
Parastās priedes (*Pinus sylvestris* L.) augstuma pieauguma veidošanās sezonālā dinamika

Āris Jansons^{1*}, Oskars Krišāns¹, Jānis Jansons²

Jansons, Ā., Krišāns, O., Jansons, J. (2011). Seasonal height growth dynamics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Mežzinātne* 23(56): 15-24.

Kopsavilkums. Augšanas intensitāte un izmantotā veģetācijas perioda garums nosaka kopējo augstuma pieaugumu, kas ir būtisks koka produktivitātes rādītājs. Klimata izmaiņu prognozes liecina par koku augšanu un sagaidāmo mežaudžu produktivitāti negatīvi ietekmējošu faktoru biežuma palielināšanos nākotnē. Tādēļ pētījuma mērķis ir novērtēt augstuma pieauguma veidošanās sezonālo dinamiku un tās ģenētisko nosacītību, kā arī analizēt iespējas izmantot selekcijas metodes, lai veicinātu mežaudžu adaptāciju prognozētajām klimata izmaiņām.

Augstuma pieaugums, ar vidēji 7 dienu intervālu, uzmērīts a/s „Latvijas valsts meži” pirmās kārtas priežu sēkļu plantācijā (56°44'Z.p., 24°07'A.g.), kas ierīkota 1998. gadā – kopumā 288 rameti no 72 kloniem, kuru vidējais augstums 4,1 m.

Rezultāti liecina, ka vidējā priedes klonu augšanas intensitāte ir 10,1 mm diennaktī, kas augstuma pieauguma veidošanās kulminācijas laikā sasniedz 18 mm diennaktī. Augstuma pieauguma veidošanās intensitāte, īpaši perioda sākumā un beigās, ir ģenētiski determinēta – iedzimstamības koeficients līdzīgs kā koku augstumam (attiecīgi $H^2 = 0,36 - 0,42$ un $H^2 = 0,49$). Novērojumu gaitā konstatētas nozīmīgas augšanas intensitātes dinamikas atšķirības starp kloniem. Iespējams atlasīt tādus parastās priedes klonus, kas 10-14 dienās izveido pat vairāk nekā 35% no kopējā augstuma pieauguma un pēc kopējā augstuma pieauguma garuma tomēr neatpaliek no stādījuma vidējās vērtības. Turklāt pazīme – proporcionāli lielāko kopējā augstuma pieauguma daļu izveidot īsā periodā – ir iedzimstoša ($H^2 = 0,30$). Iegūtie rezultāti liecina par nozīmīgu selekcijas darba potenciālu – iespēju pat viena reģiona ietvaros izvēlētu priežu starpā atlasīt genotipus ar dažādu augstuma pieauguma veidošanas sezonālo dinamiku, vienlaikus veicinot ne tikai audžu produktivitātes, bet arī adaptācijas spēju palielināšanos.

Nozīmīgākie vārdi: adaptācija, pieaugums, selekcija.

•••

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

² SIA MNKC, Dzērbenes ielā 27, LV-1006, Rīga, Latvija

Jansons, Ā.^{3*}, Krišāns, O.³, Jansons, J.⁴ **Seasonal height growth dynamics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.).**

Abstract. Annual growth in height, which depends on growth intensity and the duration of growing season, is one of the major parameters describing the competitive ability and productivity of forest crops. Ongoing climatic changes are predicted to increase the mean temperatures, duration of the growing season and the frequency of meteorological conditions unfavourable for tree growth. The aim of the given study was to evaluate the seasonal height growth dynamics for Scots pine and its dependence on genetic traits and analyze the potential of forest tree breeding to enhance forest adaptation to the expected climate changes.

Height growth for the leader shoot was measured every seven days normally from late April till early July in a clonal trial of Scots pine seed orchard, grafting-established in 1998 on forestland (*Ln Myrtillosa* forest type) in the central part of Latvia (latitude 56°44', longitude 24°07'). No pruning of ramets was done before measurements. Altogether 288 ramets from 72 clones with the mean height 4.1 m were used for the study.

Growth intensity and the height increment were found to be independent on the ramet size. The average growth intensity of Scots pine clones at the age of 14 years was 10.1 mm day⁻¹, reaching during the culmination 18 mm day⁻¹ (and even up to 32 mm day⁻¹ for individual ramets). As it follows from the results of the study, the growth intensity, especially in the beginning and at the end of the growing season, strongly depends on genotype, i. e. it has a heritability similar to that for tree height ($H^2 = 0.36 - 0.42$ and $H^2 = 0.49$, respectively). It appears that growth intensity at the culmination and the end of growing season strongly determines the total growth in height ($R^2 = 0.42$). Notable difference in height growth dynamics were found between the clones. The results suggest that it is possible to select out of the stock of pine the clones, for which over 35% of the total growth in height falls onto a relatively short period of time (15-20% of the duration of growing season) and still having average or high total growth in height. The genetic trait of forming a proportionally significant part of total height increment in a short time span has a relatively high heritability ($H^2 = 0.30$).

As the results of the given study indicate, it is possible to select out of the stock of Scots pine the genotypes with distinct height increment and a definite shoot elongation pattern, thus improving the adaptive capacity of future stands without compromising their productivity.

Key words: adaptation, increment, tree breeding.

³ Latvian State Forest Research Institute "Silava", Rīga str. 111, Salaspils, LV-2169, Latvia;

* e-mail: aris.jansons@silava.lv

⁴ MNKC Ltd., Dzerbenes str. 27, Rīga, LV-1006, Latvia

•••

Янсонс, А.^{5*}, Кришанс, О.⁵, Янсонс, Я.⁶ **Сезональная динамика образования прироста по высоте сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).**

Резюме. Общий прирост по высоте является существенным показателем роста дерева и определяется интенсивностью роста и длиной вегетационного периода. Прогнозы изменения климата свидетельствуют об учащении в будущем негативных факторов, влияющих на рост деревьев. Поэтому цель исследования – оценить сезональную динамику образования прироста по высоте и его генетическую обусловленность, а также возможность применения методов селекции для стимулирования адаптационных способностей древостоев противостоянию к ожидаемым изменениям климата.

Прирост по высоте, в среднем с семидневным интервалом, измерен в семенной плантации сосны 1-ого разряда а/о «Latvijas valsts meži» (56°44', 24°07'), которая заложена в 1998 году. В общем итоге замерено 288 раметов от 72 клонов со средней высотой 4,1 м.

В результате исследований установлено, что средняя интенсивность роста сосновых клонов 10,1 мм посуточно, но во время кульминации образования прироста по высоте – достигает 18 мм посуточно. Интенсивность образования прироста по высоте, особенно в начале и конце вегетационного периода, генетически детерминирована – коэффициент врожденности имеет схожесть с коэффициентом высоты деревьев (соответственно $H^2 = 0,36 - 0,42$ и $H^2 = 0,49$). В ходе наблюдений констатированы значимые различия в динамике интенсивности роста между клонами. Существует возможность отбора таких клонов, которые в течении 10-14 дней образуют даже более 35% от общего прироста по высоте и всё-таки, насчёт длины общего прироста по высоте, не отстают от средней ценности посадки. Притом признак – наибольшую часть от общего прироста по высоте образовать в течении короткого периода времени – является врожденным ($H^2 = 0,30$).

Результаты исследования свидетельствуют о значимом потенциале селекционной работы – о возможности отбора генотипов с различной сезональной динамикой образования прироста по высоте в ряду выбранных сосен даже в пределах одного региона, одновременно способствуя увеличению не только продуктивности насаждений, но также их адаптационных способностей.

Ключевые слова: адаптация, прирост, селекция.

⁵ ЛГИЛ «Силава», ул. Ригас 111, Саласпилс, LV-2169, Латвия; *эл. почта: aris.jansons@silava.lv

⁶ ООО «МНКС», ул. Дзербенес 27, Рига, LV-1006, Латвия

Ievads

Augstuma pieaugums ir viens no rādītājiem, kas nosaka kopējo mežaudzes produktivitāti un, īpaši jaunaudzes vecumā, arī koku konkurētspēju un līdz ar to – saglabāšanos. Augstuma pieauguma veidošanās nenotiek vienmērīgi visā veģetācijas periodā. Konstatēts, ka augšanas intensitāte pakāpeniski pieaug un kulminē 20-30 dienas pēc pumpuru uzbriešanas un augstuma pieauguma veidošanās sākuma, kas sakrīt ar pumpuru plaukšanas laiku. Skuju veidošanās sākas apmēram 1-2 nedēļas pēc augstuma pieauguma kulminācijas. Kārtējā gada augstuma pieauguma veidošanās priedei apstājas pēc 45-55 dienām, reizē ar galotnes pumpura aizmešanos (Oleksyn *et al.*, 1998; Zālītis, 1967).

Priežu provenienču eksperimentu rezultāti Polijā liecina par ģenētiski noteiktām augšanas intensitātes atšķirībām. Veģetācijas perioda sākumā proveniencēs no priedes izplatības areāla ziemeļu daļas uzrāda nedaudz augstāku augšanas intensitāti. Taču vēlāk priedes no areāla Eiropas daļas centrālajiem reģioniem (47°Z.p. – 55°Z.p.) augšanā būtiski apsteidz pārējās. Rezultātā vidējā augšanas intensitāte šīm proveniencēm ir par 30-40% augstāka (Oleksyn *et al.*, 2001).

Kopējo augstuma pieauguma garumu nosaka ne tikai augšanas intensitāte, bet arī izmantotā veģetācijas perioda garums. Piemēram, proveniencēm no areāla ziemeļu daļas raksturīga ātrāka pumpuru plaukšana un īsāks veģetācijas periods, tādējādi pielāgojoties konkrētajiem augšanas apstākļiem, lai maksimāli izmantotu

izcelsmes vietas īso veģetācijas sezonu (Nilsson, 2001; Persson, 1994). Augšanas intensitātes un izmantotā veģetācijas perioda ilguma īpatsvars kopējā augstuma pieauguma garuma noteikšanā atšķiras atkarībā no pētījumā izmantotā materiāla – ģeogrāfiskās izcelsmes areāla, koku vecuma. Analizējot ģeogrāfisko provenienču stādījumus, Oleksyn u.c. (1992) norāda, ka 70% no pirmā gada augstuma atšķirībām nosaka izmantotā veģetācijas perioda garuma starpība, savukārt Giertych (1979) konstatējis, ka nozīmīgākais areāla centrālās daļas provenienču augšanas pārākuma iemesls ir to paaugstināta augšanas intensitāte. Vērtējot Latvijas priežu augšanu, Zālītis P. (1967), secina, ka nozīmīgākais kopējo augstuma pieaugumu noteicošais faktors ir augšanas intensitāte pieauguma kulminācijas laikā.

Augšanas perioda garumu un intensitātes aprakstītās atšķirības dažādos veģetācijas sezonas posmos galvenokārt raksturo ģeogrāfiski attālu izcelsmju priedes, kas evolūcijas procesā pielāgojušās krasi atšķirīgajiem klimata apstākļiem – veģetācijas perioda garumam, temperatūru summam, salnu varbūtībai. Pētījumos nav informācijas par augšanas intensitātes atšķirībām un to ģenētisko nosacītību kokiem no ģeogrāfiski tuviem, klimatiski vienveidīgiem reģioniem. Taču šādu atšķirību analīze ir būtiska, vērtējot iespējas veicināt mežaudžu adaptāciju prognozētajam klimata izmaiņām bez genotipu introdukcijas no citām priedes izplatības areāla daļām. Meteoroloģiskie dati liecina, ka Latvijā pēdējos 50 gados pavasara un vasaras periodā būtiskas nokrišņu daudzuma

izmaiņas nav bijušas, tomēr novērota daļēja temperatūras paaugstināšanās (Kļaviņš, Briede, 2008), par ko liecina, piemēram, agrāka lapu koku plaukšana (Grišule, 2008). Tiek prognozēts, ka šī gadsimta laikā gaisa temperatūra nozīmīgi paaugstināsies, līdz ar to palielināsies arī veģetācijas perioda garums un potenciālā evapotranspirācija, taču nokrišņu daudzums nemainīsies vai pieaugs tikai nedaudz. Tāpat paredzamas izmaiņas nokrišņu sadalījumā – palielināsies garu (5 un vairāk diennaktis) beznokrišņu periodu īpatsvars (Bethel *u.c.*, 2010, nepublicēti materiāli; Christensen *et al.*, 2007). Šādos apstākļos priekšrocība dodama genotipiem, kam augstuma pieauguma veidošanas periods ir īsāks un intensīvāks, jo samazināsies iespējamība, ka nelabvēlīgie apstākļi varētu rasties tieši augstuma pieauguma attīstības laikā. Lai noteiktu selekcijas darba potenciālu mežaudžu adaptācijas veicināšanas aspektā, pētījuma mērķis – novērtēt augstuma pieauguma veidošanās sezonālo dinamiku un tās ģenētisko nosacītību.

Materiāls un metodes

Pētījums veikts a/s „Latvijas valsts meži” pirmās kārtas priežu sēklu plantācijā „Misa”, kas ierikota 1998. gadā, 5,5 ha platībā, Zemgales mežsaimniecības Misas iecirkņa teritorijā (56°44'Z.p., 24°07'A.g.). Objekts ierikots kā populācijas tipa sēklu plantācija: izmantoti apkārt esošajās augstvērtīgajās audzēs atlasīto pluskoku potējumi.

Sēklu plantācija cietusi no biotisko un abiotisko faktoru ietekmes, daļa rāmetu gājuši bojā un vairākkārt veikta to papildināšana.

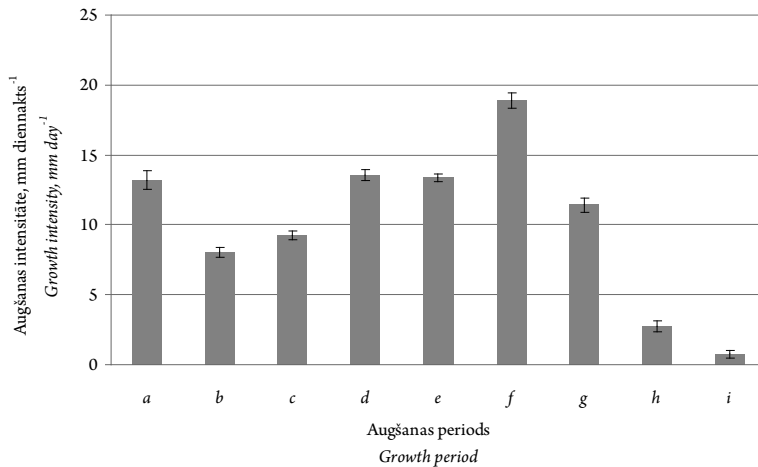
Dažiem straujāk augošajiem rāmetiem apgriezta galotne. Lai varētu izdarīt genotipu salīdzināšanu, veikta plantācijas papildināšanas shēmu analīze un visu rāmetu uzmērīšana, pēc kuras rezultātiem atlasīti 288 rāmeti no 72 kloniem, kas ir bez redzamiem defektiem, ar izteikti vienu galotni un viena vecuma; rāmetu vidējais caurmērs 7,2 cm, augstums 4,1 m.

Augstuma pieaugumu uzmērīšana sākta 27. aprīlī un ar līdzīgiem, vidēji 7 dienu, intervāliem regulāri veikta līdz 2. jūlijam. Pēdējā uzmērīšanā konstatēts, ka daļai koku augstuma pieauguma veidošanās jau apstājusies. Apkopojot datus, izslēgti tie kloni, kam augstuma pieauguma veidošanās periodā galvenais dzinums bojāts vairāk nekā vienam rāmetam; kopumā analīzei izmantota informācija par 228 rāmetiem.

Rezultāti un diskusija

Rezultāti liecina, ka visā novērojumu laikā vidējā augstuma pieauguma veidošanās intensitāte bijusi 10,1 mm diennaktī. Tomēr dažādos veģetācijas perioda posmos tā nozīmīgi atšķiras: sākotnēji (pumpuru plaukšanas periodā) augstuma pieauguma veidošanās intensitāte ir augsta (13,2 mm), tad strauji krīt, jau nedēļu vēlāk uzrādot tikai ap 8 mm diennaktī (1. att.). Augšanas intensitātes kulminācija novērojama maija beigās-jūnija sākumā – 18 mm diennaktī, atsevišķiem rāmetiem sasniedzot pat 32 mm diennaktī.

Vērtējot atlasīto eksperimentālo materiālu, konstatēts, ka 95% no kopējā rāmetu skaita augstumi ir $\pm 0,4$ m robežās no eksperimenta vidējā rādītāja – 4,1 m.



1. attēls. Vidējā parastās priedes augstuma pieauguma veidošanās intensitāte Misas priežu sēkļu plantācijā.

Figure 1. Average height growth intensity of Scots pine in the Misa seed orchard.

Augšanas periods (datumi no-līdz) / Growth period (data from-till):

a 27.04.-04.05.; b 05.05.-10.05.; c 11.05.-16.05.; d 17.05.-22.05.; e 23.05.-30.05.;
f 31.05.-04.06.; g 05.06.-11.06.; h 12.06.-24.06.; i 25.06.-02.07.

Koku augstuma atšķirībām nav būtiskas saiknes ar augstuma pieauguma veidošanās intensitāti (mm diennaktī) kādā no novērojumu periodiem: vidēji $R^2 = 0,02$ (1. tab.). Līdzīga sakarība konstatēta, vērtējot arī koku caurmēru. Tāpat rameta sākotnējais augstums neietekmē kārtējā gada pieauguma garumu ($R^2 = 0,03$). Tas liecina, ka turpmākajā analizē koku caurmēra un augstuma atšķirības veģetācijas perioda sākumā var neņemt vērā.

Augšanas intensitātei veģetācijas perioda sākumā, kad to potenciāli vismazāk varētu ietekmēt meteoroloģisko apstākļu svārstības (piemēram, sausums), ir vāja saikne ar kopējo augstuma pieauguma

garumu ($R^2 = 0,08$), ko lielā mērā nosaka augšanas intensitāte posma beigū daļā – augšanas intensitātes kulminācijas laikā un nedaudz pēc tam ($R^2 = 0,42$).

Redzams, ka koka augstuma pieauguma veidošanās intensitāte veģetācijas perioda sākumā vāji saistīta ar intensitāti perioda beigās, kas norāda, ka mērījumi tikai augšanas sākumā nesniedz pietiekamu informāciju par koka augšanas intensitāti.

Lai novērtētu, cik lielā mērā augšanas intensitātes atšķirības noteiktā periodā ir ģenētiski determinētas un kā ar selekcijas metodēm varētu izmainīt pazīmes vērtības nākamajā paaudzē, aprēķināts iedzimumības koeficients, t.i., ģenētisko efektu

1. tabula, Table 1

Parastās priedes augstuma pieauguma veidošanās intensitātes korelācija ar citām pazīmēm
Correlation between height growth intensity and other Scots pine traits

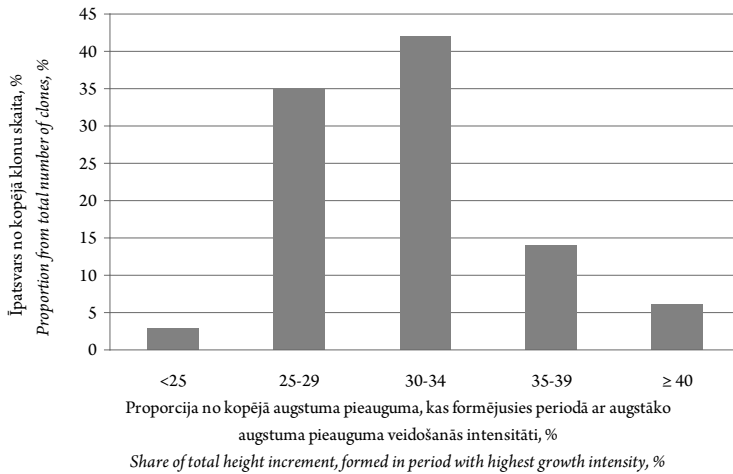
Pazīme Trait	hh	h_p	a	b	c	d	e	f	g	h
h_p	0,15									
a ¹	0,19	0,29								
b ²	0,15	0,49	0,21							
c ²	0,15	0,51	0,24	0,69						
d ¹	0,05	0,50	0,30	0,41	0,46					
e ¹	0,11	0,55	0,06	0,00	0,04	0,15				
f ³	0,13	0,65	0,14	0,04	0,09	0,26	0,55			
g ⁴	0,04	0,63	0,00	-0,09	-0,05	0,09	0,42	0,50		
h ⁵	0,05	0,57	-0,02	-0,11	-0,15	-0,03	0,25	0,35	0,49	
i ⁶	0,05	0,21	-0,12	-0,20	-0,14	-0,17	0,20	0,15	0,26	0,34

* a, b, c, d, e, f, g, h – augstuma pieauguma veidošanās intensitāte attiecīgajā periodā (skat 1. attēlu), mm diennaktī / *height growth intensity in the respective period (see Fig. 1), mm day⁻¹*;
 1, 2, 3, 4, 5, 6 – vienāds skaitlis apzīmē statistiski nebūtiskas augstuma pieauguma veidošanās intensitātes atšķirības attiecīgajos periodos / *the same number indicates statistically non-significant differences in growth intensity in the respective period*;
 hh – rameta augstums veģetācijas perioda sākumā, cm / *height of ramet at the beginning of growing season, cm*;
 h_p – kopējais augstuma pieauguma garums, mm / *total height increment, mm*.

noteiktās un kopējās pazīmes fenotipiskās dispersijas attiecība. Aprēķinos izmantoti dati par vidējo augšanas intensitāti katram rametam noteiktā augšanas periodā. Rezultāti liecina, ka augstākās iedzimstamības koeficienta vērtības ir raksturīgas augšanas intensitātei veģetācijas perioda sākumā (izņemot pirmo mērījumu) $H^2 = 0,42$, kas ir līdzīgi kā kopējam koku augstumam ($H^2 = 0,49$). Augstas iedzimstamības koeficienta vērtības konstatētas arī novērojumu beigu posmā ($H^2 = 0,36$). Tātad šajos laika sprīžos augšanas intensitāti lielā mērā noteikuši ģenētiskie faktori – manāmas nozīmīgākas atšķirības starp kloniem –, turpretī veģetācijas perioda

vidusdaļā visu klonu augšana bijusi samērā līdzīga.

Rezultāti liecina, ka relatīvi nozīmīga daļa – vidēji 32% – no kopējā pieauguma garuma izveidojas aptuveni nedēļas garumā, kad augstuma pieaugums (mm diennaktī) ir lielākais, t.i., periodā, kad augšanas intensitāte ir maksimāla. Atsevišķi kloni (ap 5% no kopējā skaita) šajā laikā izveido būtiski lielāku kopējā augstuma pieauguma daļu – pat vairāk nekā 40% (2. att.). Likumsakarīgi, ka kloniem, kuriem starpība starp maksimālo un vidējo augšanas intensitāti ir augstāka, relatīvi lielākā kopējā augstuma pieauguma daļa izveidojas periodā, kad augšanas



2. attēls. Klonu ar dažādu maksimālās augšanas intensitātes periodā izveidojušos kopējā augstuma pieauguma daļu pārstāvība.

Figure 2. Representation of clones with different proportion of total height increment developed during the period of maximum height growth intensity.

intensitāte ir visaugstākā ($r = 0,90$).

Jo augstāka ir kлона augstuma pieauguma veidošanās intensitāte posma beigu daļā (f, h periodos), jo lielāka ir starpība starp augšanas intensitāti tās maksimuma periodā un vidējo augšanas intensitāti (rangu korelācijas koeficients attiecīgi $r = 0,62$ un $r = 0,41$). Turpretī šī rādītāja korelācija ar augšanas intensitāti posma sākumā ir negatīva (b periodā $r = -0,58$). Tas liecina, ka kloniem, kuriem ir augsta maksimālās un vidējās augšanas intensitātes starpība, bieži vien raksturīga arī lēna augstuma pieauguma veidošanās veģetācijas perioda sākumā.

Pētījuma rezultāti apstiprina iespēju veikt selekcijas darbu, lai atlasītu tādus klonus, kam ievērojama kopējā augstuma pieauguma daļa formējas intensīvākās

augšanas periodā, jo:

- 1) proporcija, cik liela kopējā augstuma pieauguma daļa formējas intensīvākās augšanas periodā, daļēji ir ģenētiski nosacīta ($H^2 = 0,30$);
- 2) gan individuālu rametu fenotipisko vērtību, gan klonu vidējo vērtību līmenī saikne starp augstuma pieauguma procentu, kāds rodas maksimālās augšanas intensitātes periodā, un kopējo augstuma pieauguma garumu ir negatīva, bet nav cieša ($R^2 = -0,05$).

Pētījuma rezultātā iegūtie dati potenciāli ļauj izmantot selekcijas metodes meža adaptācijas spēju veicināšanai, atlasot genotipus, starp kuriem pastāv noteiktas augstuma pieauguma veidošanās sakarības, tomēr šie dati nav vispārīnāmi, jo:

- 1) pētījumā ietvertas priedes tikai no

1 populācijas;

2) trūkst informācijas par konstatēto sakarību stabilitāti laikā un telpā – gados, kad meteoroloģiskie apstākļi ir atšķirīgi, un dažādās stādījuma vietās;

3) trūkst informācijas par konstatēto klonu augstuma pieauguma veidošanās intensitātes atšķirību noturīgumu dažādos vides apstākļos (meteoroloģiski atšķirīgos gados un stādīšanas vietās) un iespējamo kumulatīvo ietekmi uz kopējo koku augstumu.

Iegūtie rezultāti ir līdzīgi citu valstu pētnieku izzinātajam par augšanas intensitātes ģenētisko nosacītību dažādos augstuma pieauguma veidošanās posmos (Codesio, Fernández-López, 2009; Oleksyn *et al.*, 2001). Tomēr šādu pētījumu ir maz, turklāt tie veikti metodiski atšķirīgi un nedod atbildes uz jautājumu par iespējam vispārināt vienā stādījumā un vienā veģetācijas sezonā iegūtos rezultātus.

Secinājumi

1. Vidējā priedes klonu augšanas intensitāte ir 10,1 mm diennaktī, bet augstuma pieauguma veidošanās kulminācijas laikā tā sasniedz 18 mm un atsevišķiem ramiem – pat līdz 32 mm diennaktī.
2. Augstuma pieauguma veidošanās intensitāte, īpaši veģetācijas perioda sākuma un beigu posmā, ir ģenētiski determinēta – iedzimstamības koeficients līdzīgs kā koku augstumam (attiecīgi $H^2 = 0,36 - 0,42$ un $H^2 = 0,49$).
3. Iespējams atlasīt tādas parastās priedes klonus, kam kopējais augstuma pieaugums neatpaliek no eksperimenta vidējā, un pat vairāk nekā 35% no tā izveidojas 10-14 dienās (t.i. 15-20% no visa galotnes dzinuma augšanas laika).

Pateicība: pētnieciskā materiāla ievākšana daļēji veikta Meža attīstības fonda projekta, bet manuskripta sagatavošana – ESF projekta „Ģenētisko faktoru nozīme adaptēties spējīgu un pēc koksnes īpašībām kvalitatīvu mežaudžu izveidē” (vienošanās Nr. 2009/0200/1DO/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/146) – finansējuma ietvaros.

Literatūra

- Christensen, J. H., Carter, T. R., Rummukainen, M., Amanatidis, G. (2007). Evaluating the performance and utility of regional climate models: The PRUDENCE project. *Climatic Change*, 81, pp. 1-6.
- Codesidoand, V., Fernández-López, J. (2009). Genetic variation in seasonal growth patterns in radiata pine in Galicia (northern Spain). *Forest Ecology and Management*, 257 (2), pp. 518-526.
- Giertych, M. (1979). Summary of results on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) height

- growth in IUFRO provenance experiments. *Silvae genetica*, 28 (4), pp. 136-152.
- Grišule, G.** (2008). Fenoloģisko rādītāju mainības raksturs. No: M. Kļaviņa, A. Andrušaitis (red.) *Klimata mainība un globālā sasilšana*. LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, 100.-104. lpp.
- Nilsson, J.-E.** (2001). Seasonal changes in phenological traits and cold hardiness of F1-populations from plus-trees of *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta* of various geographical origins. *Scand. J. For. Res.*, 16, pp. 7-20.
- Oleksyn, J., Reich, P. B., Tjoelker, M. G., Chalupka, W.** (2001). Biogeographic differences in shoot elongation pattern among European Scots pine populations. *Forest Ecology and Management*, 148, pp. 207-220.
- Oleksyn, J., Tjoelker, M. G., Reich, P. B.** (1992). Growth and biomass partitioning of populations of European *Pinus sylvestris* L. under simulated 500 and 600 N day-lengths: evidence for photoperiodic ecotypes. *New Phytol.* 120, pp. 561-574.
- Oleksyn, J., Tjoelker, M. G., Reich, P. B.** (1998). Adaptation to changing environment in Scots pine populations across a latitudinal gradient. *Silva Fennica*, 32 (2), pp. 129-140.
- Persson, B.** (1994). Effect of climate and provenance transfer on survival, production and stem quality of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Northern Sweden. Dissertation. Swed. Univ. Agric. Sci., Dept. For. Yield Res., Report, 37, 38 p.
- Zālītis, P.** (1967). Priedes un egles pieauguma dinamika veģetācijas periodā nosusinātā niedrājā: disertācija lauksaimniecības zinātņu kandidāta grāda iegūšanai. Latvijas zinātniski pētnieciskais Mežsaimniecības problēmu institūts, Rīga, 210 lpp.