



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

## Inovātīva tehnoloģija šķiedraugu atlikumu kompleksai pārstrādei produktos ar augstu pievienoto vērtību

Eiropas Sociālā Fonda projekts

(Nr. 2013/0044/1DP/1.1.1.2.0/13/APIA/VIAA/022)

### Veiktā pētījuma īss kopsavilkums par periodu 01.12.2013. - 28.02.2014.

Projekta mērķis ir izveidot darbaspējīgu zinātnisko komandu, apvienojot kompetenci biomasas ķīmijas un inženierzinātnes nozarēs, kā arī projekta iesniedzēja institūcijā: „Latvijas Valsts Koksnes ķīmijas institūts” un partnerinstitūcijā: „Latvijas Lauksaimniecības universitāte”, piesaistot jaunus speciālistus, lai izstrādātu jaunu tehnoloģisko paņēmieni kompleksai kaņepju spaļu pārstrādei. Projekta ietvaros plānotās aktivitātes:

1. Jaunas zinātniskās grupas izveide;
2. Pētniecība;
3. Jaunu darbavietu izveide

Pārskata perioda laikā galvenais mērķis bija jaunas zinātniskās grupas izveide, pētniecības darbu uzsākšana. Kas attiecās uz **1. aktivitāti**, rezultāti uzrādīti *Apliecinājumā par projekta zinātniskās grupas sastāvu pārskata periodā*, iekļaujot tajā informāciju par projektā attiecīgajā pārskata periodā iesaistītajiem zinātniskās grupas dalībniekiem un jaunu darbavietu izveidi.

Projekta aktivitāšu sekmīgai izstrādei tika izveidota jauna zinātnieku grupa, kura galvenokārt sastāv no jaunajiem zinātniekiem un topošajiem jaunajiem zinātniekiem, kā arī doktorantiem. Grupā tika iesaistīts arī vadošais pētnieks ar vairāk kā 40 gadu pieredzi biomasas hidrolīzes un furfurola iegūšanas jomā, nodrošinot pieredzes pārnesi un specifisko jautājumu nepieciešamo ekspertīzi. Projekta mērķu sasniegšanai, zinātnei tika piesaistīti papildus cilvēkresursi, nodrošinot efektīvu starpdisciplināras (iesaistītas 2 zinātņu nozares) problēmas risināšanu. Tika noslēgta sadarbība starp 2 augstāk minētajām zinātniskajām institūcijām ar atšķirīgām darbības sfērām un kompetencēm.

Projekta izstrādē kopumā iesaistīti 9 zinātniskie darbinieki, kas atbilst 7,549 pilna darba laika ekvivalentam, veicinot kopējo aktivitātes mērķa sasniegšanu. Projektu 2013. gada decembrī uzsāka 3 darbinieki, bet sākot ar 2014. gada janvāri šajā pārskata periodā piedalījās visi plānotie 9 zinātniskie darbinieki un tādā sastāvā arī paredzēts darboties līdz projekta beigām – 31.08.2015.

**2. aktivitātes** ietvaros izpētīta izejviela, kas mūsu gadījumā ir kaņepe (*Cannabis sativa L.*), konkrēti šķirne *Bialobrzieskie* (Polija, kods 893), kas ir pārbaudīta un labi aug Latvijā. Kaņepju stublāja ārpusi klāj miza epiderma, zem tās atrodas lūksnes šķiedras, bet stublāja centrā – koksains kodols (spaļi), kuru īpatsvars kaņepju sastāvā ir apmēram 60–80% no kopējās stublāja masas. Kaņepju platībām Latvijā pagaidām ir tendence palielināties pat vairākas reizes: 2009. gadā bija apsēti 150 ha, 2012. gadā - 600 ha, 2013. gadā bija plānots 1200 ha, bet 2016. gadā jau platības varētu sasniegt 5000 ha. Kaņepe ir viengadīgs augs un no 1 ha apsētās platības iespējams iegūt 6-9 t stiebru, ja pieņem, ka no tiem 75 % ir kaņepju spaļi un 20-25% šķiedras, tad nākotnē Latvijā varētu būt pieejami 30-35 tūkst. t spaļu kā izejviela [1].

Spaļu šķiedras ir īsas 0,2–0,56 mm, to galvenās ķīmiskās sastāvdaļas ir līdzīgas skuju koksnei (skatīt 1. tabulu), kas arī bija galvenais priekšnoteikums šī ESF projekta izstrādei. Kaņepju spaļu zemā cena, salīdzinot ar koksni, un augstais hemiceluložu saturs potenciāli var dot augstus furfurola iznākumus, bet augsts celulozes saturs – plātnes ar augstvērtīgām īpašībām. Ķīmiskā sastāva atšķirības nosaka kaņepes šķirne, augsnes tips un agronomiskas darbības audzējot [2].

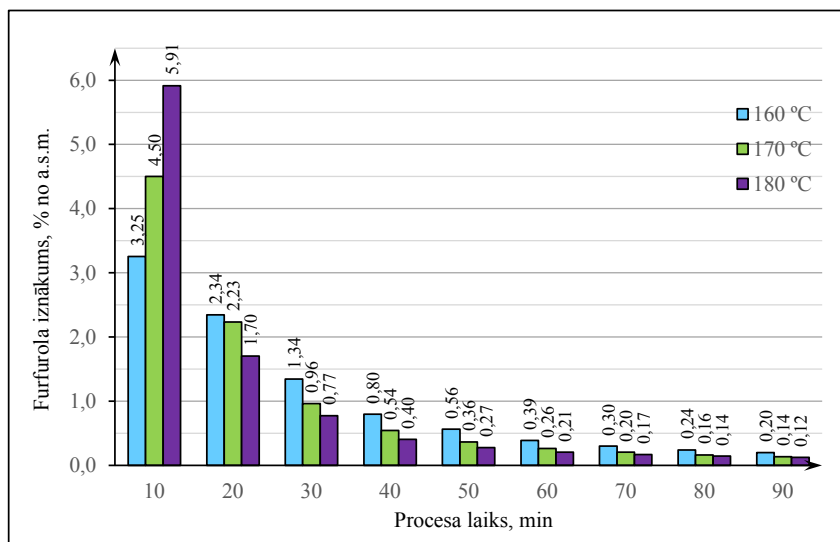
1. tabula. Skuju koksnes un kaņepju spaļu ķīmiskais sastāvs

Ķīmiskais sastāvs, %	Skuju koksne	Kaņepju spaļi " <i>Bialobrzieskie</i> "
Celuloze	47-48 %	46%
Hemiceluloze	20-40 %	28%
Lignīns	18-30 %	22%
Minerālvielas	0.1-1.0 %	1.85%
Citi (pektīni, vaski)	-	1.25%

Izmantojot unikālu eksperimentālo stenda pilotiekārtu veikti priekšmēģinājumi, lai varētu uzsākt pētījumus par kaņepju spaļu hemiceluložu pentožu monosaharīdu dehidratācijas procesu, iegūstot furfurolu, kā katalizatoru izmantojot alumīnija sulfātu ( $Al_2(SO_4)_3$ ). Priekšmēģinājumos pārbaudītas 3 hidrolīzes temperatūras (160, 170 un 180°C) pie  $Al_2(SO_4)_3$  koncentrācijas 1,6% un daudzuma 5%, rēķinot uz a.s. kaņepju spaļu masu, hidrolīzi veicot 90 minūtes. Rezultāti apkopoti 2. tabulā. Furfurola veidošanās dinamika aplūkojama 1. attēlā.

2. tabula. Kaņepju spaļu hidrolīzes rezultāti atkarībā no temperatūras, kā katalizatoru izmantojot 1,6%  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Hidrolīze		Iekrauts			Izkrauts				
Nr. P.k.	Parametri °C-min-mod.	Iekrauti spaļi + kat., g	Iekrauti a.s. spaļi, g	Iekrauts $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	LC, g	LC mitrums, %	LC iznākums % no a.s.m.	Hidrolīzes kondensāts	
								Furfuols, % no a.s.m.	Etīkskābe, % no a.s.m.
1	160-90-0,05	1288	905,6	47,54	1498,0	52,52	73,3	9,43	6,4
2	170-90-0,05	1660	1167,2	61,28	1722,8	49,17	69,8	9,37	7,1
3	180-90-0,05	1639	1141,5	59,93	1652,0	51,09	65,5	9,71	8,0



1. attēls. Furfurola veidošanās dinamika: temperatūra 160-180 °C; katalizatora daudzums 5% no a.s.k.; katalizatora koncentrācija: 1.6%

Veiktie priekšmēģinājumi parādīja, ka, strādājot ar  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  kā hidrolīzes katalizatoru, hidrolīzes temperatūrai lielas ietekmes uz furfurola kopējo iznākumu pēc 90 minūtēm nav. Kā redzams pēc 1. attēlā dotajiem datiem, tad temperatūras paaugstināšanās stipri ietekmē furfurola veidošanās ātrumu, kad pie 160°C pirmajās 10 minūtēs izveidojās 3,25% furfurola no a.s. kaņepju spaļu masas, bet pie 180°C gandrīz 2 reizes vairāk jeb 5,91% no a.s.m. Šo tendenci vēlāk varēs izmantot furfurola optimālo paramteru iegūšanai, bet pagaidām jāizpēta, kā pārējie parametri ietekmēs furfurola iznākumu. Tamdēļ nākamajos priekšmēģinājumu eksperimentus paredzēts veikt ar lielāku katalizatora daudzumu – 7% no a.s.m., lai noteiktu, uz kuru pusi katalizatora daudzuma paaugstināšana ietekmēs furfurola iznākumu un celulozes sadalīšanās pakāpi, lai varētu sastādīt pilnā faktoru eksperimenta plānu, lai izpētītu galveno procesa paramteru ietekmi uz furfurola iznākumu un veidošanās dinamiku, rezultātā nosakot optimālos paramterus.

Paralēli hidrolīzes priekšeksperimentiem tika veikti kaņepju spaļu un to lignocelulozes ķīmiskā sastāva izpēte, atkarībā no procesa parametriem. Rezultāti uzrāda likumsakarīgas tendences - lignocelulozes iznākuma samazinājums ir tieši proporcionāls tā Kiršnera celulozes samazinājumam (skatīt 3. tabulu). Ja sākuma izejviela Kiršnera celulozes daudzums bija 43,7% no a.s.m., tad pēc 160°C šis rādītājs bija 42,8% no a.s.m., kas apstiprina  $Al_2(SO_4)_3$  saudzīgāko katalīzi, jo celulozes sadalīšanās pakāpe ir tikai 2%, bet jau pie 170°C tā ir daudz lielāka – 12,6%. Atkarībā no tālākiem lignocelulozes tvaika sprādziena un iegūto plātņu pētījumiem skatīsimies, cik ļoti plātņu īpašības ietekmē celulozes sadalīšanās pakāpe.

3. tabula. Kaņepju spaļu izejmateriāla un to lignocelulozes ķīmiskais sastāvs atkarībā no hidrolīzes temperatūras

Izejmateriāls	Parametrs, rēķinot uz a.s. masu
Neapstrādāti kaņepju spaļi frakcija 0,4-2,0 mm	Ekstraktvielas ar etanolu 4h – 0,73 ± 0,07%
	Ekstraktvielas ar dietilēteri 3h (turpinot pēc etanola ekstrakcijas) – 0,47 ± 0,03%
	Ekstraktvielas kopā – 1,2%
	Pelni (0,4-2,0 mm) – 1,65%
	Pelni (≤0,4mm) – 10,00%
	Kiršnera celuloze – 43,7 ± 0,4%
	Holoceluloze – 75,5 ± 0,79%
CL-160-90 frakcija ≤1 mm	Kiršnera celuloze – 42,8 ± 0,2%
CL-170-90 frakcija ≤1 mm	Kiršnera celuloze – 38,2 ± 0,9%
CL-180-90 frakcija ≤1 mm	Kiršnera celuloze – 33,9 ± 0,7%

Veicot kaņepju spaļu un lignocelulozes ķīmiskā sastāva pētījumus, nonācām pie secinājuma, ka, lai veiktu kvalitatīvu un reāliem apstākļiem atbilstošu zinātnisku pētījumu, jāveic:

- 1) Materiāla sijāšana, lai atbrīvotos no nevēlamiem piemaisījumiem (smalkumos ≤0,4mm pelnu saturs sasniedz 10,00%), kas tālāk procesa gaitā var samazināt iegūto produktu kvalitāti un kvantitāti;
- 2) Materiāla mitrināšana līdz 20%, lai nodrošinātu tādu mitrumu, kāds ir kaņepju spaļiem noliktavās kaņepju šķiedru ražošanas rūpnīcās;
- 3) Pirms Kiršnera celulozes noteikšanas jāveic ekstrakcija ar etanolu vai acetonu (labāk), lai aizvadītu ekstraktvielas, kas traucētu turpmākām analīzēm.

Pāri palikušo lignocelulozi tālāk paredzēts pārstrādāt, izmantojot unikālu laboratorijas tvaika sprādziena iekārtu, nosakot kaņepju spaļu un to lignocelulozes iznākuma ķīmisko un fizikālo īpašību izmaiņas, atkarībā no tvaika sprādziena procesa parametriem. Pēc literatūras apskata var secināt, ka kaņepes tiek veiksmīgi izmantotas dažādos kompozītmateriālos. Kā nelabvēlīgie faktori tiek minēti šo materiālu īpašību liels frakcionālā sastāva gradients un augsta mitruma absorbcijas

[3]. Pēdējo var būtiski samazināt, izmantojot tvaika sprādziena apstrādi, kur izmainās materiāla struktūra – lignīns izgulsnējas uz šķiedru virsmas un pasargā tās no mitruma uzņemšanas [4]. Pastāv dažādi plātņu iegūšanas veidi bez sintētiskām saistvielām atkarībā no izejmateriāla, pirmapstrādes un presēšanas apstākļiem [5-7]. No pārskatītās literatūras netika atrasti dati par kaņepju spaļu izmantošanu plātņu materiālos bez sintētiskiem sveķiem. Līdz ar to tiek izvirzīts uzdevums projekta ietvaros atrast tehnoloģiskos parametrus, kas veicinātu sekmīgu plātņu iegūšanu no kaņepju šķirnes “*Bialobrzeskie*” spaļiem.

Izveidojot plātnes no kaņepju spaļiem, tās var atrast pielietojumu dažāda veida apdarē. Skaņas absorbcijas materiāli tiek iedalīti klasēs no A līdz E, kur A ir augstākais līmenis [8]. Plātnēm (biezums līdz 20 mm) ar tilpummasu virs 800 kg/m<sup>3</sup> absorbcijas koeficients ir atbilstoši E kasei. Augstākais skaņas absorbcijas koeficients sasniegts pie frekvencēm no 2000 līdz 4000 Hz. Plātnēm, izgatavojot mikroperforējumu  $\varnothing \leq 2\text{mm}$  un tās iebūvējot, piemēram, siena konstrukcijā ar gaisa šķirkārtu, iespējams uzlabot skaņas absorbcijas koeficienta vērtības zemajām frekvencēm  $\leq 1000$  Hz un tādējādi uzlabot vidējo absorbcijas koeficientu [9].

Tālāk paredzēts uzpresēt plātnes no:

- 1) kaņepju spaļiem kā kontroli;
- 2) pēc furfurola pāri palikušās lignocelulozes;
- 3) ar tvaika sprādzienā apstrādātas kaņepju spaļu masas;
- 4) ar tvaika sprādzienā apstrādātas lignocelulozes masas,

Kā rezultātā novērtēt iegūto bezsaistvielu plātņu īpašības atkarībā no tvaika sprādziena un presēšanas procesa apstākļiem. Noteiks iepriekšminēto procesu optimālos parametrus, novērtējot plātņu virsmu un robežstiprību statistiskajā liecē. Aktivitātes izpildei piesaistīts Sadarbības partneris – Latvijas Lauksaimniecības universitāte – kam ir atbilstošas iekārtas un kvalificēts personāls, kas pārbaudīs iegūto bezsaistvielu plātņu skaņas absorbcijas spēju akustiskajā caurulē un reverbācijas kamerā.

Projekta zinātniskais vadītājs

J.Rižikovs