KOMERCIĀLA BĒRZA MIZAS KOMPLEKSĀS PĀRSTRĀDES KONCEPCIJA PRODUKTOS AR AUGSTU PIEVIENOTO VĒRTĪBU

Dr.sc.ing. Jānis Zandersons, Dr.sc.ing. Jānis Rižikovs, Dr.sc.ing. Aigars Pāže, Mg.chem. Kristīne Meile, Dr.sc.ing. Ausma Tardenaka, Mg.chem. Baiba Spince, Bsc.ing. Ance Pļavniece

koksnes ķīmijas institūts • institute of wood chemistry •

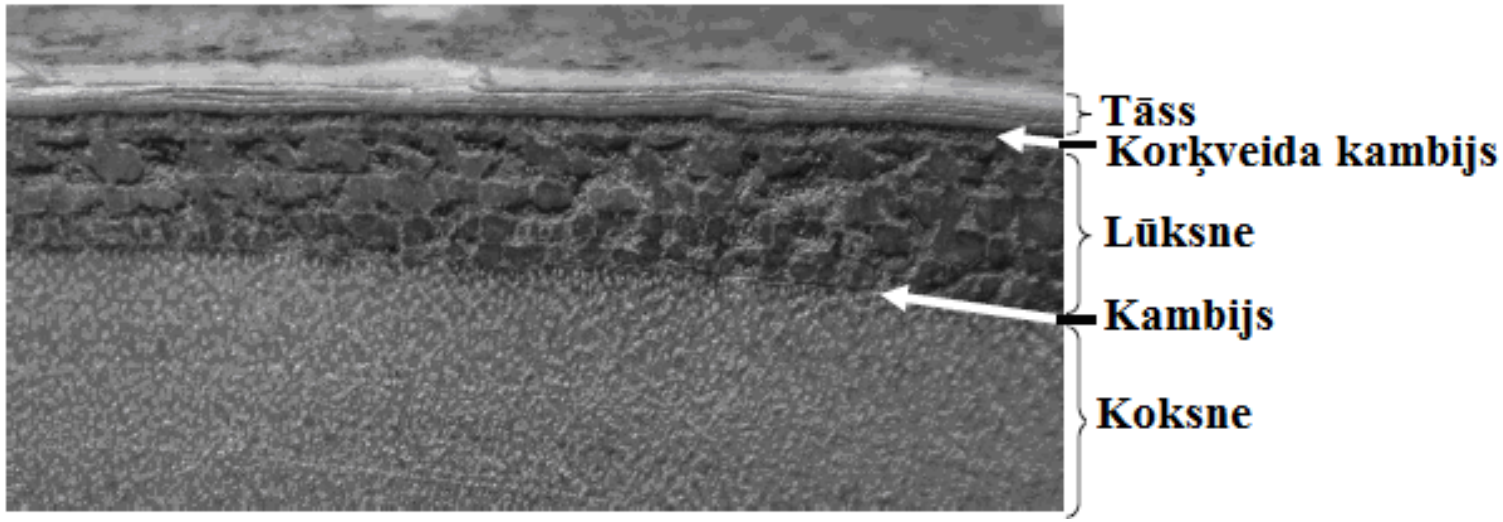
Latvijas Valsts Koksnes ķīmijas institūts (LVKĶI)

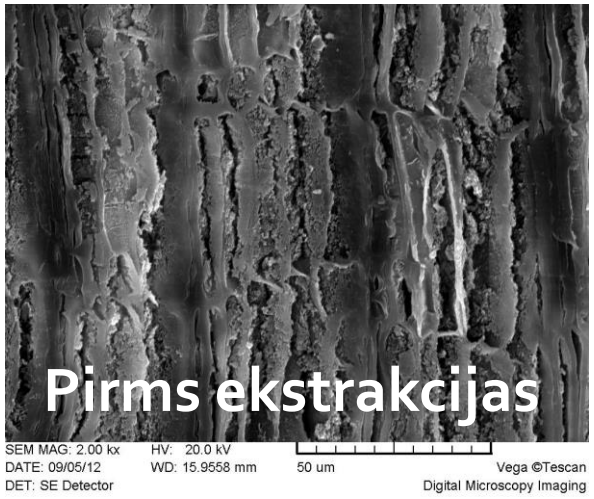
Biorafinēšanas laboratorijas

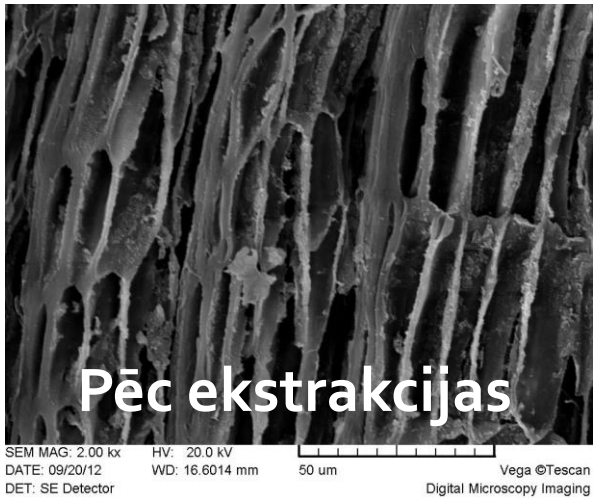
Tehnoloģisko pētījumu daļa

[Jānis Zandersons 1932. – 2015.]

Bērza miza


Tāss
Korķveida kambijs
Lūksne
Kambijs
Koksne


Pirms ekstrakcijas
SEM MAG: 2.00 kx
DATE: 09/05/12
DET: SE Detector
HV: 20.0 kV
WD: 15.9558 mm
50 um
Vega ©Tescan
Digital Microscopy Imaging

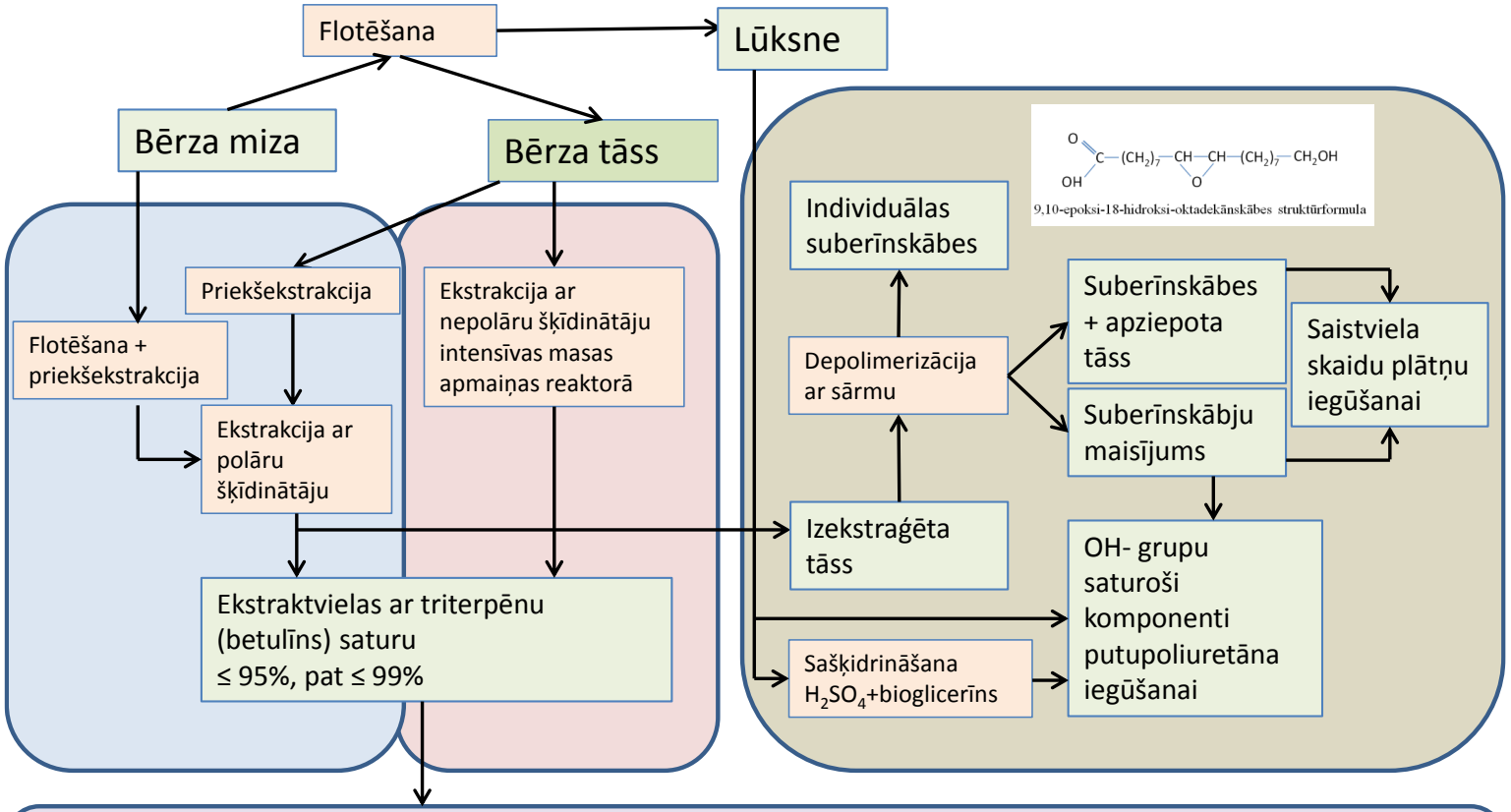

Pēc ekstrakcijas
SEM MAG: 2.00 kx
DATE: 09/20/12
DET: SE Detector
HV: 20.0 kV
WD: 16.6014 mm
50 um
Vega ©Tescan
Digital Microscopy Imaging

Triterpēnu izmantošanas jomas

- **kosmētika** (emulgators, antioksidants, konservants u.c.);
- **higiēnas preces** (šampūni, zobu pastas u.c.);
- **pārtika** (pārtikas bagātinātāji, emulgators, konservants u.c.);
- **farmācija** (ādas dziedēšana, herpes vīruss u.c.);
- **zinātne** (polimēru materiāli, jaunu savienojumu sintēze u.c.).

Aktivitāte	**Betulīns**	**Betulīnskābe**	**Lupeols**
Antioksidanta	X		X
Citotoksiska	X	X	X
Hipolipidēmiska	X		X
Apoptotiska		X	
Antibakteriāla	X	X	
Antihelminta	X	X	
Antifidanta	X		
Hipotenzīva			X
Antiproliferatīva	X		
Hepatoprotektīva	X		
un iedarbība pret;			
HIV	X	X	
Vīrusiem	X	X	X
Gripu	X		X
Iekaisumiem	X	X	X
Tūsku	X		X
Reimatismu	X		X
Audzēju	X	X	X
Vēzi		X	
Alerģiju	X		
Malāriju	X	X	
Sēnīti	X	X	
Leikēmiju		X	
Čūlām	X		

ERAF projekts "Bioloģiski aktīvu vielu un polimērmateriālu izejvielu iegūšana no bērza mizu pārpalikumiem"



Sadarbība ar OSI:

- ✓ Atrasti kolonnu hromatogrāfijas apstākļi lupeola, betulīna un betulīnskābes atdalīšanai.
- ✓ Izdalītas 4 jaunas vielas (betulīna, lupeola un betulīnaldehīda atvasinājumi)
- ✓ Veiktas triterpēnu atvasināšanas reakcijas, lai molekulās iesaistītu mildronātu (kardiovaskulāro īpašību uzlabošanai) un leakadīnu (pretvēža īpašību uzlabošanai)

- Tāss atdalīšana flotējot
- **Ekstrakcija ar polāriem un nepolāriem šķīdinātājiem**
- Ekstraktvielu sastāva noskaidrošana
- Individuālu suberīnskābju iegūšana
- Lūksnes sašķidrināšana un putupoliuretānu iegūšana
- **Saistviela skaidu plātnēm**

ERAF 2010 rezultāti

Patenti:

1. Latvijas patents LV 14759 B - Tāss ķīmiskās pārstrādes paņēmiens un iekārta tā realizēšanai.
2. Eiropas patenta pieteikums EP 2 842 564 A1 – Method for the chemical processing of outer birch bark and apparatus for its realisation.
3. Latvijas patents LV 15031 B - Kokskaidu plātņu izgatavošanas paņēmiens bez formaldehīda izmantošanas.

Publikācijas:

1. Rizhikovs, J., Zandersons, J., Dobele, G., Paze, A. Isolation of triterpene-rich extracts from outer birch bark by hot water and alkaline pre-treatment or the appropriate choise of solvents. Industrial Crops and Products, - 2015, vol. 76, 209-214 p.
2. Pāže, A., Zandresons, J., Rižikovs, J., Dobele, G., Jurkjāne, V., Spince, B., Tardenaka, A. Apparatus and selective solvents for extraction of triterpenes from silver birch (Betula pendula Roth.) outer bark. Baltic Forestry, - 2014, vol. 20(1) 88-97 p.
3. Rižikovs, J., Zandresons, J., Pāže, A., Tardenaka, A., Spince, B. Isolation of suberinic acids from extracted outer birch bark depending on the application purposes. Baltic Forestry, 2014, vol. 20(1), 98-105 p.
4. Pazhe, A., Zandersons, J., Rizhikovs, J., Dobele, G., Spince, B., Jurkjane, V., Tardenaka, A. Obtaining Pentacyclic Triterpenes from Outer Birch Bark. Latvian Journal of Chemistry, 51(4), (2012) pp. 415-420.

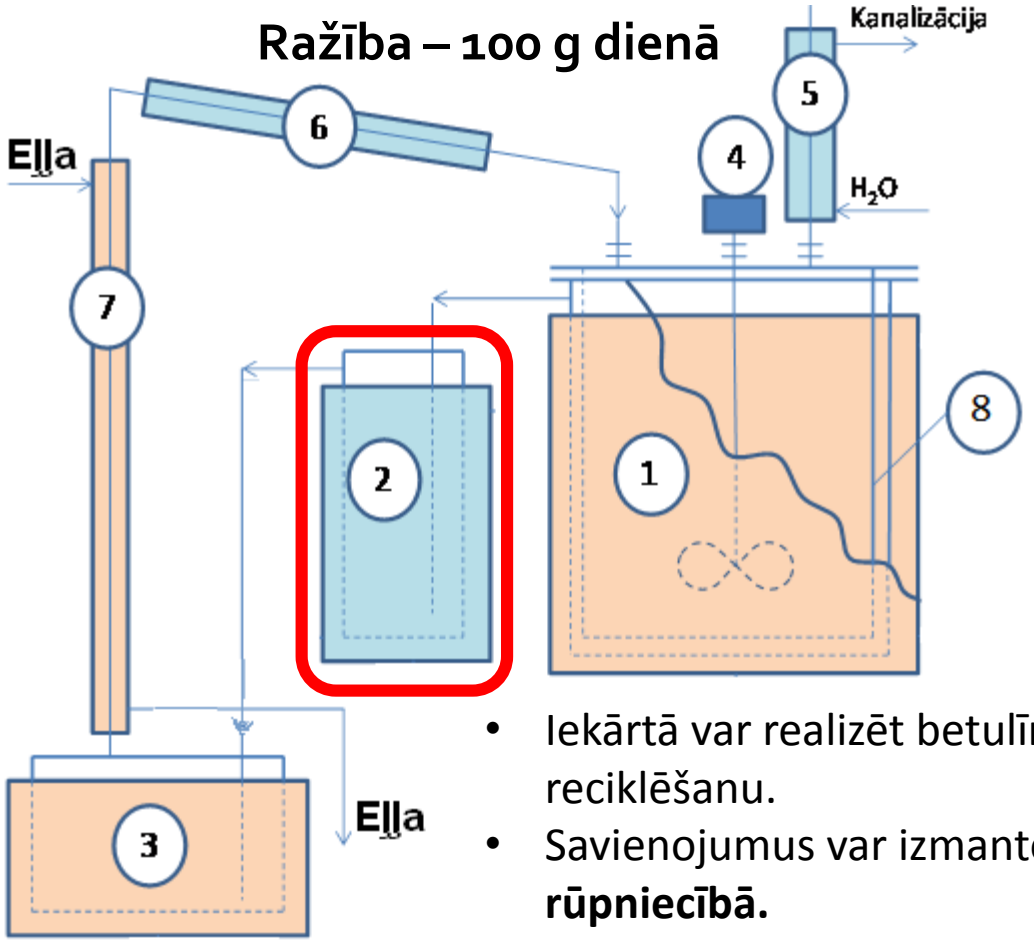
Bērza tāss ekstrakcija ar dažādiem šķīdinātājiem 11 stundas Soksleta aparātā

Šķīdinātājs	Ekstraktvielas iznākums, % no a.s. tāss masas	Betulīns	Lupeols	Piemaisījumi	Relatīvā polaritāte*
n-heksāns	4,5 ± 0,4	1,5	1,8	1,2	0,009
Pētrolēteris 100-140ºC	7,8 ± 0,6	4,8	2,2	0,8	0,011**
n-heptāns	4,1 ± 0,9	1,9	1,2	1,0	0,012
Cikloheksāns	12,4 ± 0,5	10,2	1,5	0,7	0,006
Benzols	17,6 ± 0,8	11,1	2,0	4,5	0,111
Hloroforms	33,3 ± 1,4	24,3	2,5	6,5	0,259
Dihlormetāns	33,0 ± 1,0	23,3	2,2	7,5	0,309
Acetons	33,9 ± 0,9	25,0	2,0	6,9	0,355
Etanols	34,7 ± 1,0	25,7	2,2	6,8	0,654
Metanols	34,5 ± 1,2	24,3	2,4	7,8	0,762

*Reichardt, C., & Welton, T. (2011). *Solvents and solvent effects in organic chemistry*. John Wiley & Sons.

**Petrolēteris 100-140 ir ogļūdeņražu maisījums heptāns (0,012), oktāns (0,012), nonāns (0,009) un dekāns (0,009)

Latvijas patents LV 14759 B - Tāss ķīmiskās pārstrādes paņēmiens un iekārta tā realizēšanai.



1. Reaktors (2,7 L) ar apsildi
2. **<u>Starpkristalizators</u>**
3. Iztvaicētājs
4. Maisītājs
5. Atteces dzesinātājs
6. Kondensators
7. Tvaiku sildītājs
8. Filtra grozs

- Iekārtā var realizēt betulīna un lupeola iegūšanu periodiskā procesā ar šķīdinātāju reciklēšanu.
- Savienojumus var izmantot ķīmiskajā, farmaceitiskajā, pārtikas **un kosmētikas rūpniecībā.**
- Palielinātu betulīna un lupeola iznākumu, salīdzinot ar klasiskajiem paņēmieniem, kā arī ekstrakcijas laiks, izmantojot nepolāros šķīdinātājus, tiek saīsināts 4-5 reizes.

Promocijas darbs - Aigars Pāže, RTU, 2015

“Jauna ekstrakcijas metode augsta betulīna satura ekstraktvielu iegūšanai”

Mērķis - izstrādāt jaunu metodi ķīmiska savienojuma - betulīna izdalīšanai ar augstu iznākumu un tīrību pēc iespējas vienkāršā un efektīvā procesā, kuru varētu mērogot uz liela apjoma rūpniecisko ražošanu Latvijā.

“Rūpnieciskas betulīna ražošanas iespējas no bērza pārstrādes blakusproduktiem”

Sadarbībā ar A/S “Latvijas Finieris” pirmo reizi Latvijā Meža nozares kompetences centra ietvaros uzsākts projekts

Veiks kosmētikas produktu ražošanai piemērotu bērza tāss ekstraktvielu rūpnieciskas ražošanas iespēju izpēti un pārbaudīs komercializācijas iespējas.

Ir sakomplektēta **30 L iekārta ar ražību 1 kg dienā**

Tiek pētīta un tiks validēta betulīna iegūšanas un apstrādes industriāla apjoma tehnoloģija.

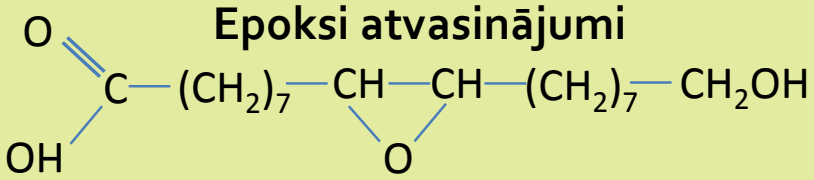
Nākotnē nodrošinās zināšanas par racionālu bērza mizas pārstrādi, ražojot augstas pievienotās vērtības produktu ar kosmētikas izejvielai piemērotām īpašībām.

Suberīns & suberīnskābes

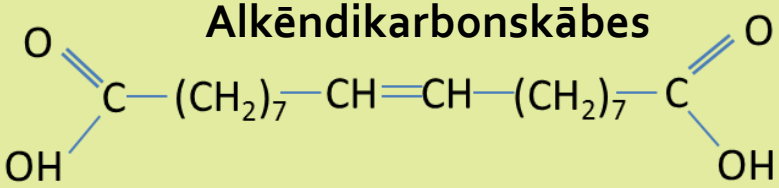
- **Pēc bērza tāss ekstrakcijas** pāri paliek suberīnu saturoši atlikumi, kā arī 15-20% ligno-ogļhidrātu (monosaharīdi, polifenoli, celuloze un lignīns).
- **Suberīnskābes** augu pasaulē ir šķērssaistītas ar aromātiskajiem polifenoliem, veidojot izturīgu aizsargbarjeru no apkārtējās vides.
- **Suberīns ir poliesteris**, kuru sadala C16-C24 taukskābēs, realizējot tā depolimerizāciju jeb apziepošanu ar sārmu.
- **Pēc depolimerizācijas** suberīnskābju maisījumā pārsvarā ir **epoksi- un hidroksilgrupu saturoši savienojumi**.
- **Epoksi-hidroksi stearīnskābe (27-28%):**
  - Organiskās sintēzes izejviela
  - Dabā reti sastopama
  - Grūti iegūt sintētiska ceļā

Piesātinātās taukskābes + polifenoli = suberīns (40-50%)

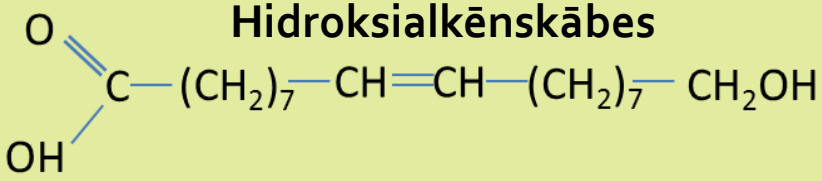
Epoksi atvasinājumi



Alkēndikarbonskābes

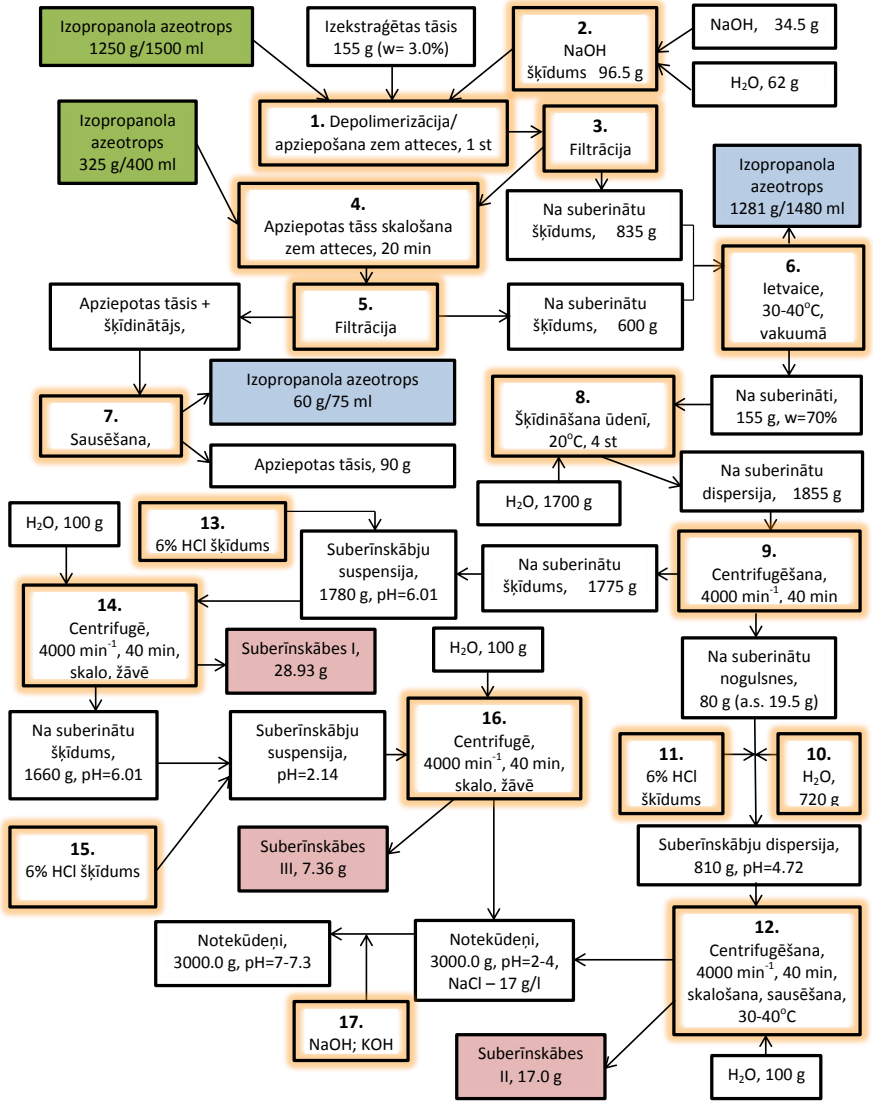


Hidroksialkēnskābes



Individuālas suberīnskābes

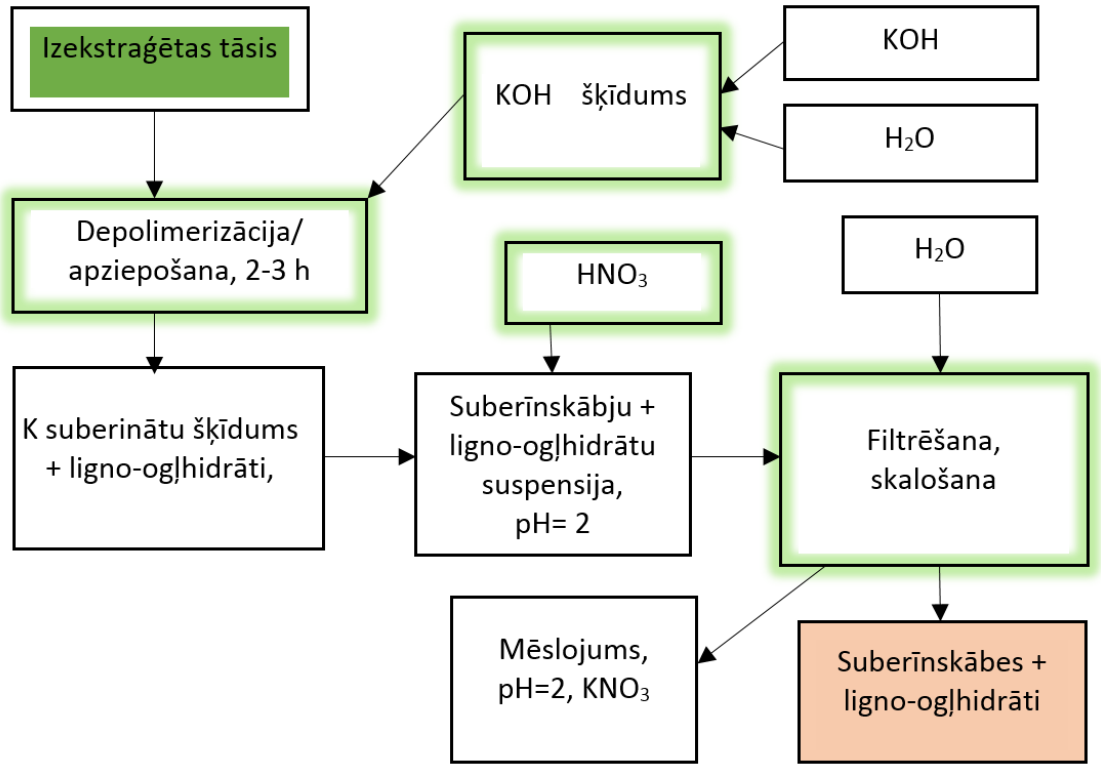
- Ja vēlas suberīnskābju kompozīcijā saglabāt epoksigrupas jeb izdalīt suberīnskābju frakcijas ar augstu atsevišķu individuālu skābju saturu, stingri jāievēro noteiktas pH un temperatūras robežas.
- Tas tehnoloģisko procesu sarežģī un padara darbietilpīgāku.
- Iegūtie produkti – individuālas suberīnskābes var izrādīties vērtīga izejviela organiskajā sintēzē.



Suberīnskābes kā saistviela

- Mūsu pētījumos par bērza mizas izmantošanas iespējām, negaidīti konstatējām, ka tāsis var izmantot kā cilvēkam nekaitīgu dabiskas izcelsmes saistvielu tādā kompozītmateriālā kā kokskaidu plātnes.
- Pagatavošanas procesā nav īpaši jārūpējas par atsevišķu funkcionālo grupu saglabāšanu.
- Neprasa precīzi saglabāt noteiktas, stingri fiksētas pH un temperatūras robežas.
- Bāziskā vidē depolimerizējot tāss pamatsastāvdaļas, piesātināto taukskābju poliesteris – suberīns dod atbilstošus suberinātus, kuri paskābinot izgulsnējas, dodot stearīnveida suberīnskābju masu, kura pati par sevi kā saistviela nav efektīva.
- Konstatējām, ka daudz labākus rezultātus uzrāda sastāvs, kuru iegūst, vienkārši izgulsnējot suberīnskābes kopā ar tāss ligno-ogļhidrātu kompleksu, kas netraucē to izmantot kā saistvielu skaidu plātnēm.

Viss ģeniālais ir vienkāršs!



Latvijas patents LV 15031 B - Kokskaidu plātņu izgatavošanas paņēmiens bez formaldehīda izmantošanas

- Paņēmiena realizācijai ir izmantots sastāvs, kuru iegūst, izgulsnējot suberīnskābes kopā ar tāss ligno-ogļhidrātu kompleksu pēc tam, kad no tāss ir izekstraģēta tā otra galvenā sastāvdaļa – triterpēnus saturošas ekstraktvielas.
- Saistvielas efektīvai darbībai nav nepieciešama formaldehīda vai izocianātu un/vai citu cilvēkam kaitīgu vielu klātbūtne un tās sastāvā nav sintētisku vielu.
- Procesa palīgvielas – kālija hidroksīdu un slāpekļskābi, reģenerējot kālija nitrāta veidā, piedāvāts izmantot kā minerālmēslojuma koncentrātu.
- Līdz ar to rodas perspektīva kompleksai tāss pārstrādei.

REZULTĀTI

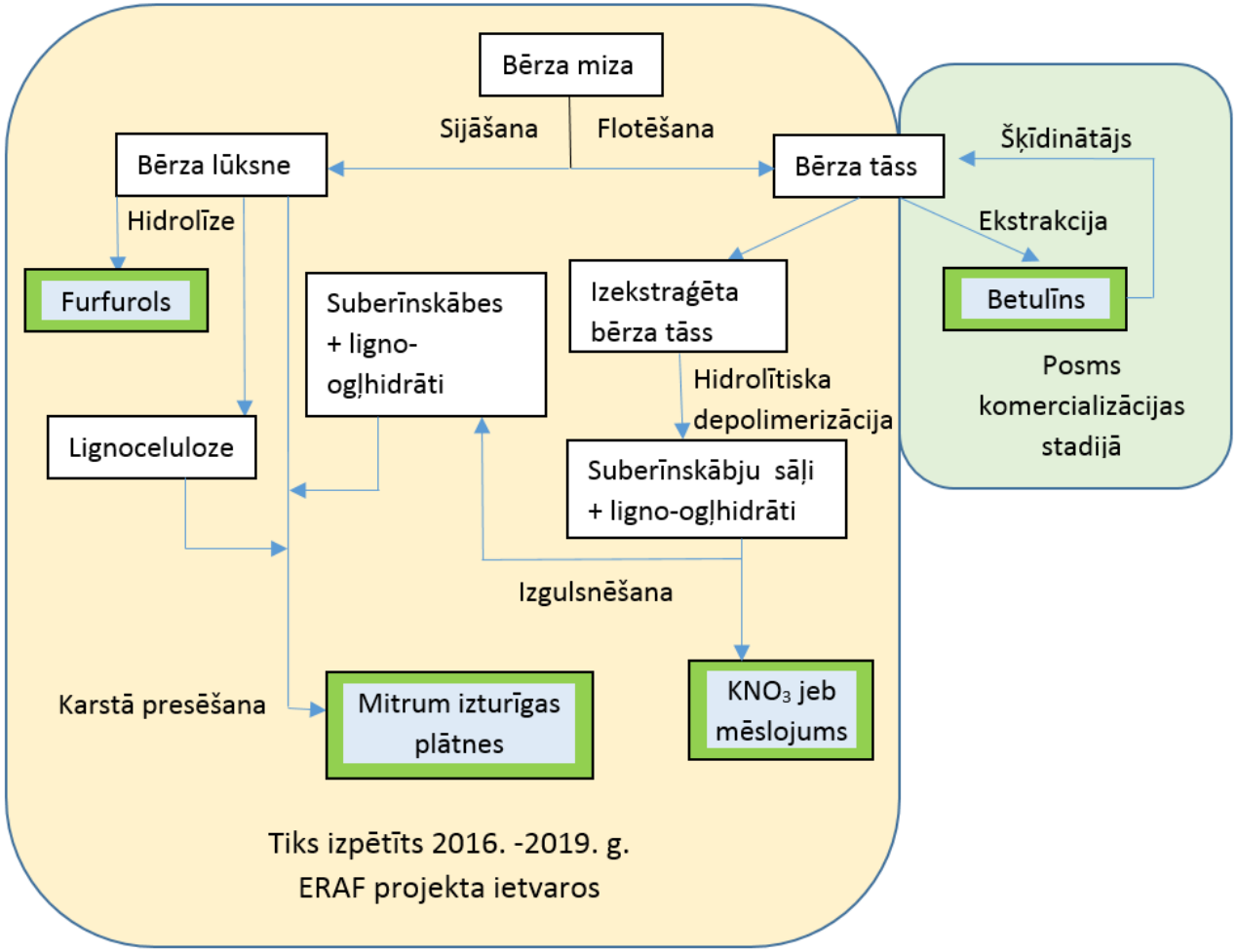
Presēšanas parameteri			Blīvums, kg/m³	Ūdens absorbcija pēc 2 h, %	Uzbriešana tilpumā, %	Uzbriešana biezumā, %	Pretestība liecē, MPa
T, °C	Saistv., % a.s.m.	P, MPa					
140	30	10	1160	27.8±3.8	41.0±6.1	38.3± 5.3	23.9±0.1
160	30	10	1220	6.0±1.2	7.7±2.2	8.5±1.1	27.9±1.0
180	**30**	**10**	**1270**	**1.5±0.1**	**0.2±0.1**	**0.0**	**29.2±1.1**

- Lieliska saistviela augsta blīvuma skaidu plātņu iegūšanai ar augstu mitrum izturību un pretestību liecē.
- Augstās temperatūrās veidojas jaunas ķīmiskās saites starp suberīnskābēm un koksnes pildvielu, kā rezultātā veidojas režģa tipa struktūras, kas nodrošina augstas kokskaidu plātņu fiziko-mehāniskās īpašības.

Bērza mizas pārstrāde ekoloģiskos šķiedru bio-kompozītos un produktos ar augstu pievienoto vērtību

- 2016. gadā pieteikts un apstiprināts ERAF starpdisciplinārs rūpnieciskais pētījums
- **Projekta mērķis** ir attīstīt zināšanu bāzi un cilvēkkapitālu, kā arī veicināt zināšanu pārnesi, izstrādājot jaunu eko-inovatīvu tehnoloģiju bērza mizas pārstrādei videi draudzīgos bio-kompozītos un produktos ar augstu pievienoto vērtību.
- **Uzdevums** - optimizēt un izstrādāt tehnoloģisko priekšlikumu par ekoloģiskas bio-kompozītu saistvielas iegūšanu no depolimerizētas bērza tāss, kā pildvielu izmantojot samaltu lūksni, bērza skaidas un to lignocelulozi.
- **Noslēgsies finiera ražošanas blakusproduktu aprites cikls.**
- Realizējot minēto tehnoloģiju, **tiks paaugstināta kokrūpniecības atkritumu produktu pievienotā vērtība**, kā arī **samazināti veselības riski** mēbeļu un skaidu plātņu ražotājiem un lietotājiem formaldehīda dēļ (**slimo ēku sindroms**), kas kairina acis, kaklā un deguna gļotādu, apgrūtina elpošanu.
- Pārstrādājot bērza mizu vērtīgos produktos, **tiks samazināts arī potenciālais CO_2 izmešu daudzums atmosfērā**, kas varētu rasties no tāss dedzināšanas enerģijas vajadzībām.

Bērza mizas kompleksās pārstrādes koncepcija



Apsolīts ERAF 2016-2019:

- 4 produkta prototipi (3 plātnes un 1 saistviela)
- 4 publikācijas Web of science vai SCOPUS žurnālos vai konferenču krājumos
- 2 publikācijas žurnālos, kuru citēšanas indekss sasniedz vismaz 50% no nozares vidējā
- 1 tehnoloģiskā reglamenta prototips

Paldies par uzmanību!

12 ZAĻĀ EKONOMIKA

Pirmdiena, 2015. gada 9. marts

13

Bērza tāsi var ne tikai kurināt krāsnī

No tās var iegūt betulīnu, kas ir bioloģiski aktīvs savienojums, kam piemīt kosmētikā noderīgas ādu dziedējošas un funkcionālas īpašības; pagaidām Latvijā pārstrādes procesā iegūto bērza tāsi neizmanto lietderīgi

Tā stāsta Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūta Tehnoloģisko pētījumu laboratorijas vadošais pētnieks Jānis Rižikovs un zinātniskais asistents Aigars Pāže. Bērza mizas tāss daļā atrodas bioloģiski aktīvs savienojums betulīns. Tas veido aptuveni 25% no tāss masas. «Betulīns ir dīvgan unikāls savienojums, jo parasti dabas izejvielās nav tik liels individuālu savienojumu saturs. Tāpēc no rūpnieciskā viedokļa tas skan perspektīvi un poienciāli,» saka A. Pāže. Ārpus Ziemeļeiropas bērza tāsi ir mazāk betulīna, kas nozīmē, ka šo tā paša tāss daudzuma var iegūt mazāk vērtīgās vielas nesā no Latvijas bērza. Pētnieki sprēķinājuši, ka Latvijā gada laikā kā ražošanas atkritumi rodas aptuveni 8000 t bērza tāss, no kuras varētu ražot betulīnu, bet tāss tiek nelietderīgi sadedzināta.

Pazīstams dziednieks

«Betulīns aizsargā bērzu no infekcijām, saules un ārējās vides faktoriem. Ir pierādīts, ka betulīns palīdz dziedēt brūces,» stāsta A. Pāže. Par bērza tāss dziedinošo iedarbību esot atrodamas rakstiskas liecības jau no 1899. gada, kur stāstīts par tāss izmantošanu, lai sterilizētu brūču pārsējus un plāksterus, savukārt Ziemeļamerikas indiāņi, lai veicinātu brūču ātrāku dzīšanu, apstrādāja ievainojumus ar saberztu bērza tāss pulveri.

A. Pāže un J. Rižikovs trīs gadus Jāņa Zandersona vadībā ERAF finansētā projektā pētīja betulīnu, izstrādāja tehnoloģiju un iekārtu tā iegūšanai. Tas ir jauns panākums, ar kuru sāmērā vienkāršā veidā var iegūt 75 –95% betulīna. Iekārta ir patentēta Latvijā. A. Pāže turpina darbu pie šī temata, rakstot savu doktora disertāciju, jo vēlējās atrast praktisku lietojumu betulīnam. «Darba izstrādes laikā iepazinos ar informāciju par to, kā citur pasaulē cilvēki izmanto betulīnu. Piemēram, Amerikā ir uztura bagātinātāji notievēšanai, kas neļauj taukiem uzsūkties organismā un pazemina holesterīna līmeni, bet Vācijā ir ķermeņa krēmi un lūpu zīmuļi, kas ražoti, aizstājot emulgatoru, konservantu un antioksidantu piedevas ar betulīnu, vienlaikus produktam uzlabojot ādu dziedinošās īpašības. Tāpēc arī pašam radās doma par betulīna piedāvāšanu kosmētikas tirgū,» viņš stāsta.

Pārbauda potenciālu

A. Pāže un J. Rižikovs ir iesaistījušies Zaļo tehnoloģiju inkubatora pirmsinkubācijas programmā. Pirmā ideja, ar ko A. Pāže pieteicās inkubatorā, bija krēmu ražošana, kuru satāvā būtu betulīns. Šai idejai inkubatora pārstāvji nedeva zaļo gaismu, tāpēc pētnieki turpināja domāt par iespējām izmantot betulīnu un saprata, ka viņu rīcībā esošā unikālā komponente ir patī iekārta, ar ko ražot betulīnu. Tagad ir iecere ražot tieši šo vielu un piedāvāt to kosmētikas izejvielu izplatītājiem, pārdevējiem vai dabīgās kosmētikas ražotājiem. Tā varētu piedāvāt arī citām nozarēm – pārtikas, uztura bagātinātāju, higiēnas preču un zāļu ražotājiem. Tāpat var piedāvāt betulīnu Latvijas zinātniekiem, lai sintezētu jaunus savienojumus.

Darbojoties pirmsinkubācijas programmā, pētnieki ir piedalījušies semināros par uzņēmējdarbību, konsultējušies ar dažādiem speciālistiem. «Pirmsinkubācijas periods ļauj apzināties, vai ideja ir potenciāls,» saka J. Rižikovs. A. Pāže atklāj, ka nav viegli «pārsēgties» no zinātnes uz uzņēmējdarbību, bet dažu mēnešu laikā viņi ir apguvuši to, ko citi augstskolā mācās čertrus gadus. «Ar divu cilvēku rokām ir par maz, lai viss notiktu ātrā tempā, bet līdzīnējais progress ir ievērojams. Biznesa stradājam tikai četrus mēnešus, bet tam pamatā ir vairāku gadu pētījumi,» viņš saka.

Meklē finansējumu

Lai biznesa ideja tiktu uzņemtu nākamajā līmenī – inkubatorā – un pretendētu uz 140 tūkst. eiro finansējumu tās attīstībai, nepieciešams piesaistīt līdzfinansējumu 20% apmērā. Tāpēc pētnieki cer piesaistīt investorus, lai varētu turpināt idejas attīstību. «Tā nav mazā summa. Mūsu uzdevums ir pārliecināt investorus, ka viņu ieguldījums attaisnosies. Mums vajag līdzfinansējumu, lai tiktu inkubatorā un būvētu iekārtu, ar ko varētu ražot betulīnu lielākos daudzumos. Liels plus ir tas, ka pagaidām Baltijas reģionā mums nav konkurentu,» saka A. Pāže. J. Rižikovs norāda, ka, kaut ko jaunu sākot, vienmēr ir risks. Tāpēc nepieciešams piesaistīt riska kapitālu, bet svarīgi, lai investors noticētu šai idejai un tās lielajam potenciālam. Sobrīd nepieciešams veikt dažādas pārbaudes un sakārtot dokumentus, lai varētu savu produktu piedāvāt kosmētikas ražotājiem un kosmētikas izejvielu tirgotājiem. Nākotnes vīzija ir izveidot ražotni, kas koncentrētos uz betulīna ražošanu dažādām vajadzībām.

Lētāks process

«Ar mūsu iekārtu ražošanas process ir vienkāršs un lēts. Mūsuprāt, esam uz pareizā ceļa. Mūsu piedāvātajai tehnoloģijai ir vairāki tehniski veiksmīgi risinājumi, kas ļauj ekonomēt uz tehnoloģiskā procesa izdevumiem. Tas ir mūsu know-how. Tas ļautu mums izcelties starp pārējiem uzņēmumiem, kas ražo ar līdzīgām iekārtām. Ar mūsu tehnoloģiju betulīna pašizmaksa būs zemāka un peļņa – augstāka,» saka A. Pāže. Tagad pētnieku saražotā betulīna apjoms mērāms simtos gramu, bet viņi vēlas radīt iekārtu, ar kuru varētu ražot lielākus betulīna apjomus.

Anda Asere

Tuvākajā reģionā ar betulīna ražošanu nevienu nenodarbojas, saka Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūta Tehnoloģisko pētījumu laboratorijas vadošais pētnieks Jānis Rižikovs (no labās) un zinātniskais asistents Aigars Pāže.

Bērza tāss cejā no ražošanas atlikuma līdz vērtīgai vielai – vispirms bērza tāsi pārstrādā granulās, sasmalcina un iegūst dažādas betulīna satura ekstraktvielas.

VIEDOKLIS

Laba ideja

Juris Matvejs, a/s Latvijas Finieris padomes priekšsēdētājs:

Ideja ir laba, jo bērza mizā sāļstarādājumā ar citiem materiāliem ir lielākais betulīna savienojums, kā arī augstākais betulīna saturs no visām tajā esošajām ekstraktvielām. Tieši tāpēc, pētot betulīnu, var veiksmīgi arī atrast uz citām noderīgām ekstraktvielām. Betulīnam piemīt īpašības pret HIV un pret vēzi, šie vārdi runā paši par sevi – tas ir daudzsološs risinājums veselības problēmām. Pasaulē ir daudz patentu par betulīna iegūšanu – tas ir dārgs prieks. Ja atklātu jaunu, ātrāku ekstrakcijas veidu, būtu cerīgāk.

Par betulīna lietojumu farmācijā – tirgu nosaka vietu atrašanās attiecīgās valsts farmācijas vielu sarakstos, kas pašreiz izpaliek. Ja ir konkrēts pētījuma uzdevums, betulīnam, protams, var atrast arī citus lietojuma veidus. Uzskatu, ka šāds pētījums pieder pie fundamentālās zinātnes, kur kompetents noteikti ir arī Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūts.

VIEDOKLIS

Šķiet interesanti

Uldis Iltners, SIA Madara Cosmetics direktors:

Šai vielai piemīt dažādas aktīvās īpašības. Viena no tām ir pretvēža iedarbība, bet kosmētikā šo funkciju nevaram komunicēt un izmantot, bet mēs varētu izmēģināt antioksidantu iedarbību – betulīns būtu aktīvā viela. Tā kā mums jau ir bērzu līnija, koleģi pamēģinās paskatīties, kāda ir betulīna iedarbība. Kopumā tas šķiet interesanti – izmēģināsim. Vienīgā bažas mums rada tas, ka šī viela sotās būt dārga, kas varētu būt ierobežojošs faktors tās izmantošanā.

BIZNESA FAKTI

Projekts: efektīvāka ekstrakcijas iekārta augsta betulīna satura ekstraktvielu iegūšanai
Autors: Aigars Pāže
Nozare: kosmētika
Darbojas kopš: 2011. gada
Atrodas: Rīga
www.eurekr.lv

Saint Tech