
Ēterisko eļļu satura un kvalitātes izmaiņas priedes un egles zalenī saistībā ar gadalaiku

Ausma Korica ^{1*}, Ojārs Polis ¹, Kaspars Spalvis ¹

Korica, A., Polis, O., Spalvis, K. (2011). Seasonal variations in essential oil content and quality of Scots pine and Norway spruce foliage. *Mežzinātne* 24(57): 93–104.

Kopsavilkums. Latvijas galveno skujkoku – priedes un egles – zalenis (skuja un nepārkoksnējušies zariņi) satur daudz bioloģiski aktīvu vielu, kas radušas plašu pielietojumu dažādās tautsaimniecības nozarēs. Viens no vērtīgākajiem produktiem, kam piemīt arī ārstnieciskas īpašības, ir ēteriskās eļļas, kuras līdz šim iegūva nelielos daudzumos. Jāatzīmē, ka Latvijā nav veikti pētījumi par priežu un eglu zaleņa ēterisko eļļu iznākuma sezonālo dinamiku un nav noskaidrotas iegūto eļļu būtiskākās īpašības. Darba mērķis – noteikt priežu un eglu zaleņa ēterisko eļļu daudzuma dinamiku viena gada laikā un raksturot iegūtās eļļas.

Pētījumu rezultātā konstatēts, ka priedes zalenim ēterisko eļļu daudzums gada laikā svārstījies robežās no 0,46 % līdz 0,76 %, bet egles zalenim – no 0,26 % līdz 0,55 % no sausas. Iegūtie dati liecina, ka priežu un eglu zalenī ēterisko eļļu daudzums gada laikā bijis mainīgs. Tomēr būtiskas sakarības eļļu daudzuma izmaiņām zalenī novērojumu periodā netika konstatētas. Arī eļļu blīvumi un refrakcijas koeficienti neuzrādīja savstarpēju korelāciju. Konstatēts, ka priedes zalenī ēterisko eļļu ir vairāk nekā egles zalenī un ka ēterisko eļļu kvalitāte un daudzums priežu un eglu zalenī ir pietiekams, lai nodrošinātu to rūpniecisku iegūvi visa gada garumā, neatkarīgi no sezonas.

Nozīmīgākie vārdi: priede, egle, zalenis, ēteriskās eļļas, sezonālās satura izmaiņas.

...

Korica, A. ^{2*}, Polis, O. ², Spalvis, K. ². **Seasonal variations in essential oil content and quality of Scots pine and Norway spruce foliage.**

Abstract. The foliage products obtained from the needles and non-lignified shoots and twigs of Latvia's major conifers species, Scots pine *Pinus sylvestris* L. and Norway spruce *Picea abies* (L) H. Karst., contain a variety of biologically active substances that can be used as the raw material for various products in medicine, cosmetics, food and fodder, as well as plant protection. Among these substances are

¹ LVMI "Silava", Rīgas iela 111, Salaspils, LV-2169, Latvija; *e-pasts: ausma.korica@silava.lv

² Latvian State Forest Research Institute "Silava", 111 Riga str., Salaspils, LV-2169, Latvia,

*e-mail: ausma.korica@silava.lv

essential oils, well known for their healing effect. In Latvia, the essential oils from pine and spruce foliage are now produced in small quantities only. There have been no studies regarding seasonal changes in the concentration of oils in conifer foliage or variations in their characteristics. The aim of this study was to determine the content of essential oils in pine and spruce foliage throughout the year and to characterize these oils. For this end the samples of pine and spruce foliage were harvested twice a month (at the beginning and in the middle of each month) during one year. The samples were stored at the temperature of +4 °C and the analysis was carried out within 3 days after harvesting. The content of essential oils was determined by hydrodistillation method. Samples of crashed foliage were placed in a laboratory flask, filled with water and heated. A mixture of water and essential oil vapors was condensed and the oil fraction was separated from water in special laboratory equipment and the amount recovered was recorded. For all the essential oil samples the density and refractive indices were determined. Density was determined using picnometer method, and refractive index – by using a refractometer (model 2WAJ). For all raw material samples the content of dry matter was determined by desiccating the sample at the temperature of 105 °C till a constant mass appeared, with the essential oil content calculated following the amount of dry matter.

The analysis show the content of essential oils in pine and spruce foliage to vary over different seasons of year. Seasonal variability was also found for the oil density and refractive indices. The amount of essential oils in pine foliage varies over the year from 0.46 % in winter to 0.76 % in spring. The average content over the year is 0.56 %. The refractive index of pine essential oil varies within the year from 1.4760 to 1.4840 with the average annual value 1.4808. The density of pine essential oil varies from 0.864 to 0.888 g cm⁻³, with the average per year 0.877 g cm⁻³. The results show that the density and refractive index variations in essential oils over the year are proportionally smaller than those of oil content. It means that the oil composition throughout the year remains relatively constant and that slight fluctuations may be explained by variations in the proportion of individual terpenes and their derivatives.

Correspondingly, the indices for spruce foliage varied over the year from 0.26 % to 0.55 % (content of dry matter), from 1.4695 to 1.4790 (refractive index), and from 0.892 g cm⁻³ to 0.910 g cm⁻³ (density). Corresponding average indices for the year are: refractive index 1.4740, density 0.900 g cm⁻³ and content 0.37 % from the dry matter. In spruce foliage the content of essential oils is higher at the onset of winter, and the smallest early in summer. As to the pine essential oil, no correlation between the spruce oil content, density and refractive index over the year was found. The results of analysis show that the amount and

quality of pine and spruce foliage essential oils available in each season is sufficient for running production in a year-long cycle.

Key words: pine and spruce, tree foliage, seasonal dynamics.

...

Корица, А.^{3*}, Полис, О.³, Спалвис, К.³ **Качественные и количественные изменения содержания эфирных масел в древесной зелени сосны и ели в зависимости от времени года.**

Резюме. Древесная зелень главных хвойных пород Латвии – сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ели европейской (*Picea abies* (L) Н. Karst.) – содержит множество биологически активных веществ, которые успешно используются в различных отраслях народного хозяйства. Одним из таких ценных продуктов являются эфирные масла, которые в данное время изготавливаются в ограниченном количестве. До сих пор в Латвии не проведены исследования динамики содержания эфирных масел в зелени сосны и ели и не определена их характеристика в течении сезона. Цель проведенной работы – выяснить динамику содержания эфирных масел в древесной зелени сосны и ели, а также выяснить характерные свойства полученных масел.

В итоге проведенных исследований установлено, что содержание эфирных масел в древесной зелени сосны в течение года менялось в пределах от 0,46 % до 0,76 %, а содержание эфирных масел в древесной зелени ели – от 0,26 % до 0,55 %, проводя пересчет на сухое вещество. Полученные результаты показывают, что содержание эфирных масел в течении сезона меняется, однако существенные закономерности не выявлены. Определенные значения плотностей и рефракционных коэффициентов также не указывают на взаимную корреляцию. Данные анализов показывают, что содержание эфирных масел в древесной зелени сосны и ели и их качество позволяют провести выработку масел круглогодично.

Ключевые слова: сосна, ель, древесная зелень, эфирные масла, сезонные изменения.

³ ЛГИЛ «Силава», ул. Ригас 111, Саласпилс, LV-2169, Латвия; * эл. почта: ausma.korica@silava.lv

Ievads

Ideja par koku biomasas kompleksu izmantošanu nav jauna (Калниньш и др., 1978). Savu nozīmi ir zaudējis agrāk valdošais uzskats, ka mežs ir tikai koksnes ieguves avots. Mūsdienās, kaut arī vēl nelielos apmēros, sekmīgi izmanto koku zaļās masas bioloģiski aktīvās vielas (Polis, 1995; Беспалов, Некрасова, 2007; Ягодин, 1981;). No tām iegūst arī tādu vērtīgu produktu kā skujuoku zaleņa ēteriskās eļļas, pēc kurām pieprasījums Latvijā tālu pārsniedz pašreizējās ražošanas iespējas.

Skujuoku ēteriskās eļļas ir daudz gaistošu vielu maisījums, kas pieskaitāms dažādām organisko vielu klasēm, no kurām dominējošās ir terpēni un to skābekli saturošie atvasinājumi (Колесникова, 1998; Левин, Репях, 1984). Minētajām eļļām ir liela nozīme gan koku dzīvības procesu norisē, gan to aizsardzībā pret patogēniem mikroorganismiem un kaitēkļiem (Степень, Чуркин, 1982; Юрчак, 1982). Dažādās koku sastāvdaļās ēterisko eļļu daudzums un sastāvs ir atšķirīgs. Visvairāk tās sākopotas skujās un nepārkoksnējušos zariņos, mazāk – mizā (Репях, Степень, 2000). Dažādu skujuoku sugu skujas ēterisko eļļu satur nelielā daudzumā – no dažām procenta desmitdaļām līdz 1,5 %. Priedes ēteriskās eļļas sastāvā 50–90 % veido mono-terpēni, bet pārējo daļu – seskviterpēni, diterpēni un to skābekli saturošie atvasinājumi, kā arī fenoli un sveķskābes (Maciag *et al.*, 2007; Левин, Репях, 1984).

No dažādām augu daļām izdalītās ēteriskās eļļas aktīvi ietekmē plašu augu un dzīvnieku patogēno mikroorganismu spektru. Tām piemīt antibakteriāla, anti-

fungāla un antivīrusu iedarbība (Kirbag, Bagci, 2000; Степень, Чуркин, 1982). Svarīga nozīme ēteriskajām eļļām ir apkārtējās vides sanitārijā un gaisa attīrīšanā, kā arī ārstnieciski profilaktiskajos pasākumos, piemēram, smaržu terapijā un vairāku skuju vannu preparātu izgatavošanā un pielietošanā. Apzinoties ēterisko eļļu nozīmi vides atveseļošanā, tās nodēvētas par atmosfēras vitamīniem (Михайлов и др., 2000).

Dažādu sugu skujuoku ēteriskās eļļas atšķiras gan pēc kopējā, gan atsevišķu komponentu satura (Maciag *et al.*, 2007). Veģetācijas laikā ēterisko eļļu daudzums un sastāvs arī vienas sugas ietvaros ir mainīgs, t.i. mainās dažādu komponentu savstarpējās attiecības (Акимов, Подгорный, 1973). Ēterisko eļļu daudzumu un sastāvu vienai un tai pašai sugai lielā mērā nosaka arī tās augšanas reģions, klimats, augšnes sastāvs un gaisa piesārņojums (Чудный, Проказин, 1973). Pētījumos Krievijas rietumu apgabalos konstatēts, ka egles (*Picea abies*) skuju ēterisko eļļu iznākums gada laikā mainījies robežās no 0,18–0,27 % (no sausnas), refrakcijas koeficients – no 1,4713 līdz 1,4770 un blīvums – no 0,893 līdz 0,901 g ml⁻¹. Kvantitatīvi ēterisko eļļu augos vairāk ir vasarā un rudenī, bet mazāk – pavasarī. Jau minētā reģiona priedes (*Pinus sylvestris*) skujās ēterisko eļļu daudzums gada laikā mainījies no 0,3 līdz 0,6 % (no sausnas) un to blīvums – no 0,915 līdz 0,922 (Томчук, Р., Томчук, Г., 1978).

Pētījumu par egļu un priežu ēterisko eļļu daudzumu un kvalitāti Latvijas apstāk-

ļos ir maz (Daugavietis *et al.*, 2005; Polis *et al.*, 2009). Savukārt šo eļļu daudzuma izmaiņas viena gada garumā koku zalenī vispār nav pētītas, ko zināmā mērā kompensē mūsu izstrādātais projekts. Tā ietvaros raksturotas iegūtās eļļas, nosakot to blīvumu un refrakcijas koeficientu.

Nozīmīgs ir ēterisko eļļu blīvums, kas saistīts ar izmantotās izejvielas suga un iegūšanas apstākļiem (sezona u.c.). Tas ir arī viens no Latvijā rūpnieciski iegūstamo ēterisko eļļu tehnisko noteikumu rādītājiem. Savukārt refrakcijas koeficients ir lielums, ko nosaka individuālo ēterisko eļļu komponentu attiecības produktā, kā arī augšanas apstākļi un gadalaiks. Blīvums un refrakcijas koeficients ir vienlīdz svarīgi arī nosakot eļļas identiskumu, jo praktiski nav iespējams izgatavot citu eļļu maisījumu tā, lai, tos identificējot, abi minētie rādītāji atbilstu konkrētās sugas ēteriskās eļļas normatīviem. Tādēļ blīvums un refrakcijas koeficients ir izmantojami arī šo eļļu kvalitātes raksturošanai, bet to skaitliskie lielumi ir atrodamī priekšu un egļu ēterisko eļļu tehniskajos noteikumos.

Materiāls un metodes

Priežu un egļu zalenis (skujas un nepārkoksnējušies zariņi) ievākts 2 reizes mēnesī (mēneša sākumā un vidū) laika periodā no 2010. gada septembra līdz 2011. gada septembrim valsts mežos Iecavas novadā, Vidusdaugavas mežsaimniecībā, 1,0 km apkārtnē ap punktu ar polārajām koordinātēm 56°44.100Z un 024°15.403A. Priedes zalenis ievākts 1. vecumklases audzēs, bet egles zalenis 2.–3. vecumklases II bonitātes audzēs. Vidējais paraugs iegūts

no koku vainaga dažādās debespusēs. Paraugi uzglabāti LVMI Silava „aukstuma kamerā” +4 °C temperatūrā, analīzes veiktas 3 dienu laikā, skaitot no paraugu ievākšanas (noņemšanas no koka) brīža.

Ēterisko eļļu daudzums zalenī noteikts ar hidrodestilācijas paņēmieni, t.i. konkrētu, iepriekš smalcinātājā M2 sagatavotu iesvara daudzumu ievietojot kolbā, aplejot ar ūdeni un vārot uz laboratorijas elektriskās plītiņas. Vārīšanās rezultātā iegūtais ūdens un ēterisko eļļu tvaiku maisījums novadīts uz ūdens dzesinātāju, kur tas kondensējas un tiek savākts speciālā ēterisko eļļu uztvērējā, kura konstrukcija ļauj ūdeni ievadīt atpakaļ kolbā, bet ēteriskās eļļas – savākt un uzkrāt atsevišķi. Ēterisko eļļu daudzums zalenī ir pārrēķināts sausam izejmateriālam, t.i., neņemot vērā mitruma daudzumu pašā zalenī. Tādēļ noteikta izejmateriāla sausna, izkarsējot zalenī 105 °C temperatūrā līdz nemainīgai masai. Sausna aprēķināta pēc formulas 1, bet ēterisko eļļu daudzums zalenī – pēc formulas 2:

$$S = \frac{(m_2 - m) \cdot 100}{m_1 - m}, \text{ kur} \quad (1)$$

S – sausnas saturs analizējamā paraugā, %;

m – tukšas sverglāzītes masa, g;

m_1 – sverglāzītes un parauga masa pirms žāvēšanas, g;

m_2 – sverglāzītes un parauga masa pēc žāvēšanas, g.

Par analīzes rezultātu pieņemts 5 paralēlo mērījumu vidējais aritmētiskais.

Ēterisko eļļu iznākums (absolūti sausam zalenim) aprēķināts pēc formulas 2:

$$A = \frac{V \cdot d_{\text{eļļām}} \cdot 100 \cdot 100}{M \cdot S}, \text{ kur} \quad (2)$$

A – ēterisko eļļu daudzums zalenī, % no zaleņa sausnas;

V – atdestilēto ēterisko eļļu daudzums, ml;

$d_{\text{eļļām}}$ – ēterisko eļļu blīvums, g ml⁻¹;

M – zaleņa iesvars, g;

S – zaleņa sausna, %.

Ēterisko eļļu blīvums noteikts izmantojot piknometru. Tā ir viena no precīzākajām blīvuma noteikšanas metodēm šķīdrajām vielām, kuras pamatā ir zināmas vielas noteikta tilpuma masas salīdzināšana ar analizējamās vielas precīzi tāda paša tilpuma masu (Gallova, 2011).

Blīvuma noteikšanai tukšu 5 ml piknometru nosver, ar precizitāti vismaz 0,0001 g, uzpilda līdz iezīmei ar destilētu ūdeni un nosver. Tad destilēto ūdeni izlej, piknometru izžāvē un līdz iezīmei uzpilda ar analizējamo ēterisko eļļu. Pēc tam piknometru ar ēterisko eļļu nosver, paralēli fiksējot temperatūru telpā, kur notiek mērījumi, lai pēc tabulām atrastu ūdens blīvumu pie attiecīgās temperatūras (Gallova, 2011). Ēterisko eļļu blīvumu aprēķina pēc formulas 3:

$$d_{\text{eļļām}} = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \times d_{\text{H}_2\text{O}}, \text{ kur} \quad (3)$$

$d_{\text{eļļām}}$ – ēterisko eļļu blīvums, g ml⁻¹;

$d_{\text{H}_2\text{O}}$ – destilētā ūdens blīvums temperatūrā, pie kuras veic analīzi, g ml⁻¹;

m – piknometra masa, g;

m_1 – ar destilētu ūdeni līdz iezīmei uzpildīta piknometra masa, g;

m_2 – ar analizējamo ēterisko eļļu līdz iezīmei uzpildīta piknometra masa, g.

Par analīzes rezultātu pieņemts 3 paralēlu mērījumu vidējais aritmētiskais.

Ēterisko eļļu refrakcijas koeficients noteikts ar refraktometru (modelis 2WAJ), atbilstoši aparāta lietošanas instrukcijai.

Par analīzes rezultātu pieņemts 5 paralēlu mērījumu vidējais aritmētiskais.

Rezultāti un diskusija

Atbilstoši iepriekš aprakstītajai metodikai, viena gada garumā priedes un egles zalenim 2 reizes mēnesī noteikts ēterisko eļļu daudzums, savukārt iegūtajiem eļļu paraugiem – blīvums un refrakcijas koeficients. Šādi ēterisko eļļu rādītāju izmaiņu pētījumi Latvijā līdz šim nav veikti. Analīžu rezultāti uzrādīti 1. un 2. tabulā, kā arī 1., 2. un 3. attēlā.

Kā jau prognozēts un zināms arī no pētījumu rezultātiem citās valstīs, ēterisko eļļu daudzums zalenī gada laikā ir mainīgs: priedes zalenim tas šajā periodā mainījies robežās no 0,46 % ziemā līdz 0,76 % pavasarī. Vidējais iznākums gadā – 0,56 %. Ziemā (decembrī) novērots eļļu daudzuma maksimums, bet nelielas izmaiņas konstatētas visa gada garumā. Mazāks eļļu daudzums novērots ziemas sākumā (novembris) un pavasara beigās, savukārt lielāks – rudenī. Iegūtie rezultāti neuzrāda izteiktu tendenci, kuros mēnešos notiek ēterisko eļļu daudzuma palielināšanās un kuros – tā samazināšanās. Pētījumi ārvalstīs ar citām priežu sugām arī uzrāda eļļu daudzuma izmaiņas pa gadalaikiem. Pēc literatūras datiem redzams, ka dažādu sugu skujukokiem ēterisko eļļu daudzuma minimums fiksēts pavasara un vasaras mēnešos, bet lielāki iznākumi – vasaras un rudens mēnešos (Степень *et al.*, 1981; Томчук, Р., Томчук, Г., 1973).

Iegūtajām ēteriskajām eļļām noteikts refrakcijas koeficients. Šis lielums ir

atkarīgs no vielas vai vielu maisījuma ķīmiskās uzbūves un ir raksturīgs kā individuālām vielām, tā arī vielu maisījumam. Ēteriskās eļļas sastāv galvenokārt no terpēniem un to atvasinājumiem, un refrakcijas koeficients ir viens no dažādu sugu augu ēterisko eļļu raksturojošiem rādītājiem.

Priežu ēteriskajām eļļām refrakcijas koeficients gada laikā mainās no 1,4760 līdz 1,4840, vidēji – 1,4808, un tā lieluma izmaiņām gada griezumā nav izteiktas tendences un arī korelācijai starp eļļu daudzumu zalenī un refrakcijas koeficienta lielumu, kura izmaiņas priežu ēteriskajām eļļām ir nelielas, kas norāda, ka eļļu sastāvs kopumā ir viendabīgs visa gada garumā, un nelielās izmaiņas galvenokārt nosaka individuālo, eļļu sastāvā ietilpstošo terpēnu un to atvasinājumu savstarpējās kvantitatīvās attiecības.

Priedes zaleņa ēterisko eļļu blīvums gada laikā mainās no 0,864 līdz 0,888 g cm⁻³, vidēji – 0,877 g cm⁻³, un tā izmaiņām nav izteiktu likumsakarību. Tāpat kā refrakcijas koeficients, augu ēterisko eļļu blīvums ir lielums, kas raksturo attiecīgās sugas eļļu autentiskumu un tīrumu. Arī blīvums ir atkarīgs no ēterisko eļļu atsevišķo komponentu

ķīmiskā sastāva un to kvantitatīvajām attiecībām. Priežu ēterisko eļļu blīvuma izmaiņām gada garumā nav konstatēta korelācija ar to daudzumu un refrakcijas koeficientu.

Ēterisko eļļu daudzums, refrakcijas koeficients un blīvums gada garumā noteikts arī egles zalenim, kura ēteriskajām eļļām attiecīgie rādījumi gada laikā mainījušies no 1,4695 līdz 1,4790 (refrakcijas koeficients), no 0,892 līdz 0,910 g cm⁻³ (blīvums) un no 0,26 līdz 0,55 % (iznākums no sausnas). Attiecīgie gada vidējie rādītāji ir: refrakcijas koeficients 1,4740, blīvums 0,900 g cm⁻³ un iznākums 0,37 % no sausnas.

Egļu ēterisko eļļu daudzums lielākais bijis novembrī, bet mazākais – aprīlī un maijā. Tāpat kā priežu, arī egļu zaleņa ēterisko eļļu daudzums gada garumā bijis mainīgs, bet izmaiņām nav izteiktas sezonālās likumsakarības. Arī egļu eļļu raksturojošiem lielumiem (refrakcijas koeficients, blīvums) nav konstatēta korelācija ar daudzuma izmaiņām. Egļu eļļu daudzums zalenī gada garumā bijis svārstīgāks nekā priežu eļļām, savukārt maksimālais eļļu daudzums bijis 2 reizes lielāks par mazāko daudzumu.

1. tabula, Table 1

Priedes zaleņa ēterisko eļļu analīžu rezultāti
Results of Scots pine tree foliage essential oil analysis

Anaīžu datums Date of analysis	15.09. 2010.	03.10. 2010.	17.10. 2010.	01.11. 2010.	15.11. 2010.	01.12. 2010.	16.12. 2010.	03.01. 2011.	17.01. 2011.	02.02. 2011.	14.02. 2011.	01.03. 2011.	15.03. 2011.
Refrakc. koeficients Refractive index	1,4805	1,4822	1,4803	1,4811	1,4822	1,4828	1,4824	1,4800	1,4780	1,4775	1,4760	1,4805	1,4805
Blivums Density, g m ⁻³	0,877	0,878	0,878	0,871	0,877	0,876	0,881	0,869	0,870	0,864	0,871	0,873	0,874
Iznākums, % no sausas Content, % of dry matter	0,75	0,72	0,71	0,58	0,57	0,73	0,60	0,53	0,88	0,70	0,63	0,54	0,61

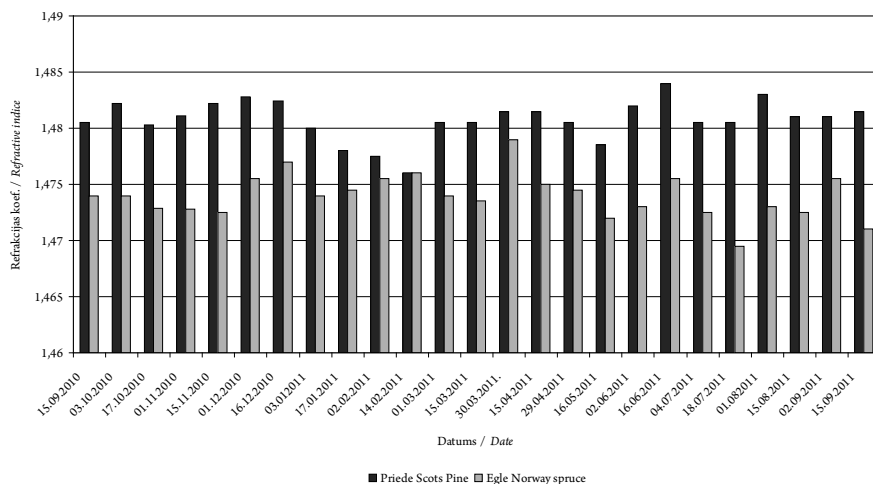
Anaīžu datums Date of analysis	30.03. 2011.	15.04. 2011.	29.04. 2011.	16.05. 2011.	02.06. 2011.	16.06. 2011.	04.07. 2011.	18.07. 2011.	01.08. 2011.	15.08. 2011.	02.09. 2011.	15.09. 2011.
Refrakc. koeficients Refractive index	1,4815	1,4815	1,4805	1,4785	1,4820	1,4840	1,4805	1,4805	1,4830	1,4810	1,4810	1,4815
Blivums Density, g m ⁻³	0,877	0,878	0,875	0,882	0,888	0,888	0,876	0,871	0,881	0,881	0,882	0,881
Iznākums, % no sausas Content, % of dry matter	0,71	0,71	0,64	0,53	0,66	0,63	0,70	0,61	0,58	0,57	0,59	0,62

2. tabula, Table 2

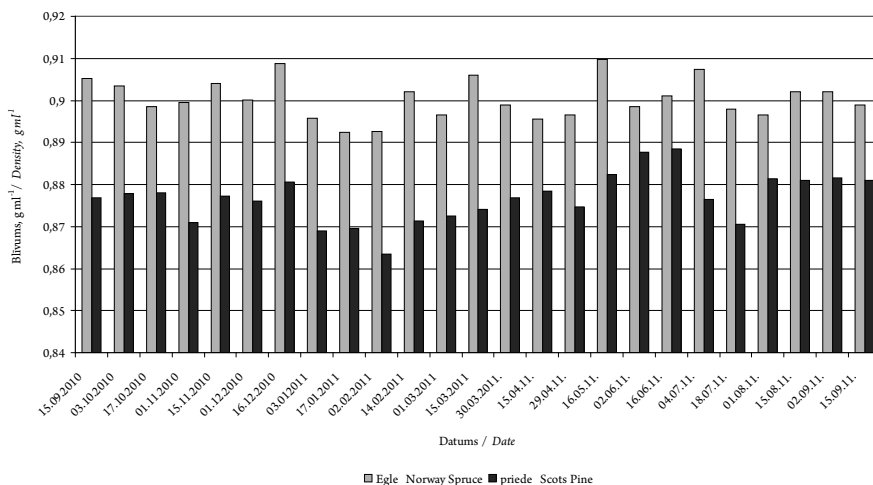
Egles zaleņa ēterisko eļļu analīžu rezultāti
Results of Norway spruce tree foliage essential oil analysis

Anaīžu datums Date of analysis	15.09. 2010.	03.10. 2010.	17.10. 2010.	01.11. 2010.	15.11. 2010.	01.12. 2010.	16.12. 2010.	03.01. 2011.	17.01. 2011.	01.02. 2011.	14.02. 2011.	28.02. 2011.	15.03. 2011.
Refrakc. koeficients Refractive index	1,4740	1,4740	1,4729	1,4728	1,4725	1,4755	1,4770	1,4740	1,4745	1,4755	1,4760	1,4740	1,4735
Blīvums Density, g m ⁻³	0,905	0,903	0,899	0,899	0,904	0,900	0,909	0,896	0,892	0,893	0,902	0,897	0,906
Iznākums, % no sausas Content, % of dry matter	0,42	0,47	0,36	0,48	0,57	0,61	0,33	0,42	0,43	0,30	0,30	0,44	0,38

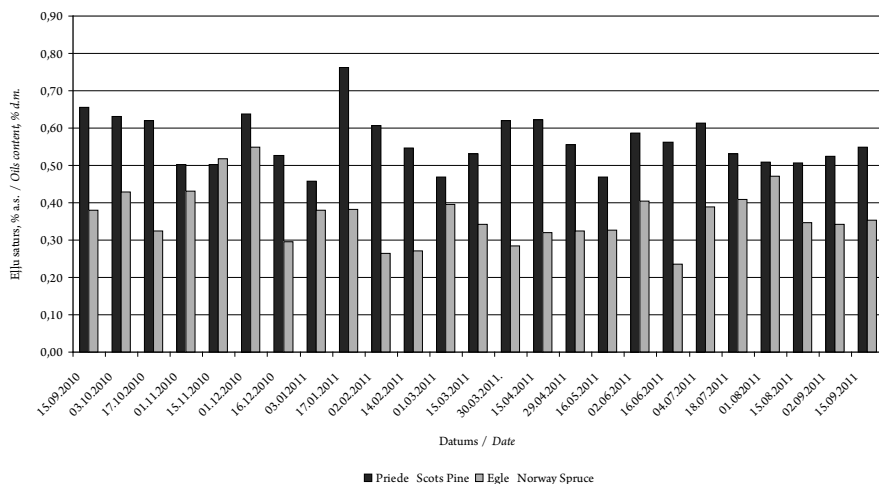
Anaīžu datums Date of analysis	29.03. 2011.	15.04. 2011.	03.05. 2011.	16.05. 2011.	06.06. 2011.	15.06. 2011.	04.07. 2011.	18.07. 2011.	01.08. 2011.	15.08. 2011.	01.09. 2011.	14.09. 2011.
Refrakc. koeficients Refractive index	1,4790	1,4750	1,4745	1,4720	1,4730	1,4755	1,4725	1,4695	1,4730	1,4725	1,4755	1,4710
Blīvums Density, g m ⁻³	0,899	0,896	0,897	0,910	0,899	0,901	0,907	0,898	0,897	0,902	0,902	0,899
Iznākums, % no sausas Content, % of dry matter	0,32	0,36	0,36	0,36	0,45	0,26	0,43	0,46	0,53	0,38	0,38	0,39



1. attēls. Koku zaleņa ēterisko eļļu refrakcijas koeficienta izmaiņas gada laikā.
Figure 1. Seasonal dynamics for refractive index of tree foliage essential oils.



2. attēls. Koku zaleņa ēterisko eļļu blīvuma izmaiņas gada laikā.
Figure 2. Seasonal dynamics of tree foliage essential oil density.



3. attēls. Koku zaleņa ēterisko eļļu satura izmaiņas gada laikā.

Figure 3. Seasonal dynamics of tree foliage essential oil content.

Secinājumi

1. Priežu un egļu zaleņa ēterisko eļļu daudzums, blīvums un refrakcijas koeficients viena gada laikā ir mainīgi lielumi.
2. Priežu un egļu zaleņa ēterisko eļļu daudzuma, blīvuma un refrakcijas koeficienta izmaiņām viena gada laikā nav konstatētas izteiktas tendences un savstarpējas korelācijas.
3. Iegūtie rezultāti izmantojami ēterisko eļļu ražošanas procesa plānošanā un apliecina, ka normatīvajām prasībām atbilstošas ēteriskās eļļas ir iegūstamas jebkurā gadalaikā.

Literatūra

- Daugavietis, M., Polis, O., Korica, A. (2005). Egles vainaga biomasas izmantošanas iespējas. LLU Raksti, 14 (309), 72.–75. lpp.
- Gallova, J. (2011). Density determination by pycnometer. [WWW dokuments]. – URL http://www.fpharm.uniba.sk/fileadmin/user_upload/english/Fyzika/Density_determination_by_pycnometer.pdf [izdrukāts 2010. gada 5. septembrī].
- Kirbag, S., Bagci, E. (2000). An investigation on the antimicrobial activity of the *Picea abies* (L.) Karst and *Picea orientalis* (L.) Link. essential oil. Journal of Qafqaz University,

III (1), 183–191.

- Maciag, A., Milakovic, D., Antolovic, V., Kalembe, D.** (2007). Essential oil composition and plant-insect relations in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Food Chemistry and Biotechnology, 71 (1008), 71–95.
- Polis, O.** (1995). Development of Tree Foliage Extractive Obtaining Technologies. Proceedings of IUFRO XX World Congress, Tampere, IUFRO P3.07 Meeting, 151–161.
- Polis, O., Korica, A., Daugavietis, M.** (1995). Bioloģiski aktīvo savienojumu saglabāšanās egles zaleņa uzglabāšanas procesā. Mežzinātne, 9 (52), 82.–90. lpp.
- Акимов, А., Подгорный, Ю.** (1973). Изменчивость содержания и состава эфирных масел сосны пицундской. Растит. ресурсы, IX (2), 235–242.
- Беспалов, В. Г., Некрасова, В. Б.** (2007). Лечебно-профилактические средства из биомассы дерева. Санкт-Петербург, 192.
- Калниньш, А. Я., Вальдман, А. Р., Андерсон, П. П., Даугавиетис, М. О. и др.** (1978). Лес-сельскому хозяйству. Лесная промышленность, Москва, 192 с.
- Колесникова, Р. Д.** (1998). Эфирные масла хвойных растений России. Автореферат диссертации д-ра биол. наук. Владивосток, 58.
- Левин, Э. Д., Репях, С. М.** (1984). Переработка древесной зелени. Лесная промышленность, Москва, 120.
- Михайлов, В. И., Колесникова, Р. Д., Тагильцев, Ю. Г., Цюпко, В. А.** (2000). Использование дальневосточных растений в ароматерапии. Хабаровск, 26.
- Репях, С. М., Степень, Р. А.** (2000). Запасы и распределение в биомассе летучих терпеноидов сосны обыкновенной. Сыктывкар, 20.
- Степень, Р. А., Чуркин, С. П., Барнаков Т. В.** (1981). Выход и состав эфирного масла ели. Материалы Всесоюзного семинара «Эфирные масла древесных пород», 1981, Красноярск, 15–16.
- Степень, Р. А., Чуркин, С. П.** (1982). Летучие выделения сосны. Красноярск, 137 с.
- Томчук, Р. И., Томчук, Г. Н.** (1973). Древесная зелень и ее использование в народном хозяйстве. Лесная промышленность, Москва, 360.
- Чудный, А., Проказин, Е.** (1973). Географическая изменчивость состава терпентинных масел сосны обыкновенной на территории СССР. Растит. ресурсы, 9 (4), 494–503.
- Юрчак, Л. Д.** (1982). Антифунгальная активность паров эфирных масел на скрининг-тест. Роль аллелопатии в растениеводстве. Киев, с. 137–146.
- Ягодин, В. И.** (1981). Основы химии переработки древесной зелени. Изд-во Ленингр. ун-та, Ленинград, 224.