki tos izmantotu ekstraktvielu noteikšanai, kā arī Biolat ražotnei, rūpnieciskai egļu vasku iegūšanai, ko plānots pielietot koku stādu aizsardzības līdzekļa prototipa izveidei. Kopumā Biolat ražotnē MP3 laikā ieguva 70l atšķaidīta egļu skuju vaska, 55% koncentrācijā. Atšķaidījumu veido nepolārais šķīdinātājs – nefrāze. Tādēļ darba grupā nolemts, ka nepieciešams ietvaicēt skuju vasku, lai atbrīvotos no šķīdinātāja un sasniegt vismaz 80-90% koncentrāciju, lai vaskā esošas šķīdinātājs papildus

neatšķaidītu repelenta konsistenci. Tādejādi ietvaicētais vasks (skat. 2. att.) ir piemērots repelenta prototipa izveidei, ko plānots iegūt un veikt sākotnējo testēšanu MP4 laikā.



2. att. Ietvaicēts egļu skuju vasks

4. BIOMASAS FIZIKĀLO ĪPAŠĪBU RAKSTUROJUMS

MP3 realizācijas laikā ir novērtots, ka Biolat SIA uzņēmumam rodas papildus interese par skuju cietā atlikuma (vaska) konversiju produktos ar augstu pievienoto vērtību, kā arī līdz šim neizmantotā blakusprodukta – skuju vaska izmantošanu un realizāciju, tādejādi ir iespējams uzņēmumam rast būtiskus finanšu ieņēmumus un potenciāli samazināt patreiz ražotā galaprodukta – hlorofila pašizmaksu.

5. BIOMASAS EKSTRAKCIJA UN FRAKCIONĒŠANA

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

5.1. Egļu skuju un zaru ekstrakcijas metožu efektivitātes noteikšana

Ultraskaņas stieņa (USS) metode. 3 L vārglāzē ievietoja metāla sietu, uz laboratorijas svariem iesvēra 250 g gaissausa egļu zaleņa (≤ 2 mm), pievienoja 2,5 L izopropanolu un ievietoja USS sistēmā (20 min, 100W). Rupjāko zaleņa daļu filtrēja izmantojot metāla sietu, bet sīkākas nogulsnes filtrēja ar filtrpapīru. Nofiltrētās nogulsnes ievietoja atpakaļ vārglāzē un ekstrakciju atkārtoja 3 reizes. Iegūto ekstraktu ietvaicēja izmantojot rotācijas ietvaicētāju un žāvēja 40°C. Ekstrahēto zaleņi žāvēja 60°C un izmantoja hidrotermālās karbonizācijas eksperimentos.

5.2. Zaļo šķīdinātāju izmantošanas potenciāla novērtēšana

Tradicionālajiem un perspektīvajiem "zaļajiem" šķīdinātājiem ir atšķirīga ietekme uz vidi, kā arī atšķirīgas darbības īpašības, kā parādīts 1. tabulā. Visnegatīvākā šķīdinātāju ietekme (trīskāršs "-") ir vērojama attiecībā uz to pārstrādi un uzliesmojamību/izplūšanu. Tādi šķīdinātāji kā izopropanols, dihlormetāns un acetons negatīvi ietekmē atkritumu pārstrādi saistībā ar to lietošanu. Tāpat tādi

šķīdinātāji kā MBTE un heksāns rada ievērojamu risku attiecībā uz uzliesmošanas un sprādzienbīstamību, kas var radīt nopietnas sekas darba drošībai un tehnoloģijas ieviešanai ražošanā.

1. tabula

Perspektīvo ekstrakcijas šķīdinātāju fizikāli ķīmiskie parametri

Šķīdinātājs	Automātiskā aizdedzinašanās temperatūra °C	Vārīšanās temperatūra, °C	Dipola moments, D	Dielektriskā konstante	Šķīdinātāja polaritātes klasifikācija	Šķīdinātāja rekomendācija
Heksāns	224	69	0,08	1,88	Nepolārs	Nerekomendēts
Dimetil karbonāts	458	90	0,18	3,09	Nepolārs	Rekomendēts
<i>t</i> -Butil metil ēteris	375	55	1,32	4,5	Nepolārs	Rekomendēts
Etil propanoāts	440	99	1,74	5,7	Polārs aprotisks	Ierobežota lietošana
Etil acetāts	426	77	1,88	6,02	Polārs aprotisks	Ierobežota lietošana
Izopropil acetāts	425	89	1,75	6,3	Polārs aprotisks	Rekomendēts
Propil acetāts	455	102	1,86	6,3	Polārs aprotisks	Rekomendēts
Dihlor- metāns	556	40	1,14	8,93	Polārs aprotisks	Nerekomendēts
3- Pentanons	452	102	2,70	17,3	Polārs aprotisks	Ierobežota lietošana
Butān-1-ols	345	118	1,75	17,8	Polar protic	Rekomendēts
Izopropan- ols	399	82	1,63	19,92	Polārs protisks	Rekomendēts
Acetons	465	56	2,69	20,7	Polārs aprotisks	Ierobežota lietošana

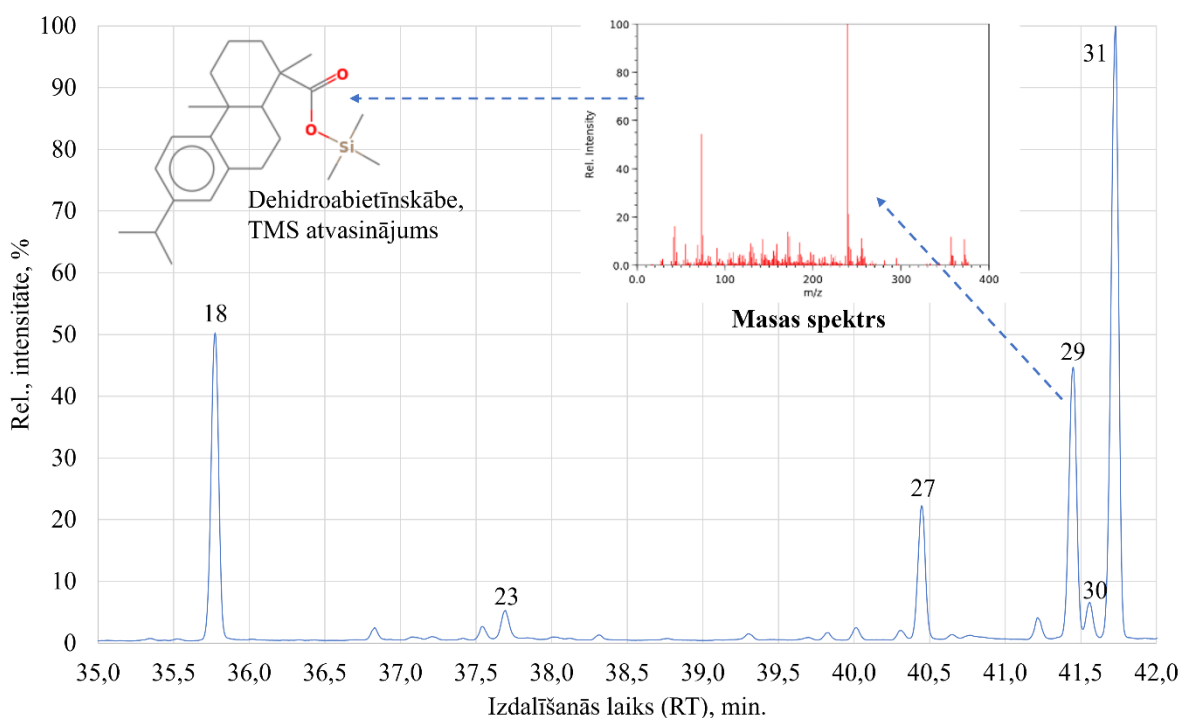
Tomēr vairāki šķīdinātāji uzrāda relatīvi neitrālu ietekmi (+) attiecībā uz to atkritumu pārstrādes iespējām un ietekmi uz vidi. Daudziem šķīdinātājiem, tostarp etilacetātam un dimetilkarbonātam, ir pozitīvi rādītāji attiecībā uz atkritumu pārstrādi (+++), kas liecina par to potenciālu atkārtotas izmantošanas vai pārstrādes procesos. Turklāt vairākiem šķīdinātājiem, piemēram, etilacetātam un izopropanolam, ir pozitīva ietekme uz vidi, kas nozīmē mazāku negatīvo ietekmi uz vidi salīdzinājumā ar citiem faktoriem.

Klasiskie organiskie šķīdinātāji, ko izmanto skujkoku skuju skuju/zaļumu apstrādē, ir heksāns un dihlormetāns, kurus visbiežāk izmanto lipofīlo savienojumu ekstrakcijai. Šķīdinātāja spēju ekstrahēt lipofīlos savienojumus ietekmē šķīdinātāja polaritāte (ko raksturo dipola moments un dielektriskā konstante). Šķīdinātāji, kuru dielektriskā konstante ir mazāka par 5, norāda uz nepolāriem šķīdinātājiem, savukārt šķīdinātāji ar augstāku dielektrisko konstanti norāda uz polāriem šķīdinātājiem. Polāros šķīdinātājus var iedalīt divās grupās: 1) proktiskie šķīdinātāji (ūdens, metanols utt.) un 2) aprotiskie šķīdinātāji (dihlormetāns, etilacetāts utt.). tabulā izšķir proktiskos un aprotiskos šķīdinātājus, un tā var

kalpot kā vadlīnijas piemērotāko šķīdinātāju izvēlei biomasas pārstrādei. Tabulā iekļauto šķīdinātāju atšķirīgā pazīme ir -OH grupas klātbūtne, kas ir visizplatītākā proktisko šķīdinātāju pazīme.

5.3. Egļu zaru un skuju karsēšanas metodes ekstraktu analīze ar GC-MS

Lai gan abas ir skujkoki, priedes un egles skuju un zari satur dažāda veida savienojumus. Šīs atšķirības skaidrojamas ar to unikālo fitoķīmisko sastāvu, kas ietekmē ekstrakcijas procesā ekstrahēto gaistošo un negaistošo savienojumu veidus. Šajā pētījumā ar gāzu hromatogrāfijas un masas spektrometrijas metodi iegūtajos ekstraktos tika identificētas 14 dažādas vielu grupas (4. attēls).

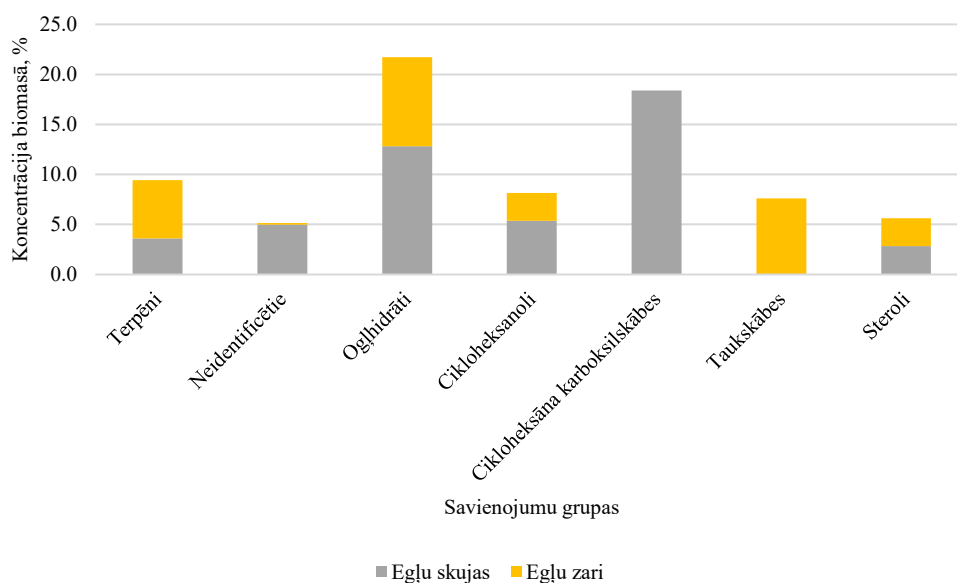


6. att. Savienojumu identifikācijas piemērs egļu skuju dimetilkarbonāta ekstraktā, izmantojot GC-MS.

Sākotnēja hromatogramma, 29 savienojuma masas spektrs un identificētā savienojuma struktūra

No šīm grupām vislielākās koncentrācijās tika konstatētas terpēnu, ogļhidrātu, taukskābju, sterīnu un neidentificētu savienojumu grupas. Terpēni visos egļu un priežu ekstraktos ir konstatēti ievērojami atšķirīgos daudzumos 1,38-23,65 %, bet priežu zari uzrāda visaugstāko terpēnu koncentrāciju salīdzinājumā ar citiem materiāliem, lielākoties ar vērtībām no 12,84 % līdz 23,65 %. Ogļhidrāti ir sastopami visos ekstrahējamajos materiālos, bet tos var ekstrahēt lielākā koncentrācijā (3,13-12,83 %) ar dažiem polārākiem šķīdinātājiem: acetonu, izopropanolu un butān-1-olu. Ar tādiem zemas polaritātes šķīdinātājiem kā dimetilkarbonāts, t-butilmetilēteris, izopropilacetāts, dihlormetāns, etilpropanoāts un propilacetāts ogļhidrātu izdalīšana nav efektīva: konstatētās koncentrācijas, kas pārsvarā ir mazākas par 1 %, ir mazākas par 1 %. Taukskābes kopā ar terpēniem tika atrastas gandrīz visos ekstraktos. Augstas taukskābju koncentrācijas tika konstatētas egļu zaru (6,68-11,11 %) un priežu

zaru (2,29-5,20 %) ekstraktos. Egļu skuļās taukskābju koncentrācija ir zemāka par 2,64 %, izņemot heksāna ekstraktā, kur to saturs sasniedz 6,56 %. Sterīni visos iegūtajos ekstraktos ir zemā koncentrācijā (0,85-3,93 %). Neidentificēto savienojumu koncentrācija ekstraktos atšķiras atkarībā no izmantotā materiāla. Egļu un priežu skuju ekstraktos ir augstāka neidentificēto savienojumu koncentrācija (3,99-15,28 %) nekā zaru ekstraktos (0,15-4,54 %), kas norāda uz nepieciešamību šos ekstraktus fracionēt, lai uzlabotu savienojumu identifikācijas iespējas. Egļu skuju acetona, izopropanola un butān-1-ola ekstrakti spēj selektīvi ekstrahēt cikloheksānkarboksilskābi (2,20-5,38 %) un cikloheksanola savienojumus (2,20-5,30 %), piemēram, šikimskābi un D-pinitolu (11,15-18,40 %). D-pinitols ir labi pazīstams ar, pretmikrobu un pretvēža iedarbību. Jaunākie pētījumi liecina, ka savienojums var efektīvāk mazināt iekaisumu, novērtējot molekulāro mijiedarbību ar ciklooksigenāzi-2 (COX-2), salīdzinot ar sintētiskajiem farmācijas līdzekļiem celekoksibu un ketoprofēnu.



5. att. Galvenās savienojumu grupas, kas atklātas egļu skuju un zaru acetona ekstraktos

Gāzu hromatogrāfija egļu skuju ekstraktos atklāja 32 savienojumus ar laukumu, kas lielāks par 1 %, no kuriem 9 nevarēja identificēt ar izmantoto metodi. Viens no galvenajiem atsevišķajiem savienojumiem, kas identificēts egļu skuju ekstraktos, ir šikimīnskābe, ko var ekstrahēt galvenokārt ar acetonu (18,40 %) un izopropanolu (13,26 %). Augstā koncentrācijā egļu skuļās tika konstatēti tādi terpēnu savienojumi kā labda-8(20),14-dien-13-ols, (13S)- (1,56-13,88 %), izopimarīnskābe (0,32-4,65 %) un dehidroabietīkskābe (1,34-11,44 %). Šie iepriekš minētie savienojumi vislielākās koncentrācijās konstatēti heksāna, etilpropanoāta un dimetilkarbonāta ekstraktos. Ekstraktos tika identificētas trīs taukskābes (C16:0, C18:1 un C22:0), kas veido aptuveni 0,54-2,47 %. Visas trīs taukskābes lielākās koncentrācijās tika konstatētas heksāna (1,94-2,47 %) un dimetilkarbonāta (0,57-0,78 %) ekstraktos, savukārt izopropanola, 3-pentanona, acetona, butān-1-ola, etilpropanoāta un izopropilacetāta ekstraktos taukskābes netika konstatētas. Steroli tika identificēti kā viena no bioloģiski aktīvo savienojumu grupām adatu ekstraktos. Šie ekstrakti satur tikai vienu identificētu sterīnu - stigmast-5-ēnu, 3β-(24S), kas

konstatēts visos iegūtajos ekstraktos (1,17-7,56 %). Augstākā sterīna koncentrācija konstatēta etilpropanoāta (7,65 %), izopropilacetāta (3,69 %), etilacetāta (3,63 %) un dimetilkarbonāta (3,44 %) ekstraktos, savukārt zemākā koncentrācija konstatēta heksāna (1,17 %) un izopropanola (1,58 %) ekstraktos (2. tabula).

Egļu zaru ķīmiskais sastāvs atšķiras no egļu skuju ķīmiskā sastāva, jo iegūtie ekstrakti nesatur lielas atsevišķu savienojumu koncentrācijas. Augstākā atsevišķa savienojuma koncentrācija nepārsniedz 5,32 % no kopējā ekstrakta masas. Egļu zaros tika konstatēti 33 atsevišķi savienojumi, kuru laukums uz gāzu hromatogrammas pārsniedz 1 %, no kuriem 8 savienojumus nevarēja identificēt. Visos iegūtajos ekstraktos augstākajā koncentrācijā tika konstatēti 5 savienojumi: izopimarīnskābe (2,35-5,32 %), C22:0 skābe (2,45-4,31 %), dehidroabietīnskābe (1,99-4,28 %), stigmast-5-ēns, 3β-(24S) (2,48-3,93 %) un abietīnskābe (1,15-3,14 %). Egles zaru ekstrakti ir bagātīgāki ar taukskābju dažādību nekā egļu skuja, tajos konstatētas 6 taukskābes C16:0 (0,77-1,71 %), C18:1 (1,12-1,68 %), C18:2 (1,13-1,92 %), C20:0 (0,62-0,96 %), C22:0 un C24:0 (0,90-1,30 %). Acetona, izopropanola un butān-1-ola ekstrakti ir vienīgi, kuros dažādos ogļhidrātus (pentozes un heksozes) varēja konstatēt lielākā koncentrācijā (0,42-3,37 %). Šo ekstraktu koncentrāciju ūdens fāzē varētu izmantot turpmākajos pētījumos, lai, izmantojot šķīdumšķīduma ekstrakciju, kristalizāciju un atsāļošanu, atdalītu lipofīlos savienojumus, kurus tālāk varētu atdalīt ar preparatīvās hromatogrāfijas metodēm (2. tabula).

2. tabula

Galvenie atrastie savienojumi egļu zaru un skuju ekstraktos

RT, min	RI eksp.	RI bibl.	Nosaukums	Savienojumu grupa	Galvenie fragmentācijas joni, m/z
27,886	1843	1843	Šikimīnskābe, 4TMS atvasin.	Cikloheksān-karboksilskābe	204,00-73,00-147,00-205,00-357,00
28,704	1869	1815	D-Pinitosl, 5TMS atvasin.	Cikloheksanols	73,00-147,00-217,00-260,00-318,00
35,768	2137	N/A	Labda-8(20),14-diēn-13-ols, (13S)-, TMS atvasin	Diterpēns	143,00-73,00-75,00-81,00-257,00
37,691	2218	2209	C18:1 skābe, TMS atvasin	Taukskābe	117,00-339,00-354,00
40,444	2342	2329	Izopimarīnskābe, TMS atvasin.	Diterpēns	44,00-241,00-256,00-359,00-374,00
41,443	2389	2385	Dehidroabietīnskābe, TMS atvasin.	Diterpēns	239,00-73,00-240,00-357,00-372,00
41,724	2401	N/A	?	Neidentificēts	
54,145	3070	N/A	Nonakozan-10-ols, TMS atvasin.	Spirts	
58,682	3358	3349	Stigmast-5-ēn, 3.beta.-(TMS)-, (24S)-	Sterols	129,00-43,00-73,00-95,00-57,00
62,012	3570	N/A	?	Neidentificēts	

5.4. Sintētisko humusvielu izdalīšana

Pēc hidrotermālās karbonizācijas 0,65 M KOH šķīdumā, 25 mL sintētisko humusvielu filtrātu kvantitatīvi pārnesa 100 mL Erlenmeijera kolbā, pievienoja 1 mL 37% HCl, lai izgulsnētu sintētiskās humīnskābes. Izgulsnētās humīnskābes filtrēja caur filtrpapīra filtru un skaloja ar dejonizētu ūdeni līdz neitrālai vides reakcijai. Neitralizētās humīnskābes izžāvēja 105°C laboratorijas žāvskapī 4h, sasmalcināja pietā un uzglabāja tālākām analīzēm. Ņemot vērā, ka Biolat ekstrahētās skuju nesatur sveķskābes un vaskus, kas apgrūtina skuju turpmāku ķīmisku pārstrādi jaunos produktos, tika nolemts Biolat ekstrahētās skuju apstrādāt ar šķeldu kurtuvēs pieejamiem pelniem, ko citādi katlu mājas deponē atkritumu poligonos. Jāatzīmē, ka, lai pelnus būtu iespējams viegli pārstrādāt “pelnu pienā” ir jāpievērš papildus vērība kurināmā kvalitātei – kurtuvē ir jāievēro tādi dedzināšanas režīmi, lai neveidotos smilšu sakusumi – kurtuves akmeņi, kas ir stiklam līdzīgi smilšu sakusumi (skat. 6. att.). Ja nav iespējams ievēro dedzināšanas režīmu, tad ir nepieciešams ierīkot papildus pelnu frakcionēšanu aiz pelnu izkraušanas šneka, lai nosijātu rupjos sakusušos akmeņus un deponētu atkritumu poligonos tikai tos, nevis koksnes pelnus (skat. 7. att.), tādējādi ir iespējams krasi samazināt deponēšanas izmaksas un laukumu, un atgrieztu videi resursus (minerālus, piemēram K, Ca, Fe u.c.¹), kas no meža ir izvests, izvedot koksnes resursus.



6. att. Sakusušās smiltis, kas izveidojušās kurtuvē



7. att. Sieta potenciālā atrašanās vieta pie pelnu uzkrāšanas

No sijātiem koksnes pelniem izveidoja “pelnu pienu”, tādējādi iegūstot ekstrakcijas reaģentu, ko citādi būtu jāiegādājas no ārējiem piegādātājiem. Šādi laboratorijas apstākļos imitēja saimniecisku pieeju un koksnes resursu ilgtspējīgu pielietojumu. Ekstrakciju veica nerūsējošā tērauda cilindrā, kura

¹ Kārklīņa I., Lazdiņa D. Par koksnes pelniem. LVMI "SILAVA" 14.12.2020. <https://www.zemeunvalsts.lv/par-koksnes-pelniem>

apakšā ir iestrādāts 1mm siets. Uzlejot karstu “pelnu pienu”, to izturēja līdz tas atdzisa un tad nolēja. Iegūto melno humīnvielu šķīdumu (skat. 8. att.). ievietoja ledusskapī turpmākām analīzēm un testiem uz kokaugiem, ko paredzēts uzsākt testēt nākamajā pārskata periodā (MP4). Papildus humīnvielu šķīduma testēšanai tiks uzsākts arī kūdras aizstājējsubstrāta testēšanu (skat. 9.att.), iestādot tajā egļu stādus un kontrolējot to augšanas gaitu.



**8. att. Skuju – pelnu
humīnvielu šķīdums**



**9. att. Skuju – pelnu
substrāts**

6. CIETĀ ATLIKUMA PIROLĪTISKĀ SADALĪŠANA, KOKOGLE

MP3 laikā pie šīs sadaļas pētnieki nav strādājuši.

7. CIETĀ ATLIKUMA BIOLOĢISKĀ KONVERSIJA

Sakarā ar remontdarbiem telpās ZS “Laikmeti”, kurās Gourmet industires uzsāka LAD projektu, bija nepieciešams pārcelt bioloģiskās konversijas pētījumu vietu uz industriālo teritoriju un telpām. Par piemērotām atzīta Pilsoņu iela 1, Līgatne.

Gourmet industires saņēma Biolat industriāli pārstrādāta egļu skuju (8. att.). Veicot sākotnējo pārstrādāto skuju novērtējumu, ir novērtos, ka ekstragētajās skujās attīstās mikroorganisms, kas, visticamāk, ir “iedzīvojes” skuju pārstrādes ražotnes tuvumā pēc ražotnes darbības uzsākšanas. Tādēļ, var teikt, ka daba ir atradusi piemērotu mikroorganismu, kas pārstrādā ekstragētās skujas lielā apjomā (vienveidīga biomasa, lielos apjomos).



8. Att. Substrāts ar savvaļas mikroorganismu

Sākotnēji izveidoja sēņu barotnes (9. att.), kuras uzglabāja 25 °C grādu temperatūrā, substrāta mitrums aptuveni 70% +/- 5%.



9. att. Sagatavotās sēņu barotnes

3. tabulā ir atspoguļoti vidējās vērtības starp 3 atkārtojumiem, lai identificētu visoptimālāko sēņu kultūru, barotni ekstragēto egļu skuju bioloģiskajai konversijai.

Mikroorganismu augšanas novērtējums²

Šifrs	Cauraugšana 30 dienās 3 l tilpumā, %	Sausne %, kas iegūta ar 1% KOH šķīdumu
PKSTV	46	4.7
PKSPG	65	5
PKNTV	30	3.5
PKNPG	56	4.7
STV	35	4
SPG	40	4.3
NTV	25	3.5
NPG	35	4

Vislabāk sēņu organisms attīstījies sterilizētā barotnē, kas bagātināta ar proteīnu un kalcija sulfātu (PKSPG). Pasterizēšana uzlaboja augšanas apstākļus, taču sēne optimāli attīstās arī nepasterizētā barotnē, kas bagātināta ar proteīnu un kalcija sulfātu (PKSPG), kas būtiski atvieglo sēņu kultūras ieviešanu ražošanā. Barotņu bagātināšana uzlabo ekstraktvielu kvalitāti un kvantitāti. Bagātināšana palīdz organismiem ātrāk attīstīties, ko var vienkārši detektēt substrātam paliekot mazāk birstošam īsākā laika nogrieznī (10. att.).

² APZĪMĒJUMI:

Sēņu mikroorganismi *Trametes versicolor* (TV) un *Phlebiopsis gigantea* (PG) uz iesala-agara barotnēm petri platēs.

Substrāti: Proteīna (P) / celulozes bāzes graudu atsijas un kalcija sulfātu (K).

Barotnes: pasterizētā (S) un nepasterizētā (N) veidā.



10.att. Sēņu – skuju substrāts. (pa kreisi sēņu cauraudzis substrāts, pa labi svaigs substrāts)

Novērots, ka materiālu labāk pārstrādā *Phlebiopsis gigantea* (PG) sēņu kultūra, ko izmantos turpmākos ekstragēto skuju konversijas pētījumos. Kultūra *Trametas versicolor* (TV) neizrādījās tik efektīva, jo novērotas augšanas apstākļu problēmas tik blīvā substrātā - nevar pārstrādāt šāda veida substrātu. Jāatzīmē, ka *Trametas versicolor* (TV) nepasterizētā skuju substrātā praktiski neieaugās.

Turpretim, novērots, ka savvaļas kultūra, kas gadiem ir attīstījusies Biolat ražotnē, labi pārstrādā ekstragēto skuju materiālu un tādēļ ar to tiks veikti tālākie biomasas konversijas eksperimenti. Savvaļas kultūra pārstrādā substrātu citādāk nekā izvēlētās kultūras, kas šim substrātam, bez bagātināšanas ar gaisīgiem lignocelulozes substrātiem (salmiem, stiebriem), ir labāka. Izmantot savvaļas kultūru ir ekonomiski un praktiski izdevīgi, jo nav arī bioloģiski jāatīra ražotnes telpas un apkārtnē, kā arī nav jāievieš speciālas skuju izkraušanas un uzglabāšanas sterilas tvertnes.

Pēc sēņu kultūru novērtējuma tālāk izveidoja 4 IBC konteineru fermenterus, katru 1m³ tilpumā, kuros kontrolēs fermentācijas temperatūru. Fermentācijas prognozējamais laiks 2 - 3 mēneši. Iegūto produktu ekstraktēs un analizēs.

Kopumā sagatavos 4 dažādas fermentēšanas variācijas, lai nākotnē jau varētu rūpnieciski izvēlēties optimālāko:

1. Variants. PKNPG ir barotne, kuras saturā netiek pasterizēts substrāts, bet tiek pievienota kultūra *Phlebiopsis gigantea*(PG) un tā tiek bagātināta ar kaņepju sēklu rausi un kalcija sulfātu. Kaņepju sēklu rausis ir blakus produkts eļļas spiešanas procesā, kas satur proteīnu un lignocelulozi. Tas tiek izmantots, jo ir iepriekš izmantots un ir ļoti efektīvs. Kā arī, tas ir ļoti viegli pieejams reģionā (skat. 11. att.).

2. Variants. PKNSav ir barotne, kas satur nepasterizētu substrātu un tā ir bagātnāta ar kaņepju sēklu rausi un kalcija sulfātu. Tiek pievienots kultivēts savvaļas kultūras paraugs.
3. Variants. PKN+LC+PG ir barotne, kura satur nepasterizētu substrātu un lignocelulozes substrātu, kas bagātināts ar rausi un kalcija sulfātu, un pievienota kultūra *Phlebiopsis gigantea* (PG).
4. Variants. PKN+LC+Sav ir barotne, kura satur nepasterizētu substrātu un lignocelulozes substrātu, kas bagātināts ar rausi un kalcija sulfātu. Tiek pievienots kultivēts savvaļas kultūras paraugs.

1. Varianta barotnes sagatavošana 1m³ tilpumam

			
Saražotās barotnes, kuras tika izmantotas 1. Varianta 1m3 kaudzes inokulēšanai.		Barotnes no petri platēm ievietotas spainī, lai sagatavotu šķidru suspensiju ar kuru inokulēt 1m3 kaudzi.	
			
sagatavota suspensija no barotnēm iepriekšējā		. Suspensijas pievienošana subsrāta maisīšanas un mitrināšanas brīdī	

			
Substrāts no maisītāja pārvietošana uz 1m³ konteineri			Pilns IBC konteineris pirms aizlīmēšanas ar perforētu plēvi

8. PUBLICITĀTES NODROŠINĀŠANA

Šajā pārskata periodā LU un Silavas pētnieki sagatavoja 4 zinātniskas publikācijas, no kurām 2 ir recenzējami konferenceņu krājumi, 1 populāri zinātnisks un 1 SCI publikācija žurnālā *Environmental and Climate Technologies*:

1. Mezulis, M.; Millere, L. L.; Arbidans, L.; Klavins, M.; Grinfelds, U.; Lauberts, M. Environmentally Friendly Processing of Forestry Biomass Side Streams – Coniferous Needles and Greenery. *Abstrakts konferencei Environmental and Climate Technologies CONECT 2024, 31.01.2024* (iesniegts recenzentam).
2. Mezulis, M.; Arbidans, L.; Millere, L. L.; Grinfelds, U.; Jansons, A.; Spade, M.; Lauberts, M. Development of green chemistry biorefinery methods for the production of high-value products from Norway spruce greenery. *Konference Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", 23.02.2024*.
3. Mezulis, M.; Arbidans, L.; Millere, L. L.; Klavins, M.; Lauberts, M.; Grinfelds, U. Green Chemistry Approaches for Processing of Coniferous Needles and Greenery to Implement Circular Bioeconomy Concepts in Forestry. *Publikācija Environmental and Climate Technologies CONECT 2024, 02.04.2024* (iesniegts recenzentam).
4. Mezulis, M.; Millere, L. L.; Arbidans, L.; Klavins, M.; Grinfelds, U.; Lauberts, M. Environmentally Friendly Processing of Forestry Biomass Side Streams – Coniferous Needles and Greenery. *Mutiska prezentācija konferencei Environmental and Climate Technologies CONECT 2024, 15-17.05.2024* (iesniegts recenzentam).

SECINĀJUMI

1. Egļu skuju un zaru ķīmiskais sastāvs ir izteikti atšķirīgs. Atdalot skujas no zariem iespējams iegūt skuju ekstraktus, kur individuālu savienojumu koncentrācija var sasniegt līdz pat 11,14-24,27%, bet zaru ekstraktos tās nepārsniedz 3,37%.
2. Ekstraģēto skuju materiālu labāk pārstrādā *Phlebiopsis gigantea* (PG) sēņu kultūra, ko izmantos turpmākos ekstraģēto skuju konversijas pētījumos.
3. Savvaļas kultūra, kas gadiem ir attīstījusies Biolat ražotnē, labi pārstrādā ekstraģēto skuju materiālu un tādēļ ar to tiks veikti tālākie biomasas konversijas eksperimenti. Savvaļas kultūra pārstrādā substrātu citādāk nekā izvēlētās kultūras, kas šim substrātam, bez bagātināšanas ar gaisīgiem lignocelulozes substrātiem (salmiem, stiebriem), ir labāka.

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