

Parastās priedes (*Pinus sylvestris* L.) veģetatīvo un ģeneratīvo pēcnācēju augšanas salīdzinājums

Una Neimane¹, Imants Baumanis¹, Āris Jansons^{1*}

Neimane, U., Baumanis, I., Jansons, Ā. (2012). Growth comparison of vegetative and generative progenies of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Mežzinātne 26(59): 102-119.

Kopsavilkums. Parastās priedes selekcijas procesā Latvijā veikta pluskoku atlase, to pēcnācēju pārbaužu stādījumu ierīkošana un izvērtēšana, kā arī uzsākts otrais selekcijas cikls, veicot atlasīto koku (genotipu) savstarpēju krustošanu un jauniegūto krustojumu iedzimtības pārbaužu stādījumu ierīkošanu. Veģetatīvās pavairošanas izmantošana un jaunas informācijas ieguve samazinās otrā selekcijas cikla izpildes laiku, līdz ar to sniedzot iespēju ātrāk iegūt praksē izmantojamus rezultātus. Pētījuma mērķis ir novērtēt parastās priedes veģetatīvo pēcnācēju produktivitāti un kvalitāti raksturojošās pazīmes, analizēt veģetatīvo pēcnācēju izmantošanas iespējas selekcijas darbā, kā arī salīdzināt vienu un to pašu koku veģetatīvos un ģeneratīvos pēcnācējus.

Pētījumā izmantoti dati no diviem priedes pluskoku brīvapputes pēcnācēju pārbaužu stādījumiem (64 ģimenes) un to potējumiem Norupes sēklu plantācijā, kurā nav veikta vainagu veidošana. Salīdzinājumam izmantoti viena vecuma koki.

Konstatēts, ka potējumu vidējais augstums 8 gadu vecumā sasniedz $277 \pm 2,9$ cm, caurmērs – $39 \pm 0,7$ mm. Resnākā zara vidējais diametrs 1,3 m augstumam tuvākajā mieturī ir $19 \pm 0,3$ mm (atsevišķiem kloniem robežās no $13 \pm 3,1$ mm līdz $23 \pm 2,4$ mm), zaru leņķis 71° (no 56° līdz 86°). Ģenētiskā (klona) ietekme gan uz koku produktivitāti, gan kvalitāti raksturojošām pazīmēm statistiski ir būtiska. Tāpat plantācijā konstatēts, ka viengadīgo čiekuru aizmetņu ir 43 %, bet čiekuru raža – 57 % rametu. Klona (ģenētiskā) ietekme uz čiekuru aizmetņu un čiekuru īpatsvaru ir statistiski būtiska, un korelācija starp šīm pazīmēm klonu vidējo vērtību līmenī ir cieša ($r = 0,79$).

Salīdzinot koku augstumu sēklu plantācijā un brīvapputes pēcnācēju pārbaužu stādījumos, ģimeņu un klonu vidējo vērtību līmenī konstatēta pozitīva korelācija ($r = 0,33-0,41$; $\alpha = 0,01$), kas līdzīga kā starp brīvapputes pēcnācēju pārbaužu stādījumiem ($r = 0,54$; $\alpha = 0,01$). Iegūtais rezultāts liecina, ka veģetatīvi pavairots materiāls ir izmantojams pēcnācēju pārbaužu ierīkošanai. Pielietojot veģetatīvi pavairotu materiālu, iespējams samazināt pēcnācēju pārbaužu novērtēšanas vecumu, par ko liecina augstie koku augstuma rangu korelācijas koeficienti 4-8 gadu vecumā ($r = 0,77-0,98$).

Nozīmīgākie vārdi: sēklu plantācijas, pēcnācēju pārbaudes, genotipa-vides mijiedarbība.

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

•••

Neimane, U.², Baumanis, I.², Jansons, Ā.^{2*} **Growth comparison of vegetative and generative progenies of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.).**

Abstract. Scots pine breeding in Latvia has been carried out since the middle of previous century. Plus tree selection, establishment and evaluation of progeny tests yielded a set of clones for establishment of better quality seed orchards and initiation of the second breeding cycle. In second breeding cycle controlled crossing between selected best genotypes will be carried out followed by progeny tests of new crossings. Vegetative propagation of material for establishment of such tests could shorten the breeding cycle and ensure faster achievement of the results for the use in praxis – establishment of seed orchards with improved genetic value.

Aim of the study is to assess productivity and qualities of vegetative (grafted) progenies of Scots pine clones and compare the results with those obtained from an open-pollinated progeny test at the same age.

Study material is collected in 3 trials: seed orchard and two open-pollinated progeny tests, located in central part of Latvia. Altogether 64 clones are included in analysis and only highest trees (corresponding to density 1000 trees ha⁻¹) assessed.

Results at the age of 8 years reveal that tree height in the grafted seed orchard is 277 ± 2.9 cm on average, diameter at breast height: 39 ± 0.7 mm. Diameter of the thickest branch in whorl closest to breast height is 19 ± 0.3 mm (varying among clones from 13 ± 3.1 mm to 23 ± 2.4 mm), branch angle 71° (from 56° to 86°). Genetics (clone) has a statistically significant influence on both productivity and quality traits. One and two year old clones are found in seed orchard for 43 % and 57 % of ramets respectively. Clone is a significant factor explaining occurrence of cones and correlation of successful female flowering among years is tight and significant ($r = 0.79$).

Tree height at clone mean level has a positive and significant correlation between plantation and open-pollinated progeny tests ($r = 0.33-0.41$; $\alpha = 0.01$). Correlation tends to increase with age (from 5 to 7 years) and is similar to that found between open-pollinated progeny tests ($r = 0.54$; $\alpha = 0.01$).

Results suggest, that the use of vegetative material in progeny testing is acceptable and could lead to lower age of final selection of best genotypes, since age-age correlation for height growth at clone mean level is rather tight ($r = 0.77-0.98$).

Key words: seed orchards; progeny tests; genotype-environment interaction.

•••

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

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

Неймане, У.³, Бауманис, И.³, Янсонс, А.^{3*} **Сравнение роста вегетативных и генеративных потомков клонов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).**

Резюме. В Латвии в процессе селекции сосны обыкновенной проведен отбор плюсовых деревьев, заложены и оценены экспериментальные посадки их потомков, а также начат второй цикл селекционных мероприятий, в ходе которых намечено скрещивание отобранных генотипов и закладка сверочных посадок для определения наследственности вновь добытых скрещений. Путем использования вегетативного размножения возможно сокращение времени свершения второго селекционного цикла, что в свою очередь позволит быстрее использовать полученных данных на практике. Цель исследования – оценка признаков, характеризующих продуктивность и качество вегетативных потомков клонов сосны обыкновенной посредством анализа возможностей использования данных посадок в селекционной работе и сравнения вегетативных и генеративных потомков одних и тех же клонов.

В ходе исследования сравнены одновозрастные деревья, используя данные 64 сверочных посадок потомков сосновых плюсовых деревьев свободного опыления и их прививок в семенной плантации, где не проводилось формирование крон.

Констатируется, что средняя высота 8-летних прививных клонов достигает $277 \pm 2,9$ см, диаметр – $39 \pm 0,7$ мм. Средний диаметр самого толстомерного сучка в ближайшей к 1,3 м высоте мутовке $19 \pm 0,3$ мм (у отдельных клонов от $13 \pm 3,1$ мм до $23 \pm 2,4$ мм), угол сучков $70,9^\circ$ (от $55,5^\circ$ до $86,0^\circ$). Генетическое влияние (клона) на признаков, характеризующих как продуктивность, так и качество, статистически существенное. В плантации выявлено, что зародыши шишек составляют 43 %, а урожай шишек – 57 % раметов. Влияние клона на зародышей шишек и удельный вес шишек статистически существенное и корреляция между этими признаками на уровне средних величин клонов является цепкой ($r = 0,79$).

Сравнивая высоту прививок у разных клонов в семенной плантации и в сверочных посадках потомков свободного опыления, на уровне средних величин семейств (клонов) констатируется позитивная корреляция ($r = 0,33-0,41$; $\alpha = 0,01$), схожая на ту, которая выявлена между сверочными посадками потомков свободного опыления ($0,54$; $\alpha = 0,01$). Полученные данные свидетельствуют, что материал вегетативного размножения можно использовать для закладки сверочных посадок потомков, а также посредством использования этого материала возможно сократить возраст оценки сверочных потомков, о чём свидетельствует цепкая корреляция высотных рангов в 4-8-летнем возрасте ($r = 0,77-0,98$).

Ключевые слова: лесная селекция, сверка потомков, взаимодействие генотипа-среды.

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

Ievads

Pluskoku fenotipiskā atlase ne vienmēr nodrošina māteskoka ārējo pazīmju pārmantojamību pēcnācējos. Pazīmju mainību ietekmē kā ģenētiskie, tā vides faktori. Pluskoku iedzimto īpašību novērtēšanai un savstarpējai salīdzināšanai ierīko to iedzimtības pārbaužu stādījumus dažādos augšnes un klimatiskajos apstākļos, izmantojot brīvapputes un kontrolēto krustojumu pēcnācējus un sēklas ievācot vai nu tieši no pluskokiem, vai no to kloniem sēklu plantācijās (Gailis, 1964; Gailis *et al.*, 1973; Бауманис и др., 1975). Jau pirmajos stādījumu augšanas gados iespējams novērtēt tādas pazīmes kā skujiņas rezistenci un saglabāšanos, bet koku produktivitāti un kvalitāti raksturojošās pazīmes pietiekami precīzi novērtējamas tikai 10-15 gadu vecumā (Baumanis *et al.*, 1988; Birģelis, Baumanis, 1989; Jansons, 2008).

Latvijā ir uzsākts otrais selekcijas cikls priecdei, veicot pēc pēcnācēju pārbaužu rezultātiem atlasītu māteskoku savstarpēju krustošānu un ierīkojot jauniegūto krustojumu iedzimtības pārbaužu stādījumus, kuru izveidošana iespējama, izmantojot koku brīvapputes vai veģetatīvos pēcnācējus. Jēdziens „veģetatīvie pēcnācēji” šeit un turpmāk apzīmē attiecīgā genotipa „kopijas” – rametus (Райт, 1978). Veģetatīvo pēcnācēju pielietošana izslēdz nepieciešamību gaidīt pirmās sēklu ražas: līdz ar to otrais selekcijas cikls sāsinās par 10-15 gadiem. Tādējādi veģetatīvo pēcnācēju pārbaužu stādījumi nodrošina selekcijas darba rezultātu ievērojami ātrāku ieviešanu praksē (Jansons, 2008; Андриюшкявичене, Раманаускас,

1990). Līdzīgu secinājumu attiecībā uz egli izdarījuši Danusevičius un Lindgren (2002), izvērtējot dažādu ilgtermiņa selekcijas mērķu sasniegšanas metožu efektivitāti pēc ģenētiskajiem parametriem, izmaksām un patērētā laika.

Ņemot vērā ar priedes veģetatīvo pavairošanu saistītās praktiskās grūtības (Högberg, 2005), ir maz pētījumu, kuros salīdzināti vienu un to pašu koku veģetatīvie un ģeneratīvie pēcnācēji. Potējuma augšanas ātrumu var ietekmēt potzara fizioloģiskais vecums un potcelma īpašības. Tomēr rezultāti liecina, ka potētie koki atspoguļo tādas māteskoka īpašības kā augšanas ātrumu, zaru leņķi, zaru skaitu, rezistenci pret noteiktām slimībām (Gailis, 1971b). Skandināvijas valstīs, Krievijā un Baltkrievijā veikti vairāki pētījumi, novērtējot skuju koku pluskokus, kuros izmantots veģetatīvi pavairots materiāls (spraudņi vai potējumi), kas izstādīts sēklu plantācijās, klonu arhīvos vai eksperimentālajos stādījumos (Rone, 1985; Rosvall *et al.*, 1998; Niskanen *et al.*, 2008; Царев, Лаур, 2005; Ковалевич, Крук, 1997).

Latvijā priedes sēklu plantācijās pielietotu pluskoku veģetatīvo pēcnācēju pētījumi aizsākti jau pagājušā gadsimta septiņdesmitajos gados, bet nekad līdz galam nav realizēti. Sēklu plantācijas tika ierīkotas pakāpeniski, un tajās auga dažāda vecuma potējumi. Vecākajiem potējiem uzsāka vainagu veidošanu, un tādēļ nebija iespējas salīdzināt iegūtos koku uzmērīšanas rezultātus (Gailis, 1971b; Gailis *et al.*, 1973). Norupes sēklu plantācijas un pēcnācēju pārbaužu ierīkošanas sinhronisms pirmo reizi nodrošina iespēju objektīvi salīdzināt

veģetatīvos un ģeneratīvos pēcnācējus.

Darba mērķi ir:

1. novērtēt parastās priedes māteskoku veģetatīvo pēcnācēju (potējumi) produktivitāti un kvalitāti raksturojošās pazīmes;
2. salīdzināt koka veģetatīvos un ģeneratīvos pēcnācējus.

Materiāls un metodes

Norupes priežu sēklu plantācija ierīkota 2005. gada pavasarī, stādot divgadīgus potējumus. Plantācijā pārstāvēti 64 kloni, katrs ar 16 rametiem: 47 Mīsas kloni (turpmāk apzīmēti ar „M”), 6 Smiltenes kloni („Sm”), 4 Baldones kloni („Bal”), 2 Zvirgzdes kloni („Zv”), 2 Kalsnavas kloni („Ka”), 1 Ugāles sveķu priežu klons („Ug_s,8”), kā arī divi Kalsnavas un Ugāles pluskoku hibrīdi – Nr. 307 (Ka3 × Ug10) un Nr. 308 (Ka18 × Ka3). Potzari un čiekuri sēklu ieguvei ievākti galvenokārt LVM Sāvienas plantācijā, izņemot 11 Mīsas, 4 Baldones un 2 Zvirgzdes klonus (izejmateriāls ievākts mežaudzēs), kā arī 1 Ugāles sveķu priežu klonu (izejmateriāls ievākts Vilkalas plantācijā). Norupes sēklu plantācijā uzmērīts koku augstums 8 gadu vecumā, pēdējo triju gadu augstuma pieaugumi, stumbra caurmērs 1,3 m augstumā virs sakņu kakla, resnākā zara diametrs mieturī, kas atrodas vistuvāk 1,3 m augstumam, vidējais zaru leņķis šajā mieturī, kā arī pirmā gada čiekuru (aizmetņi) un otrā gada čiekuru skaits. Datu analizē no katra klona iekļauti 10 augstākie rameti (atsevišķiem kloniem, kas nav pārstāvēti visos atkārtojumos, 9 rameti). Kopā analizēti 633 koku mērījumi.

Uzmērīti divi Norupes priežu sēklu plantācijas ierīkošanai izmantoto klonu

brīvapputes pēcnācēju pārbaužu stādījumi:

1. eksperiments Nr. 352 (Ilglaičīgo pētniecisko objektu reģistrā; turpmāk tekstā „Ogres stādījums”), kas ierīkots SIA „Rīgas meži” Daugavas mežniecības 182. kvartālā 2005. gada rudenī ar viengadīgiem ietvarsējeņiem četros atkārtojumos. Izmantotas 28 (7 koki 4 rindās) koku parces, stādīšanas attālums 1,5 × 2 m, parces platība 84 m²;
- 2) eksperiments Nr. 441 (turpmāk tekstā „Daugmales stādījums”) ierīkots SIA „Rīgas meži” Daugavas mežniecības 262. kvartālā 2006. gada pavasarī ar viengadīgiem ietvarsējeņiem astoņos atkārtojumos. Izmantotas 10 koku parces (5 koki 2 rindās), stādīšanas attālums 1,5 × 2 m, parces platība 30 m².

Abos eksperimentos par kontroles variantiem izmantoti priežu mežaudžu sēklu paraugi, kas iegūti, katrā no stādījumiem tuvākajos 10 kvartālos pēc nejaušības principa izvēloties pa 40 valdaudzes kokiem (ne vairāk kā viens koks nogabalā vai, ja liels nogabals, ne vairāk kā viens koks no hektāra) un ievācot čiekurus.

Stādījumos uzmērīts koku augstums piecu, sešu un septiņu gadu vecumā, kā arī noteikts zaru skaits divos jaunākajos mieturos un padēlu sastopamība. Pēc tam veikta iegūto datu atlase, izvēloties Ogres stādījumā 9 augstākos kokus no parces – kopā 2394 koki, bet Daugmales stādījumā 3 kokus no parces, kopā – 1539 koki. Šāds koku skaits no parces aptuveni atbilst biežumam 1000 koki ha⁻¹, kas atbilst noteikumos par koku ciršanu meža zemēs norādītajam kritiskajam koku skaitam (Noteikumi par koku ciršanu ..., 2006). Dati

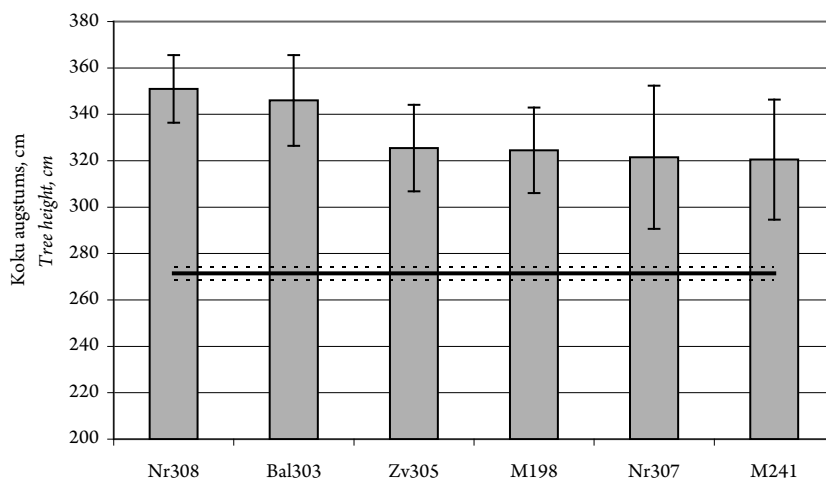
apstrādāti, izmantojot vienfaktora dispersijas analīzi, korelācijas analīzi un neparametriskos testus. Korelācijas aprēķinātas, pielietojot individuālo koku, t.i., visu analīzē ietvertu koku datus, kā arī ģimeņu vidējās vērtības.

Rezultāti un diskusija

Novērtējot potēto koku augstumu astoņu gadu vecumā Norupes priežu sēklu plantācijā, konstatēts, ka klona ietekme ir statistiski būtiska ($\alpha = 0,001$). Salīdzinot ar visa izmēģinājuma (plantācijas) koku vidējo augstumu ($277 \pm 2,9$ cm), atsevišķu klonu vidējo vērtību selekcijas starpības ir robežās no $-21,1$ % līdz $+26,6$ %. Kā redzams 1. attēlā, koku augstuma ziņā pārāko grupu veido seši kloni – Nr. 308 ($351 \pm 14,6$ cm), Bal303 ($346 \pm 19,6$ cm), Zv305 ($326 \pm 18,7$ cm), M198 ($325 \pm 18,4$ cm), Nr. 307 ($322 \pm 30,9$ cm) un M241 ($321 \pm 25,9$ cm).

Veicot izlasi ar 10 % intensitāti, iegūtā selekcijas starpība ir 16-27 % attiecībā pret visu plantācijā pārstāvēto klonu pēcnācēju vidējo augstumu. Pirmo divu augstāko klonu (Nr. 308 un Bal303) pēcnācēju augstums statistiski būtiski ($\alpha = 0,05$) pārsniedz lielāko daļu plantācijā pārstāvēto klonu (izņemot tikai pārējos četrus iepriekšminētās grupas klonus) pēcnācēju augstumu. Par lēni augošiem uzskatāmi Misas kloni M106 ($232 \pm 26,9$ cm) un M347 ($234 \pm 11,4$ cm). Analizējot augstumu atšķirības plantācijā septiņu, sešu un piecu gadu vecumā, iegūtie rezultāti ir līdzīgi.

Koku augstuma pieaugumi 4 gadu periodā (5.-8. dzīves gads) būtiski atšķiras ($\alpha = 0,001$) – vidējais augstuma pieaugums palielinās līdz ar koka vecumu: sestajā veģetācijas periodā tas sasniedz vidēji $40 \pm 1,0$ cm, septītajā – $49 \pm 1,0$ cm, astotajā – $67 \pm 0,9$ cm. Konstatēta būtiska ($\alpha = 0,001$) un cieša korelācija starp koku augstumu



1. attēls. Klonu rametu vidējo augstumu salīdzinājums Norupes sēklu plantācijā.

Figure 1. Comparison of height of vegetative progenies in Norupe seed orchard.

Paskaidrojums / Legend: linija – visu pārējo klonu vidējā vērtība; line – average value of all other clones.

dažādā vecumā ($r = 0,68-0,95$). Četrus gadu periodā atsevišķa klonu ranga vērtība nozīmīgi nav mainījusies (rangu korelācijas koeficients $r = 0,77-0,98$); līdzīgas atziņas iegūtas arī agrākajos pētījumos (Бауманис и др., 1975; Роне и др., 1982).

Pastāv cieša korelācija ($r = 0,85$, $\alpha = 0,001$) starp koka augstumu un stumbra caurmēru krūšaugstumā (1,3 m). Vidējais stumbra caurmērs izmēģinājumā ir $39 \pm 0,7$ mm. Lielākās pēcnācēju stumbra caurmēra vērtības ir hibrīda Nr. 308 klonam ($54 \pm 5,9$ mm), diviem Zvirgzdes-Baldones kloniem Zv305 ($50 \pm 5,5$ mm) un Bal303 ($47 \pm 5,1$ mm), kā arī Misas klonam M198 ($47 \pm 3,8$ mm). Kloniem ar mazu koku augstumu attiecīgi mazāki arī stumbra caurmēri – Ug_{s,8} ($29 \pm 5,2$ mm), M106 ($29 \pm 6,0$ mm), M245 ($29 \pm 7,0$ mm). Lielākās selekcijas starpības (S%) vērtības attiecībā pret izmēģinājuma vidējo koku augstumu un stumbra caurmēru ir Baldones klonam Bal303 (S% attiecīgi 24,8 un 20,8), Zvirgzdes klonam Zv305 (S% 17,4 un 28,3), Misas klonam M198 (S% 17,1 un 20,1), kā arī hibrīda klonam Nr. 308 (S% 26,6 un 37,2).

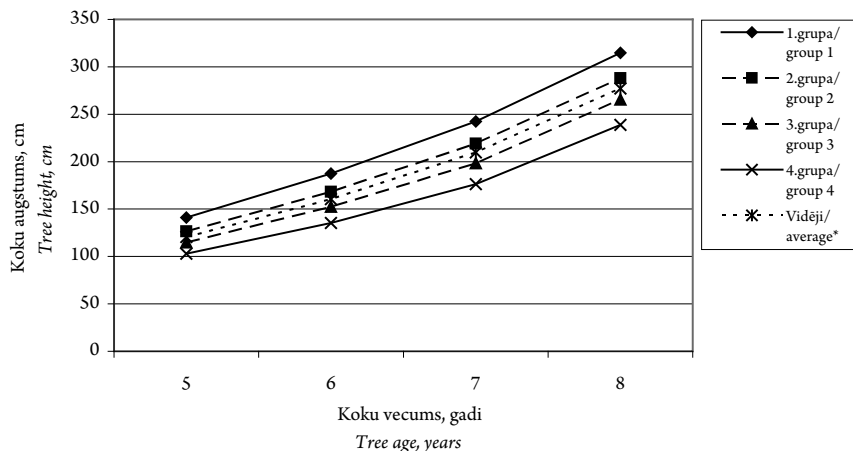
Lielākā daļa (73 %) plantācijas klonu pārstāv Misas reģionu. Analizējot to datus, konstatēta statistiski būtiska ($\alpha = 0,001$) klonu (ģenētiskā) ietekme uz produktivitāti (koku augstums visos analizētajos vecumos, stumbra caurmērs 8 gadu vecumā) un kvalitāti raksturojošām pazīmēm.

Misas klonu pēcnācēju augstums Norupes sēklu plantācijā 8 gadu vecumā, salīdzinot ar plantācijas koku vidējo augstumu, ir no 16,4 % (M106) līdz +17,1 % (M198). Konstatēta cieša un būtiska ($\alpha = 0,001$) klonu vidējo vērtību un

rangu korelācija koku augstumam 5-8 gadu vecumā ($r = 0,77-0,98$). Tas liecina, ka, izmantojot veģetatīvus pēcnācēju pārbaužu stādījumus, jau agrā vecumā iespējams atlasīt ātraudzīgākos genotipus. Rezultāti saskan ar secinājumiem no veģetatīvo un ģeneratīvo pēcnācēju pārbaužu stādījumu salīdzinājuma bērzam Zviedrijas dienvidu daļā (Stener, Jansson, 2005).

Lai ilustrētu aprakstīto sakarību, Misas kloni sadalīti 4 grupās pēc to augstuma selekcijas starpības (S%) salīdzinājumā ar plantācijas vidējo vērtību 8 gadu vecumā: $S > 10 \%$, $10 \% \geq S > 0 \%$, $0 \% \geq S > -10 \%$, $S \leq -10 \%$ (2. att.). Redzams, ka Misas klonu grupu savstarpējās koku vidējā augstuma atšķirības līdz ar vecumu palielinās, piemēram, 5 gadu vecumā starpība starp 1. grupas un 4. grupas klonu koku vidējo augstumu ir 38 cm, bet 8 gadu vecumā divas reizes lielāka – 76 cm.

Abos klonu ģeneratīvo pēcnācēju pārbaužu stādījumos konstatēta statistiski būtiska ($\alpha = 0,001$) ģenētiskā (māteskoka) ietekme uz pēcnācēju produktivitāti un kvalitāti raksturojošām pazīmēm. Koku augstums 7 gadu vecumā Ogres stādījumā ir robežās no $218 \pm 10,6$ cm (kontroles variants no mežaudzēm Ogres apkārtnē) līdz $280 \pm 10,6$ cm (M198), vidēji izmēģinājumā – $249 \pm 1,1$ cm. Daugmales stādījumā vidējais koku augstums 7 gadu vecumā ir robežās no $123 \pm 14,7$ cm (Ug_{s,8}) līdz $182 \pm 13,5$ cm (Zv306), vidēji izmēģinājumā – $151 \pm 1,8$ cm. Kaut arī stādījumi praktiski ierīkoti vienlaicīgi (Ogres stādījums rudenī, Daugmales stādījums nākamā gada pavasarī), klonu pēcnācēju vidējais augstums 7 gadu vecumā Daugmales stādījumā ir būtiski



2. attēls. Misa klonu rametu augstumu atšķirības.

Figure 2. Height differences of vegetative progenies of Misa clones.

* visu plantācijas klonu vidējais augstums / average height of all seed orchard's clones.

($\alpha = 0,001$) mazāks nekā Ogres stādījumā, kas varētu būt skaidrojams ar zemākas kvalitātes stādmateriālu (Ogres stādījumam izmantoti atšķirti lielākie stādi), mazāku augsnes auglību, nepietiekamu mitrumu vairākās veģetācijas sezonās (īpaši viena un trīs gadu vecumā), kā arī atkārtotu skujbires infekciju Daugmales objektā.

Tāpat kā potējumiem Norupes sēklu plantācijā, arī brīvapputes pēcnācējiem abos pārbaudītajos stādījumos konstatēta būtiska korelācija ($\alpha = 0,001$) starp koku augstumiem 5-7 gadu vecumā – gan individuāliem kokiem (Ogres stādījumā $r = 0,86-0,95$; Daugmales stādījumā $r = 0,91-0,97$), gan ģimeņu un klonu vidējo vērtību līmenī (Ogres stādījumā $r = 0,94-0,98$; Daugmales stādījumā $r = 0,96-0,98$). Visu Norupes plantācijā pārstāvēto māteskoku ģeneratīvo pēcnācēju vidējais augstums

abos stādījumos statistiski būtiski ($\alpha = 0,05$) pārsniedz izmēģinājumos ietverto kontroles variantu (mežaudžu) brīvapputes pēcnācēju vidējo augstumu, kas apstiprina selekcionēta sēklu materiāla pārākumu.

Septiņu gadu vecumā māteskoku ģeneratīvo pēcnācēju koku augstums Ogres stādījumā būtiski ($\alpha = 0,001$) pārsniedz, turpretī Daugmales stādījumā – ir būtiski mazāks salīdzinājumā ar veģetatīvo pēcnācēju augstumu Norupes plantācijā.

Korelācijas koeficienta vērtības starp potēto koku augstumu plantācijā un ģimeņu pēcnācēju augstumu pārbaudes stādījumos ir būtiskas ($\alpha = 0,01$), bet nav augstas (Daugmales stādījumā $r = 0,41$, Ogres stādījumā $r = 0,33$). Starp ģeneratīvo pēcnācēju augstumu abos stādījumos konstatētas nedaudz lielākas korelācijas koeficienta vērtības (7 gadu vecumā $r = 0,54$;

$\alpha = 0,001$) nekā starp veģetatīvo un ģeneratīvo pēcnācēju augstumu. Neizteikto korelāciju starp stādījumiem varētu būt ietekmējušas augsnes apstākļu atšķirības un slimības.

Brīvapputes pēcnācēju pārbaužu stādījumos konstatēta nozīmīga un atšķirīga priežu brūnās skujbires (*Lophodermium seditiosum* Minter, Staley & Millar) ietekme, kas nav novērota kokiem plantācijā. Daudzos pētījumos gan Latvijā, gan citās valstīs konstatēta būtiski negatīva sakarība starp skujbires izraisīto bojājumu pakāpi un koku saglabāšanos, augstumu un pieaugumu (Baumanis, 1975; Martinsson, 1979; Бауманис и др., 1989). Salīdzinot māteskoku brīvapputes pēcnācēju skujbires bojājumu pakāpi 2009. gada augstuma pieaugumiem (vērtēta 5 ballu skalā, kur 1 – skuju bojājumi līdz 5 %, 5 – skuju bojājumi >95 %) abos stādījumos, konstatēts, ka Ogres stādījumā bojājumu pakāpe (vidēji 2,0) statistiski ir būtiski zemāka ($\alpha = 0,001$) nekā Daugmales stādījumā (vidēji 3,5). Daugmales stādījums nozīmīgi cietis no skujbires infekcijas arī 2008. gadā (vidējā bojājumu pakāpe 3,6) un 2010. gadā (vidējā bojājumu pakāpe 3,0); korelācija starp klonu pēcnācēju vidējo skujbires bojājumu pakāpi dažādos gados ir pozitīva un būtiska ($\alpha = 0,001$; rangu korelācijas koeficients 0,12-0,55 individuāliem kokiem un 0,74-0,80 klonu vidējām vērtībām). Dažādā skujbires ietekmes intensitāte var būt viens no nozīmīgākajiem cēloņiem novērotajām koku saglabāšanās atšķirībām starp stādījumiem: Daugmales stādījumā 7 gadu vecumā saglabāšanās ir 77 %, Ogres – 91 %. Tā varētu būt ietekmējusi arī koku augstuma atšķirības: vidējais

kokū augstums Daugmales izmēģinājumā nesasniedz $\frac{2}{3}$ no vidējā koku augstuma Ogres izmēģinājumā.

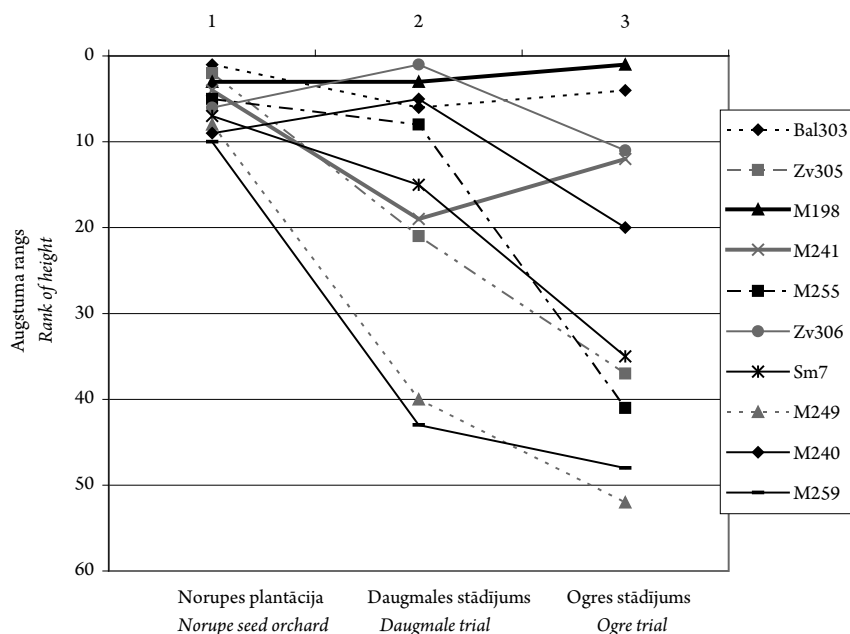
Sakarībai starp veģetatīvo un ģeneratīvo pēcnācēju koku augstumu līdz ar vecuma palielināšanos ir tendence kļūt ciešākai, piemēram, piecu gadu vecumā korelācija starp pēcnācēju augstumu plantācijā un stādījumos statistiski nav būtiska, bet 7 gadu vecumā sasniedz vērtības $r = 0,33-0,41$ un ir statistiski būtiska ($\alpha = 0,01$). Tādēļ līdzīgu klonu pēcnācēju augšanas novērtējumu ieteicams veikt atkārtoti (kamēr vien tas iespējams klonu potējumu vainagu veidošanas dēļ). Līdzīgā pētījumā Somijā (Niskanen *et al.*, 2008) konstatēts, ka ģenētiskā (brīvapputes un kontrolēto krustojumu ģimenes) ietekme uz pēcnācēju augstumu 10 gadu vecumā ir nozīmīgāka nekā stādmateriāla veida ietekme (spraudēni vai sējeņi). Vairākos pētījumos atzīmēts, ka priedes pēcnācēju produktivitātes pazīmju ģenētiskā nosacītība izpaužas, tikai sākot ar 10 gadu vecumu (Baumanis *et al.*, 1988; Baumanis *et al.*, 1998; Биргелис, Рашаль, 1988; Пиракс *et al.*, 1990).

Iegūtie rezultāti par korelāciju starp stādījumiem saskan ar citu valstu pētījumu datiem. Piemēram, analizējot 40 parastās priedes brīvapputes pēcnācēju iedzimtības pārbaužu eksperimentu pārus Somijā, Хаарпанен (1996) konstatējis, ka selekcijas vērtību korelācija koku augstumam vidēji ir 0,30 un atsevišķos gadījumos svārstās no 0,02 līdz 0,73. Līdzīgi Karlsson un Högborg (1998), analizējot iedzimtības pārbaužu stādījumus eglei Zviedrijas dienvidu daļā, konstatējuši selekcijas starpību korelāciju koku augstumam 0,37-0,61 un stumbra caurmēram 0,36-0,58. Dienvidzviedrijā 12

un 16-gadīgos stādījumos koku augstumam un caurmēram noteikta ģenētiskā korelācija starp eksperimentiem no 0,38 līdz 0,97 (Zhelev *et al.*, 2003). Ievērojot konstatētās (vidēji ciešas) sakarības starp pēcnācēju augšanas pazīmēm dažādos eksperimentos, gan Somijā, gan Zviedrijā rekomendēts vērtēto teritoriju izmantot kā vienu selekcijas zonu. Atsevišķas selekcijas zonas parasti ieteicams izdalīt, balstoties uz klimatisko apstākļu atšķirībām, kas saistītas ar (ģenētiski noteiktu) adaptāciju noteiktam sezonālajam ritmam un salizturībai (Leinonen, 1996; Hurme, 1997), kā arī ievērojamām augsnes atšķirībām (Pederick, 1990). Tajā pašā

laikā Zas *et al.* (2004) nerekomendē izdalīt atsevišķas selekcijas zonas arī reģionā, kur korelācija starp eksperimentu vietām ir zema (koku augstumam $r_b = 0,13-0,44$), ja vien to nepieciešamību nenosaka klimatisko vai augsnes apstākļu atšķirības.

Desmit labāko klonu (pēc veģetatīvo pēcnācēju vidējā augstuma) rangu atšķirības plantācijā un abos stādījumos septiņu gadu vecumā parādītas 3. attēlā (pirmā ranga vērtība piešķirta klonam ar vislielāko pēcnācēju vidējo augstumu konkrētajā izmēģinājumā). Ir kloni ar stabili augstām rangū vērtībām (piemēram, Misas klons M198, Baldones klons Bal303). Tomēr atsevišķiem kloniem



3. attēls. Veģetatīvo un ģeneratīvo pēcnācēju augstuma rangū vērtības 7 gadu vecumā (10 kloni ar augstāko rangū Norupes sēkļu plantācijā).

Figure 3. Height ranks of vegetative and generative progeny of clones at age 7 (10 top-ranking clones in Norupe seed orchard).

konstatētas ievērojamas rangu svārstības, piemēram, Zvirgzdes klons Zv305, kas plantācijā ir otrais labākais, Daugmales stādījumā ieņem tikai 21. pozīciju, bet Ogres stādījumā – 37. pozīciju. Turklāt, atšķirībā no citiem pētījumiem (Бауманис и др., 1975; Дрейманис, 1990), nav novērots, ka ranga vērtību ievērojami labāk saglabātu kloni ar augstākajām un zemākajām rangu vērtībām salīdzinājumā ar vidēji augošajiem kloniem.

Koku augšanu eksperimentālajos stādījumos ietekmē daudzu vides faktoru kopums, piemēram, meteoroloģisko apstākļu atšķirības dažādos stādījumu ierīkošanas gados un vietās, ievērojamas augsnes īpašību izmaiņas pat salīdzinoši nelielā un viendabīgā teritorijā u.c., līdz ar to nav iespējams ierīkot vairākus stādījumus pilnīgi vienādos apstākļos (Matheson, Coterrill, 1990; Pederick, 1990; Turkia, Kellomäki, 1987). Plūra un Gabrilavičius (1994), vērtējot Lietuvas priežu populāciju salīdzinošos stādījumos 10 gadu vecumā, konstatējuši, ka gan ģenētiskā (populācijas), gan stādījuma vietas ietekme uz koku augstumu un caurmēru ir būtiska ($\alpha < 0,001$); būtiska ir arī abu faktoru mijiedarbība. Genotipa-vides mijiedarbības būtisko ietekmi uz rezultātiem parastās priedes iedzimtības pārbaužu stādījumos Zviedrijā atzīmējuši arī Gullber un Vegerfors (1987).

Veicot labāko māteskoku atlasī ar mērķi nodrošināt augstvērtīgāka meža reprodutīvā materiāla ražošanu, priekšroka dodama tādiem kokiem, kuru pēcnācēji sasniedz augstas produktivitāti un arī kvalitāti raksturojošo pazīmju vērtības vairākos pārbaužu stādījumos, atbilstoši tālākai to pielietošanai meža atjaunošanai dažādos

vides apstākļos.

Lai raksturotu plantācijā pārstāvēto klonu stumbra kvalitāti, māteskoku veģetatīvajiem pēcnācējiem 8 gadu vecumā vērtēts resnākā zara diametrs mieturī, kas ir vistuvāk 1,3 m augstumam virs sakņu kakla, un vidējais zaru leņķis šajā mieturī. Resnākā zara diametra vidējā vērtība dažādiem kloniem ir robežās no $13 \pm 3,1$ mm (Sm13) līdz $23 \pm 2,4$ mm (M198), vidēji plantācijā – $18,5 \pm 0,3$ mm; dažādu klonu resnākā zara diametrs atšķiras būtiski ($\alpha = 0,001$). Starp stumbra caurmēra un resnākā zara diametra absolūtajām vērtībām konstatēta būtiska ($\alpha = 0,001$) pozitīva korelācija ($r = 0,65$ individuāliem kokiem; $r = 0,68$ klonu vidējām vērtībām), līdzīgi kā citos pētījumos (Velling, 1982; Haapanen, Pöykkö, 1993; Zobel, Jett, 1995; Kohlstock, Schneck, 1998; Baumanis *et al.*, 2001; Jansons, 2008; Андрюшкявичене, Раманаускас, 1990). Arī starp koka augstuma un resnākā zara diametra absolūtajām vērtībām konstatēta būtiska ($\alpha = 0,001$) pozitīva korelācija ($r = 0,49$ individuāliem kokiem; $r = 0,55$ klonu vidējām vērtībām). Analizējot zaru relatīvo resnumu (zara absolūtais diametrs attiecīnāts pret stumbra caurmēru), kas precīzāk raksturo koku vērtību no selekcijas viedokļa, konstatēta būtiska ($\alpha = 0,001$) negatīva (vēlama) korelācija starp relatīvo zara resnumu un stumbra caurmēru ($r = -0,35$ individuāliem kokiem; $r = -0,54$ klonu vidējām vērtībām), kā arī starp relatīvo zara resnumu un koka augstumu ($r = -0,37$ individuāliem kokiem; $r = -0,53$ klonu vidējām vērtībām). Nosakot zaru leņķi mieturī, kas atrodas vistuvāk 1,3 m augstumam virs sakņu kakla, konstatēts, ka dažādiem kloniem tas ir būtiski atšķirīgs

(Kruskala-Valisa tests, $\alpha = 0,001$), un vidējais zaru leņķis dažādu klonu pēcnācējiem ir no 86° (M232) līdz 56° (Sm11), vidēji plantācijā 71° . Iesakot izcilo koku vērtējumā izmantot to veģetatīvos pēcnācējus, jau J. Gailis (1971a; 1971b) atzīmē, ka katram klonam raksturīgs savs īpatnējs zarojums, un veģetatīvo pēcnācēju zaru leņķis ir viena no pazīmēm, kas uzrāda māteskoka iedzimtās īpašības. Zaru leņķim raksturīga augstāka ģenētiskās nosacītības pakāpe nekā zaru resnumam, ko vairāk ietekmē apkārtējās vides apstākļi (Zobel, Jett, 1995). Starp zara absolūto resnumu un zara leņķi, līdzīgi kā citos pētījumos (Velling, 1982; Zobel, Jett, 1995), novērota no stumbra kvalitātes uzlabošanas viedokļa vēlama būtiska ($\alpha = 0,01$) negatīva, tomēr vāja sakarība individuāliem kokiem (rangu korelācijas koeficients $-0,13$); klonu vidējām vērtībām sakarība nav būtiska. Iepriekšējos pētījumos (Бауманис и др., 1975), novērtējot 18 brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pazīmes 8 gadu vecumā, lielāks augstums novērots ģimenēm ar šaurāku zaru leņķi ($r = -0,47$); Norupes plantācijā konstatēta neizteikta sakarība starp koka augstumu 8 gadu vecumā un zaru leņķi (rangu korelācijas koeficients $r = 0,09$; $\alpha = 0,05$ individuāliem kokiem; klonu vidējo vērtību līmenī sakarība nav būtiska).

Brīvapputes pēcnācēju pārbaūžu stādījumos vērtēts zaru skaits mieturī dažādā vecumā. Konstatēta būtiska ($\alpha = 0,001$) sakarība starp zaru skaitu mieturī Ogres stādījumā 5 un 7 gadu vecumā (rangu korelācijas koeficients $r = 0,29$ individuāliem kokiem; $r = 0,57$ klonu vidējām vērtībām), kā arī Daugmales stādījumā 6 un 7 gadu vecumā (rangu korelācijas koeficients

$r = 0,30$ individuāliem kokiem; $r = 0,56$ klonu vidējām vērtībām). Ogres stādījumā vidējais zaru skaits jaunākajā mieturī septiņu gadu vecumā ir 9,0, un dažādiem kloniem tas ir no 7,4 (M264) līdz 11,3 (M263); Daugmales stādījumā vidēji 8,0, dažādiem kloniem – no 6,0 (Ka18) līdz 10,3 (M225). Konstatēta būtiska sakarība starp zaru skaitu mieturī septiņu gadu vecumā abos stādījumos ($r = 0,47$; $\alpha = 0,001$). Gan Ogres, gan Daugmales stādījumā klona (ģenētiskā) ietekme uz zaru skaitu mieturī statistiski ir būtiska ($\alpha = 0,001$). Ogres stādījumā konstatēta neizteikta sakarība starp koku augstumu un zaru skaitu jaunākajā mieturī (rangu korelācijas koeficients $r = -0,08$, $\alpha = 0,001$, individuāliem kokiem; nav būtiska klonu vidējām vērtībām); savukārt Daugmales stādījumā iegūtie rezultāti (rangu korelācijas koeficients $r = 0,32$, $\alpha = 0,001$, individuāliem kokiem; rangu korelācijas koeficients $r = 0,26$, $\alpha = 0,05$, klonu vidējām vērtībām) ir līdzīgi iepriekš novērotajai sakarībai: 18 brīvapputes ģimeņu pēcnācējiem 8 gadu vecumā korelācija bija $r = 0,28$ (Бауманис и др., 1975). Analizējot padēlu sastopamību klonu brīvapputes pēcnācēju stādījumos, konstatēts, ka starp klona pēcnācēju īpatsvaru ar vienu vai vairākiem padēliem un klona vidējo zaru skaitu jaunākajā mieturī Ogres stādījumā pastāv negatīva sakarība (rangu korelācijas koeficients $r = -0,31$; $\alpha = 0,05$), bet Daugmales stādījumā sakarība nav būtiska. Konstatēta būtiska sakarība starp padēlu sastopamību abos stādījumos ($r = 0,29$; $\alpha = 0,05$).

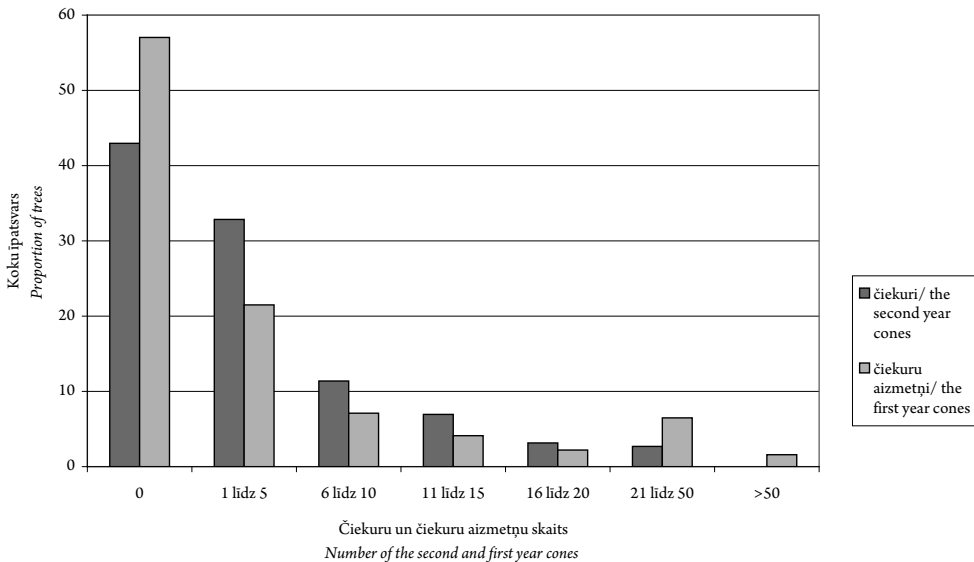
Starp klonu veģetatīvo pēcnācēju stumbra kvalitāti raksturojošām pazīmēm plantācijā (zaru absolūtais vai relatīvais

resnums, zaru leņķis) un ģeneratīvo pēcnācēju pazīmēm (zaru skaits mieturī, koku īpatsvars ar vienu vai vairākiem padēliem) statistiski būtiskas sakarības netika konstatētas.

Plantācijā papildus raksturota arī klonu čiekuru ražošanas spēja – 2011. gada jūnijā (8 gadu vecumā) novērtēta sagaidāmā čiekuru raža (kasienāksies 2011. gada beigās), t.i., otrā gada čiekuri, un pirmā gada čiekuri (aizmetņi, kas ienāksies 2012. gada beigās). Norupes plantācijā pirmā gada čiekuri novēroti 43 %, bet otrā gada čiekuri – 57 % koku. Atsevišķiem kloniem (M106, M241) čiekuru aizmetņi un čiekuri konstatēti visiem rametiem, bet trim kloniem (M222, M261 un Bal302) vēl nav sākusies neviena rameta sievišķā ziedēšana. Kā redzams 4. attēlā, čiekurus ražojošiem kokiem biežāk novērojami rameti

ar 1-10 čiekuru aizmetņiem un čiekuriem (attiecīgi 68 % un 78 % koku), bet intensīvāk ražojošu klonu rametiem uzskaitīti pat līdz 115 čiekuru aizmetņu (M348). Plantācijā pirmo reizi iekļauti no 30 gadus vecajiem priēžu hibrīdiem izveidotie kloni Nr. 307 un Nr. 308. Tie uzrāda ne tikai labus augšanas rādītājus, bet arī apmierinošas čiekuru ražošanas spējas, piemēram, klonam Nr. 308 novērots tikai viens ramets bez čiekuriem vai to aizmetņiem.

Norupes sēkļu plantācijā konstatēta pozitīva korelācija starp klonu sagaidāmo čiekuru ražu (pirmā gada čiekuru daudzumu) 2011. gada beigās un čiekuru ražu (otrā gada čiekuru skaitu) 2012. gada beigās ($\alpha = 0,001$; individuālu koku datiem rangu korelācijas koeficients $r = 0,60$; klonu vidējām vērtībām



4. attēls. Čiekuru ražošana Norupes plantācijā.
 Figure 4. Cone crop in Norupe seed orchard.

$r = 0,79$). Līdzīgi citos pētījumos konstatēta cieša korelācija ($r = 0,8$) starp plantācijas klonu čiekuru ražošanas intensitāti dažādos gados no 15 līdz 30 gadu vecumam (Kroon *et al.*, 2007), kā arī starp strobilu daudzumu dažādos gados gan sievišķajiem, gan vīrišķajiem strobiliem (Nikkanen, Velling, 1987; Savolainen *et al.*, 1993). Zemgales reģiona plantācijās, novērtējot vienu un to pašu klonu sievišķās ziedēšanas intensitātes stabilitāti dažādos sēklu ražas gados, konstatētas korelācijas koeficientu vērtības $r = 0,55-0,87$ (Dreimanis, 1991). Salīdzinot vienu un to pašu Mīsas populācijas klonu vīrišķo strobilu daudzumu divās sēklu plantācijās, konstatēts, ka kloni atšķirīgos vides apstākļos saglabājuši vīrišķās ziedēšanas intensitātes īpatnības ($\alpha = 0,05$) (Neimane, 2009).

Sagaidāmais čiekuru ražas apjoms stipri variē starp kloniem (variācijas koeficients 115 %), kā arī starp viena klona dažādiem rametiem (30-316 %). Arī citi autori (Bilir *et al.*, 2006; Андриушквичене, Раманаускас, 1990) konstatējuši, ka sievišķās un vīrišķās ziedēšanas intensitātes variācija klonu iekšienē vairāk nekā divas reizes pārsniedz šo pazīmju variāciju starp kloniem.

Analizējot iespējamo sakarību starp

priedes klonu pēcnācēju augšanas pazīmēm un čiekuru ražošanas spēju, konstatēta pozitīva korelācija starp potējumu vidējo augstumu 1-2 gadus pirms veģetācijas sezonas, kuras laikā notiek strobilu aizmetņu veidošanās, tomēr rangu korelācijas koeficienta vērtības ir zemas ($0,11-0,15$; $\alpha = 0,01$). Starp klonu rametu augstuma pieaugumu un sagaidāmo čiekuru ražu būtiska korelācija ($\alpha = 0,05$) nav novērota, izņemot sakarību starp čiekuru skaitu un augstuma pieaugumu attiecīgo strobilu aizmetņu veidošanās sezonā, tomēr sakarība ir neizteikta ($-0,09$; $\alpha = 0,05$). Somu pētnieki (Nikkanen, Velling, 1987) konstatējuši, ka ziedēšanas apjoms pozitīvi korelē ar koka augstumu. Pētījumā Krievijā (Осипова, 2002) secināts, ka priedes brīvapputes pēcnācēji 15-20 gadu vecumā saglabā māteskoku reproduktīvo potenciālu, turklāt koki ar augstu sēklu ražošanas intensitāti parasti novērotas zemākas augšanas pazīmju vērtības, tomēr sastopami arī tādi kloni, kam raksturīga gan augsta produktivitāte, gan sēklu ražošanas intensitāte. Lietuviešu zinātnieki (Андриушквичене, Раманаускас, 1990) konstatējuši, ka čiekuru ražotspēja ir pazīme, kas ģenētiski nav saistīta ne ar produktivitātes, ne kvalitātes pazīmēm.

Secinājumi

1. Pirmo reizi Latvijā, salīdzinot dažādu priedes klonu augstumu potējumiem un brīvapputes pēcnācējiem, konstatēta pozitīva korelācija ($r = 0,33-0,41$; $\alpha = 0,01$) ģimeņu un klonu vidējo vērtību līmenī, līdzīgi kā starp brīvapputes pēcnācējiem iedzimtības pārbažu stādījumos ($r = 0,54$; $\alpha = 0,01$). Rezultāts liecina, ka veģetatīvi pavairots materiāls ir izmantojams pēcnācēju pārbažu ierīkošanai, kā arī apliecina nepieciešamību ierīkot vairākus eksperimentus un kompleksi analizēt to rezultātus, lai atlasītu klonus ar augstāko pēcnācēju produktivitāti dažādu meža tipu jaunaudzēs.
2. Korelācija starp māteskoku veģetatīvo un ģeneratīvo pēcnācēju augstumu kļūst ciešāka,

- palielinoties stādījumu vecumam (5-7 gadi).
3. Konstatēta statistiski būtiska ģenētiskā (klona) ietekme uz koku augstumu sēklu plantācijā ($\alpha = 0,001$), turklāt periodā no 5 līdz 8 gadu vecumam atsevišķa klona augstuma ranga vērtība nozīmīgi nav mainījusies (rangu korelācijas koeficients $r = 0,77-0,98$), kas liecina par iespēju, izmantojot veģetatīvi pavairotu materiālu, samazināt pēcnācēju pārbaužu novērtēšanas vecumu.
 4. Potējumu vidējais augstums 8 gadu vecumā sasniedz $277 \pm 2,9$ cm, caurmērs – $39 \pm 0,7$ mm. Augstākās produktivitātes grupā ir arī abi plantācijā pārstāvētie kontrolētajā krustošanā iegūto hibrīdu veģetatīvie pēcnācēji, turklāt visu Norupes sēklu plantācijā pārstāvēto klonu brīvapputes pēcnācēju vidējais augstums pārsniedz mežaudžu (kontroles) pēcnācēju augstumu.
 5. Resnākā zara vidējais diametrs 1,3 m augstumam tuvākajā mieturī ir $19 \pm 0,3$ mm (atsevišķiem kloniem no $13 \pm 3,1$ mm līdz $23 \pm 2,4$ mm), zaru leņķis 71° (no 56° līdz 86°). Ģenētiskā (klona) ietekme uz šīm kvalitātes pazīmēm ir statistiski būtiska.
 6. Plantācijā 8 gadu vecumā konstatēts, ka pirmā gada čiekuru (aizmetņi) ir 43 %, bet čiekuru raža (otrā gada čiekuri) – 57 % rametu. Klona ietekme uz čiekuru aizmetņu un čiekuru īpatsvaru ir statistiski būtiska, un korelācija starp šīm pazīmēm klonu vidējo vērtību līmenī ir cieša ($r = 0,79$).

Pateicība: SIA Rīgas meži, kura finansētā projekta „Norupes priežu sēklu plantāciju klonu pēcnācēju pārbaudes” ietvaros ierīkoti eksperimentālie stādījumi; uzmērīšana un analīze veikta ESF projekta „Ģenētisko faktoru nozīme adaptētās spējīgu un pēc koksnes īpašībām kvalitatīvu mežaudžu izveidē” ietvaros (vienošanās Nr. 2009/0200/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/146).

Literatūra

- Baumanis, I.** (1975). Priežu pēcnācēju rezistence pret skujbiri un tās korelācija ar citām pazīmēm. Jaunākais Mežsaimniecībā, 17, 28.-32. lpp.
- Baumanis, I., Birģelis, J., Gailis, A.** (1998). Tree breeding of Scots pine in Latvia. In: Scots pine breeding and genetics. Proceedings of the IUFRO S.02.18 Symposium, 1994, Lithuania, Kaunas, 169-172.
- Baumanis, I., Birģelis, J., Rašals, I.** (1988). Priedes pēcnācēju produktivitātes pazīmju dialēlā analīze. Jaunākais Mežsaimniecībā, 30, 3.-10. lpp.
- Baumanis, I., Gailis, A., Liepiņš, K.** (2001). Latvijas priežu provenienču salīdzinājums. Mežzinātne, 11(44), 52.-66. lpp.
- Bilir, N., Prescher, F., Ayan, S., Lindgren, D.** (2006). Growth characters and number of strobili in clonal seed orchards of *Pinus sylvestris*. Euphytica, 152, 293-301.
- Birģelis, J., Baumanis, I.** (1989). Priežu pēcnācēju vērtēšana iekš- un starppopulāciju krustojumos. Jaunākais Mežsaimniecībā, 31, 65.-70. lpp.

- Danusevičius, D., Lindgren, D.** (2002). Efficiency of selection based on phenotype, clone and progeny testing in long-term breeding. *Silvae Genetica*, 51 (1), 19-26.
- Dreimanis, A.** (1991). Parastās priedes sēklu ražošanas īpatnības sēklu plantācijās. Vispasaules Latviešu zinātņu kongress. Ekoloģija un mežzinātne, ģeozinātne. Referātu tēzes, 4. sējums, 1991. g. 12.-17. jūlijs, Rīga, 20. lpp.
- Gailis, J.** (1964). Meža koku selekcija un sēklu plantācijas. Latvijas Valsts izdevniecība, Rīga, 194 lpp.
- Gailis, J.** (1971a). Izcilo koku iedzimtības pārbaudes. Mežsaimniecība un Mežrūpniecība, 3, 18.-21. lpp.
- Gailis, J.** (1971b). Meža selekcija. – Bušs, M., Mangalis, I. (red.). Meža kultūras. Rīga, Zvaigzne, 49.-95. lpp.
- Gailis, J., Ronis, E., Smilga, J., Rone, V.** (1973). Latvijas PSR meža koku sēklu plantācijas. LRZTIPI, Rīga, 69 lpp.
- Gullberg, U., Vegerfors, B.** (1987). Genotype-environment interaction in Swedish material of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2, 417-432.
- Haapanen, M.** (1996). Impact of family-by-trial interactions on the utility of progeny testing methods for Scots pine. *Silvae Genetica*, 45, 130-135.
- Haapanen, M., Pöykkö, T.** (1993). Genetic relationships between growth and quality traits in an 8-year-old half-sib progeny trial of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 8, 305-312.
- Hurme, P.** (1997). Climatic adaptation of bud set and frost hardiness in Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Canadian Journal of Forest Research*, 27, 716-723.
- Högberg, K.-A.** (2005). Rooting response of late summer cuttings taken from *Pinus sylvestris* half-sib families. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 20, 313-317.
- Jansons, Ā.** (2008). Saimnieciski nozīmīgo koku sugu (parastā priede, parastā egle, kārpainais bērzs) un apses selekcijas darba programma a/s „Latvijas valsts meži” 30 gadiem. Projekta atskaite, LVMI Silava, 127 lpp.
- Karlsson, B., Högberg, K.-A.** (1998). Genotypic parameters and clone x site interaction in clone tests of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Forest Genetics*, 5, 21-30.
- Kohlstock, N., Schneck, V.** (1998). IUFRO provenance trial of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) at Waldsieversdorf 1982-1994. In: Scots pine breeding and genetics. Proceedings of the IUFRO S.02.18 Symposium, 1994, Lithuania, Kaunas, 29-36.
- Kroon, J., Prescher, F., Wennström, U., Lindgren, D.** (2007). Cone set over time for different clones in a seed orchard. In: Precher, F. Seed orchards – genetic considerations on function, management and seed procurement. Doctor's dissertation, Umeå, 119-140.
- Leinonen, I.** (1996). Dependence of dormancy release on temperature in different origin of *Pinus sylvestris* and *Betula pendula* seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 11, 122-128.
- Martinsson, O.** (1979). Testing Scots pine for resistance to *Lophodermium* needle cast. *Studia*

- Forestalia Suecica, 150, 63 p.
- Matheson, A. C., Cotterill, P. P.** (1990). Utility of genotype x environment interactions. *Forest Ecology and Management*, 30, 159-174.
- Neimane, U.** (2009). Parastās priedes (*Pinus sylvestris* L.) populāciju fenotipiskā un ģenētiskā daudzveidība Latvijā. Promocijas darbs, Jelgava, LLU, 104 lpp.
- Nikkanen, T., Velling, P.** (1987). Correlations between flowering and some vegetative characteristics of grafts of *Pinus sylvestris*. *Forest Ecology and Management*, 19, 35-40.
- Niskanen, A.-M., Stenvall, N., Pakkanen, A., Pulkkinen, P.** (2008). Comparison of growth and stem form characters of *Pinus sylvestris* clones and seedlings of the same origin in a 10-year field trial. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23, 484-490.
- Noteikumi par koku ciršanu meža zemēs: Latvijas Republikas Ministru kabineta 2006. gada 31. oktobra noteikumi Nr. 892. Rīga, 2006.
- Pederick, L. A.** (1990). Family x site interactions in *Pinus radiata* in Victoria, Australia, and implications for breeding strategy. *Silvae Genetica*, 39, 134-140.
- Pliūra, A., Gabrilavičius, R.** (1994). Ecological plasticity of Lithuanian Scots pine populations. In: Scots pine breeding and genetics. Proceedings of the IUFRO S.02.18. Symposium, 13-17 of September, LFRI, Kaunas, Lithuania, 54-62.
- Rone, V.** (1985). Egles klonu juvenilā augšana un selekcijas stratēģija. *Jaunākais Mežsaimniecībā*, 27, 10.-16. lpp.
- Rosvall, O., Lindgren, D., Mullin, T.** (1998). Sustainability, robustness and efficiency of a multi-generation breeding strategy based on within-family clonal selection. *Silvae Genetica*, 47, 307-321.
- Savolainen, O., Kärkkinen, K., Harju, A., Nikkanen, T., Rusanen, M.** (1993). Fertility variation in *Pinus sylvestris*: a test of sexual allocation theory. *American Journal of Botany*, 80, 1016-1020.
- Stener, L. G., Jansson, G.** (2005). Improvement of *Betula pendula* by clonal and progeny testing of phenotypically selected trees. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 20, 292-303.
- Turkia, K., Kellomäki, S.** (1987). Influence of site fertility and stand density on the diameter of branches in young Scots pine stands (in Finnish with English summary). *Folia Forestalia*, 705, 16 p.
- Velling, P.** (1982). Genetic variation in quality characteristics of Scots pine. In: Population genetics of forest trees. Proceedings of symposium held in Helsinki, 1981. *Silva Fennica*, 16 (2), 129-134.
- Zas, R., Merlo, E., Fernández-López, J.** (2004). Genotype x environment interaction in Maritime pine families in Galicia, Northwest Spain. *Silvae Genetica*, 53, 175-182.
- Zhelev, P., Ekberg, I., Eriksson, G., Norell, L.** (2003). Genotype environment interactions in four full-sib progeny trials of *Pinus sylvestris* (L.) with varying site indices. *Forest Genetics*, 10, 93-102.

- Zobel, B. J., Jett, J. B.** (1995). Genetics of wood production. Berlin etc., Springer, 337 pp.
- Андрюшкявичене, И., Раманаускас, В.** (1990). Исследование вегетативного потомства плюсовых деревьев сосны на лесосеменных плантациях первого поколения. Лесное хозяйство (30). Труды Литовского научно-исследовательского института лесного хозяйства. Вильнюс, Мокслас, с. 12-23.
- Бауманис, И., Биргелис, Я., Пирагс, Д.** (1989). Резистентность различных провениенций сосны обыкновенной к шютте. – Защита сосны и ели в Латвийской ССР. Рига, Зинатне, с. 111-118.
- Бауманис, И., Паэгле, М., Роне, В.** (1975). Изменчивость признаков сосны обыкновенной и методика оценки потомств. – Генетические исследования древесных в Латвийской ССР. Рига, Зинатне, с. 25-33.
- Биргелис, Я., Рашаль, И.** (1988). Комбинационная способность признаков продуктивности потомства сосны обыкновенной. – Развитие генетики и селекции в лесохозяйственном производстве. Тез. докл. Всесоюзного научно-технического совещания. Москва, 22-23 сент., с. 17-18.
- Дрейманис, А.** (1990). Внутрипопуляционная изменчивость и стабильность роста сосны обыкновенной. – Роль селекции в улучшении Латвийских лесов. Рига, Зинатне, с. 78-83.
- Ковалевич, А., Крук, Н.** (1997). Селекционно-генетическая оценка роста и развития вегетативного потомства ели. – Лесная наука на рубеже XXI века. Сборник научных трудов Института леса Национальной академии наук Беларуси. Выпуск 46. Гомель, Институт леса НАН Беларуси, с. 173-176.
- Осипова, И.** (2002). О сохранении в семенном потомстве сосны обыкновенной репродуктивных свойств материнских деревьев. – Лесная генетика и селекция на рубеже тысячелетий. Материалы научно-практической конференции, 26-29 июня 2001 года, Воронеж. Научно-исследовательский институт лесной генетики и селекции, Воронеж, с. 141-145.
- Пирагс, Д., Бауманис, И., Смилга, Я.** (1990). Динамика развития селекционного семеноводства лесных древесных. – Роль селекции в улучшении латвийских лесов. Рига, Зинатне, с. 3-11.
- Райт, Дж. В.** (1978). Введение в лесную генетику. Москва, Лесная промышленность, 470 с.
- Роне, В., Бауманис, И., Биргелис, Я., Паэгле, М.** (1982). Сравнительная оценка межпопуляционного и межсемейного отбора у сосны обыкновенной в ювенильном возрасте. – Географические опыты в лесной селекции Прибалтики. Рига, Зинатне, с. 82-93.
- Царев, А., Лаур, Н.** (2005). Генотипическая оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по росту их вегетативного потомства. Проблемы лесоведения и лесоводства (Институту леса НАН Беларуси – 75 лет). Выпуск 63, с. 252-254.