

## Bioloģiski aktīvo savienojumu saglabāšanās egles zaleņa uzglabāšanas procesā

*O. Polis*<sup>1\*</sup>, *A. Korica*<sup>1</sup>, *M. Daugavietis*<sup>1</sup>

Polis, O., Korica, A., Daugavietis, M. (2009). Biological active substances retained during the spruce tree foliage storage process. *Mežzinātne / Forest Science* 19(52): 82-90.

**Kopsavilkums:** Pētījuma mērķis bija noskaidrot koku zaleņa (skujas un nepār-koksnējušies dzinumi) izmantošanas iespējas, mežizstrādē pielietojot tehnoloģijas, kas paredz cirsma atlieku savākšanu un nokraušanu kaudzēs to turpmākai izmantošanai enerģētikas vajadzībām.

Zaleņa turpmāko izmantošanu nosaka ekstraktvielu un atsevišķu bioloģiski aktīvu savienojumu – ēterisko eļļu, hlorofila atvasinājumu, poliprenolu un skābju saturs izejvielās. Tā kā minētie savienojumi cirmās izkļiedētajās mežizstrādes atliekās strauji sadalās, zalenis iespējami īsākā laikā ir pārstrādājams (Pinne u.c., 1983; Даугавиетис и др., 1983).

Izmēģinājumos klimatisko apstākļu ietekmes uz vielu saglabāšanos izvērtēšanai zarus sakrāva virs 3 m augstās un virs 4 m platās kaudzēs februārī, marta beigās, jūlijā un oktobrī. Vielu satura analīzes veica zaru nokraušanas laikā, pēc 10 dienām un turpmāk ar tādu intervālu, lai 3 mēnešu uzglabāšanas periodā nodrošinātu vismaz 5 izmēģinājumu partijas. Kopējais ekstraktvielu un aktīvo savienojumu daudzums noteikts ar pārbaudītām laboratorijas metodēm un attiecināts uz paraugu sausu.

Izmēģinājumos noskaidrots, ka minētajā zaru uzglabāšanas laikā zalenī saglabājušos kopējo ekstraktvielu daudzums ir 91-94%, 68-76% ēterisko eļļu, 92-97% organisko skābju, 40-55% hlorofila atvasinājumu un 60-69% poliprenolu. Oktobra krāvuma kaudzēs atsevišķu savienojumu saglabāšanās bija vēl augstāka.

Izmēģinājumi liecina, ka, uzglabājot zalenī kopā ar zariem kaudzēs, ekstraktvielu un bioloģiski aktīvo savienojumu sadalīšanās notiek lēnāk nekā cirmās, kur zari ir novietoti izklaidus. Līdz diviem mēnešiem kaudzēs uzglabātu zalenī ir lietderīgi pārstrādāt gan hlorofila preparātu un poliprenolu, gan arī ēterisko eļļu un organisko skābju ieguvei. Savukārt 2-3 mēnešus uzglabātu zalenī ieteicams izmantot tikai ēterisko eļļu un organisko skābju ieguvei.

**Nozīmīgākie vārdi:** eglu zalenis, uzglabāšana, bioloģiski aktīvu savienojumu saglabāšanās.

...

Polis, O., Korica, A., Daugavietis, M., LSFRI „Silava”. **Biological Active Substances Retained During the Spruce Tree Foliage Storage Process.**

---

<sup>1</sup> LVMI “Silava”, Rīgas iela 111, Salaspils, LV-2169, Latvija; e-pasts: ojars.polis@silava.lv

**Abstract:** The aim of the investigation is to evaluate storing spruce tree foliage (needles and non-lignified small branches), together with branches, in piles at least 3 m high and no less than 4 m in width, to increase the possibility of obtaining biologically active substances and other extractives, for example organic acids, essential oils, chlorophyll derivatives and polyphenols.

The piles were created during 2 days after tree felling in February, the end of March, July and October and stored for 90 to 129 days. The tree foliage samples were collected for analysis at the start day and then 5 times in intervals of 10 to 20 days.

The amount of extractives and above mentioned biologically active substances was determined using standard analytical methods, and the results were calculated on a dry matter basis. The amount of essential oils was determined by hydrodistillation method using Dean-Stark apparatus. Summary extractives were obtained in a firm Buchi Extraction Unit B-811 LSV with non-polar solvent "Nefraze" (boiling temperature 80-120°C) used for tree foliage extractives production on an industrial scale. The amount of organic acids was determined by separating the summary extractives using saponification with sodium hydroxide water solution, followed by water solution acidification. Polyphenols concentrate was obtained from lipid parts after saponification with following column chromatography to isolate pure polyphenols. Each analysis was repeated at least 3 times and the results averaged.

The results showed that 91-94% of total (summary) extractives, 68-72% of essential oils, 92-97% of organic acids, 40-55% chlorophyll derivatives and 60-69% of polyphenols remained in the tree foliage after 3 months of storage in piles. For the foliage piled in October the loss of active substances was smaller than in the summer (Table 1 and Table 2).

The results indicate that tree foliage is usable for the production of polyphenols, chlorophyll derivatives, essential oils and organic acids when stored in piles for two months, and for essential oils and organic acids production when stored more than 2 months.

**Key words:** spruce tree foliage, storage, biological active substances' remaining.

•••

Полис О., Корица А., Даугавиетис М., ЛГИАН «Силава». **Сохранность биологически активных соединений в процессе хранения еловой зелени.**

**Резюме:** Цель исследований – оценка сохранности экстрактивных веществ и биологически активных соединений в древесной зелени ели при хранении зелени на ветках в кучах лесосечных отходов, собранных для дальнейшего использования в энергетике. Кучи высотой не менее трех метров и шириной не менее четырех метров были заготовлены не позднее 3 дней с момента валки деревьев в феврале, в конце марта, в июле и в октябре. Следовательно сохранность экстрактивных веществ исследована в различных климатических условиях. Срок хранения – три месяца. Образцы древесной зелени для анализов собраны сразу после складки куч лесосечных отходов, после 10 дней хранения, а далее 5 раз через 10–20 дней с расчетом, чтобы общий срок хранения был не менее 90 дней.

Определение содержания суммарных экстрактивных веществ и биологически активных соединений – эфирных масел, производных хлорофиллов, полифенолов и

органических кислот – осуществлялся стандартными лабораторными методами.

Исследования показали, что после трехмесячного хранения в древесной зелени сохранилось 91-94% суммарных экстрактивных веществ, 68-72% эфирных масел, 92-97% органических кислот, 40-55% производных хлорофиллов и 60-69% полипренолов. Степень сохранности отдельных веществ в кучах, уложенных в октябре, была выше чем в весенне-летний период.

Результаты исследований подтверждают возможность использования древесной зелени ели для получения всего спектра биологически активных веществ при хранении в кучах лесосечных отходов до 2 месяцев, а при более длительном хранении – только для получения эфирных масел и органических кислот.

**Ключевые слова:** еловая древесная зелень, хранение, сохранность биологически активных соединений.

### Ievads

Skuju koku zelenis (skujas un nepārkoksņējušies dzinumi) tiek uzskatīts par ekoloģiski tīru, augstvērtīgu un bioloģiski aktīvu dabas vielu avotu (Томчук, Томчук, 1973; Калныныш и др., 1978; Ягодин, 1981; Левин, Репях, 1984; Daugavietis u.c., 2008). Ekstraktvielas no koku zaleņa ražošanas apstākļos iegūst Krievijā, Ķīnā, Latvijā, Austrālijā un citās valstīs (Ягодин, 1981; Zhaobang, 1995; Daugavietis, 2002; Solagran, 2009). Latvijā no koku zaleņa, galvenokārt egles, ražo 10 produktus tirgum: hlorofila preparātus, ēteriskās eļļas, poliprenolus, dažādu ekstraktvielu maisījumus kosmētikas, farmācijas, augu aizsardzības un citām vajadzībām (Produkti, 2009). Tehnoloģiju pamatā ir ekstraktu iegūšana ar nepolāriem šķīdinātājiem un to sadalīšana grupās vai tīrvielās, pielietojot dažādus ķīmiskās tehnoloģijas paņēmienus. Lielākā daļa augu bioloģiski aktīvo savienojumu ir nestabili, un uzglabāšanās laikā samazinās to aktivitāte. Bioloģiski aktīvo vielu zudumus, piemēram, pārtikas un lopbarības ražošanā, cenšas novērst ar dažādām samērā dārgām konservēšanas metodēm, piem., žāvēšanu, saldēšanu, ķīmisko

konservantu pielietošanu, kas nav lietderīgas liela daudzuma augu biomasas apstrādei.

Skuju koku zaleņa pārstrādei, salīdzinot ar citiem augu valsts materiāliem, ir priekšrocības, jo svaigas skujas iegūstamas jebkurā gadalaikā, un ražošanai nav sezonāls raksturs. Tomēr arī koku zaleņa sagatavošanas un pārstrādes tehnoloģiskie procesi – no koku gāšanas līdz zaleņa pārstrādei, veicot cirsmu atlieku savākšanu, uzglabāšanu, transportēšanu un izejvielu rezervju uzkrāšanu – ir darbietilpīgi. Šajā laikā koku zeleni, tāpat kā citās augu valsts izejvielās, notiek bioloģiski aktīvo savienojumu noārdīšanās, un lai zudumi būtu iespējami mazāki, izvirzās jautājums par izejvielu sagatavošanas un uzglabāšanas procesa optimizēšanu, pielietojot mūsdienu mežizstrādes tehnoloģijas, kas paredz cirsmu atlieku savākšanu un sakraušanu kaudzēs uzglabāšanai pie transporta ceļiem, lai pēc tam tās pārstrādātu šķeldā un izmantotu enerģētikas vajadzībām.

### Materiāli un metodes

Pētījuma ietvaros izvērtētas kopējo nepolāros šķīdinātājos šķīstošo ekstraktvielu, ēterisko eļļu, sveķskābju un taukskābju, hlorofila atvasinājumu un poliprenolu

daudzuma izmaiņas egles zalenī, jo šo savienojumu saturs izejvielā nosaka zaleņa rūpnieciskā pārstrādē iegūstamo produktu kvantitāti un kvalitāti.

Pētījumi veikti cirmās, kur paredzēta atlieku savākšana un sakraušana kaudzēs turpmākai izmantošanai enerģētikas vajadzībām.

Zaru kaudzes tika veidotas atbilstoši MK noteikumu Nr. 412 prasībām – minimālais augstums 3 m, minimālais platums 4 m (MK noteikumi, 2008). Kaudzes sakrautas un zaleņa paraugi analizēm ņemti ne vēlāk kā trešajā dienā pēc koku nociršanas. Kaudzes veidotas februārī, aprīlī, jūlijā un oktobrī, aptverot visu gadalaiku spektru. Uzglabāšanas ietekme uz iepriekš minēto savienojumu saglabāšanos novērtēta pēc 10 dienām un turpmāk ar pieaugošu intervālu tā, lai 3 mēnešu laikā būtu izdarīti ne mazāk kā 5 mērījumi. Zaleņa paraugi iegūti no kaudzes dažādām pusēm, paņemot vismaz 8 zarus un rūpīgi sajaucot no tiem atdalīto zalenī vidējā parauga iegūšanai, kura lielums – apmēram 10 kg zaleņa, kas ir pietiekami nepieciešamo analīžu veikšanai.

Ēterisko eļļu daudzums trīs atkārtojumos noteikts ar hidrodestilācijas metodi, izmērot destilācijā iegūtās eļļas tilpumu ar Dīna Starka aparātu (Ерошин и др., 1991; Государственная, 1987). Ēterisko eļļu tilpuma nolasījuma precizitāte ir  $\pm 0,01$  ml. Parāleli nosakot sausnas saturu zalenī, aprēķināts ēterisko eļļu daudzums procentos no absolūti sausas izejvielas. Ņemot vērā izejvielas iesvaru hidrodestilācijai (~350 g) un ēterisko eļļu daudzuma nolasīšanas precizitāti, iegūto rezultātu precizitāte ir  $\pm 0,06\%$ .

Kopējo ekstraktvielu daudzums noteikts ar Buchi firmas ekstrakcijas sistēmu

B-811 LSV, lietojot standarta Soksleta metodi 4 atkārtojumos. Iekārta ļauj iegūt ekstraktvielas pie vienādiem ekstrakcijas parametriem (Extraction, 2009). Ekstraktvielas iegūtas ar nepolāro šķīdinātāju Nefrāze, ko izmanto koku zaleņa ekstraktvielu ieguvei ražošanas apstākļos. No ekstraktvielām atdestilēts šķīdinātājs, tās nosvērtas un aprēķināts ekstraktvielu daudzums procentos no absolūti sausas izejvielas. Ekstraktvielu satura noteikšanas precizitāte –  $\pm 0,15\%$ .

Zaleņa ekstrakti no vienā reizē ņemtajiem paraugiem apvienoti, noteikts kopējais tilpums, kas pārziņepjots ar 40%-īgu NaOH ūdens šķīdumu 65°C temperatūrā un nostādināts, sadalot kopējās ekstraktvielas divās grupās – ūdenī nešķīstošie savienojumi jeb lipīdi, kas atrodas Nefrāzes šķīduma augšējā slānī, un ūdenī šķīstošie sveķskābju, taukskābju un hlorofila atvasinājumu nātrija sāļi – apakšējā slānī.

Nosakot sausnas daudzumu Nefrāzes šķīdumā, aprēķināts lipīdu saturs izejvielās.

Poliprenolu daudzums noteikts, izdalot to koncentrātu no ekstrakta atbilstoši iegūšanas tehnoloģijai, un tirus poliprenolus izdalot uz hromatogrāfijas kolonnas (Рощин и др., 1986; Маркова и др., 1983).

Poliprenolu daudzuma noteikšanai lipīdu šķīdums Nefrāzē izturēts ledusskapī 0°C temperatūrā, pēc tam nofiltrētas vaskveida nogulsnes, bet Nefrāze atdestilēta. Iegūtais atlikums apstrādāts ar etanolu, lai atdalītu diterpēnus u.c. etanolā šķīstošās vielas, bet pārpalikusī masa pārziņepjota ar nātrija sārma šķīdumu etanolā, etanols atdestilēts, pārpalikums šķīdināts petrolēterī un mazgāts ar ūdeni, lai atbrīvotos no nātrija sārma. No mazgātā petrolētera šķīduma atdestilēts petrolēteris, bet pārpalikums šķīdināts acetona

un izturēts saldētavā -20°C temperatūrā, pēc tam nofiltrētas vaskveida nogulsnes. No iegūtā acetona šķīduma atdestilēts acetons, bet atlikums (poliprenolu koncentrāts) kvantitatīvi pārnestis hromatogrāfijas kolonnā ar silikagela pildījumu un eluēts ar pieaugošas polaritātes šķīdinātāju sistēmu petrolēteris-dietilēteris. Ar plānslāņu hromatogrāfijas metodi noteiktas poliprenolus saturošās eluentu frakcijas un tās apvienotas. Atdestilējot šķīdinātājus un nosverot iegūtos poliprenolus aprēķināts to daudzums zalenī.

Svešķābju un taukskābju, kā arī hlorofila atvasinājumu daudzuma noteikšanai ekstraktvielu pārziņepjošanas rezultātā iegūtais ūdens šķīdums, kas saturēja augstākminēto vielu nātrija sāļus, tika paskābināts, un no ūdens šķīduma izgulsnējās organiskās skābes, t. sk. arī hlorofila atvasinājumi. Vairākkārtīgi ekstrahējot paskābināto masu ar petrolēteri, svešķābes un taukskābes tajā izšķīda un tādējādi tika atdalītas un noteiktas kvantitatīvi pēc sausas daudzuma ekstraktā.

Hlorofila atvasinājumi nešķīst ne petrolēteri, ne ūdenī, un tos atdala atsevišķi. Pēc to izšķīdināšanas sārma ūdens šķīdumā (zināmā tilpumā) ar fotoelektrokolorimetru noteikts šķīduma optiskais blīvums, pēc pagatavotā kalibrēšanas grafika noteikta koncentrācija šķīdumā un aprēķināts hlorofila atvasinājumu daudzums zalenī.

Poliprenolu un hlorofila atvasinājumu satura noteikšanas precizitāte, atbilstoši lietotajai aparatūrai un metodikai, ir  $\pm 0,005\%$ , bet svešķābju un taukskābju noteikšanas precizitāte –  $\pm 0,01\%$ .

### **Rezultāti un diskusija**

Mežizstrādē ieviešot jaunas tehnoloģijas un cirsmu atliekas savācot un uzglabājot

kaudzēs kurināmās šķeldas ieguvei, būtiski mainās arī koku zaleņa izmantošanas iespējas. Cirsmu atliekas, kuru sastāvā egles īpatsvars sasniedz 30%, laika periodā no 15. aprīļa līdz 15. jūnijam savācamas un sakraujamas 2 nedēļu laikā no ciršanas brīža (MK noteikumu prasība).

Iepriekšējo pētījumu rezultāti par bioloģiski aktīvo savienojumu saglabāšanos cirmā izklidētajās mežizstrādes atliekās, to kaudzēs un no zariem atdalītā zalenī nav izmantojami zaleņa ekstraktvielu iznākuma prognozēšanai pārstrādes procesā (Pinne u.c., 1983; Даугавитис и др., 1983; Васильев и др., 2001; Томчук и др., 1973). Tie galvenokārt vērsti uz pigmentu (karotīns un hlorofīli) satura izmaiņu noteikšanu nelielā (2-3 nedēļas) uzglabāšanas periodā un liecina, ka vasarā pigmentu saturs 20 dienu laikā samazinās par 40-50%, pavasarī – par 30-40%, bet ziemā sasalušajos zaros – praktiski nemainās.

Ekstraktvielu un bioloģiski aktīvo savienojumu daudzums koku zalenī atkarībā no uzglabāšanas ilguma ziemas un vasaras apstākļos dots 1. tabulā.

Ekstraktvielu un bioloģiski aktīvo savienojumu saglabāšanās pakāpe (no zaru uzglabāšanas kaudzēs sākuma) dota 2. tabulā.

Kā redzams, svaigi sagatavotā zalenī kopējais ekstraktvielu daudzums svārstās 4,41-6,02% līmenī, ēterisko eļļu – 0,41-0,68%, skābju – 0,55-0,64%, hlorofīlu – 0,052-0,061%, poliprenolu – 0,045-0,052% līmenī. Šādi rezultāti skaidrojami ar to, ka atšķirīgas ir gan cirsmu izstrādes sezonas, gan meža augšanas apstākļu tipi. Arī literatūrā atrodamas vairākas norādes uz līdzīgām vai pat vēl plašākām zaleņa ķīmiskā sastāva atšķirībām (Pinne u.c., 1983; Ягодин, 1981; Томчук и др., 1973).

1. tabula, Table 1

Koku zaleņa ekstraktvielu iznākumi un sastāvs atkarībā no izejvielu uzglabāšanas ilguma ziemas un vasaras apstākļos  
*Tree foliage extractive yield and composition dependence from raw material storage duration in winter and summer conditions*

Eksperimenta Nr. No of experiment	Paraugu ņemšanas datums Date of samples collection	Uzglabāšanas laiks, dienas Duration of storage, days	Sausnas saturs, % Content of dry matter, %	Kopējās ekstraktīv., % no a.s. Summary extractives, % of dry matter	Ēteriskās eļļas, % no a.s. Essential oils, % of dry matter	Skābju saturs, % no a.s. Content of acids, % of dry matter	Hlorof. atv. saturs, % no a.s. Content of chlorophyll derivatives, % of dry matter	Poliprenolu saturs, % no a.s. Content of polyprenols, % of dry matter
I-0	11.02.08	0	42,22	4,41	0,47	0,55	0,054	0,052
I-1	22.02.08	11	38,54	4,87	0,48	0,54	0,053	0,050
I-2	04.03.08	22	37,77	4,80	0,53	0,51	0,047	0,050
I-3	28.03.08	46	37,43	4,25	0,47	0,51	0,043	0,044
I-4	22.04.08	71	42,73	4,32	0,45	0,50	0,035	0,040
I-5	16.05.08	95	48,94	4,02	0,33	0,51	0,030	0,035
I-6	27.06.08	129	68,95	3,85	0,39	0,51	0,023	0,036
II-0	28.03.08	0	46,75	6,02	0,68	0,62	0,052	0,048
II-1	08.04.08	10	45,21	6,30	0,50	0,68	0,048	0,048
II-2	22.04.08	23	51,89	6,05	0,57	0,60	0,051	0,044
II-3	16.05.08	47	50,39	5,89	0,48	0,62	0,030	0,040
II-4	27.06.08	89	87,03	5,20	0,46	0,61	0,023	0,033
II-5	04.08.08	127	82,74	-	0,58	-	-	-
III-0	25.07.08	0	47,75	5,24	0,41	0,58	0,061	0,045
III-1	04.08.08	10	55,22	5,15	0,34	0,55	0,055	0,040
III-2	13.08.08	19	49,87	5,18	0,40	0,54	0,050	0,040
III-3	08.09.08	45	50,70	5,08	0,41	0,55	0,035	0,035
III-4	01.10.08	68	73,69	4,85	0,29	0,51	0,025	0,030
III-5	Zaru kaudze pārstrādāta šķeldā un pētījums pārtraukts							
IV-0	14.10.08	0	43,94	5,58	0,61	0,64	0,052	0,050
IV-1	24.10.08	10	37,85	5,53	0,64	0,62	0,050	0,045
IV-2	04.11.08	21	39,56	5,20	0,58	0,64	0,051	0,044
IV-3	01.12.08	48	39,40	5,18	0,61	0,63	0,048	0,040
IV-4	23.12.08	70	39,66	5,20	0,62	0,60	0,045	0,030
IV-5	12.01.09	90	39,40	5,18	0,60	0,60	0,043	0,030

Atzīmējams, ka kopējais ekstraktvielu, ar paraugu ņemšanas vai mērījumu kļūdu. ēterisko eļļu un skābju daudzums atsevišķos Vairāki zinātnieki uzskata, ka pēc koku izmēģinājumos nedaudz palielinājās pēc nociršanas fizioloģiskie procesi skujās turpinās, 10-20 dienu uzglabāšanas, kas nav skaidrojams kas var izsaukt aizsargvielu daudzuma

2. tabula, Table 2

Kopējo ekstraktvielu un to sastāvdaļu saglabāšanās pakāpe zaru kaudzes uzglabāšanas laikā (% salīdzinot ar saturu uzglabāšanas sākumā)

*The stage of summary extractives and their components remaining during the branches storage into piles (% in comparison with content at the storage start)*

Eksperimenta Nr. No of experiment	Uzglabāšanas laiks, dienas Duration of storage, days	Kopējās ekstraktvielas, % Summary extractives, %	Ēteriskās eļļas, % Essential oils, %	Organiskās skābes, % Organic acids, %	Hlorofila atvasinājumi, % Chlorophyll derivatives, %	Poliprenoli, % Polyprenols, %
I-0	0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
I-1	11	110,59	94,69	98,18	96,67	96,15
I-2	22	108,91	113,64	92,73	86,35	96,15
I-3	46	96,43	100,52	109,09	79,00	84,62
I-4	71	98,01	97,71	101,27	64,30	76,92
I-5	95	91,21	70,69	92,73	55,12	67,31
I-6	129	87,35	83,65	92,73	42,26	69,23
II-0	0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
II-1	10	104,66	74,01	109,68	92,31	100,00
II-2	23	100,51	83,45	96,77	98,08	91,67
II-3	47	97,85	71,26	99,19	57,69	83,33
II-4	89	86,39	68,12	97,58	43,63	68,75
II-5	127	-	85,44	-	-	-
III-0	0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
III-1	10	98,37	81,87	95,00	90,16	88,89
III-2	19	98,90	97,04	93,10	81,97	88,89
III-3	45	96,94	101,07	93,97	57,38	77,78
III-4	68	92,55	71,88	87,93	40,98	66,67
IV-0	0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
IV-1	10	99,04	104,59	96,74	96,15	90,00
IV-2	21	91,27	95,34	98,60	98,08	88,00
IV-3	48	92,67	99,97	97,83	92,31	80,00
IV-4	70	94,15	101,61	93,17	86,54	60,00
IV-5	90					

palielināšanos, savukārt tieši ēteriskās eļļas un sveķskābes tiek uzskatītas par koku aizsagvielām.

2. tabulas dati rāda, ka atsevišķu savienojumu saglabāšanās zalenī ir būtiski atšķirīga. Visstraujāk samazinās hlorofila atvasinājumu daudzums – līdz pat 43,6% no sākotnējā 89 dienu laikā aprīļa-jūnija periodā. Šajā pētījumā novērota arī visstraujākā zaleņa izžūšana, sausnai palielinoties līdz 87%.

Par hlorofila nestabilitāti, uzglabājot un žāvējot augu valsts materiālus, liecina vairāku pētījumu rezultāti (ЯГОДИН, 1981; Калныньш, 1978; Иевинь и др., 1971).

Uzglabāšanas periodā strauji samazinās arī poliprenolu daudzums – līdz 58% no

sākotnējā 88 dienās, kaut gan poliprenolu stabilitāte ekstraktos ir ļoti augsta.

Iegūtie rezultāti rāda, ka zalenī vislabāk saglabājas skābes (sveķskābes un taukskābes) un ēteriskās eļļas. Šiem savienojumiem piemīt izteiktas fungicīdas īpašības (Zariņš, 1998), ar ko skaidrojama arī skuju nobiru lēnā sadalīšanās.

Egļu skuju pavasara-vasaras periodā no kaudzēs sakrautiem zariem nobirst 2,5-3 mēnešos, mitrumam samazinoties līdz 20% no kopējās masas. Šajā laikā kopējo ekstraktvielu daudzums samazinās tikai par 10-15%, kas rāda, ka arī nobirušas skujas ir izmantojamas pārstrādei pēc vienkāršotām tehnoloģiskajām shēmām.

### Secinājumi

Veiktie pētījumi ļauj zaleņa pārstrādes uzņēmumiem ieteikt:

1. pēc tradicionālās zaleņa rūpnieciskās pārstrādes shēmas ar pilnu produktu klāstu, t.sk. hlorofila preparāti un poliprenoli, var pārstrādāt zaleņi, kas uzglabāts zaros kaudzēs līdz 2 mēnešiem rudens-ziemas-pavasara sezonā.
2. Ilgāk par 2 mēnešiem uzglabātu zaleņi, t.sk. no zariem nobirušās skujas, ieteicams pārstrādāt pēc vienkāršotas shēmas, iegūstot ūdens ekstraktu, ēteriskās eļļas un kopējās ekstraktvielas augu aizsardzības līdzekļu ražošanai, bez hlorofila savienojumu un poliprenolu izdalīšanas energoietilpīgos procesos.
3. Mežistrādes atlieku savākšana un uzglabāšana kaudzēs turpmākai izmantošanai enerģētikas vajadzībām ļauj paplašināt izejvielu bāzi zaleņa pārstrādei, vienlaicīgi apgrūtinot zaleņa atdalīšanu no zariem.

### Literatūra

- Daugavietis, M., Korica, A., Polis, O., Bartkevičs, V. (2008). Skujkoku zaleņa piesārņojums ar pesticīdiem un smagajiem metāliem. LLU Raksti 20 (315), 128.-135. lpp.
- Daugavietis, M., Polis, O., Korica, A. (2002). Priede – augstvērtīgu, bioloģiski aktīvu dabas vielu avots. LLU Raksti, 5, 59.-67. lpp.
- Extraction System B-811. (2009). – URL <http://www.buchi.com/Extraction-System-B-811-LSV.315.0.html> [skatīts 2009. gada 27. februārī].
- MK noteikumi Nr. 421 no 10.06.2008 “Noteikumi par meža aizsardzības pasākumiem un ārkārtējās situācijas izsludināšanu mežā”. Latvijas Vēstnesis, 92 (3876), 13.06.2008.
- Pinne, V., Korica, A., Polis, O. (1983). Pigmentu sezonālās izmaiņas priežu un egļu skužās



- gada laikā. Jaunākais mežsaimniecībā, 25, 20.-23. lpp.
- Produkti (2009). - URL <http://www.biolat.lv/main/produkti.aspx> –[skatīts 2009. gada 27. februārī].
- Solagran – Technology overview (2009). – URL [http://www.solagran.com/index.php?com=site&menu\\_id=62](http://www.solagran.com/index.php?com=site&menu_id=62) [skatīts 2009. gada 27. februārī].
- Zariņš, I., Daugavietis, M. (1998). Conifer Foliage Extractive Substances in Plant Protection. J. Baltic Forestry, 4, 14-19.
- Zhaobang, S. (1995). Present status and prospects of chemical utilization of non-wood forest products in China. Abstract of papers. 2nd international symposium on chemistry and utilization of tree extractives. Fuzhou, China. 153-155.
- Васильев, С.Н., Кушникова, Е.А., Артемкина, Н.А. (2001). Динамика содержания экстрактивных вещества в древесной зелени *Picea abies* (L.) Karst. Растительные ресурсы, 1, 49.-59. с.
- Государственная Фармакопея СССР (1987). Вып. 1. Общие методы анализа/МЗ СССР. – 11-е изд., доп. – М.: Медицина, 290.-295. с.
- Дaugavietis, M.O., Пиннэ, В.Я., Полис, О.Р., Корица, А.А. (1983). Потери некоторых биологически активных веществ при хранении древесной зелени. ИВУЗ Лесной журнал, 6, 97.-103. с.
- Ерошин Н.С., Степень Р.А. (1991). Влияние основных видов изменчивости на содержание эфирного масла в хвое и древесной зелени сосны обыкновенной. Лесной журнал, 6, 94-99.
- Иевинь, И., Даугавиетис, М., Кевиньш, Ю. (1971). Механизация заготовки древесной зелени. ЛАТИНТИ, Рига, 63 с.
- Калныньш, А.Я. и др. (1978). Лес – сельскому хозяйству. Лесная промышленность, Москва, 192 с.
- Левин, Э.Д., Репах, С.М. (1984). Переработка древесной зелени. Лесн. пром-сть, Москва, 120 с.
- Маркова, Н.П., Рошин, В.И., Ковалева, В.Е. (1983). Состав экстрактивных веществ древесины березы. Химия древесины, № 4. с. 51-55.
- Рошин, В.И., Фрагина, А.И., Соловьев, В.А. (1986). Полипренолы и токоферолы из хвои *Picea abies* (L.) Karst. Раст. ресурсы, вып.4, 530-537.
- Томчук, Р.И., Томчук, Г.Н. (1976). Древесная зелень и ее использование в народном хозяйстве. Лесная промышленность, Москва, 360 с.
- Томчук, Р.И., Томчук, Г.Н. (1973). Древесная зелень и ее использование в народном хозяйстве. – В кн.: Хранение технической зелени. 2-е изд. М.: Лесн. пром-сть, с. 60-70.
- Ягодин, В.И. (1981). Основы химии и технологии переработки древесной зелени. Изд. Ленинградского ун-та, Ленинград, 223 с.