

Latvijas priežu produktivitāte un kvalitāte Zviedrijā

Ā. Jansons^{1*}, C. Almqvist², I. Baumanis¹

Jansons, Ā., Almqvist, C., Baumanis, I. (2009). Productivity and quality of Latvian Scots pine in Sweden. *Mežzinātne / Forest Science* 20(53): 16-31.

Kopsavilkums: Latvijas priedes iekļautas vairākos starptautiskos provenienču eksperimentos, taču šie stādījumi sniedz ieskatu tikai vispārīgās likumsakarībās audžu vidējo vērtību līmenī. Nākamās selekcijas pakāpes – atsevišķu atlasītu koku – pēcnācēju produktivitātes un kvalitātes novērtēšanai ārpus mūsu valsts teritorijas, 95 Latvijas priežu klonu brīvapputes pēcnācēji testēti 5 stādījumos Zviedrijas dienvidu daļā (56°-60° Z.p.). Mērījumi veikti 14 un 17 gadu vecumā.

Koku saglabāšanās atsevišķos stādījumos ir no 55% līdz 75%, turklāt Latvijas parastās priedes klonu pēcnācējiem tā būtiski neatšķiras ($p > 0,05$) no vietējo priežu uzrādītās.

Latvijas priežu klonu pēcnācēju vidējais augstums pārsniedz Zviedrijas mežaudžu priežu pēcnācēju vidējo augstumu par 3-9%, caurmērs ir par 3-18% lielāks. Produktīvāko (atlasot 10% pēc vidējā augstuma) Latvijas priežu klonu pēcnācēji 14 gadu vecumā pārspēj eksperimentā reprezentētos Zviedrijas priežu klonu pēcnācējus pēc stumbra tilpuma par 10-16%, bet 17 gadu vecumā Zviedrijas mežaudžu pēcnācējus – par 24-31%.

Rezultāti liecina, ka Latvijas priedēm nav adaptācijas problēmas eksperimentos ietvertajā Zviedrijas reģionā un līdz ar to perspektīva ir gan praktiskā, gan zinātniskā sadarbība, kas saistīta ar priežu reproduktīvā materiāla apmaiņu.

Latvijas priežu klonu brīvapputes pēcnācēji stādījumos Zviedrijā pēc kvalitātes rādītājiem (stumbra taisnums, zaru skaits mieturī) neatpaliek no Zviedrijas priežu krustojumu un mežaudžu pēcnācējiem, to zarojuma kvalitāte vairākumā gadījumu ir labāka nekā vietējam materiālam.

Nozīmīgākie vārdi: sēklu materiāla pārvietošana, provenienču reģioni, adaptācija.

•••

Jansons, Ā., Baumanis, I., LSFRI “Silava”, Almqvist, C., Skogforsk. **Productivity and quality of Latvian Scots pine in Sweden.**

Abstract: Latvian Scots pine material has been included in a number of international provenance trials both within the IUFRO series and the initiatives of the former Soviet Union. However, in these trials the Latvian pine is represented mostly by single provenances (stand average seed sample), and only general conclusions can be drawn. Therefore, to get more accurate results about the Latvian Scots pine performance and evaluate the results in case superior selected material is transferred, a number of Latvian Scots pine trials have been established in Southern

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

² Skogforsk, Uppsala Science Park, SE-751, 83 Uppsala, Sweden

Sweden (latitude 56°-60°), initiated by Dr. G. Jansson. In this article the data from 5 experiments, altogether containing 95 Latvian Scots pine clone open-pollinated families, are presented. For comparison, Swedish Scots pine clone open-pollinated (23) and control-crossed (3) progenies as well as stand (12) progenies are used.

Traits, characterizing both the growth and quality are evaluated and only dominant trees (Kraft class 1-3) were used in analysis.

The highest heritability values are found for tree height ($h^2 = 0.45$), also the values for traits, characterizing tree quality (stem straightness, branch thickness) are rather high ($h^2 = 0.14-0.23$). It indicates that the experiments are appropriate for finding genetic differences and ranking the families according to their performance.

Survival at the age of 17 (3 experiments) and 14 (2 experiments) years varies from 55% to 75% and on the average show no significant differences ($p > 0.05$) between the Latvian and Swedish pines. At the same time in the trial under the harshest conditions (latitude 60°, very lean sandy soil) the survival of local stand progenies (73%) and the progenies of controlled crossings (95%) is notably higher than that for the Latvian pine open-pollinated progenies (63%).

Latvian Scots pine clone open-pollinated progenies are on the average by 3-9% higher and 3-18% thicker than the progenies of Swedish pine stands. Comparison between the material with the same improvement level – open-pollinated progenies of selected clones – does not reveal any notable differences. The average stem volume of the fastest growing Latvian Scots pine families (10% highest) at the age of 14 years exceeds stem volume for the Swedish pine families by 10-16%, and at the age of 17 years exceeds stem volume of Swedish stand progenies by 24-31%. That is roughly the same or more as the gain reported by the Swedish tree breeding done with the corresponding selection intensity.

The results suggest that the Latvian Scots pine has no adaptation problems in Southern Sweden. The climatic conditions at the planting sites in Sweden are marginally milder than those in Latvia at the Forest Research Station Kalsnava: the duration of vegetation period in the eastern part of the country is on the average by 50 days shorter, the temperature in January by 1°C lower and in July by 1°C higher. The climate in the test sites in Southern Sweden are practically the same as in Western Latvia, where most of the Scots pine clones, included in the international experiment series, show a high survival and productivity between the average and high. The annual precipitation does not differ between the test sites in Latvia and Sweden, except in experiment 204B it is substantially higher. It may partly explain a lower survival of Latvian Scots pine in this trial.

The average stem straightness (evaluated in 5 grade scale) for Latvian and Swedish Scots pine progenies does not differ more than by 0.4 grades: in 2 experiments superior are Swedish pines, in 2 – Latvian. The same is true, when the proportion of trees with straight stem is evaluated. Branch thickness (evaluated in 9 grades) and the proportion of trees with thin branches for Swedish pines are superior in 1 experiment, for Latvian – in 3 experiments.

The proportion of trees with spike knots is low in youngest (14 years) experiments

(26-29%) against that observed in the oldest (17 years) ones (52-80%). In the most severely affected experiment (No. 204B) the majority (62%) of trees had spike knots in the lowest part of tree trunk (first 1.7 m). It indicates severe biotic or abiotic damages resulting in lower survival. No clear trend that either Latvian or Swedish stock was less damaged was detected: a probability that trees would have spike knots was equal and 0.50 on the average.

It can be concluded, that in terms of quality the Latvian pine progenies cultivated in Sweden are equal to the Swedish pine clones and stand progenies; in most of the cases some of the branch parameters are even better for the Latvian stock.

The results suggest that tested Latvian Scots pine clones can be used in that part of Sweden where the experiments are staged. It indicates that for research purposes or enrichment of breeding population, especially in case of pest outbreaks and urgent need for resistant material, it is possible to exchange pine clones between Latvia and the areas of similar latitudes in Sweden.

Key words: seed transfer, provenance regions, adaptation.

•••

Янсонс А., Бауманис И., ЛГИЛН „Силава”, Almqvist С., Skogforsk. **Продуктивность и качество сосен Латвии в посадках во Швеции.**

Резюме: Сосны Латвии включены в нескольких международных экспериментах, проводимых с провениенциями; но заложенные посадки дают только общее представление о закономерностях на уровне средних ценностей древостоев. Для оценки продуктивности и качества потомков отдельно отобранных деревьев вне территории Латвии, 95 потомки клонов свободного опыления сосен Латвии тестированы в 5-ти посадках в южной части Швеции. Измерение опытов проводилось в 14 и 17-летнем возрасте.

Сохранность деревьев в отдельных посадках составляет от 55% до 75%, притом сохранность клоновых потомков сосны обыкновенной Латвии существенно не отличается от показателей местных сосен.

Средняя высота клоновых потомков сосен Латвии превосходит таковую у клонов из шведских древостоев на 3-9%, а по диаметру – на 3-18%. По сравнению с одинаково улучшенным генетическим материалом – потомками шведских плюсовых деревьев свободного опыления – различий не констатировано. Самые продуктивные клоновые потомки сосен Латвии (при 10% отборе по средней высоте) в 14-летнем возрасте превосходят в эксперименте представленных шведских клоновых потомков по объему ствола на 10-16%, а в 17-летнем возрасте – на 24-31%.

Результаты исследований свидетельствуют, что у сосен Латвии в той части территории Швеции, где проводились эксперименты, не имелись проблемы с адаптацией к местным условиям произрастания, что в свою очередь дает возможность для дальнейшего сотрудничества, связанного с проведением совместных исследований и обменом репродуктивного материала.

Клоновые потомки свободного опыления сосен Латвии, посаженные в Швеции, по

параметрам качества (прямоствольность, число сучьев в мутовке) находятся наравне со шведскими потомками скрещивания и древостоев; в большинстве случаев их ветвление по качеству лучше шведского материала.

Ключевые слова: перемещение семенного материала, регионы провениенций, адаптация.

Ievads

Provenienču eksperimenti sniedz informāciju par vispārīgām saglabāšanās, augšanas un kvalitātes rādītāju izmaiņām pēc prieku sēkļu pārvietošanas uz reģioniem ar atšķirīgiem ekoloģiskajiem apstākļiem. Pirmie šādi stādījumi ierīkoti jau pagājušā gadsimta sākumā ar materiālu no visa sugas izplatības areāla. Rezultāti liecina, ka priedes no areāla perifērijas – gan ziemeļu, gan dienvidu daļas – ir piemērotas tikai lokālajiem ekoloģiskajiem apstākļiem un mežaudzes krāju galvenokārt nosaka koku saglabāšanās (Alia et al., 2001; 1994; Perssons, 1998; 1994). Priedes no areāla centrālās daļas (augšanas optimuma zonas), kur ietilpst Latvija, Lietuva, Polijas ziemeļrietumu puse, daļēji Vācija, Baltkrievija un Krievijas Voronežas reģions, uzrāda augšanas pārākumu Eiropā, teritorijā starp 45 un 60° Z. pl., ierīkoto eksperimentālo stādījumu lielākajā daļā (Abraitis, Erikssons, 1996; Пихелгас, 1982; Giertychs, Oleksyns, 1981; Giertychs, 1979). Analizējot informāciju par nozīmīgākajiem prieku provenienču pārbaužu stādījumiem bijušās Padomju Savienības teritorijā (113 proveniencas), Shutyaevs un Giertychs (2000; 1997) secina, ka minētās areāla centrālās daļas proveniencēm piemīt augstas adaptācijas spējas un ātraudzība vairākumā vietu, kur tikuši ierīkoti eksperimenti. Šī reģiona priedēm raksturīga spēja efektīvi izmantot augšanas apstākļu (augšnes, klimata) pozitīvās izmaiņas.

Veicot detaļu analīzi, nozīmīgas atšķirības starp audzēm nelielas teritorijas ietvaros konstatētas gan tās vērtējot pēc fenotipiskajām pazīmēm (Jerums, Dreimanis, 1975), gan salīdzinot to pēcnācēju provenienču eksperimentos (Baumanis et al., 1986). No tā secināms, ka neliela, klimatiski līdzīga reģiona ietvaros, rezultātu sekmīgumu galvenokārt nosaka nevis prieku pārvietošanas distance vai virziens, bet izvēlētā proveniencie (Giertychs, Oleksyn, 1981). Konstatētas reģionālās atšķirības bijušas pamatā sēkļu audžu izdališanai (Gailis, 1964), kā arī meža reprodūktīvā materiāla ieguves reģionu noteikšanai.

Nākamais selekcijas etaps – klonu izdališana un to pēcnācēju pārbaudes – bieži vien tiek veikts iepriekš identificēta meža reprodūktīvā materiāla ieguves apgabala ietvaros, ņemot vērā administratīvo iedalījumu. Viens no nedaudzajiem eksperimentiem, kur līdzīgu klimatisko apstākļu reģiona ietvaros izvērtēti vairāku valstu pluskoku pēcnācēju parametri, ir Latvijas (Dr. I. Baumaņa) un Zviedrijas (Dr. G. Jansson) sadarbības projekts, ko īstenojot, ierīkoti izmēģinājuma stādījumi Zviedrijas dienvidu daļā.

Pētījuma mērķis – novērtēt Latvijas prieku pēcnācēju produktivitāti un kvalitāti stādījumos Zviedrijas dienvidu daļā salīdzinājumā ar Zviedrijas prieku rādītājiem.

Materiāls un metodes

Latvijas priežu klonu brīvapputes pēcnācēju ģimenes („ģimene” – viena koka pēcnācēji) iekļautas divās eksperimentu sērijās Zviedrijā (1. tab.):

1) eksperimentos Nr., nr. 204A, 204B, 1111 pārstāvētas pavisam 67 Latvijas priežu ģimenes, kā arī 3 Zviedrijas provenienču, 4 sēkļu plantāciju un 2 atlasītu klonu kontrolēto krustojumu pēcnācēji;

2) eksperimentos Nr. 1217 un Nr. 1218 pārstāvētas 40 Latvijas priežu ģimenes, kā arī 23 Zviedrijas priežu klonu brīvapputes pēcnācēji un 3 Zviedrijas mežaudžu pēcnācēji.

Stādījumu apzīmēšanai izmantoti to numuri, kādus uzrāda „Zviedrijas meža selekcijas objektu reģistrs” un Latvijas „Ilglaicīgo pētniecisko objektu reģistrs” (Baumanis u.c., 2006) un kur atrodama

plašāka informācija par katru no tiem.

Eksperimenti izvietoti Zviedrijas dienvidu daļā, tādos pat ģeogrāfiskā platuma grādos kā Latvijas teritorijā, izņemot Nr. 204B, kas atrodas divus ģeogrāfiskā platuma grādus vairāk uz ziemeļiem. Stādījuma dizains – vienkoka parces (“parcele” – laukums, kurā viena atkārtojuma ietvaros izvietoti vienas ģimenes koki), randomizēti izvietotas 13-19 atkārtojumos.

Vairākos eksperimentālajos stādījumos Latvijā (Nr., nr. 28, 29, 36, 39, 42, 235, 351) pārstāvētas to pašu priedes klonu brīvapputes pēcnācēju ģimenes, kas stādījumos Zviedrijā. Visi minētie stādījumi ierīkoti ar sākotnējo biežumu 5000 koki-ha⁻¹, ģimenes randomizēti izvietojot 4-8 atkārtojumos un izmantojot 8-15 koku parces. Lielākais skaits šādu ģimeņu iekļautas eksperimentos Nr. 235 un Nr. 39 (attiecīgi 56 un 30), taču nevienā

1. tabula, Table 1

Latvijas parastās priedes klonu pēcnācēju pārbaužu stādījumi

Progeny trials of Latvian Scots pine clones

Eksperimenta Nr. <i>Experiment No.</i>	Ģeogrāfiskās koordinātes <i>Geographical coordinates</i>		Augstums, m v.j.l. <i>Altitude</i>	Vecums, gadi <i>Age, years</i>	Meža tips* <i>Forest type*</i>	Vidējais augstums, m** <i>Average height, m**</i>	Saglabāšanās, % <i>Survival, %</i>
	Z.p. <i>Latitude</i>	A.g. <i>Longitude</i>					
204A	58°5'	13°5'	115	17	Dm	10,4	72
204B	60°0'	12°9'	165	17	Sl	7,1	63
1111	57°5'	15°6'	210	17	Dm	10,8	51
1218	57°4'	15°3'	190	14	Ln	8,5	***
1217	57°3'	16°1'	10	14	Ln	9,1	76
235 (LV)	56°4'	25°6'	110	28	Sl	10,2	42
39 (LV)	56°4'	26°0'	117	31	Dm	14,5	35

* – iespējami atbilstošākais Latvijas meža tipoloģijā, vērtējot pēc zemsedzes augiem / *corresponding to Latvia forest typology according to dominant ground vegetation;*

** – 1.-3. Krafta klases kokiem / *Dominant trees, Kraft class 1-3;*

*** – saglabāšanās nav nosakāma, jo dažos atkārtojumos veikta arī kopšanas cirte / *survival can't be exactly calculated due to thinning in some replications;*

(LV) – priedes pluskoku pēcnācēju pārbaužu stādījumi Latvijā / *pine progeny trials in Latvia.*

nav pārstāvētas visas Zviedrijā ierīkotajos eksperimentos ietvertās ģimenes.

Klimatiskie apstākļi eksperimentu vietās Zviedrijā ir līdzīgi kā Latvijā, MPS Kalsnavas meža novada teritorijā (2. tab.).

Stādījumos Zviedrijā uzmērīts katra koka augstums, caurmērs, resnākā zara – līdz 2 m augstumam – caurmērs (3 stādījumos) un fiksēts zaru skaits 1,3 m augstumam tuvākajā mieturī (3 stādījumos). Atzīmēti koki ar padēlu, 2 eksperimentos noteikts padēla atrašanās augstums. Stumbra taisnums vērtēts 5 ballu skalā, kur 1 – pilnīgi taisns, 2 – ar nelielu likumu, 3 – ar 1 likumu, 4 – ar 2 likumiem, 5 – ar vairāk nekā 2 likumiem. Zaru resnums novērtēts salīdzinājumā ar citiem līdzīga caurmēra kokiem eksperimenta ietvaros, 9 ballu skalā: no 1 – ļoti tievi, līdz 9 – ļoti resni. Stādījumos Latvijā uzmērīts katra koka augstums, caurmērs, resnākā zara – līdz 2 m augstumam – caurmērs, noteikts zaru skaits mieturī. Novērtēts zaru resnums 3 ballu skalā,

kur 1 – tievi, 2 – vidēji, 3 – resni; stumbra taisnums 3 ballu skalā, kur 1 – taisns, 2 – viens likums, 3 – divi un vairāk likumi. Atzīmēta koku ar padēliem klātbūtne; turpmākajā analizē nav iekļautas sakņu trupes ietekmētās parces (eksperimentā Nr. 235).

Ģimenes, kurām kādā eksperimentā sākotnēji iestādīti mazāk par 10 kokiem, aprēķinos nav iekļautas. Tāpat no turpmākās analīzes izslēgti arī 4. un 5. Krafta klases koki. Dispersijas komponentu aprēķināšanai izmantota SAS PROC MIXED procedūra, pieņemot aditīvu lineāru modeli:

$$Y_{ijk} = \mu + b_i + f_j + fb_{ij} + e_{ijk}, \text{ kur} \quad (1)$$

Y_{ijk} – individuāls fenotipiskais mērījums;

μ – pazīmes vidējā vērtība visā analizētajā eksperimentā;

b_i – atkārtojuma (stādījuma vietas ietvaros) ietekme;

f_k – aditīvā ģenētiskā efekta (ģimenes) ietekme;

fb_{ij} – aditīvā ģenētiskā efekta (ģimenes)

2. tabula, Table 2

Klimatiskie apstākļi iedzimtības pārbaužu stādījumu vietās Zviedrijā un Latvijā¹

Climatic conditions in progeny trial locations in Sweden and Latvia¹

Eksperimenta Nr. <i>Experiment No.</i>	Veģetācijas periods, dienas <i>Vegetation period, days</i>	Vidējā temperatūra, °C <i>Average temperature, °C</i>			Nokrišņi, mm gadā <i>Annual precipitation, mm</i>
		gadā <i>annual</i>	janvārī <i>in January</i>	jūlijā <i>in July</i>	
204A	210-240	5	-3	15	600
204B	180-210	4	-5	15	800
1111	180- 210	5	-3	15	600
1218	180- 210	5	-3	15	600
1217	210-240	6	-2	17	600
Kalsnava*	180-190	5	-6	17	650

Veģetācijas perioda garums – biezrakstā iezīmētais skaitlis ir biežāk minētais / *Vegetation period – number in bold mentioned more frequently;*

* – Meža pētišanas stacijas Kalsnavas meža novads / *Kalsnava forest district of Forest Research Stations;*

¹ Dati / *Sources:* Latvijas atlants (1992), Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūra (2007), MarkInfo (2007).

un atkārtojuma (stādījuma vietas ietvaros) mijiedarbības ietekme;

e_{ijk} – fona (modelī neietvertu faktoru) ietekme.

Iedzīstamības koeficients aprēķināts pēc formulas (Falconer, Mackay, 1996):

$$h_i^2 = \frac{4 \cdot \sigma_f^2}{\sigma_f^2 + \sigma_{bf}^2 + \sigma_e^2}, \text{ kur} \quad (2)$$

σ_f^2 – aditīvā ģenētiskā efekta (ģimeņu) dispersijas komponents;

σ_{bf}^2 – atkārtojuma un ģimenes mijiedarbības (parceles) dispersijas komponents;

σ_e^2 – vides apstākļu dispersijas komponents.

Koku stumbra tilpumi aprēķināti pēc I. Liepas (1996) formulas:

$$V = \psi \cdot L^\alpha \cdot d^{\beta \lg L + \varphi}, \text{ kur} \quad (3)$$

V – stumbra tilpums, m³;

L – stumbra garums (šajā gadījumā koka augstums), m;

d – caurmērs, cm;

$\psi, \alpha, \beta, \varphi$ – no koku sugas atkarīgi koeficienti.

Selekcijas vērtību aprēķināšanai

izmantota SAS PROC MIXED/solution funkcija, nodrošinot, ka tiek ņemta vērā katras ģimenes reprezentācija eksperimentā – koku skaits atkārtojumā un atkārtojumu skaits.

Ballēs novērtēto pazīmju (stumbra taisnums, zaru resnums) atbilstība normālajam sadalījumam noteikta ar Kolmogorova-Smirnova testu.

Rezultāti un diskusija

Iedzīstamības koeficients

Iedzīstamības koeficientu vērtības koku augstumam un caurmēram stādījumos Zviedrijā ir augstākas nekā Latvijā konstatētās (3. tab.). Tas ir vairāku faktoru kompleksas ietekmes rezultāts:

1) stādījumos Zviedrijā izmantotas vienkoka parces (13-19 atkārtojumos), eksperimentos Latvijā – 8-12 koku bloku vai rindu parces, 4 un 8 atkārtojumos. Izmantojot vienkoka parces lielā skaitā atkārtojumu, katra klona

3. tabula, Table 3

Iedzīstamības koeficienta vērtības priedes iedzīstības pārbaužu stādījumos

Values of heritability in progeny trials

Pazīme Trait	Iedzīstamības koeficients Heritability		
	Vidēji Zviedrijā*, cm Average in Sweden*2008, cm	Latvijā In Latvia	
		Nr. 235	Nr. 39
h	0,45	0,26	0,28
d	0,30	0,14	0,06
tilp	0,34	0,16	0,11
zd	0,14	–	–
sb	0,23	–	–
zb	0,22	–	–

* aritmētiskā vidējā rezultātu vērtība eksperimentos Zviedrijā / arithmetic mean from results in separate trials in Sweden; h – augstums, m / height, m; d – caurmērs, cm / diameter, cm; tilp – stumbra tilpums, m³ / stem volume, m³; zd – resnākā zara līdz 2 m augstumam diametrs, mm / diameter of thickest branch up to 2 m height, mm; sb – stumbra taisnums, ballēs / stem straightness in grades; zb – zaru resnums, ballēs / branch thickness in grades.

pēcncēji atrodas atšķirīgos augsnes un konkurences apstākļos, tādēļ vides faktoru ietekme izlīdzinās un iespējama precīzāka ģenētiski noteikto atšķirību novērtēšana (Haapanen, 1992);

2) iedzīstamības koeficienta vērtības var ietekmēt ģenētiskās atšķirībās starp analizētajām kopām (Jansson et al., 2003; Haapanen, 2001) – eksperimentos Latvijā iekļautas arī atsevišķas ģimenes, kas nav pārstāvētas stādījumos Zviedrijā;

3) precīzāk novērtēt ģenētiski noteiktās atšķirības iespējams laikā, kad stādījumos sākas vainagu saslēgšanās un koku savstarpējā konkurence (Svensson et al., 1999). Lielākā vecumā konkurences faktoru ietekme pastiprina vides apstākļu noteiktās atšķirības starp kokiem, līdz ar to ģenētisko faktoru (ģimenes) ietekme ir proporcionāli mazāka (grūtāk konstatējama).

Konkurences faktoru nozīmīgo ietekmi uz selekcijas efekta vērtību, īpaši caurmēram – tātad uz iespēju precīzi atlasīt ģenētiski labāko materiālu un ietekmēt pazīmes vērtību nākamajā paaudzē – ilustrē vairāku eksperimentu rezultātu salīdzināšana:

1) lēni augošā *Pinus sylvestris* stādījumā pēc vienas kopšanas cirtes 33 gadu vecumā koku augstumam $h^2 = 0,27$, caurmēram $h^2 = 0,32$ (Hannrup et al., 1998); tāpat 12 gadu vecumā *Pinus caribaea* stādījumos, kur koku atmiršana savstarpējās konkurences rezultātā vēl nav sākusies (saglabāšanās 90-97%), koku augstumam $h^2 = 0,31$, caurmēram $h^2 = 0,29$ un stumbra tilpumam $h^2 = 0,34$ (Moura, Dvorak, 2001);

2) konkurences nozīmīgi ietekmētos trijos *Picea glauca* iedzīstības pārbaužu stādījumos 22 gadu vecumā augstuma iedzīstamības

koeficienti ir 0,17, 0,18, 0,32 un caurmēra – attiecīgi 0,10, 0,07, 0,07 (Ying, Morgenstern, 1979). Līdzīgi *Pinus sylvestris* eksperimentos Somijā iedzīstamības koeficients augstumam ir 0,48, caurmēram – 0,22 (Haapanen et al., 1997).

Stumbra tilpums galvenokārt atkarīgs no caurmēra, tādēļ arī šo pazīmju iedzīstamības koeficienti ir līdzīgi un, īpaši konkurences nozīmīgi ietekmētos stādījumos, ievērojami atšķiras no augstuma iedzīstamības koeficienta (Aguiar et al., 2003; Svensson et al., 1999).

Konstatēts, ka ballēs vērtētajām pazīmēm stādījumos Zviedrijā ģimeņu vidējo vērtību sadalījums būtiski neatšķiras no normālā sadalījuma, tātad šīm vērtībām iespējams aprēķināt iedzīstamības koeficientu.

Kopumā iedzīstamības koeficients koku kvalitāti raksturojošām pazīmēm ir zemāks nekā produktivitāti raksturojošām (3. tab.), kas atbilst parastās priedes pēcncēju pārbaužu stādījumos Somijā iegūtajiem rezultātiem: zaru skaitam mieturī $h^2 = 0,21$, zaru resnumam ballēs $h^2 = 0,26$, zaru resnumam mm – $h^2 = 0,24$ (Haapanen et al., 1997) un Polijā (aprēķinātas pēc publikācijas datiem) zaru resnumam $h^2 = 0,09-0,15$, stumbra taisnumam $h^2 = 0,11-0,18$ (Kowalczyk, 2005).

Iedzīstamības koeficienta vērtība zaru skaitam mieturī nav iekļauta 3. tabulā, jo ģenētiskā (ģimenes) ietekme konstatēta tikai eksperimentā Nr. 1218, kur pazīmes iedzīstamības koeficients ir 0,19, kas līdzīgs jau iepriekš minētajos literatūras avotos aprakstītajam, kā arī atbilst *Pinus palustris* iedzīstības pārbaužu stādījuma datiem – piektā gada mietura zaru skaitam

$h^2 = 0,21$ (Snyder, Namkoog, 1978).

Kopumā redzams, ka iedzimisamības koeficienta vērtības gan koku augstumam, gan kvalitāti raksturojošajām pazīmēm ir samērā augstas un līdzīgas kā citos kvalitatīvos pēcnācēju pārbaužu stādījumos. Tātad, balstoties uz šo eksperimentu rezultātiem, iespējama ģenētiski augstvērtīgāko ģimeņu atlase.

Produktivitāte

Latvijas priežu klonu pēcnācēji stādījumos Zviedrijā salīdzināti ar Zviedrijas priežu klonu kontrolēto krustojumu un mežaudžu pēcnācējiem (eksperimentos Nr. 204A un Nr. 204B), kā arī Zviedrijas klonu brīvapputes pēcnācējiem (eksperimentos Nr. 1217 un Nr. 1218). Eksperimentā Nr. 1111 kontroles materiāls nav iekļauts.

Latvijas parastās priedes klonu pēcnācēju (gan vidēji visām ģimenēm, gan 5 ģimenēm ar lielāko vidējo koku augstumu) saglabāšanās neatpaliek no vietējo priežu saglabāšanās rādītājiem (4. tab.), kas, kontekstā ar līdzīgiem klimata apstākļiem, norāda, ka mūsu priedēm nav

adaptācijas problēmu eksperimentos ietvertajā Zviedrijas daļā. Izņēmumus ir eksperiments Nr. 204B, kas ierīkots vistālāk uz ziemeļiem ļoti nabadzīgā augsnē. Ņemot vērā, ka Latvijā priežu pluskoki atlasīti galvenokārt no audzēm auglīgās vai vidēji auglīgās augsnēs un galvenais selekcijas mērķis ir tādiem pat apstākļiem atbilstoša meža atjaunošanas materiāla ieguve, iespējams, tieši nepiemērotība tik nabadzīgai augsnei arī noteikusi zemos saglabāšanās rādītājus. Piemēram, Pedersen (1994), apkopojot provenienču pārbaužu stādījumu rezultātus Dānijā, rekomendē priedes no Latvijas izmantot meža atjaunošanai platībās ar relatīvi auglīgām augsnēm.

Latvijas priežu klonu pēcnācēju vidējais augstums pārsniedz Zviedrijas mežaudžu priežu pēcnācēju vidējo augstumu par 3-9%, caurmērs ir par 3-18% lielāks. Salīdzinot ar vienādu selekcijas pakāpes materiālu – Zviedrijas klonu brīvapputes pēcnācējiem (eksperimentos Nr. 1217 un Nr. 1218) – atšķirības nav konstatētas. Tātad, izmantojot Latvijas priežu klonu sēklas, iespējams izaudzēt tādas pat produktivitātes mežaudzes kā no vietējo (Zviedrijas) klonu pēcnācējiem.

4. tabula, Table 4

Latvijas un Zviedrijas priežu pēcnācēju salīdzinošais vērtējums stādījumos Zviedrijā
Comparison of Latvian and Swedish Scots pine progenies in trials in Sweden

Nr. No.	Materiāls Material	Sagl., % Surv., %	h, %	d, %	zd, mm	sb	sb(1-2), %	zb	zb(1-3), %
204A	LV	72	101	103	22,8	3,4	50	4,8	16
	LV 5 augstākie	75	107	107	24,5	3,4	56	4,7	17
	SE-krustojumi	50	93	87	21,0	3,8	73	5,3	29
	SE-audze	71	92	85	20,3	3,6	63	5,1	24
204B	LV	63	100	100	15,5	3,7	69	5,3	24
	LV 5 augstākie	62	109	108	15,6	3,8	72	5,4	24
	SE-krustojumi	95	107	107	16,1	4,0	83	5,0	20
	SE-audze	73	97	97	15,4	3,9	74	5,1	19

4. tabula (turpinājums), Table 4 (continued)

Nr. No.	Materiāls Material	Sagl., % Surv., %	h, %	d, %	zd, mm	sb	sb(1-2), %	zb	zb(1-3), %
1218	LV	58*	100	100	13,8	3,8	67	5,5	23
	LV 5 augstākie	71*	106	104	14,1	3,7	59	5,9	37
	SE-brīvappute	50*	100	100	13,9	3,5	57	5,0	15
1217	LV	75	101	101	–	3,6	55	5,6	36
	LV 5 augstākie	77	106	107	–	3,5	49	5,4	39
	SE-brīvappute	73	99	98	–	3,3	43	5,3	31

LV – vidējā Latvijas priežu klonu brīvapputes pēcnācēju ģimeņu vērtība / average value of Latvian Scots pine clone open pollinated progenies;

LV 5 augstākie – vidējā vērtība 5 Latvijas priežu klonu brīvapputes pēcnācēju ģimenēm ar lielāko augstumu / average value of 5 highest Latvian Scots pine families;

SE-audze – Zviedrijas priežu mežaudžu pēcnācēju vidējā vērtība / value of Swedish pine stand progenies;

SE-krustojumi/brīvappute – Zviedrijas priežu klonu kontrolēto krustojumu vai brīvapputes pēcnācēju vērtība / average value of Swedish pine clone open-pollinated (brīvappute) or control-crossed (krustojumi) progenies;

Sagl. (Surv.), %, h%, d% – attiecīgi saglabāšanās, vidējais augstums un caurmērs, aprēķināts attiecībā pret vidējo eksperimentā / survival, height, diameter respectively, calculated in relation to average of experiment; dz, mm – resnākā zara, līdz 2 m augstumam, diametrs, mm / diameter of thickest branch up to 2 m height, mm;

sb – stumbra kvalitātes novērtējums ballēs (zemāks vērtējums – labāka kvalitāte) / stem straightness in grades (lower grade – straighter);

sb(1-2), % – koku skaits ģimenē, kam stumbri absolūti taisni vai ar vienu neizteiktu likumu attiecībā pret dzīvo koku skaitu ģimenē, % / number of trees with straight stems or one slight bend relative to total number of trees in family, %;

zb – zaru resnuma novērtējums ballēs (augstāks vērtējums – labāka kvalitāte) / branch thickness in grades (lower grade – better quality);

zb(1-3), % – koku skaits ģimenē ar tieviem zariem attiecībā pret kopējo dzīvo koku skaitu ģimenē, % / number of trees with thin branches relative to total number of trees in family, %;

* veikta atsevišķu, augšanā atpalikušu koku izciršana dažos atkārtojumos, tādēļ saglabāšanās vērtējums nav precīzs / survival figure approximate, since mild thinning, removing suppressed trees, in several replications are made prior to measurement.

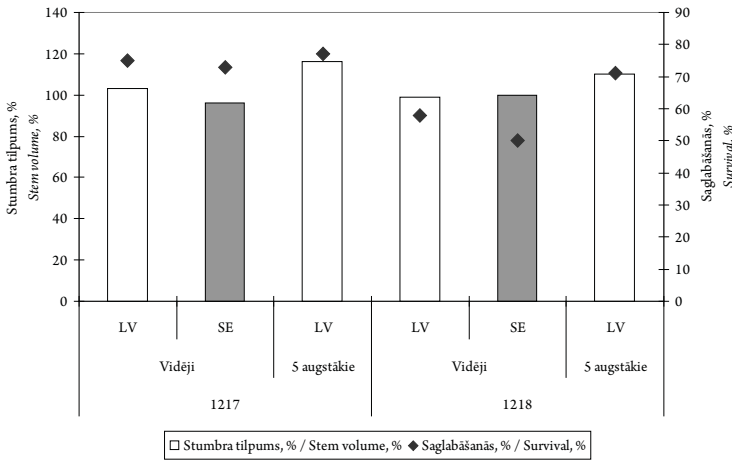
Atlasot produktīvākos Latvijas priežu klonus (ar intensitāti 13%, t.i. 5 no 40), selekcijas starpības ir šādas: koku augstumam 6%, caurmēram 4-7%, stumbra tilpumam – 10-16% (1. att.).

Latvijas priežu klonu brīvapputes pēcnācēju augstums un caurmērs stādījumā vidēji auglīgā augsnē (eksperiments Nr. 204A) pārsniedz pat Zviedrijas priežu klonu kontrolēto krustojumu pēcnācējiem konstatēto. Stādījumā ļoti nabadzīgā smilts augsnē šādu rezultātu uzrāda tikai

ātraudzīgākās Latvijas priežu ģimenes (2. att.).

Secinājumi par Latvijas priežu produktivitāti analizētajos eksperimentos atbilst IUFRO provenienču izmēģinājumu datiem – Latvijas priedes ierindojās starp 3 ātraudzīgākajām (vērtējot pēc vidējā augstuma) stādījumā Zviedrijā (57°Z.p. 15°A.g.), Somijā (60°Z.p., 25°A.g.), Norvēģijā (60°Z.p., 12°A.g.) (Giertych, 1979).

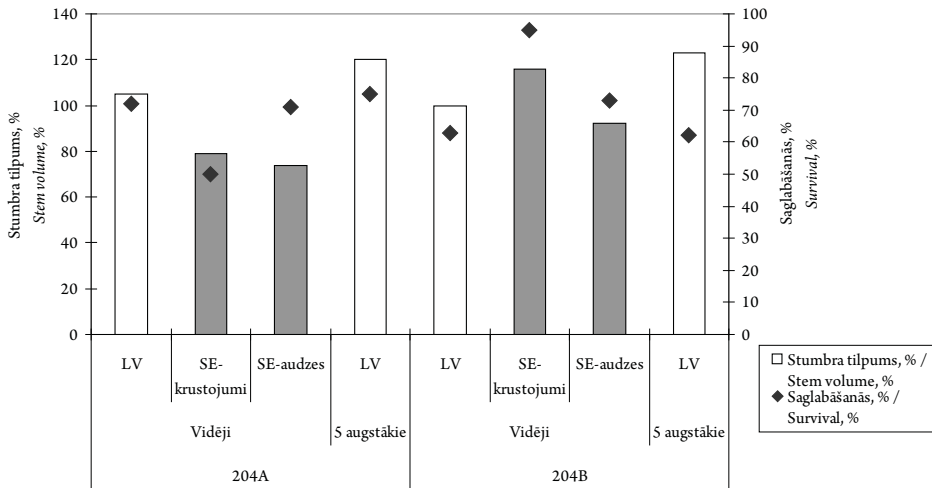
Pedersen (1994) analizējis Dānijā ierīkotos dažāda vecuma priežu provenienču izmēģinājumus, kuros kopumā pārstāvētas



1. attēls. Latvijas un Zviedrijas priežu klonu brīvapputes pēcnācēju ģimeņu saglabāšanās un produktivitāte stādījumos Zviedrijā.

Figure 1. Survival and productivity of Latvian and Swedish Scots pine clone open-pollinated families in Sweden.

Apzīmējumi kā 4. tabulā / Abbreviations as in Table 4.



2. attēls. Latvijas priežu pluskoku brīvapputes pēcnācēju un Zviedrijas priežu pluskoku kontrolēto krustojumu un mežaudžu pēcnācēju saglabāšanās un produktivitāte stādījumos Zviedrijā.

Figure 2. Survival and productivity of Latvian pine clone open-pollinated progenies and Swedish pine clone and stand open-pollinated progenies in Sweden.

Apzīmējumi kā 4. tabulā / Abbreviations as in Table 4.

122 proveniences: no Dānijas (63), Norvēģijas (17), Zviedrijas (11), Vācijas (10), Skotijas (8), Polijas (5), Baltijas valstīm (4), Nīderlandes (1) un Beļģijas (1) un secinājis, ka Latvijas priedes Dānijā augšanā ir pārākas un labas kvalitātes, izņemot vietās ar nabadzīgu augsni. Kurm et al. (2005), vērtējot 33-35 gadus vecus provenienču eksperimentus Igaunijā, norāda, ka tajos pārstāvētās 3 Latvijas priežu proveniences (Kalsnava, Jaunjelgava, Tukums) produktivitātē pārspēj vietējo (Igaunijas) materiālu. Abraitis un Erikssons (1996), vērtējot Padomju Savienības laikā ierikoto priežu provenienču eksperimentu Lietuvā, secina, ka 20 gadu vecumā ātraudzīgākās (augstākās) priedes ir no Baltkrievijas, Ukrainas un Latvijas. Oleksyn un Giertych (1984), izvērtējot cariskās Krievijas gados izveidoto provenienču izmēģinājumu sērijas stādījumu Polijā, konstatējuši, ka lielākā krāja 70 gadu vecumā ir Ukrainas (Kijevas, Volunias), Latvijas un vietējām priedēm.

Shutyayev un Giertych (1997; 2000) apkopojusi un analizējuši nozīmīgākā bijušās Padomju Savienības teritorijā ierikotā priežu provenienču pārbaužu stādījuma datus. Kopumā izvērtētas 113 proveniences: no Latvijas (2), Lietuvas (1), Igaunijas (1), Baltkrievijas (3), Ukrainas (10), Azerbaidžānas (1), Krievijas (95), kuru izcelsmes vietas ir no 41 līdz 67°Z.p. un no 24 līdz 138°Z.g. Secināts, ka Baltijas reģiona (Baltijas valstis un Pleskavas apgabals Krievijā) priedes uzrāda augšanas pārākumu stādījumos starp 52° un 60°Z.p. un līdz 55°A.g. uz austrumiem. Minētā reģiona priežu proveniences ar ievērojamu produktivitātes kāpumu reaģē uz augšanas apstākļu (augsnas, klimata) uzlabojumiem.

Tātad reģionā iespējams atrast ātraudzīgas proveniences arī meža atjaunošanai citās vietās.

Kvalitāte

Vidējais stumbra taisnuma novērtējums Latvijas un Zviedrijas priedēm atšķiras ne vairāk kā par 0,4 ballēm, turklāt eksperimentā Nr. 204A un Nr. 204B kvalitatīvākas ir Zviedrijas priedes, bet eksperimentā Nr. 1217 un Nr. 1218 – Latvijas. Tāda pati sakarība saglabājas, vērtējot arī taisnstumbraino koku īpatsvaru. Vienā no četriem stādījumiem (Nr. 204A) Zviedrijas priedes uzrāda labāku vidējo zarojuma kvalitāti, taču Latvijas priedēm koku ar tieviem zariem īpatsvars ir augstāks 3 eksperimentos (4. tab.). Zaru leņķis pēdējā uzmērīšanas reizē nav vērtēts, taču iepriekšējo mērījumu rezultāti liecina, ka Latvijas priedes ir 5-10% pārākas par vietējām (Hannrup, Jansson, 2002; Högberg, 2002, nepublicēts).

Vidējais zaru skaits 1,3 m augstumam tuvākajā mieturī Latvijas un Zviedrijas priedēm ir līdzīgs (atšķirības nepārsniedz 0,1). Resnākā zara caurmērs Latvijas priežu klonu pēcnācējiem ir tāds pats, bet eksperimentā Nr. 204A nedaudz (3 mm) lielāks kā Zviedrijas priežu klonu brīvapputes pēcnācējiem vai mežaudžu pēcnācējiem. Ātraudzīgākajam materiālam – Zviedrijas klonu kontrolēto krustojumu pēcnācējiem, 5 Latvijas priežu ģimenēm ar lielāko koku augstumu – resnākā zara diametrs ir lielāks nekā vidēji visām eksperimentā ietvertajām ģimenēm.

Kopumā secināms, ka kvalitātes rādītāji Latvijas priežu klonu brīvapputes pēcnācējiem stādījumos Zviedrijā neatpaliek

no vietējo (Zviedrijas) priežu krustojumu un mežaudžu pēcnācēju rādītājiem, to zarojuma kvalitāte vairākumā gadījumu ir labāka nekā Zviedrijas materiālam.

Analizēto eksperimentu rezultāti atbilst novērojumiem Dānijas provenienču stādījumos (Pedersen, 1994), kur taisnākie stumbri konstatēti Skandināvijas izcelsmes priedēm, bet Baltijas reģiona priežu stumbra taisnums atzīts kā vidējs. Kohlstock, Schneck, (1994), izvērtējot šo IUFRO priežu provenienču stādījumu Vācijā, norāda, ka Krievijas, Zviedrijas un Latvijas

proveniences uzrāda lielāku a-tipa koku īpatsvaru. Par a-tipa kokiem dēvē kokus ar platu (tuvu 90°) zaru leņķi, šauru vainagu attiecībā pret tā garumu, smalkiem zariem stumbra apakšējā un vidusdaļā. Arī labākā stumbra forma konstatēta priedēm no Krievijas, Zviedrijas un Latvijas. Shutyaev un Giertych (1997; 2000) secinājuši, ka proveniencēm, kuru izcelsme ir uz ziemeļiem no 60°Z.p., kā arī Igaunijas un Latvijas priežu provenienču kokiem ir taisni stumbri visās ierīkoto eksperimentu vietās.

Secinājumi

1. Augstākā iedzīstamības koeficienta vērtība konstatēta koku augstumam ($h^2 = 0,45$), tāpat relatīvi augstas ($h^2 = 0,14-0,23$) tās ir arī kvalitāti raksturojošām pazīmēm (stumbra taisnums, zaru resnums), kas kopumā liecina par eksperimentu piemērotību precīzai ģenētisko atšķirību novērtēšanai un ģimeņu ranžēšanai.
2. Stādījumos Zviedrijas dienvidu daļā, Latvijai līdzīgos fotoperioda un klimata apstākļos, Latvijas priežu klonu brīvapputes pēcnācēju vidējais augstums 14-17 gadu vecumā pārsniedz eksperimentos iekļauto Zviedrijas priežu mežaudžu pēcnācēju vidējo augstumu par 3-9%, bet caurmērs ir par 3-18% lielāks.
3. Latvijas parastās priedes klonu pēcnācēju saglabāšanās eksperimentos būtiski neatšķiras no vietējo (Zviedrijas) priežu saglabāšanās. Zemākā tā ir eksperimentā, kas ierīkots vistālāk uz ziemeļiem, ļoti nabadzīgā smiltis augsnē (63% – Latvijas priežu pēcnācējiem, 73% – Zviedrijas priežu audžu pēcnācējiem), taču arī šajā izmēģinājumā atšķirības nav statistiski būtiskas ($p > 0,05$).
4. Rezultāti liecina, ka Latvijas priedēm eksperimentos ietvertajā Zviedrijas daļā nav adaptācijas problēmu – tās ir labi piemērojušās vietējiem apstākļiem un šo priežu reprodūktīvā materiāla izmantošana ļauj izaudzēt vismaz tikpat produktīvas mežaudzes, kā pielietojot vietējo (Zviedrijas) materiālu.
5. Latvijas priežu klonu brīvapputes pēcnācēji stādījumos Zviedrijā pēc kvalitātes rādītājiem (stumbra taisnums, zaru skaits mieturī) neatpaliek no Zviedrijas priežu krustojumu un mežaudžu pēcnācējiem: produktīvāko klonu zarojuma kvalitāte ir līdzīga (2 eksperimentos) vai būtiski ($\alpha = 0,05$) labāka (2 eksperimentos) nekā vietējam materiālam.

Pateicība: autori pateicas a/s „Latvijas valsts meži” par finansiālu atbalstu pētījumam, kura dati izmantoti šajā publikācijā. Izsakām pateicību arī Meža selekcijas grupas darbiniekiem B. Džeriņai un A. Purviņam par līdzdalību lauku darbos.

Literatūra

- Abraitis, R., Eriksson, G.** (1996). *Pinus sylvestris* L. East European populations: growth and behavior in one Lithuanian field trial. *Baltic Forestry*, 2 (2), 28-35.
- Aguiar, A., Almeida, M.H., Borralho, N.** (2003). Genetic Control of Growth, Wood Density and Stem Characteristics of *Pinus pinaster* in Portugal. *Silva Lusitana*, 11(2), 131-139.
- Alia, R., Ahundez, D., Notivol, E.** (1994). Growth phenology variation in south European Scots pine provenances. In: Scots pine breeding and genetics: Proceedings of IUFRO S.02.18. symposium. Lithuanian Forest Research Institute, Kaunas, pp. 17-23.
- Alia, R., Moro-Serrano, J., Notivol, E.** (2001). Genetic variability of Scots pine (*Pinus sylvestris*) provenances in Spain: growth traits and survival. *Silva Fennica*, 35(1), 27-38.
- Baumanis, I., Birģelis, J., Lazdiņa, D., Paegle, M.** (1986). Priežu provenienču analīze ģeogrāfiskajās kultūrās. Jaunākais mežsaimniecībā, 28, 37.-48. lpp.
- Baumanis, I., Jansons, Ā., Gaile, A.** (2006). Ilglaicīgo zinātnisko pētījumu objektu inventarizācija un datu bāzes izveide. *Mežzinātne*, 16, 102.-112. lpp.
- Falconer, D.S., Mackay, T.F.C.** (1996). *Introduction to Quantitative Genetics*: Fourth Edition. Longman Group Ltd, London, 465 p.
- Gailis, J.** (1964). Sēklu audžu fonda pareiza izmantošana. *Mežsaimniecība un mežrūpniecība*, 3, 24.-26. lpp.
- Giertych, M.** (1979). Summary of results on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) height growth in IUFRO provenance experiments. *Silvae genetica*, 28 (4), 136-152.
- Giertych, M., Oleksyn, J.** (1981). Summary of results on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) volume production in Ogievskij's pre-revolutionary Russian provenance experiments. *Silvae Genetica*, 30 (2), 56-74.
- Haapanen, M.** (2001). Time trends in genetic parameter estimates and selection efficiency for Scots pine in relation to field testing method. *Forest Genetics*, 8(2), 129-144.
- Haapanen, M.** (1992). Effect of plot size and shape on the efficiency of progeny tests. *Silva Fennica*, 26 (4), 201-209.
- Haapanen, M.** (2001). Time trends in genetic parameter estimates and selection efficiency for Scots pine in relation to field testing method. *Forest Genetics*, 8, 129-144.
- Haapanen, M., Velling, P., Annala, M-L.** (1997). Progeny Trial Estimates of Genetic Parameters for Growth and Quality Traits in Scots Pine. *Silva Fennica*, 31 (1), 3-12.
- Hannrup, B., Wilhelmsson, L., Danell, Ö.** (1998). Time Trends for Genetic Parameters of Wood Density and Growth Traits in *Pinus sylvestris* L. *Silvae Genetica*, 47 (4), 214-219.
- Jansson, G., Li, B., Hannrup, B.** (2003). Time Trends in Genetic Parameters for Height and Optimal Age for Parental Selection in Scots Pine. *Forest Science*, 45 (9), 696-705.
- Jerums, P., Dreimanis, A.** (1975). Priežu audžu kvalitātes novērtējums. *Mežsaimniecība un mežrūpniecība*, 1, 22.-25. lpp.
- Kohlstock, N., Schneck, V.** (1994). IUFRO provenance trial of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.)

- at Waldsieversdorf 1982-1994. In: Scots pine breeding and genetics: Proceedings of IUFRO S.02.18. Symposium. Lithuanian Forest Research Institute, Kaunas, pp. 29-36.
- Kowalczyk, J.** (2005). Comparison of phenotypic and genetic selections in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) single tree plot half-sib progeny tests. *Dendrobiology*, 53, 45-56.
- Kurm, M., Mūls, T., Maaten, T.** (2005). Progeny growth characteristics in 34-year-old geographical trial plantations of Scots pine (*Pinus sylvestris*) at Jarvselja, Estonia. In: Fedorkov A. (ed.) Status, monitoring and targets for breeding programs: Proceedings of the Meeting of Nordic Tree Breeders and Forest Geneticists, September 13-15, 2005, Syktyvkar, Russia. pp. 35-45.
- Kļaviņš, J., Štrauhmanis, J., Āboltiņš, O., Kuzņecovs, J., Vērdiņa, A., Zaķe, B., Buile, N.** (red.) (1992). Latvijas atlants. „Latvijas karte”, Rīga, 39 lpp.
- Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūra [WWW dokuments]. – URL www.meteo.lv [izdrukāts 2008. gada 2. novembrī].
- Liepa, I.** (1996). Pieauguma mēcība. Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, Jelgava, 123 lpp.
- MarkInfo [WWW dokuments]. – URL www-markinfo.slu.se/eng/climate/ [izdrukāts 2008. gada 18. oktobrī].
- Moura, V.P.G., Dvorak, W.S.** (2001). Provenance and family variation of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* from Guatemala and Honduras, grown in Brazil, Colombia and Venezuela. *Pesq. agropec. bras.*, 36 (2), 225-234.
- Oleksyn, J., Giertych, M.** (1984). Results of a 70 years old Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) provenance experiment in Pulawy, Poland. *Silvae Genetica*, 33 (1), 22-27.
- Pedersen, A.P.** (1994). Trends in Danish Scots pine provenance experiments. In: Scots pine breeding and genetics: Proceedings of IUFRO S.02.18. Symposium. Lithuanian Forest Research Institute, Kaunas, pp. 104-113.
- Persson, B.** (1994). Effect on provenance transfer on survival in nine experimental series with *Pinus sylvestris* (L.) in Northern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 9, 275-287.
- Persson, B.** (1998). Will climate change affect the optimal choice of *Pinus sylvestris* provenances? *Silva Fennica*, 32 (2), 121-128.
- Shutyaev, A.M., Giertych, M.** (1997). Height growth variation in a comprehensive Eurasian provenance experiment of *Pinus sylvestris* L. *Silvae Genetica*, 46 (6), 332-349.
- Shutyaev, A.M., Giertych, M.** (2000). Genetic subdivision of the range of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) based on a transcontinental provenance experiment. *Silvae Genetica*, 49 (3), 137-151.
- Snyder, E.B., Namkoog, G.** (1978). Inheritance in a Diallel Crossing Experiment with Longleaf Pine: Research Paper SO-140. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA, U.S., 31 p.
- Svensson, J.C., McKeand, S.E., Allen, H.L., Campbell, R.G.** (1999). Genetic Variation in Height and Volume of Loblolly Pine Open-Pollinated Families During Canopy Closure.

Silvae Genetica, 48 (3-4), 204-208.

Ying, C.C., Morgenstern, E.K. (1979). Correlations of height growth and heritabilities at different ages in white spruce. *Silvae Genetica*, 28 (5-6), 181-185.

Пихелгас, Е.И. (1982). Географические опытные культуры сосны обыкновенной в Эстонской ССР. На: Географические опыты в лесной селекции Прибалтики. Зинатне, Рига, с. 73-82.