



PĀRSKATS PAR PĒTĪJUMA 2021. GADA REZULTĀTIEM

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: MEŽA KOKU SELEKCIJAS PĒTĪJUMI
ĢENĒTISKI AUGSTVĒRTĪGU MEŽA
REPRODUKTĪVĀ MATERIĀLA IEGUVES
AVOTU IZVEIDEI

IZPILDĪTĀJS: LATVIJAS VALSTS MEŽZINĀTNES INSTITŪTS “SILAVA”

PASŪTĪTĀJS: AKCIJU SABIEDRĪBA “LATVIJAS VALSTS MEŽI”
LĪGUMA NR. 5-5.9.1_0082_101_21_88

PĒTĪJUMA ZINĀTNISKAIS
VADĪTĀJS: ARNIS GAILIS, LVMI SILAVA PĒTNIEKS

SALASPILS, 2021

Anotācija

Pārskats sagatavots par **“Meža koku selekcijas pētījumi ģenētiski augstvērtīgu meža reproduktīvā materiāla ieguves avotu izveidei”** 2021. gada darbu izpildi. Pārskata periodā selekcijas darbi turpināti saskaņā ar „Saimnieciski nozīmīgo koku sugu (parastā priede, parastā egles, kārpainais bērzs) un apses selekcijas darba programmu AS „Latvijas valsts meži” 30 gadiem” (apstiprināta ar AS „Latvijas valsts meži” valdes 2008. gada 23. septembra lēmumu Nr.193), kura aktualizēta 2015. un 2020. gadā (Jansons, 2008¹).

Veikta parastās priedes selekcijas populācijas klonu kontrolētā krustošana klonu arhīvā Misa un Kurmāles sēkļu plantācijā: sagatavotas 36 krustojumu kombinācijas. Turpināta 2016. gada pavasarī uzsāktā klonu arhīva ierīkošana, iestādot Iecavas objektā 153 kloniem 3 rametus un 6 kloniem 2 rametus, un Garozas objektā 101 klonu (t.sk. trīs rameti 91 klonam).

Ierīkoti parastās priedes pēcnācēju pārbaužu stādījumi, izmantojot 252 tūkst. ietvarsējeņus. Izaudzēti 210 tūkst. ietvarsējeņi nepārbaudīto klonu pēcnācēju pārbaudes stādījumu ierīkošanai. Turpināta veģetatīvās pavairošanas metodes ar spraudņiem apguve.

Ierīkoti parastās egles pēcnācēju pārbaužu stādījumi, izmantojot 35 tūkst. divgadīgus stādus ar uzlaboto sakņu sistēmu un spraudņstādus. Izaudzēti un rudenī ieskoloti 26 tūkst. brīvapputes un kontrolēto krustojumu ģimeņu stādu. No 2020. gadā sētajām brīvapputes un kontrolēto krustojumu ģimenēm izaudzēti 85 tūkst. divgadīgi stādi ar uzlabotu sakņu sistēmu pēcnācēju pārbaužu stādījumu ierīkošanai. Turpināta selekcijas materiāla klonu veģetatīvā pavairošana klonu pēcnācēju pārbaužu ierīkošanai.

Sēkļu plantācijās ievākti 86 klonu brīvapputes čiekuri sēkļu ieguvei stādu izaudzēšanai pēcnācēju pārbaudēm.

Sagatavots priedes un egles sēkļu plantāciju klonu identitātes raksturojums atestācijai un reģistrācijai Meža reproduktīvā materiāla ieguves avotu reģistrā, kā arī sēkļu plantāciju paplašināšanai.

Ierīkoti kārpainā bērza klonu pēcnācēju pārbaužu stādījumi, izmantojot 8 tūkst. viengadīgus spraudņstādus un stādus ar uzlabotu sakņu sistēmu. Klonu arhīvs papildināts ar 11 klonu *in vitro* pavairotiem augiem, šobrīd klonu arhīvā ir 117 klonu 414 koki, 58 selekcijas populācijas kloniem veikta dzinumu kultūru *in vitro* iniciācija. Pēcnācēju pārbaužu ierīkošanai sagatavoti 47 klonu 7 tūkst. apsaknoti mikrospraudēņi. Izaudzēti un rudenī ieskoloti 19 tūkst. brīvapputes un kontrolēto krustojumu ģimeņu stādi. No 2020. gadā sētajām brīvapputes un kontrolēto krustojumu ģimenēm izaudzēti attiecīgi 85 tūkst. un 27 tūkst. divgadīgi stādi ar uzlabotu sakņu sistēmu pēcnācēju pārbaužu stādījumu ierīkošanai.

Turpināta priedes, egles, bērza un melnalkšņa selekcijas materiāla – pēcnācēju pārbaužu stādījumu uzmērīšana, vērtēšana, saglabāšanās uzskaitē, uzturēšana.

¹ http://www.lvm.lv/lat/lvm/zinatniskie_petijumi/jaunumi/?doc=10262

Abstract

The report has been prepared for the implementation of the work of research project “Forest tree breeding studies for the creation of genetically high-quality forest reproductive material sources”. During the reporting period, breeding work continued according to the “Tree breeding program for economically important tree species (Scots pine, Norway spruce, Silver birch and aspen) for 30 years for Joint Stock Company “Latvian State Forests” (confirmed by Decision No 193 of the Latvian State Forests Board of 23 September 2008, and updated in 2015 and 2020 (Jansons, 2008)).

Controlled crossing of Scots pine breeding population clones has been carried out in clonal archive in Misa seed orchard and in the Kurmāle seed orchard: 36 combinations of crossings have been prepared. Development of clonal archives initiated in spring 2016 has been continued – three ramets for each of 153 clones and two ramets for each of 6 clones have been planted in Iecava, and 101 clones (including three ramets for each of 91 clone) have been planted in Garoza.

Scots pine progeny trials using 252 thousand containerized seedlings have been established. For establishment of progeny trials of untested clones, 210 thousand containerized seedlings have been grown. Development of vegetative propagation methods with cuttings has been continued.

Norway spruce progeny trials have been established using 35 thousand two-year-old plants with improved root system and cuttings. 26 thousand seedlings of open-pollinated and control-crossed families have been grown and transplanted in the autumn. Of the open-pollinated and control-crossed families sown in 2020, 85 thousand two-year-old plants with improved root system have been grown for the establishment of progeny tests. Continued vegetative propagation of breeding material clones for establishing clonal progeny tests.

Open-pollinated cones of 86 clones were collected in seed orchards for seed production aiming to grow seedlings for progeny tests.

The description of Scots pine and Norway spruce seed orchard clones has been prepared for approval and registration in the Register of the basic material, as well as for the expansion of seed orchards.

Progeny trials of Silver birch clones have been established using 8 thousand one-year-old cuttings and seedlings with improved root system. The clonal archive supplemented with *in vitro* propagated plants of 11 clones. Currently the clone archive contains 414 trees from 117 clones; 58 breeding population clones were subjected to shoot culture initiation. Seven thousand rooted microcuttings from 47 clones have been prepared for the establishment of progeny tests. 19 thousand seedlings of open-pollinated and control-crossed families were grown and transplanted in the autumn. Of the open-pollinated and control-crossed families sown in 2020, 85 thousand and 27 thousand two-year-old plants with an improved root system for the establishment of progeny tests have been grown, respectively.

Continued surveying, evaluation, mortality records, and maintenance of Scots pine, Norway spruce, Silver birch and black alder breeding material - progeny test plantations.

Saturs

Anotācija	1
Abstract	2
1. Parastās priedes selekcija	4
1.1. Parastās priedes kontrolētās krustošanas veikšana	4
1.2. Parastās priedes pārbaudes stādījumu ierīkošana	5
1.3. Parastās priedes veģetatīvās pavairošanas metodikas apguve	7
1.4. Pēcnācēju pārbaudes stādījumu uzmērīšana	10
1.5. Priedes sēklu plantāciju klonu ģenētiskā identifikācija	11
1.5.1. Klonu izvēle parastās priedes sēklu plantācijas Kaupres ierīkošanai un to identitātes raksturojums	11
1.5.2. Klonu identitātes raksturojums parastās priedes Kurmales sēklu plantācijā	13
2. Parastās egles selekcija	14
2.1. Pēcnācēju pārbaudes stādījumu ierīkošana	14
2.2. Parastās egles veģetatīvā pavairošana	15
2.3. Pēcnācēju pārbaudes stādījumu uzmērīšana	16
2.4. Parastās egles sēklu plantāciju klonu ģenētiskā identifikācija	17
2.4.1. Klonu identitātes raksturojums parastās egles Andumu sēklu plantācijā	17
2.4.2. Klonu identitātes raksturojums parastās egles Šarlotes sēklu plantācijā	19
3. Āra (kārpainā) bērza selekcija	22
3.1. Darbi ar āra bērza selekcijas populāciju	22
3.2. Āra bērza ziedēšanas veicināšana un kontrolētā krustošana	23
3.3. Pēcnācēju pārbaudes stādījumu uzmērīšana	23
3.3.1. Ģenētiskie parametri	23
3.3.2. Ģimeņu līmeņa atšķirības un selekcijas efekts	24
4. Melnalkšņa selekcija	29
4.1. Brīvapputes sēklu ievākšana pēcnācēju pārbaudžu ierīkošanai	29
4.2. Pēcnācēju pārbaudes stādījumu uzmērīšana	29
5. Selekcijas darba popularizēšana	7
6. Molekulārās pasportizācijas metode	11
Secinājumi	14
Rekomendācijas	15
Darbā lietotie apzīmējumi	16

1. Parastās priedes selekcija

1.1. Parastās priedes kontrolētās krustošanas veikšana

Parastās priedes selekcijas materiāla kontrolētā krustošana 2021. gada pavasarī veikta klonu arhīvā Misas sēklu plantācijā (uz koku vainagos potētiem zariem) un Kurmāles sēklu plantācijā (genotipētiem rametiem): sagatavotas krustojumu kombinācijas (kopā 36), veikti meteoroloģiskie novērojumi un krustošana (1.1. tab.). Ievākti putekšņi krustošanai nākamajām sezonām klonu arhīvā Misas sēklu plantācijā (no koku vainagos potētiem zariem) 39 genotipiem (t.sk. pēcnācēju pārbaudēs atlasītas proveniences, krustojumi, kloni) un Sāvienas sēklu plantācijā (genotipētiem rametiem) 16 kloniem. Misas plantācijā veikta arī potējumu uzraudzība, atjaunots marķējums.

1.1. tabula

2021. gadā realizētie parastās priedes krustojumi

Nr.p.k.	Krustojums*	Plantācija, kurā sagatavots krustojums
1	Gu14/Ranka X Ja2	Misa
2	Sm25/235 X M248	Misa
3	Ug13-sveķu/Iedzēni X Tu1	Misa
4	Ku11/355 X Als8	Misa
5	Ku11/Kurmale X Du10	Misa
6	Ma22/Ranka X Jē2	Misa
7	Jē10/Mežole X Ja18	Misa
8	6.(Sm1xSm26)/23 X Ja21	Misa
9	Ba20/Garoza X Jē11	Misa
10	Ve4/Ziņģeri X Tu12	Misa
11	Als21/Ranka X Tu13	Misa
12	Do19/Jugla X Tu14	Misa
13	Lub9/Katvari X Ja4	Misa
14	A115ik/37 X Als8	Misa
15	Ka23/Kurmale X Ja14	Misa
16	Gu1/Kurmale X Ka17	Misa
17	Jel2/Garoza X Ja9	Misa
18	Ko8/Avotk. X Ka27	Misa
19	Ug9/Mežole X Ba15	Misa
20	Ba17/Avotk. X Jē15	Misa
21	In14/Avotk. X Do19	Misa
22	In5/Jugla X In15	Misa
23	Str12/Ozolkalns X RJ31	Misa
24	Cē17/Mežole X St28	Misa
25	M241/Norupes X Ko12	Misa
26	Ko12/Kurmale X Ko8	Misa
27	Lub4/235 X Ma12	Misa
28	B304/Nor. X Ba17	Misa
29	Ku11 X Du16	Kurmāle
30	Als19 X Du19	Kurmāle
31	Ta14 X In5	Kurmāle
32	Ku12 X In2	Kurmāle
33	Ug13 X Jē5	Kurmāle
34	Tu28 X 156.(Kyritz)	Kurmāle
35	Tu21 X 56.(Sm12xSm15)	Kurmāle
36	Als2 X 77.(Sm7xD2)	Kurmāle

* māteskoka un tēvakoka nosaukumus atdala simbols X

1.2. Parastās priedes pārbaudes stādījumu ierīkošana

Klonu arhīvos 2021. gada oktobrī veikta inventarizācija.

Nepārbaudīto klonu arhīva pilnu komplektu veido 210 kloni. Nepārbaudīto klonu arhīvā Iecavā papildināšana nepieciešama 19 stādīvietās, bet Garozā – 45 stādīvietās (kopā 64). Lielākā daļa atbilstošo potējumu jau izaudzēti un stādāmi 2022. gada pavasarī: 2019. gadā veiktie potējumi – 21 gab., 2020. gadā veiktie potējumi – 17 gab. Turpmākai papildināšanai no 2021. gadā veiktajiem potējumiem būs nepieciešami 9 stādi, kā arī 2022. gadā tiks ievākti potzari Iecavas stādījumā un uzpotēti 17 kloni. Koku iznīkšanas iemesli ir dažādi (traucējošs apaugums, smecernieka, pārnadžu izraisīti, kā arī nenoskaidroti bojājumi).

Pārbaudīto klonu arhīva pilnu komplektu veido 159 kloni. Iecavā 2021. gada rudenī visi trīs rameti iestādīti 153 kloniem (t.sk. pieciem kloniem rameti nav izvietoti secīgi rindā vienkopus), bet sešiem kloniem – pagaidām divi rameti. Garozā 2021. gada rudenī sagatavotajā platībā iestādīts 101 klons (t.sk., trīs rameti 91 klonam). Ja pārējā nepieciešamā platība 2022. gada pavasarī vēl nebūs sagatavota, tad kokaudzētavā izaudzētos 2019. gada potējumus nāksies likvidēt, iepriekš ievācot no tiem potzarus un potēšanu sākot no jauna. Stādīšanai sagatavoti arī 2020. gadā veiktie potējumi (42 stādi). Turpmākai papildināšanai no 2021. gadā veiktajiem potējumiem plānoti 14 stādi, un 2022. gadā tiks ievākti potzari sēklu plantācijās un uzpotēti 25 kloni.

Plānotā pēcnācēju pārbaudēs atlasīto koku arhīva komplektu veido 47 kloni. Iecavā šobrīd stādījuma izveidošanai iemarkēta daļa nepieciešamo stādīvietu – 134, tomēr, lai novērstu nozīmīgus apgrūtinājumus turpmāko selekcijas darbu veikšanai, nepieciešams nedaudz vienkāršot stādījuma konfigurāciju, saglabājot 111 stādīvietas (37 kloniem pa trim rametiem no katra) un atsakoties no 23 stādīvietām. Tādā gadījumā teritorijā pie galvenajiem vārtiem šim arhīvam būtu jā sagatavo vēl 30 stādīvietas. Garozā, sagatavojot platību pārbaudīto klonu arhīva neiestādītajiem kloniem (52 kloni pa trim rametiem no katra), būs iespēja šajā pašā 5. nogabalā iestādīt arī visus pēcnācēju pārbaudēs atlasīto koku arhīva stādus (47 genotipi pa trim rametiem no katra). Tā kā 30 genotipiem kokaudzētavas veiktajā inventarizācijā konstatēts nepietiekams rametu skaits (13 genotipiem trūkst viens ramets, deviņiem – divi rameti, bet astoņiem – no trim līdz pieciem rametiem), tad 2022. gada pavasarī pēcnācēju pārbaudžu eksperimentālajos stādījumos ~40 gadus vecu koku vainagos tiks atkārtoti ievākti potzari jaunu potējumu izaudzēšanai.

Ierīkoti plānotie sēklu plantāciju klonu brīvapputes un selekcijas populācijas kontrolēto krustojumu pēcnācēju pārbaudžu stādījumi 133,16 10⁴m² platībā, izmantojot 108,6 tūkst. divgadīgus un 143,8 tūkst. viengadīgus ietvarsējeņus, kopā 252,4 tūkst. stādu. Veikta stādīvietu identifikācija un stādījumu shēmu ievade elektroniskajā datu bāzē, stādījumi reģistrēti LVMI Silava Ilglaicīgo pētījumu objektu reģistrā (1.2. tab.).

2021. gada pavasarī stādmateriāla izaudzēšanai pēcnācēju pārbaudes stādījumu ierīkošanai iesētas 210 nepārbaudīto klonu brīvapputes ģimenes no 26 sēklu plantācijām un izaudzēti 209,97 tūkst. viengadīgi ietvarsējeņi.

2021. gadā ierīkoti parastās priedes pēcnācēju pārbaudes stādījumi

Eksperimenta Nr.	Stādījuma ierīkošanas vieta	Zinātn. platība, 10 ⁴ m ²	Stādījuma dizains	Ģimeņu/ klonu sk., gab.	Zin. stādi kopā, gab.	Stādi pieslēg-rindās, gab.
3003200001476	Jelgavas MN	8,85	bloku p.	144	15840*	200
3003200001477	8. kv. 6. nog.		rindu p.	38	820	
3003200001484	Jelgavas MN 44. kv. 24. nog.	0,86	rindu p.	72	1480	0
3003200001485	Jelgavas MN	4,44	vienk. p.	76	3012	550
3003200001486	50. kv. 6. nog.		rindu p.	51	1020	
3003200001487			bloku p.	42	3360*	
3003200001488	Jelgavas MN	9,69	rindu p.	48	1000	750
3003200001489	55. kv. 22. nog.		bloku p.	148	17040	
3003200001490	Jelgavas MN	8,41	rindu p.	94	2380	940
3003200001491	23. kv. 2.;4.;5.;7. nog.		vienk. p.	236	7469*	
3003200001492			vienk. p.	156	4952	
3003200001493	Jelgavas MN	7,35	bloku p.	135	10800	1100
3003200001494	31. kv. 1. nog.		rindu p.	55	1160	
3003200001495	Jelgavas MN	5,2	bloku p.	109	8800	620
3003200001496	37. kv. 42. nog.		rindu p.	18	360	
3003200001497	Jelgavas MN	7,42	bloku p.	144	12960*	660
3003200001498	85. kv. 10. nog.		rindu p.	18	360	
3003200001499	Jelgavas MN	6,63	bloku p.	141	12480*	630
3003200001500	88. kv. 8. nog.		rindu p.	24	500	
3003200001501	Jelgavas MN	6,1	bloku p.	134	10720	510
3003200001502	93. kv. 3. nog.		rindu p.	34	680	
3003200001503	Kalsnavas MN	4,96	bloku p.	106	8640	670
3003200001504	72. kv. 3-1.;4-1. nog.		rindu p.	29	580	
3003200001505	Kalsnavas MN	7,5	bloku p.	75	6080	600
3003200001506	256. kv. 1.; 7.; 8.;		rindu p.	69	1380	
3003200001507	22.; 23. nog.		vienk. p.	76	4034	
3003200001508	Kalsnavas MN 109. kv. 61.; 64.;	0,4	rindu p.	41	820	150
	65. nog.					
3003200001509	Kalsnavas MN	6,0	vienk. p.	237	7394*	830
3003200001510	151. kv. 1.; 4.;		vienk. p.	76	1959	
	37.-43. nog.					
3003200001511	Kalsnavas MN	6,19	bloku p.	103	9120*	500
3003200001512	199. kv. 21.-24. nog.		rindu p.	22	440	
3003200001513	Kalsnavas MN	2,09	rindu p.	39	2160*	300
3003200001514	204. kv. 11.; 23. nog.		rindu p.	84	1700	
3003200001515	Kalsnavas MN	5,7	bloku p.	76	8160*	750
3003200001548	182. kv. 18. nog.		bloku p.	31	2480	
3003200001516	183. kv. 25.; 34. nog.		rindu p.	50	1120	
3003200001517	Kalsnavas MN	10,21	rindu p.	52	1060	750
3003200001518	18. kv. 8. nog.		bloku p.	146	20720	

Eksperimenta Nr.	Stādījuma ierīkošanas vieta	Zinātn. platība, 10 ⁴ m ²	Stādījuma dizains	Ģimeņu/ klonu sk., gab.	Zin. stādi kopā, gab.	Stādi pieslēg-rindās, gab.
3003200001519	Kalsnavas MN 73. kv. 1-1. nog.	4,52	bloku p.	103	8240*	550
3003200001520			rindu p.	23	460	
3003200001521	Kalsnavas MN 292. kv. 7.; 8.; 18.; 19.; 29.; 37.;39. nog.	6,03	bloku p.	109	8720	540
3003200001522			rindu p.	33	820	
3003200001526	Mežoles MN 5. kv. 16. nog.	2,25	rindu p.	14	720*	360
3003200001527			vienk. p.	76	2989	
3003200001528	Mežoles MN 5. kv. 12. nog	2,48	vienk. p.	153	4891	375
3003200001529	Mežoles MN 21. kv. 35.; 45.; 47. nog.	5,84	vienk. p.	173	5356*	0
3003200001530			vienk. p.	156	4940	
3003200001531	Mežoles MN 4. kv. 3. nog.	4,04	vienk. p.	109	3391*	370
3003200001532			vienk. p.	154	4885	
Kopā ierīkoti 10 ⁴ m ²		133,16	-	-	-	-
divgadīgi ietvarsējeņi					96650*	-
viengadīgi ietvarsējeņi					143802	-
stādi kopā					240452	11955
Pavisam kopā					252407	

*divgadīgi ietvarsējeņi

1.3. Parastās priedes veģetatīvās pavairošanas metodikas apguve

Priedes veģetatīvā pavairošana ar spraudņiem veikta gan 2021. gada pavasarī, gan vasarā. Spraudēni marta vidū iegūti no sēklu plantāciju Brenguļi, Silva, Misa, Sāviena, Svente 34 klonu brīvapputes pēcnācēju 135 mātesaugiem un pēc ieguves nekavējoties sagatavoti un apsākņošanai iesprausti 1,1 tūkst. priedes spraudēņu. MPS kontrolēta klimata spraudēņu siltumnīcā sakņošana turpināta līdz jūnija vidum, tad kasetes ar spraudņiem pārvietotas uz sējeņu siltumnīcu tālākai audzēšanai. Kallusi priedes spraudēņiem konstatēti 4. aprīlī (1.1. att.), 11. aprīlī – atsevišķiem spraudēņiem saknes redzamas ārpus kasetes šūnām (1.2.(a) att.), bet jūnija beigās apsākņojušos spraudēņu saknes ir spēcīgi attīstījušās (1.2.(b). att.).



1.1. att. Priedes spraudēnis ar kallusu



1.2.att. Apsakņojušos priedes spraudēņu saknes aprīlī (a) un jūnijā (b)

Priedes spraudēņu apsākņošanās novērtēšanu pēc spraušanas laika (pavasaris/vasara) korekti veikt nebija iespējams, jo stādaudzētavā pārpodojot tika apvienoti 2020. gada vasaras un 2021. gada pavasara spraudēni, tomēr bija iespējams novērtēt kopīgo abu sezonu apsākņošanos (1.3. tab.), kas parāda atšķirības starp ģimenēm. Apsākņošanās sekmju atšķirības starp 34 klonu brīvapputes ģimenēm ir ļoti izteiktas – 15,1-69,6 %, vidēji 35,8 %. No 34 ģimenēm 7 apsākņošanās ir virs 50 %; 2 apsākņošanās no 40-49 %; 14 apsākņošanās no 30-39 %; 10 apsākņošanās no 20-29 %, bet apsākņošanās <20 % - 1 ģimenei. Vairumam ģimeņu - 14 (41 %), apsākņošanās ir no 30-39 %, bet 11 ģimenēm (32 %) apsākņošanās <20-29 %.

Laiks, kad priedei beigusies dzinumu augšana, bet vēl nav iestājies miera periods, tiek rekomendēts kā piemērotākais spraudēņu apsākņošanai vasarā. Šī gada augusta sākumā nogriezti spraudēni no 2018. gada (270 gab.), 2019. gada (160 gab.) sējeņu mātesaugiem, kā arī no 29 mātesaugiem, kas izaudzēti no 2018. gadā apsākņotiem 2016. gada F1 spraudēņstādiem. Spraudēni apsākņošanai iesprausti substrātā tūlīt pēc nogriešanas, pirms iespraušanas tos mērcējot indolilsviestskābes šķīdumā sakņu veidošanās stimulēšanai. Kopā sagatavoti un iesprausti 2,7 tūkst. spraudēņu, daļa no tiem - 74 kasetes pārvietotas uz LVMI Silava klimata laboratorijas audzēšanas telpu, lai pārbaudītu uzlaboto audzēšanas apstākļu (papildus LED spuldzes un plašāks pieejamās gaismas spektrs $150-180 \text{ mol } 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$; augstspiediena migla – $7092750,0 \text{ m}^{-1} \text{ kg s}^{-2}$; gaisa kustības ventilators) piemērotību priedes veģetatīvajai pavairošanai ar spraudēņiem. Vasaras spraudēņu apsākņošanās klimata laboratorijas audzēšanas telpā bija ievērojami vājāka kā spraudēņu siltumnīcā MPS stādaudzētavā (1.3. att. a un b), bet rezultātus varēs vērtēt pēc 2021./2022. gada pārziemošanas pavasarī.



a



b

1.3. att. Priedes spraudēni mēnesi pēc iespraušanas Klimata laboratorijas audzēšanas telpā (a) un MPS spraudēņu siltumnīcā (b)

Parastās priedes vasaras un pavasara spraudeņu apsākņošanās

Ģimenes kods	Mātes- augu skaits, gab	Iesprausti 2020. g. augustā, gab	Iesprausti 2021. g. martā, gab	Kopā iesprausti, gab	Augoši2021. gada jūlijā, gab	Apsākņo- šanās, %
18009	8	30	24	54	15	27,8
18017	7	31	26	57	33	57,9
18020	8	47	40	87	19	21,8
18024	8	44	42	86	43	50,0
18027	8	43	43	86	22	25,6
18030	8	35	41	76	26	34,2
18044	8	36	36	72	24	33,3
18049	8	52	40	92	29	31,5
18051	8	45	24	69	25	36,2
18054	8	32	48	80	28	35,0
18059	8	44	39	83	22	26,5
18061	8	48	48	96	32	33,3
18062	8	43	39	82	25	30,5
18064	8	29	41	70	44	62,9
18069	8	40	24	64	21	32,8
18070	8	29	24	53	29	54,7
18071	8	48	24	72	21	29,2
18077	8	34	44	78	17	21,8
18078	8	41	24	65	15	23,1
18079	8	57	24	81	25	30,9
18080	8	24	24	48	33	68,8
18085	8	38	17	55	16	29,1
18086	8	40	48	88	32	36,4
18089	8	35	48	83	26	31,3
18095	8	43	24	67	25	37,3
18124	8	60	24	84	21	25,0
18126	8	42	24	66	24	36,4
18129	8	38	24	62	31	50,0
18130	7	38	15	53	8	15,1
18143	8	38	48	86	23	26,7
18149	8	38	24	62	21	33,9
18163	8	52	24	76	31	40,8
18191	8	31	48	79	55	69,6
18207	8	42	24	66	27	40,9
kopā	270	1367	1111	2478	888	35,8

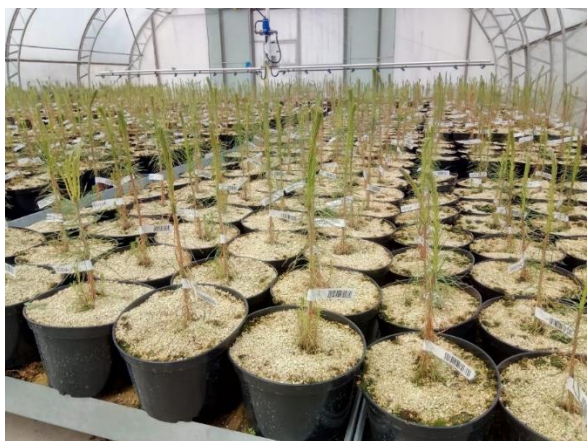
Apsākņojušos 2020. gada augustā sprastos priedes spraudeņus pārņoda un turpināja audzēt sējeņu siltumnīcā (1.4. att.), augusta beigās pārvietoja uz stādu poligonu, lai tie nobriestu un sagatavotos ziemošanai.

2021. gada pavasarī papildināta priedes mātesaugu kolekcija ar 2020. gada sējeņu – 75 kontrolēto krustojumu ģimeņu pēcnācējiem (20 sējeņi no katras ģimenes, kopā 1520 augi), kas tālākai audzēšanai iepodoti 5 10⁻³ m³ podos (1.5. att.). Mātesaugi sākotnēji audzēti siltumnīcā, maija vidū tiem nogrieztas galotnes, dzinumus veidošanās stimulēšanai. Jūlijā priedes mātesaugi pārvietoti uz stādu poligonu tālākai audzēšanai.



1.4. att. 2020. gada vasaras un 2021. gada pavasara priedes spraudeņi MPS stādaudzētavas sējeņu siltumnīcā

Tā kā no 2019. gada mātesaugiem šajā gadā spraudeņu ieguvei izmantota puse augu no katras ģimenes, tad 2022. gada pavasarī paredzēts izmantot atlikušos 160 mātesaugus. Konstatēts, ka mātesaugiem galotņu apgriešana dzinumu veidošanās stimulēšanai ir jāveic agrāk – jau maija sākumā, jo arī šogad izveidojušies dzinumi nerasniegs atbilstošo garumu – vismaz $7 \cdot 10^{-2}$ m, lai tos varētu izmantot spraudeņu ieguvei 2022. gada pavasarī, un mātesaugu audzēšana jāturpina. Spraudeņu skaits, ko iegūst no viena 2 gadus veca mātesauga, atšķiras pa ģimenēm un tie ir 4-15 spraudeņi, vidēji 8.



1.5. att. Priedes 2020. gada kontrolēto krustojumu ģimeņu pēcnācēji mātesaugu audzēšanai

1.4. Pēcnācēju pārbaudes stādījumu uzmērīšana

Turpināta selekcijas materiāla – parastās priedes pēcnācēju pārbaudžu stādījumu uzmērīšana, pazīmju vērtēšana, uzturēšana (marķējuma atjaunošana). 2017. – 2019. gadā ierīkotajos pēcnācēju pārbaudžu stādījumos veikta agrīnās saglabāšanās uzskaitē (1.4. tab.), nepieciešamības gadījumā atjaunots parcelu marķējums.

Agrīnā saglabāšanās parastās priedes pēcnācēju pārbaužu stādījumos

Pēcnācēju pārbaužu stādījuma			Stādīto koku skaits	Saglabāšanās, %
Nr.*	atrašanās vieta	ierīkošanas gads		
976	Kalsnavas mežu novads	2017	32 219	91,5
1396	Kalsnavas mežu novads	2019	26 000	90,2
1394	Kalsnavas mežu novads	2019	6618	96,9
1395	Kalsnavas mežu novads	2019	18 320	86,2
973	Kalsnavas mežu novads	2017	9040	78,8
972	Kalsnavas mežu novads	2017	10 400	83,3
971	Kalsnavas mežu novads	2017	11 440	85,4
970	Kalsnavas mežu novads	2017	10 160	83,6
969	Kalsnavas mežu novads	2017	4560	90,8
968	Kalsnavas mežu novads	2017	6960	91,2
1406	Jelgavas mežu novads	2019	11 600	79,2
1404	Jelgavas mežu novads	2019	6616	93,3
1405	Jelgavas mežu novads	2019	6310	87,8
1408	Jelgavas mežu novads	2019	11 760	58,1
966	Jelgavas mežu novads	2017	5840	60,7
1403	Jelgavas mežu novads	2019	7840	94,7
1407	Jelgavas mežu novads	2019	13 760	57,1

* - Nr. Ilglaicīgo pētījumu objektu reģistrā.

1.5. Priedes sēklu plantāciju klonu ģenētiskā identifikācija

1.5.1. Klonu izvēle parastās priedes sēklu plantācijas Kaupres ierīkošanai un to identitātes raksturojums

Parastās priedes pēcnācēju pārbaužu stādījumu vērtēšana, sagatavojot klonu komplektu 3. kārtas sēklu plantācijas ierīkošanai, veikta jau iepriekšējos gados (Gailis, 2009²). Parastajai priedei šobrīd rit 2. selekcijas cikls, laika periods līdz 4. kārtas sēklu plantāciju klonu ieguvei ir 20 gadi. Lai šajā laika periodā līdz jauno plantāciju ražošanas sākumam nodrošinātu maksimālo praksē realizējamo selekcijas efektu, ir lietderīgi ierīkot 3. kārtas sēklu plantāciju. Klonu izvēle un vērtēšana, kā arī atlases metodika, analizēto eksperimentu apraksti un rezultāti parastās priedes (*Pinus sylvestris* L.) sēklu plantācijas Kaupre ierīkošanai, ir izklāstīti līgumdarbu “Skujkoku selekcijas pētījumi 2009.–2013. gadā produktīvu, kvalitatīvu un noturīgu mežaudžu atjaunošanai” 2013. gada darba pārskatā “Metodes un tehnoloģijas meža kapitālvērtības palielināšanai” virziena “Meža koku selekcijas pētījumi ģenētiski augstvērtīga reproduktīvā materiāla atlasei” trešā etapa darba uzdevumu izpilde, kur arī precizēts klonu saraksts Austrumu provenienču reģionam piemērotas sēklu plantācijas apvienots 2. un 3. kārtas klonu saraksts.

Priedes sēklu plantācijas Kaupres klonu genotipēšanai ievākti 32 klonu 140 rametu skuju paraugi, t.sk. 8 rametu paraugi ievākti atkārtoti. Iegūtie rezultāti ir pietiekami 32 klonu identificēšanai un molekulārās pases sastādīšanai (1.5. tab.). Identificēto klonu rameti atzīmēti sēklu plantācijas klonu rametu izvietojuma shēmā. Divi rameti genotipēti atkārtoti - otrreiz ievācot skuju paraugus, tomēr arī otrreiz iegūtie genotipēšanas rezultāti nesakrita ne ar vienu plantācijā identificētā klona genotipu un, iespējams, ir vai nu kādu citu klonu, kas nav iekļauti plantācijā, potējumi, vai mežeņi (1.6. tab.).

² Gailis, A. Skujkoku selekcijas pētījumi 2009.–2013. gadā produktīvu, kvalitatīvu un noturīgu mežaudžu atjaunošanai. LVMI „Silava”, pārskats par 2009. gada darbu izpildi. 40 lpp.

Kaupres priedes sēklu plantācijas klonu molekulārā pase

Klona		markieri						Identificēto rametu stādvieta numuri*			
nosaukums	Nr.	PtTX3107		PtTX4001		PtTX4011					
Ug7x2O8-6-2O-2-3	1	157	169	205	217	258	258	0101	0801	1501	3601
UgSxKa18-22-1-3	2	151	163	215	217	260	266	0201	1601	2301	3701
Ka3xUg10-22-3-3	3	166	166	215	227	258	260	0301	1701	2401	3101
Mal6xKu-27-4-1	4	151	169	215	217	258	258	0401	1101	1801	3201
Ma 13xMis-27-2-10	5	157	160	215	215	260	260	0501	1901	4001	4701
Mal5xKa-27-1-1	6	157	157	215	215	258	258	0601	1301	2001	2701
Ma72x"+"-27-5-8	7	163	166	215	215	258	260	1401	3501	4201	4306
Ma11x"-,-5-1	8	163	163	215	215	266	266	1402	2102	2802	4202
Sm12xSm15-23-4-10	9	157	157	201	215	266	266	0602	1302	4802	-
SmL2xSm21-23-4-8	10	157	157	201	217	260	266	0502	1202	2602	1506
								4702	-	-	-
Sm1xSm26-23-1-5	11	157	166	205	217	258	260	1102	1802	3902	4602
								2502	3202	-	-
Sm4xSm14-23-1-11	12	157	157	205	215	260	260	2402	3102	3802	4502
Burtnieki 79-7-76	13	163	169	215	217	260	260	2302	3002	3702	4402
Tirza 5-3-18	14	163	169	205	205	258	258	0802	2202	2902	4302
Oškalni 2-6-29	15	157	157	205	217	260	260	0103	1503	2203	-
lnčukalns 2-3-23	16	160	163	199	221	258	280	0203	0903	1603	2303
Raiskums 19-5-48	17	157	163	215	215	260	266	0303	1003	1703	2403
Kvēpene 19-3-17	18	157	157	215	221	266	266	0403	1103	1803	2503
Istra 19-3-18	19	157	163	199	215	260	262	0503	1203	2603	3303
Olaine 19-4-78	20	163	163	201	215	258	258	0603	1303	2003	3403
Da 12	21	163	163	215	215	260	260	0703	1403	2103	3503
Gu 14	22	151	166	215	215	258	260	2804	3504	4204	4804
Ja 8	23	163	163	205	215	258	262	2004	2704	3404	4104
								4704	-	-	-
Ja 18	24	163	163	215	217	262	262	1904	2604	3304	4604
Ja 21	25	157	166	205	217	260	260	1804	3204	3904	4504
Ja 30	26	157	157	215	219	260	260	2404	3104	3804	4404
Ka 5	27	157	166	205	215	260	266	2304	3004	3704	4304
Ka 14	28	163	163	217	217	258	258	1504	2204	2904	3604
Ka 19	29	157	157	209	215	258	260	0805	1505	2205	2905
Jē 1	30	157	175	205	215	260	260	0905	1605	2305	4505
Sm 9	31	157	166	201	215	260	266	1005	1705	2405	4605
R-J 31	32	157	157	213	215	260	266	1105	1805	3905	4705

*stādvieta Nr.- pirmie divi cipari – rindas nr., otrie divi cipari – kolonnas nr. sēklu plantācijas klonu rametu izvietojuma shēmā.

1.6. tabula

Kaupres sēklu plantācijas klonu rameti, kuru genotipi nesakrīt ne ar vienu klonu

Klona		Klona	markieri										
nosaukums	Nr.		PtTX3107		PtTX4001		PtTX4011						
Sm12xSm15-23-4-10	9	0906						157	166	215	215	260	266
Oškalni 2-6-29	15	0803						157	157	203	223	260	260

*stādvieta Nr.- pirmie divi cipari – rindas nr., otrie divi cipari – kolonnas nr. sēklu plantācijas klonu rametu izvietojuma shēmā.

1.5.2. Klonu identitātes raksturojums parastās priedes Kurmales sēklu plantācijā

Parastās priedes sēklu plantācijas ierīkošana bijušās Kurmales sēklu plantācijas teritorijā uzsākta 2010. gadā, kopējā platība 32,61 10⁴ m². Plantācija ierīkota saskaņā ar projektu, ievērojot atbilstošos klonu izvietojuma principus, tās izcelsme – vietējā, un tajā iegūtais reproduktīvais materiāls ir piemērots meža atjaunošanai un ieaudzēšanai Rietumu ieguves apgabalā. Parastās priedes Kurmales sēklu plantācija atbilst ieguves avota atestācijas prasībām kategorijas „pārāks” reproduktīvā materiāla ieguvei. Turpmākās tā izmantošanas mērķis – tradicionālā mežsaimniecība.

Kurmales sēklu plantācijas klonu genotipēšana veikta 2015. un 2019. gadā, jaunākās ierīkotās daļas (2016-2021) klonu genotipēšana veikta 2021. gadā. Ievākti 31 klona 93 rametu skuju paraugi. Iegūtie rezultāti ir pietiekami 31 klona identificēšanai un molekulārās pases sastādīšanai (1.7. tab.). Identificēto klonu rameti atzīmēti sēklu plantācijas klonu rametu izvietojuma shēmā.

1.7. tabula

Kurmales II kārtas priedes sēklu plantācijas klonu molekulārā pase

Nr. p. k.	Izcelsme	klons	marķieri						Identificēto rametu stādvieta numuri*		
			PtTX3107		PtTX4001		PtTX4011				
			1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle			
1.	Alsunga	Als18	163	163	205	215	258	258	24942	24921	-
2.	Alsunga	Als19	163	163	215	215	260	260	16729	25129	24721
									14941	-	-
3.	Alsunga	Als2	163	163	201	215	260	260	27041	26320	15141
4.	Alsunga	Als21	163	163	215	217	258	266	14641	25820	26541
5.	Alsunga	Als22	157	163	205	221	260	260	25219	25240	15440
6.	Alsunga	Als23	157	166	215	225	260	260	26741	14841	-
7.	Alsunga	Als25	157	163	215	217	258	260	25439	26115	15642
8.	Dobeles	Do8	151	151	215	215	260	260	15140	24940	25619
9.	Dundaga	Du10	169	169	205	215	260	262	17029	25429	25221
10.	Dundaga	Du16	163	166	215	215	266	280	25721	25742	14542
11.	Dundaga	Du19	163	163	205	225	258	262	25042	25021	16441
12.	Dundaga	Du9	151	151	217	217	260	280	15640	24740	24719
13.	Kuldīga	Ku10	157	166	201	215	260	262	25639	25621	15142
14.	Kuldīga	Ku11	163	169	205	227	260	266	25019	14940	25040
15.	Kuldīga	Ku12	163	163	219	223	266	266	25142	25821	14642
16.	Kuldīga	Ku13	151	163	215	227	260	262	16529	24941	25121
17.	Kuldīga	Ku3	157	169	215	217	260	260	26142	14942	26121
18.	Talsi	Ta14	160	163	215	215	-	-	15641	25438	26114
19.	Tukums	Tu1	157	157	201	217	260	260	26641	26620	14741
20.	Tukums	Tu13	151	169	205	205	-	-	25321	26042	14842
21.	Tukums	Tu15	157	163	201	215	258	260	26441	26420	14541
22.	Tukums	Tu16	157	160	215	217	258	260	25041	16629	25020
23.	Tukums	Tu18	166	166	199	217	258	260	25421	24842	16442
24.	Tukums	Tu20	166	166	215	215	258	260	17033	24720	25433
25.	Tukums	Tu21	157	163	199	205	258	258	15740	25540	25519
26.	Tukums	Tu28	151	157	209	215	260	260	25340	14840	26520
27.	Tukums	Tu5	166	166	205	215	258	266	14640	25140	24621
28.	Tukums	Tu9	157	163	215	217	264	264	26941	26220	15041
29.	Ugāle	Ug13	151	151	215	217	260	264	25242	24521	14742
30.	Ugāle	Ug2	160	163	201	215	266	266	14540	25719	25740
31.	Ventspils	Ve27	157	157	215	217	260	266	25521	25539	15042

*stādvieta Nr.- pirmie trīs cipari – rindas nr., otrie divi cipari – kolonnas nr. sēklu plantācijas klonu rametu izvietojuma shēmā.

2. Parastās egles selekcija

2.1. Pēcnācēju pārbaudes stādījumu ierīkošana

Ierīkoti plānotie sēklu plantāciju klonu brīvapputes un sēklu plantāciju vidējo paraugu pēcnācēju pārbaudes stādījumi 22,7 10⁴ m² platībā, izmantoti 28,9 tūkst. divgadīgi stādi ar uzlabotu sakņu sistēmu un 8,2 tūkst. divgadīgi spraudēstādi. Veikta stādvieta identifikācija un stādījumu shēmu ievade elektroniskajā datu bāzē, stādījumi reģistrēti LVMI Silava Ilglaicīgo pētījumu objektu reģistrā. Dati par 2021. gadā ierīkotajiem parastās egles pēcnācēju pārbaudes stādījumiem apkopoti 2.1. tabulā.

2.1. tabula

2021. gadā ierīkotie parastās egles pēcnācēju pārbaudes stādījumi

Eksperimenta Nr.	Stādījuma ierīkošanas vieta	Zinātn. platība, 10 ⁴ m ²	Stādījuma dizains	Ģimeņu/klonu sk., gab.	Zin. stādi kopā, gab.	Stādi pieslēg rindās, gab.
3003200001475*	Jelgavas MN 16. kv. 15.; 17.; 18.; 19. nog.	0,3	vienk. p.	1	368	0
3003200001478	Jelgavas MN 4. kv. 1. nog.	9,47	vienk. p.	114	4434	1250
3003200001479			rindu p.	36	1290	
3003200001480			bloku p.	32	6050	
3003200001549*			bloku p.	5	1000	
3003200001481*	Jelgavas MN 39. kv. 9. nog.	5,32	rindu p.	15	490	750
3003200001482			vienk. p.	112	4843	
3003200001483*			vienk. p.	154	2016	
3003200001541	Kalsnavas MN. 52. kv. 19.; 20.; 22. nog.	7,63	vienk. p.	115	3658	450
3003200001542			rindu p.	61	2240	
3003200001543			bloku p.	13	2500	
3003200001544*			vienk. p.	211	2626	
3003200001545*			rindu p.	45	1265	
Kopā ierīkoti 10 ⁴ m ²		22,72	-	-	-	-
kopā divgadīgi stādi ar uzlabotu sakņu sistēmu					24515	2450
pavisam kopā divgadīgi stādi ar uzlabotu sakņu sistēmu					28965	
divgadīgi spraudēstādi					8265	-

*ierīkots ar divgadīgiem spraudēstādiem

2021. gada pavasarī stādmateriāla izaudzēšanai pēcnācēju pārbaudes stādījumu ierīkošanai iesētas 45 sēklu plantāciju klonu brīvapputes ģimenes un 59 selekcijas materiāla kontrolēto krustojumu ģimenes, izaudzēti un rudenī ieskoloti 19,3 tūkst. brīvapputes ģimeņu un 7 tūkst. kontrolēto krustojumu ģimeņu, kopā 26,4 tūkst. stādu. No 2020. gadā sētajām brīvapputes ģimenēm un kontrolētajiem krustojumiem izaudzēti 84,8 tūkst. divgadīgi stādi ar uzlabotu sakņu sistēmu.

Stādu poligonā turpināti audzēt 2018. gada 670 F1 spraudēstādi 1 10⁻⁴ m³ podiņos, kurus 2022. gada pavasarī paredzēts iestādīt pēcnācēju pārbaudēs.

2021. gada novembrī sēklu plantācijās Liuza un Tirza ievākti brīvapputes čiekuri sēklu ieguvei stādu izaudzēšanai pēcnācēju pārbaudēm. Plantācijā Liuza šopavasār bija līdz šim lielākā egles ziedēšana un arī čiekuru raža, bet arī ļoti apjomīgi rūsas bojājumi, ievākti 71 klona 73 rametu čiekuru paraugi. Plantācijā Tirza ziedēšana bija ļoti vāja, un ievākti 15 klonu čiekuru paraugi no 15 rametiem. Pārskata sagatavošanas laikā notiek čiekuru žāvēšana un iegūtais sēklu apjoms nav vēl zināms.

2.2. Parastās egles veģetatīvā pavairošana

Parastās egles selekcijas materiāla klonu veģetatīvai pavairošanai 2021. gadā sagatavoti un iesprausti 50,5 tūkstoši spraužu. Kā mātesaugi izmantoti: 1) 2014. un 2015. gada kolekciju 2018. gada F1 paaudzes spraužstādi (303 klonu ģimenes, 1495 augi), iesprausti 23,2 tūkst. F2 paaudzes sprauženi; 2) 2017. gada kontrolēto krustojumu ģimeņu pēcnācēji (84 ģimenes, 835 augi), iegūti un iesprausti 13,05 tūkst. F1 paaudzes sprauženi; 3) Sventes sēklu plantācijas brīvapputes ģimeņu pēcnācēji – 2018. gada sējeņi (63 ģimenes, 630 augi), iegūti un iesprausti 10,5 tūkst. F1 paaudzes sprauženi; 4) 2014. gada kontrolēto krustojumu ģimeņu pēcnācēji (50 ģimenes, 377 augi), iegūti un iesprausti 3,7 tūkst. F1 paaudzes sprauženi (2.2. tab.; 2.1. un 2.2. attēls). Spraužu apsākšanas siltumnīcā MPS kokaudzētavā kontrolēta klimata apstākļos, uzturot substrāta temperatūru ~25° C, gaisa temperatūru ~18° C, gaisa mitrumu 80-90 %, egles sprauženi tika audzēti līdz jūnija beigām, tad substrāta sildīšana atslēgta un kasetes pārvietotas uz audzēšanas galdiem, turpinot audzēšanu spraužu apsākšanas siltumnīcā, kā arī uzsākta spraužstādu mēslošana. Lai sekmētu dzinum augšanu, no 11. jūlija līdz jūlija beigām nakts stundās (no plkst. 01:00 līdz plkst. 03:00) siltumnīcā izmantots LED apgaismojums - ~ 90-100 mol 10⁻⁶ m² s⁻¹. Augusta pirmajā nedēļā spraužstādi pārvietoti no siltumnīcas uz poligonu, kur to audzēšana uz galdiem turpināta. Augusta beigās veikta potenciāli apsākņojušos spraužu uzskaitē (2.2. tab.).

Pagājušā - 2020. gada egles sprauženi (29 tūkst. gab.) no apsākšanas kasetēm jūnijā pārpodoti 1 10⁻³ m³ podiņos turpmākai audzēšana stādu poligonā MPS stādaudzētavā. Spraužu pārpodošana stādaudzētavā uzsākta tikai jūnija otrā pusē, intensīvas augšanas periodā kad spraužu saknes jau izaugušas caur kasešu šūnu sānu spraugām, tāpēc ~25 % spraužstādu, apraujot saknes, tika zaudēti pārstādīšanas laikā. Vislabāk apsākšana izdevusies kontrolēto krustojumu ģimeņu pēcnācējiem (20F1) - 94 %, kas arī ir visjaunākais mātesaugu materiāls 2020. gada spraužu kolekcijā. Vājāka - 74 % apsākšanās bija 2018. gada kolekcijas F1 spraužstādu spraužiem 15F2, bet vecāko kolekciju (2013.; 2014. g.) F1 mātesaugu spraužu apsākšanās ir vēl vājāka – attiecīgi 24 % un 41 %. No klonu potējumiem iegūtie sprauženi PotF1 arī ar ļoti vāju – 29 % apsākšanos (potzari iegūti no fizioloģiski veciem kokiem). Iepriekš minētais atkārtoti apstiprina, cik straujš ir apsākšanās spēju zudums parastai eglei mātesaugu novecošanās dēļ. Dati par 2020. gada kolekcijas apsākņotajiem egles spraužiem apkopoti 2.3. tabulā.

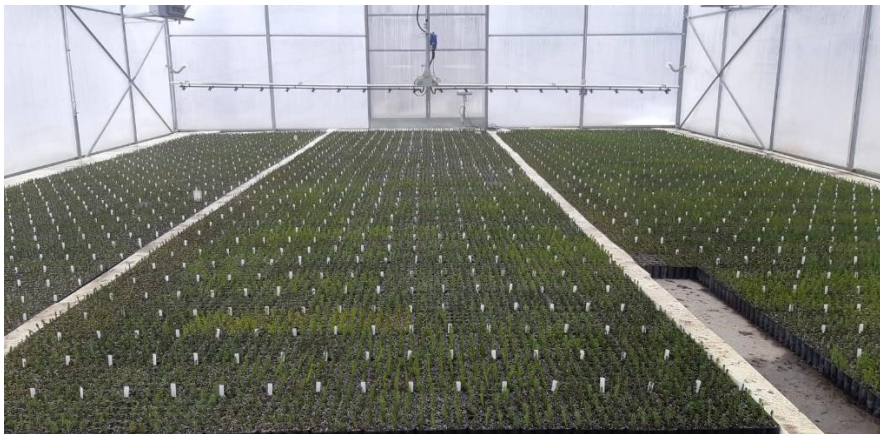
2.2. tabula

2021. gadā apsākņotie egles sprauženi

Mātesaugi	Spraužu kods	Iesprausti, gab.	Potenciāli apsākņojušies, gab.	Apsākņoš. %
2018. g. kolekcijas F1 spraužstādi	21-15F2	23240	17626	76
2017. g. kontr. krustojumu ģimeņu pēcnācēji	21F1kk	13051	12122	92,9
Sventes s.pl. brīvapputes ģimeņu pēcnācēji	21F1Sv	10517	9852	93
2014. g. kontr. krustojumu ģimeņu pēcnācēji (17xxx)	21F1	3710	3441	93
Kopā:		50518	43041	85

Pēc pavasara spraužu ieguves 1495 egles mātesaugi (2014.; 2015. gada kolekcija) tika likvidēti mātesaugu novecošanās dēļ, turklāt vecāka materiāla vājāka apsākšanās bieži kombinējas ar plaģiotropisku augšanu, tādēļ turpmāka šo mātesaugu audzēšana nav lietderīga. Atkārtota spraužu ieguve 2022. gadā plānota no 2017. gada sējeņu 390 mātesaugiem (2014. gada kontrolēto krustojumu ģimenes) un no 2018. gada brīvapputes ģimeņu un kontrolēto krustojumu ģimeņu 1465 gab. sējeņu mātesaugiem, kuru audzēšana turpināta pēc spraužu ieguves 2021. gada pavasarī.

Mātesaugu kolekcijas atjaunošanai 2021. gada pavasarī iepodoti juvenilizētie 2018. gada F1 un F2 paaudzes spraužstādi, kopā 1082 gab. un 2019. gada Sventes klonu brīvapputes sējeņi 700 gab. (70 ģimenes pa 10 augiem).



2.1. att. Egles spraudeni tūlīt pēc iespraušanas MPS stādaudzētavā Jaunkalsnavā 2021. gada 23. martā



2.2. att. Egles spraudeni 20. aprīlī – mēnesi pēc iespraušanas

2.3. tabula

2020. gada kolekcijas egles spraudeni

Mātesaugi	kods	Iesprausti 2020. g. pavasārī, gab.	pārpodoti 2021. g. jūl., gab.	Apsakņošanās %
2018. g. kolekcijas F1 spraudenstādi	15F2	17495	12909	74
2014. g. kontr. krustojumu ģimeņu pēcnācēji (17xxx)	20F1	4154	3912	94
2013. g. kolekc.F1 spraudenstādi	13F2	2215	526	24
2014. g. kolekc. F1 spraudenstādi	14F2	1285	533	41
Klonu potējumi	PotF1	4416	1297	29
	Kopā:	29565	19177	65

Turpināta somatiskās embriogēzes metodes aprobācija Augu fizioloģijas laboratorijā, izmantojot no Šarlotes un Sventes sēklu plantāciju klonu sēklām iegūtas šunu līnijas.

2.3. Pēcnācēju pārbaudes stādījumu uzmērīšana

Turpināta selekcijas materiāla – parastās egles pēcnācēju pārbaudžu stādījumu uzmērīšana, pazīmju vērtēšana, uzturēšana (marķējuma atjaunošana). 2019. gadā ierīkotajos pēcnācēju pārbaudžu stādījumos Nr. 1390 un Nr. 1391 9,2 10⁴ m² platībā veikta agrīnās saglabāšanās uzskaitē.

2.4. Parastās egles sēklu plantāciju klonu ģenētiskā identifikācija

2.4.1. Klonu identitātes raksturojums parastās egles Andumu sēklu plantācijā

Klonu izvēle un vērtēšana, kā arī atlases metodika, analizēto eksperimentu apraksti un rezultāti parastās egles (*Picea abies* (L.) Karst.) sēklu plantācijas Andumi ierīkošanai, ir izklāstīti līgumdarbu “Skujkoku selekcijas pētījumi 2009.–2013. gadā produktīvu, kvalitatīvu un noturīgu mežaudžu atjaunošanai” 2010. gada darba pārskatā un “Metodes un tehnoloģijas meža kapitālvērtības palielināšanai” virziena “Meža koku selekcijas pētījumi ģenētiski augstvērtīga reproduktīvā materiāla atlasei” trešā etapa darba uzdevumu izpildi 2013. gada darba pārskatā, kur arī precizēts klonu saraksts Rietumu provenienču reģionam piemērotas sēklu plantācijas ierīkošanai.

Plantācija ierīkota saskaņā ar projektu, ievērojot atbilstošos klonu izvietojuma principus, tās izcelsme – vietējā, un tajā iegūtais reproduktīvais materiāls ir piemērots meža atjaunošanai un ieaudzēšanai Rietumu ieguves apgabalā. Parastās egles Andumu sēklu plantācija atbilst ieguves avota atestācijas prasībām kategorijas „pārāks” reproduktīvā materiāla ieguvei. Turpmākās tā izmantošanas mērķis – tradicionālā mežsaimniecība.

Egles sēklu plantācijas Andumi genotipēšanai ievākti 31 klona 197 rametu skuju paraugi. Iegūtie rezultāti ir pietiekami 31 klona identificēšanai un molekulārās pases sastādīšanai (2.4. tab.). Identificēto klonu rameti atzīmēti sēklu plantācijas klonu rametu izvietojuma shēmā. Klona Do10 ramets stādvieta 4720 pēc atkārtotas analīzes veikšanas pēc genotipa sakrīt ar klonu Ai12.

2.4. tabula

Egles sēklu plantācijas Andumi klonu pase

N. p.k.	Klons	kodola DNS praimeru								Identificēto klonu rametu stādvieta nr.*		
		UAPgAG150		UAPgAG150		WS0033.A18		WS0022.B15				
		1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle			
1.	In3	129	129	145	147	168	168	190	196	10219	8419	4219
										6609	9004	-
2.	Sa18	129	129	147	147	166	172	186	194	6610	8420	4220
										9005	10220	-
3.	Do10	129	129	147	147	168	168	179	188	10720	9505	7110
										8920	9515	-
4.	V13	129	129	147	147	168	168	192	206	6811	8621	9206
										10421	4421	8616
										10411	9811	9211
5.	S13	129	129	147	147	168	168	202	206	8521	10321	4321
										6711	9106	9111
6.	O226	129	129	147	149	168	168	192	206	9107	6712	4619
7.	TO2	129	129	147	151	168	168	179	194	10722	8922	4722
										9507	7112	-
8.	J16	129	129	147	159	168	168	192	210	6613	8423	4223
										9008	10223	10808
										10803	-	-
9.	K64	129	129	149	149	164	164	179	192	7012	9407	10622
										8822	9417	8817
										10617	8217	-
10.	Si12	129	129	149	149	164	168	179	194	6911	4521	8721
										9306	10521	-
11.	K79	129	129	149	149	166	174	192	198	6912	9307	10522
										4522	8722	-
12.	Sa97	129	129	149	149	168	168	194	204	9007	10222	6612
										4222	8422	8427
										9622	10212	9022
										9012	8417	9617
										9612		

N. p.k.	Klons	kodola DNS praimeris								Identificēto klonu rametu stādvieta nr.*		
		UAPgAG150		UAPgAG150		WS0033.A18		WS0022.B15				
		1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle			
13.	Og9	129	129	149	149	168	168	204	208	8519	10319	6709
										4319	9104	-
14.	Ai12	129	129	149	149	184	192	179	179	6611	10221	4221
										8421	9011	9006
15.	Sa20	129	129	149	151	164	168	192	194	8620	10420	6810
										4420	9205	-
16.	Li2	129	129	149	151	168	168	192	208	9304	6909	8719
										4519	10519	-
17.	Sa19	129	129	149	156	168	168	196	196	10320	4320	6710
										8520	9105	-
18.	Tu12	129	129	151	151	164	168	194	200	8819	9404	7009
										4024	10619	9414
										8214	-	-
19.	Ist355	129	129	151	151	170	172	192	202	9308	6913	4523
										10523	8723	9313
										8713		
20.	Sa95	129	131	143	143	168	168	192	192	7013	9408	4623
										10623	8823	-
21.	DC783	129	131	143	149	170	170	192	198	6813	8623	4423
										10423	9208	9803
										10403	9213	-
22.	Sa34	129	131	145	159	162	168	192	192	9305	10520	4520
										6910	8720	8705
23.	S18	129	131	147	147	164	168	192	192	6812	8622	4422
										10422	9207	-
24.	Cē13	129	131	147	153	166	184	192	204	10620	9405	7010
										8820	4620	-
25.	Og19	129	131	147	153	168	168	182	196	8619	4419	9204
										6809	10419	-
26.	Sa15	129	131	147	154	166	166	188	190	9504	7109	8919
										10719	4719	-
27.	Ka2	129	131	149	149	166	166	192	192	8308	10723	8323
										7113	4723	-
28.	O73	129	133	147	147	190	198	202	202	7111	4721	8921
										10721	9506	-
29.	K106	129	133	149	149	172	176	192	192	7011	4621	10621
										9406	10021	9421
										8211	8221	-
30.	S23	131	131	149	149	168	168	179	186	9508	8913	8918
										10123	8923	-
31.	Rē783	129	129	149	153	156	168	190	204	6713	10323	8523
										9108	4323	-

*stādvieta Nr.- pirmie divi cipari – rindas nr., otrie divi cipari – kolonnas nr. sēklu plantācijas klonu rametu izvietojuma shēmā, treknrakstā – potzaru koki.

Sešu rametu (atzīmēti sēklu plantācijas klonu rametu izvietojuma shēmā), no kuriem pieci plantācijas shēmā bija atzīmēti kā potzaru koki, genotipēšanas rezultāti ir neskaidri un ir jāprecizē, veicot atkārtotu paraugu analīzi.

2.4.2. Klonu identitātes raksturojums parastās egles Šarlotes sēklu plantācijā

Klonu izvēle un vērtēšana parastās egles (*Picea abies* (L.) Karst.) sēklu plantācijas Šarlote ierīkošanai ir veikta atbilstoši tradicionālajā mežsaimniecībā lietotajiem pluskoku atlases kritērijiem. Atlases metodika, analizēto eksperimentu apraksti un rezultāti ir izklāstīti līgumdarbu “Skujkoku selekcijas pētījumi 2009.–2013. gadā produktīvu, kvalitatīvu un noturīgu mežaudžu atjaunošanai” 2010. gada darba pārskatā (6.3. elektroniskais pielikums) un “Metodes un tehnoloģijas meža kapitālvērtības palielināšanai” virziena “Meža koku selekcijas pētījumi ģenētiski augstvērtīga reproduktīvā materiāla atlasei” trešā etapa darba uzdevumu izpildi 2013. gada darba pārskatā (5.4. elektroniskais pielikums) un plantācijas vecākās - I daļas (6,8 10⁴ m²) klonu komplekta raksturojums, kā arī pārējā plantācijas atestācijai un reģistrācijai Meža reproduktīvā materiāla ieguves avotu reģistrā nepieciešamā informācija sagatavota un iesniegta pasūtītājam 2017. gada darba pārskatā (6.1. un 6.2. elektroniskie pielikumi). Jaunākās - II daļas (8 10⁴ m²) ierīkošana uzsākta 2012. gadā.

Plantācija ierīkota saskaņā ar projektu, ievērojot atbilstošos klonu izvietojuma principus, tās izcelsme – vietējā, un tajā iegūtais reproduktīvais materiāls ir piemērots meža atjaunošanai un ieaudzēšanai Centrālajā ieguves apgabalā, bet nepieciešamības gadījumā lietojams arī Rietumu ieguves apgabalā. Parastās egles sēklu plantācija Šarlote atbilst ieguves avota atestācijas prasībām kategorijas „uzlabots” reproduktīvā materiāla ieguvei, tā turpmākās izmantošanas mērķis – tradicionālā mežsaimniecība.

Daļa no Centrālajam provenienču reģionam piemērotajiem kloniem jau tikuši genotipēti un identificēti 2017. gadā. Šiem 11 kloniem (Rī1a, Og19, B56, Og18, Ka13, Ist, Gu3, Rī3, Li13, D14, In3) tika ievākti paraugi no viena rameta, un visi iegūtie DNS rezultāti sakrīta ar rāmetam atbilstošo identificēto klonu. Kopā tika ievākti 93 rāmetu skuju paraugi, sastādīta 20 klonu molekulārā pase (2.5. tab.).

2.5. tabula

Egles sēklu plantācijas Šarlote klonu pase

N. p.k.	Klons	kodola DNS praimeru								Identificēto klonu rāmetu stādvieta nr.*			
		UAPgAG150		UAPgAG150		WS0033.A18		WS0022.B15					
		1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle				
1.	R53	129	131	149	153	162	162	179	210	2333	3351	2354	-
2.	K64	129	129	149	149	164	164	179	192	3146	0138	5138	4146
3.	K23	129	129	153	153	164	164	190	194	4144	5136	5129	1151
4.	Raņķi	129	131	153	153	164	164	194	206	1237	3245	2223	3237
5.	Li13	129	129	145	149	164	166	188	210	0557	0550	0535	-
6.	O235	131	131	-	-	164	168	192	192	4149	5146	3151	-
7.	Gu10	129	131	147	147	164	168	192	194	7334	5342	6342	-
8.	Cē10	131	131	147	147	164	174	192	192	0656	0642	0649	-
9.	K79	129	129	149	149	166	174	192	198	3145	4145	1152	2130
10.	Gu4	129	129	147	147	162	168	179	192	1350	0357	1314	1335
11.	Kr18	129	129	151	164	168	168	179	192	5242	3251	5234	0242
										5247	-	-	-
12.	Rē11	129	131	149	149	168	168	179	194	2330	2337	2352	-
13.	Cē17	129	129	145	145	168	168	190	204	1427	1442	1434	-
14.	Cē6	129	131	149	149	168	168	192	194	2246	2238	2231	2253
15.	Li2	129	129	149	151	168	168	192	208	0551	0536	0558	0529
16.	R215	129	131	147	147	168	168	198	208	2329	2351	2336	-
17.	Rē15	129	129	149	149	168	168	200	200	2147	1454	2140	4248
18.	Og9	129	129	149	149	168	168	204	208	1632	0632	0625	1625
19.	Ma3	129	129	147	147	192	198	179	198	0651	0644	0615	0622
20.	Cē15	129	129	147	149	192	200	192	202	1421	1443	1428	1435

*stādvieta Nr.- pirmie divi cipari – kolonnas nr., otrie divi cipari – rindas nr. sēklu plantācijas klonu rāmetu izvietojuma shēmā.

Divi rāmeti pēc vienas analīzes veikšanas reizes sakrīt ar citu klonu (2.6. tab.), bet divi – nesakrīt ne ar vienu klonu (2.7. tab.). Lai izslēgtu paraugu ievākšanā vai analizēšanas procesā

iespējamās pieļautās kļūdas un pārliecinātos par konkrēto rametu piederību citam klonam, skuju paraugs jāievāc un jāanalizē atkārtoti.

Reizē ar brīvapputes čiekuru vākšanu no neidentificētajiem rametiem ievākti arī 105 skuju paraugi (s.pl. Liuza 56, s.pl. Tirza 49 paraugi) genotipēšanai un klonu identificēšanai. Sastādītas molekulārās klonu pase (2.8.; 2.9. tab.).

2.6. tabula

Egles sēklu plantācijas Šarlote klonu rameti, kas pēc genotipa sakrīt ar citu klonu

N. p.k.	Stād-vietas nr.*	Klons	kodola DNS praimeris								Sakrīt ar klonu
			UAPgAG150		UAPgAG150		WS0033.A18		WS0022.B15		
			1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	
1.	2345	Rē11	129	129	149	149	166	174	192	198	K79
2.	0543	Li13	129	129	149	151	168	168	192	208	Li2

*stādvieta Nr.- pirmie divi cipari – kolonnas nr., otrie divi cipari – rindas nr. sēklu plantācijas klonu rametu izvietojuma shēmā.

2.7. tabula

Egles sēklu plantācijas Šarlote klonu rameti, kas pēc genotipa nesakrīt ne ar vienu klonu

N. p.k.	Stād-vietas nr.*	Klons	kodola DNS praimeris							
			UAPgAG150		UAPgAG150		WS0033.A18		WS0022.B15	
			1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle
1.	3135	O235	129	129	153	153	166	166	182	204
2.	2342	Gu10	129	131	147	153	166	166	192	204

*stādvieta Nr.- pirmie divi cipari – kolonnas nr., otrie divi cipari – rindas nr. sēklu plantācijas klonu rametu izvietojuma shēmā.

2.8. tabula

Egles sēklu plantācijas Liuza genotipēto klonu rametu pase

N. p.k.	Klons	kodola DNS praimeris								Identificēto klonu rametu stādvieta nr.*	
		UAPgAG150		UAPgAG150		WS0033.A18		WS0022.B15			
		1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle		
1.	Rē85	129	129	151	151	168	168	179	202	2537	2361
2.	Rē17	129	129	149	156	180	190	182	198	3928	0771
3.	M137	129	131	147	147	168	168	182	202	3106	3718
4.	Rē22	129	129	149	149	168	168	182	210	1124	0783
5.	Rē24	129	129	161	164	168	168	182	212	3926	0974
6.	Rē95	129	133	147	147	164	166	186	186	2271	2635
7.	Rē28	129	129	149	149	168	168	188	192	3339	66122
8.	Rē51	129	129	147	149	168	168	192	200	2245	68135
9.	Rē15	129	133	149	149	166	166	192	202	2182	3245
10.	M21	129	129	0	0	168	168	192	202	2839	0383
11.	Rē32	129	129	147	149	168	168	192	204	3342	0886
12.	Rē96	131	133	149	149	168	168	192	204	2272	2636
13.	Rē83	129	129	143	149	168	168	192	208	2535	2171
14.	Rē31	129	131	147	149	168	168	194	198	3341	1777
15.	Rē64	129	129	149	149	168	168	194	202	2343	2287
16.	Rē37	129	129	147	147	178	180	194	204	0979	3435
17.	Rē34	133	133	149	149	166	166	198	212	3032	1968
18.	Rē56	129	131	147	149	168	168	202	202	1080	2336
19.	M120	129	131	147	147	164	164	202	210	3144	1984
20.	Rē38	129	131	145	153	168	168	206	212	0980	34136
21.	Rē57	129	129	149	149	188	206	179	192	2337	69127
22.	M57	129	131	149	151	168	168	188	200	3138	-
23.	Rē68	129	131	153	153	164	166	179	192	2434	2070
24.	Rē82	129	129	149	149	164	164	179	196	1482	2534

*stādvieta Nr.- pirmie divi cipari – rindas nr., otrie divi vai trīs cipari – kolonnas nr. sēklu plantācijas klonu rametu izvietojuma shēmā.

Egles sēklu plantācijas Tirza genotipēto klonu rametu pase

N. p.k.	Klons	kodola DNS praimeru								Identificēto klonu rametu stādvieta nr.*			
		UAPgAG150		UAPgAG150		WS0033.A18		WS0022.B15					
		1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle				
1.	Mad121	131	131	147	147	166	166	179	179	1637	2169	2537	2821
2.	Sau18	129	129	147	147	168	168	179	179	3052	2747	-	-
3.	Sau26	131	131	147	147	172	174	179	190	0924	3038	-	-
4.	Dau9	129	131	156	156	180	186	179	190	2930	2844	-	-
5.	Dau11	129	129	149	149	168	168	179	192	3132	2332	-	-
6.	Sau45	129	129	151	154	176	198	202	204	2903	3152	-	-
7.	Mad102	129	129	147	149	168	168	192	204	2327	3127	1859	-
8.	Mad25	129	129	147	151	168	168	208	210	2718	2950	3155	-
9.	Sau5	129	129	147	149	168	168	198	204	2234	3034	-	-
10.	Dau12	129	131	147	149	174	174	198	200	2334	3134	-	-
11.	Mad123	129	131	147	154	168	168	192	192	2805	3354	-	-

*stādvieta Nr.- pirmie divi cipari – rindas nr., otrie divi vai trīs cipari – kolonnas nr. sēklu plantācijas klonu rametu izvietojuma shēmā.

3. Āra (kārpainā) bērza selekcija

3.1. Darbi ar āra bērza selekcijas populāciju

Ierīkoti plānotie klonu pēcnācēju pārbaužu stādījumi $5,61 \cdot 10^4 \text{ m}^2$ platībā, izmantojot 6,4 tūkst. viengadīgus spraudņstādus un 1,6 tūkst. stādus ar uzlabotu sakņu sistēmu. Stādvieta identificētas un stādījumu shēmas ievadītas elektroniskajā datu bāzē. Ierīkotās pēcnācēju pārbaudes reģistrētas LVMI Silava Ilglaicīgo pētījumu objektu reģistrā (3.1. tab.).

3.1. tabula

2021. gadā ierīkoti āra bērza pēcnācēju pārbaužu stādījumi

Eksperimenta Nr.	Stādījuma ierīkošanas vieta	zinātn. platība, 10^4 m^2	stādījumadi zains	ģimeņu/klonu sk., gab.	zin. stādi kopā, gab.	stādi pieslēgrindās, gab.
3003200001471	Auces MN	2,3	vienk. p.	34	1088	350
3003200001472*	86. kv. 18.; 19. nog.		bloku p.	4	1280	
3003200001473			rindu p.	18	1198	
3003200001474	Jelgavas MN 16. kv. 15.; 17.; 18.; 19. nog.	0,8	vienk. p.	25	760	400
3003200001523	Kalsnavas MN 285. kv. 23. nog.	2,0	rindu p.	21	1560	150
3003200001524			vienk. p.	35	1100	
3003200001525*			bloku p.	1	320	
3003200001533	Mežoles MN 4. kv. 3. nog.	0,51	vienk. p.	24	768	124
Brīvapputes ģimeņu pēcnācēji*					1600	
Viengadīgi spraudņstādi					6420	
Kopā		5,61			8074	1024
					kopā stādi	9098
Stādi, kas izlietoti 2020. gada bērza stādījumu (nr.1432; 1433; 1439; 1440; 1436) pieslēgrindām						1250
					Pavisam stādi	10348

*brīvapputes ģimeņu pēcnācēji

2021. gada pavasarī stādmateriāla izaudzēšanai pēcnācēju pārbaudes stādījumu ierīkošanai iesētas 61 sēklu plantāciju klonu brīvapputes ģimene un 61 selekcijas materiāla kontrolēto krustojumu ģimene, kopā izaudzēti 19,2 tūkst. sējeņu, sagatavoti 47 klonu 6,58 tūkst. apsakņotu mikrospraudeņu, no kuriem izaudzēti 6,1 tūkstotis ietvarstādu. Turpināta 2020. gada bērza stādu ar uzlabotu sakņu sistēmu audzēšana MPS stādaudzētavā, un izaudzēti 85,4 tūkst. brīvapputes ģimeņu un 27,3 tūkst. kontrolēto krustojumu ģimeņu, kopā 112,75 tūkst. divgadīgu stādu pēcnācēju pārbaudēm 2022. gada pavasarī.

Klonu pēcnācēju pārbaužu stādījumu ierīkošanai, pavairojamā materiāla atjaunošanai un klonu arhīva uzturēšanai 58 selekcijas populācijas kloniem veikta dzinum kultūru iniciācija. Katram klonam sagatavoti 24 eksplanti, kas sastāv no 2 cm gara jaunā dzinuma fragmenta un viena pumpura. Ar šiem 1392 eksplantiem ierīkots arī izmēģinājums, lai salīdzinātu piecus sterilizēšanas veidus. Izmantots 0,1 % HgCl_2 šķīdums, kurā pumpuri turēti no 390 līdz 600 s un variants, kurā pēc sterilizēšanas HgCl_2 šķīdumā, tie uz 120 s iemērkti 96 % spirtā. Vismazāk (50 %) sterilo augu ieguva pēc 390 s apstrādes ar HgCl_2 , bet, palielinot laiku līdz 600 s, 87,5 % eksplantu bija brīvi no kontaminācijām (3.2. tab.). Vislabākie rezultāti iegūti dzīvsudraba hlorīda apstrādi papildinot ar 120 s mērcēšanu spirtā. Šādi izdevās iegūt 93,3 % tīru pumpuru, kas veiksmīgi attīstījās tālāk.

Sterilo eksplantu audzēšanai pirmajā pasāzā izmēģinātas trīs WPM barotnes ar dažādiem citokinīnu veidiem un koncentrācijām. Nepiemērota barotne bērzu *in vitro* kultūras attīstībai bija fitohormonu kombinācija BAP 0,5 + NES 0,01, uz kuras nenotika eksplantu tālāka attīstība. Savukārt uz WPM barotnes, kas papildināta ar zeatīnu koncentrācijā 0,5 un $1 \cdot 10^{-3} \text{ g } 10^{-3} \text{ m}^3$, augšanu uzsāka 50

un 57,1 % augu. Turpināts pētījums par piemērotākajām barotnēm tālākajās subkulturās, jo atkarībā no ievadītā eksplanta izveidojušo dzinumu attīstības fāzes, jāizmanto atšķirīgas barotnes.

3.2.tabula

Bērza pumpuru sterilizēšanas metodes *in vitro* dzinumu kultūras iniciācijai

Sterilizēšanas metode	Sterilu augu daudzums (%)
0,1 % HgCl ₂ 600 s	87,5
0,1 % HgCl ₂ 480 s	85,7
0,1 % HgCl ₂ 420 s	66,0
0,1 % HgCl ₂ 390 s	50,0
0,1 % HgCl ₂ 6 min + spirts 120 s	93,3

No 58 kloniem stabilizētu, proliferējošu kultūru septiņu subkulturā laikā izveidoja 28 kloni, bet 12 kloni attīstību neuzsāka kontamināciju vai nekrožu dēļ. Pārējie 18 kloni ir iniciācijas fāzē un, iespējams, kādi no tiem sasniegs stabilizācijas fāzi ilgākā laika periodā.

Dažādi attīstību uzsākušie kloni uzrādīja atšķirīgu augšanas intensitāti un proliferācijas spēju. Visātrāk viendabīgu dzinumu kultūru ar lielu pavairošanas intensitāti izveidoja kloni 54-23, 54-296-238, 589-9999, 54-3-3-14, bet vissliktāko morfogēno potenciālu uzrādīja kloni 55-170, 54-419, 55-911.

Izaudzēti un nodoti a/s LVM struktūrvienībai “Sēklas un stādi” “Kalsnava 4” un “Kalsnava 5” sēklu plantāciju *in vitro* pavairotu 29 klonu spraudenstādi plantāciju atjaunošanai un paplašināšanai.

3.2. Āra bērza ziedēšanas veicināšana un kontrolētā krustošana

Kārpainā bērza klonu arhīvs (aug 50 10⁻³m³ podos) pavasarī papildināts ar 11 klonu *in vitro* pavairotiem augiem, katram klonam 4 rameti. Pēc vairs neražojošo klonu rametu izņemšanas, šobrīd klonu arhīvā ir 117 klonu 414 koki.

Ziedēšanas intensitāte 2021. gada pavasarī bija zema, ziedēja atsevišķi kloni, galvenokārt tie, kuriem jau izveidotas krustojumu kombinācijas, tādēļ kontrolētā krustošana netika veikta.

Apgūstot jaunās iekārtas un aprīkojumu, uzsākts ziedēšanas veicināšanas izmēģinājums kontrolētos apstākļos LVMI Silava klimata laboratorijā.

3.3. Pēcnācēju pārbaudes stādījumu uzmērīšana

Turpināta selekcijas materiāla – pēcnācēju pārbaudžu stādījumu Nr. 962; Nr. 963 (Jelgavas mežu novads), Nr. 974; Nr. 975 (Kalsnavas mežu novads), Nr. 55 (Dobeles novads, Ukru pagasts), Nr. 589 (Cēsu novads, Taurenas pagasts) uzmērīšana, vērtēšana, uzturēšana (nepieciešamības gadījumā - marķējuma atjaunošana). Stādījumi ierīkoti laikā no 2000.–2018. gadam. Stādījumu kopējā platība ir 24,5 10⁴ m².

Kārpainā bērza pēcnācēju pārbaudžu stādījumos Ukros (Nr. 55) un Taurenē (Nr. 589) koku augstums un caurmērs uzmērīts 2021. gada ziemā – pavasarī (pēc 2020. gada augšanas sezonas). Izmantojot šos mērījumus, aprēķināts katra koka stumbra tilpums. Lai novērtētu produktivitāti, ņemot vērā arī koku saglabāšanos, aprēķināta ģimeņu krāja uz ha. Ievāktie dati izmantoti arī ģenētisko parametru – iedzīstamības koeficienta h^2 un aditīvā ģenētiskās variācijas koeficienta CVa aprēķiniem. Aprēķini veikti ar statistikas programmu R.

3.3.1. Ģenētiskie parametri

Iedzīstamības koeficients h^2 variēja no $0,27 \pm 0,036$ caurmēram Taurenas stādījumā līdz pat $0,59 \pm 0,045$ augstumam, vērtējot ģimenes, kas sastopamas abos stādījumos (3.3. tab.). Kopumā tas norāda uz augstu ģenētiski noteiktās mainības īpatsvaru kopējā pazīmju mainībā eksperimentos. Zemāks h^2 caurmēram skaidrojams ar lielāku koku savstarpējās konkurences ietekmi uz šo pazīmi,

salīdzinot ar koku augstumu. Aprēķinātie aditīvās ģenētiskās variācijas koeficienti *CVa* norāda, ka augstākais selekcijas potenciāls ir stumbra tilpumam, kurš ģimeņu līmenī variē līdz pat 24-28 % attiecībā pret eksperimentu vidējo vērtību.

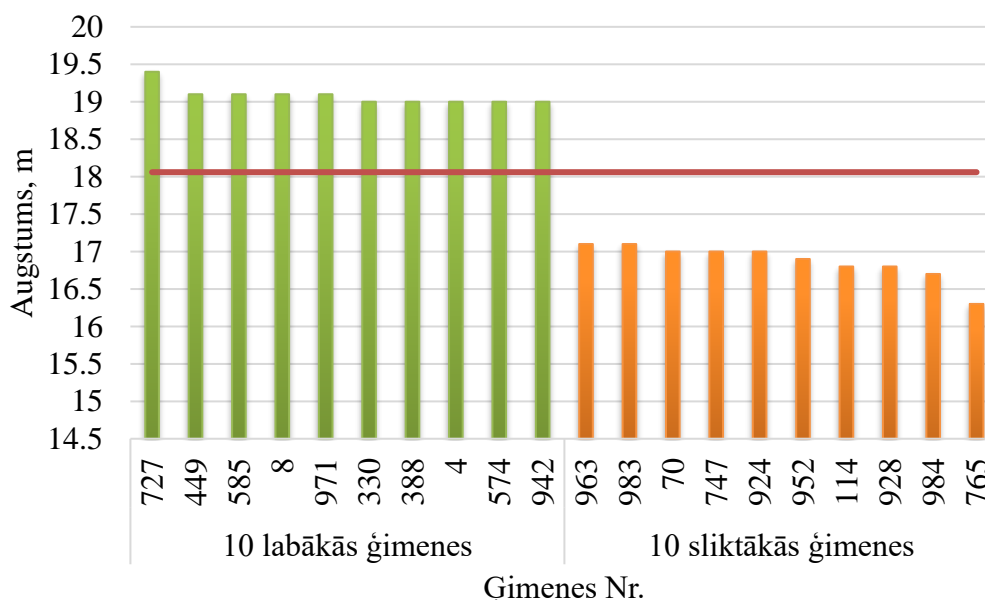
3.3. tabula

Aprēķinātās iedzimstamības koeficienta h^2 un aditīvās ģenētiskās variācijas koeficienta *CVa* vērtības vērtētajām pazīmēm parastā bērza brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumos Ukros un Taurenē 22 gadu vecumā

-	Iedzimstamības koeficients $h^2 \pm$ standartklūda			Aditīvās ģenētiskās variācijas koeficients <i>CVa</i> , %		
	Ukri	Taurene	Ukri & Taurene	Ukri	Taurene	Ukri & Taurene
Augstums	0,43 ± 0,040	0,51 ± 0,049	0,59 ± 0,045	5,99	8,92	7,39
Caurmērs	0,32 ± 0,034	0,27 ± 0,036	0,31 ± 0,030	10,89	12,50	11,17
Stumbra tilpums	0,34 ± 0,035	0,30 ± 0,037	0,34 ± 0,031	24,42	28,08	25,40

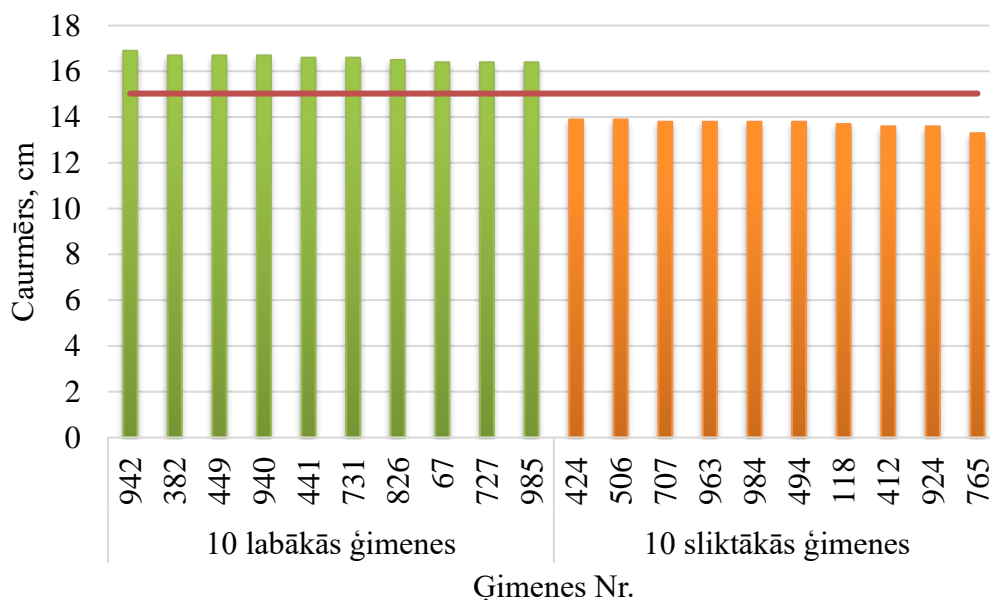
3.3.2. Ģimeņu līmeņa atšķirības un selekcijas efekts

Ukros vidējais augstums, caurmērs un stumbra tilpums bija attiecīgi 18,1 m, 15,0 cm un 0.157 m³. Aprēķinātā krāja stādījumā 157,3 m³ ha⁻¹. Selekcijas efekts pret stādījuma vidējo rādītāju augstumam variēja no -9,6 līdz 7,2 %, labākajām ģimenēm sasniedzot vidējo augstumu 19,0–19,4 m (3.1. att.). Ģimeņu selekcijas efekts caurmēram bija robežās no -11,2 līdz 12,3 %, labākajai ģimenei sasniedzot vidējo caurmēru 16,9 cm (3.2. att.). Stumbra tilpuma selekcijas efekts variēja no -21,9 līdz 32,0 %, kas, kombinējot šo rādītāju ar koku saglabāšanos stādījumā, uzrādīja produktīvāko ģimeņu krāju 323 līdz 341 m³ ha⁻¹ (3.3. att.).



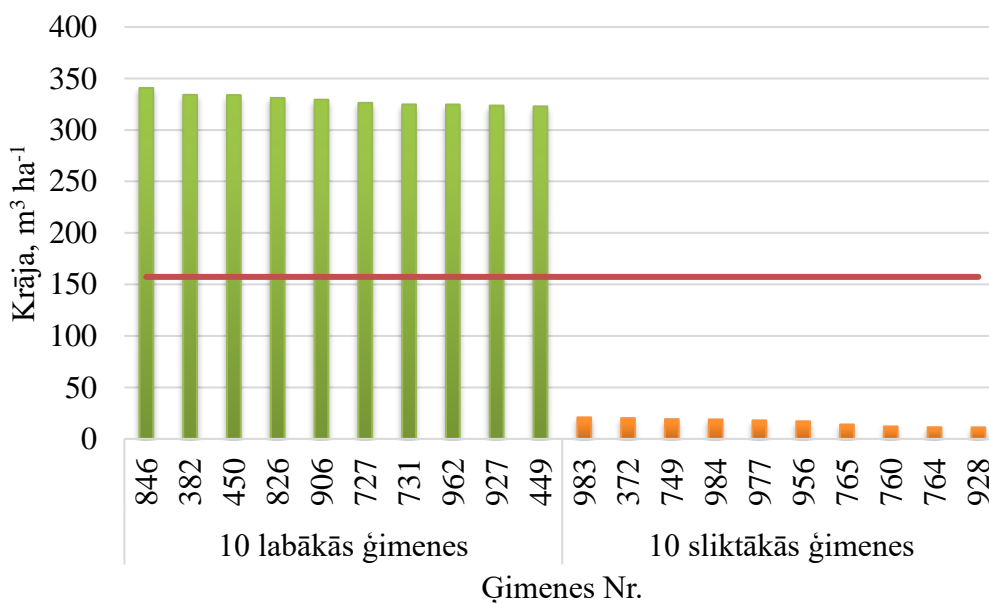
3.1. att. Vidējais augstums (m) atlasītām 10 labākajām un 10 sliktākajām ģimenēm pēc pazīmes kārpainā bērza brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumā Ukros 22 gadu vecumā

Sarkanā līnija apzīmē vidējo koku augstumu (m) eksperimentā



3.2. att. Vidējais caurmērs (cm) atlasītām 10 labākajām un 10 sliktākajām ģimenēm pēc pazīmes kārpainā bērza brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumā Ukros 22 gadu vecumā

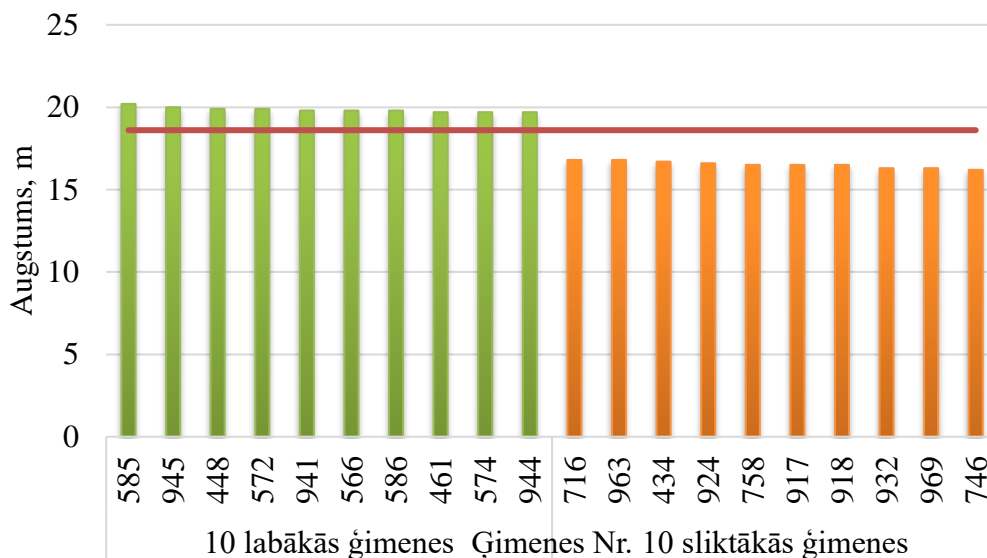
Sarkanā līnija apzīmē vidējo koku caurmēru (cm) eksperimentā



3.3. att. Vidējā krāja (m³ ha⁻¹) atlasītām 10 labākajām un 10 sliktākajām ģimenēm pēc pazīmes kārpainā bērza brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumā Ukros 22 gadu vecumā

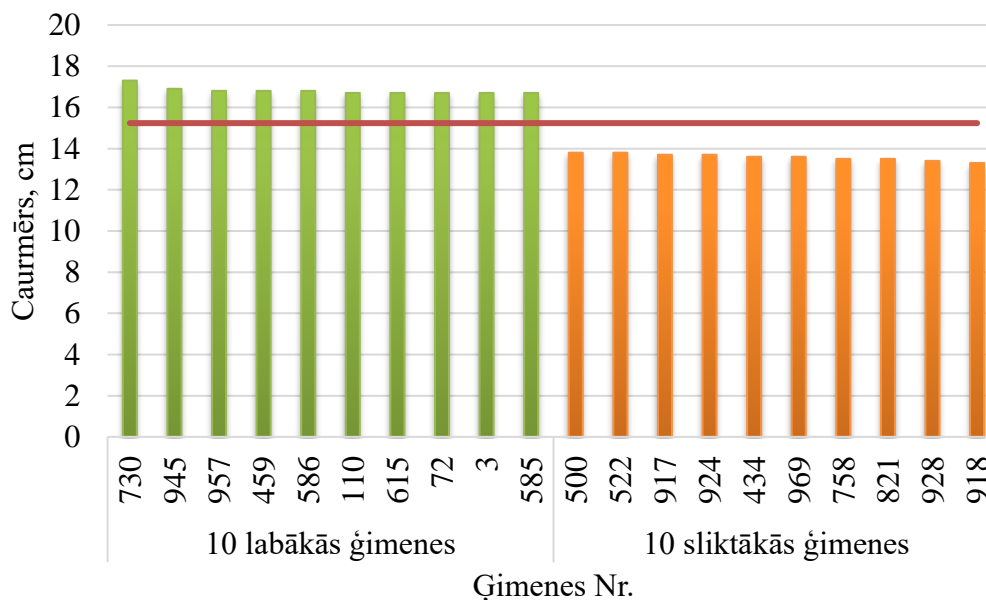
Sarkanā līnija apzīmē vidējo krāju (m³ ha⁻¹) eksperimentā

Vidējais augstums, caurmērs un stumbra tilpums Tauresnes stādījumā bija attiecīgi 18,6 m, 15,2 cm un 0,171 m³, kas rezultējās krājā 127,3 m³ ha⁻¹. Ātraudzīgāko ģimeņu vidējais augstums sasniedza 19,7 līdz 20,2 m (selekcijas efekts 5,9–8,4 %), kamēr 10 lēnaudzīgāko ģimeņu augstums sasniedza 16,2–16,8 m (negatīvs selekcijas efekts līdz -13 %) (3.4. att.). Labākās ģimenes pēc caurmēra raksturojamas ar vidējo rādītāju 16,7 līdz 17,3 cm, kas dod 9,9 līdz 13,6 % selekcijas efektu (3.5. att.). Stumbra tilpuma selekcijas efekts variēja no -27,7 līdz 33,2 %, bet 10 labāko ģimeņu krāja sasniedza 254 līdz 302 m³ ha⁻¹ (3.6. att.).



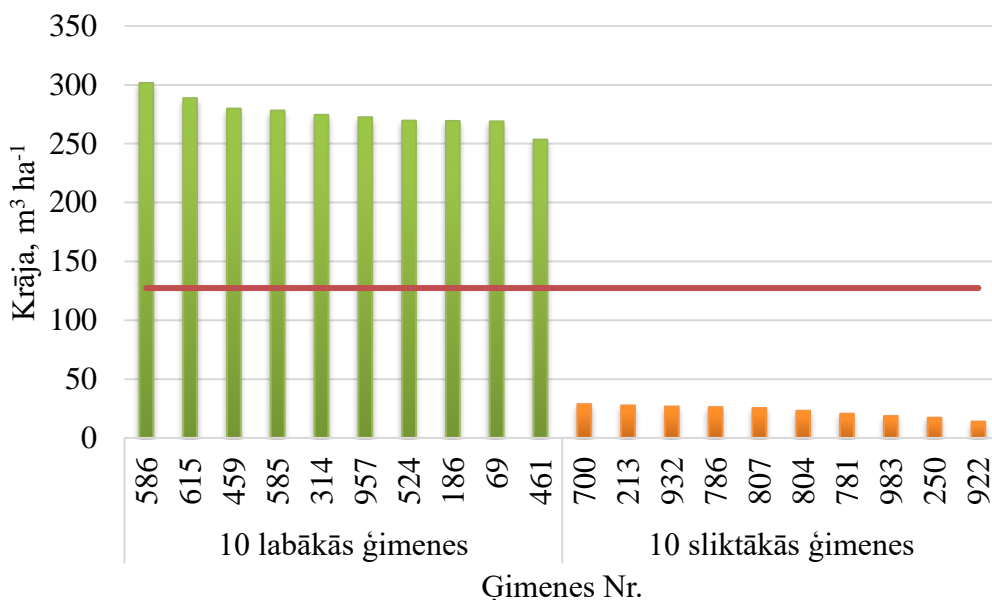
3.4. att. Vidējais augstums (m) atlasītām 10 labākajām un 10 sliktākajām ģimenēm pēc pazīmes kārpainā bērza brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumā Taurenē 22 gadu vecumā

Sarkanā līnija apzīmē vidējo koku augstumu (m) eksperimentā



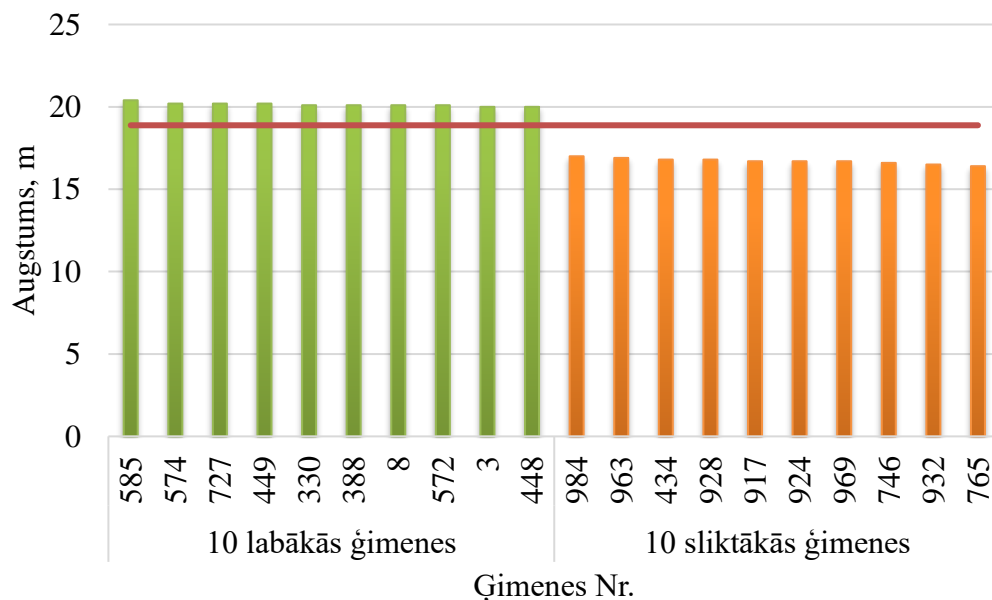
3.5. att. Vidējais caurmērs (cm) atlasītām 10 labākajām un 10 sliktākajām ģimenēm pēc pazīmes kārpainā bērza brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumā Taurenē 22 gadu vecumā

Sarkanā līnija apzīmē vidējo koku caurmēru (cm) eksperimentā

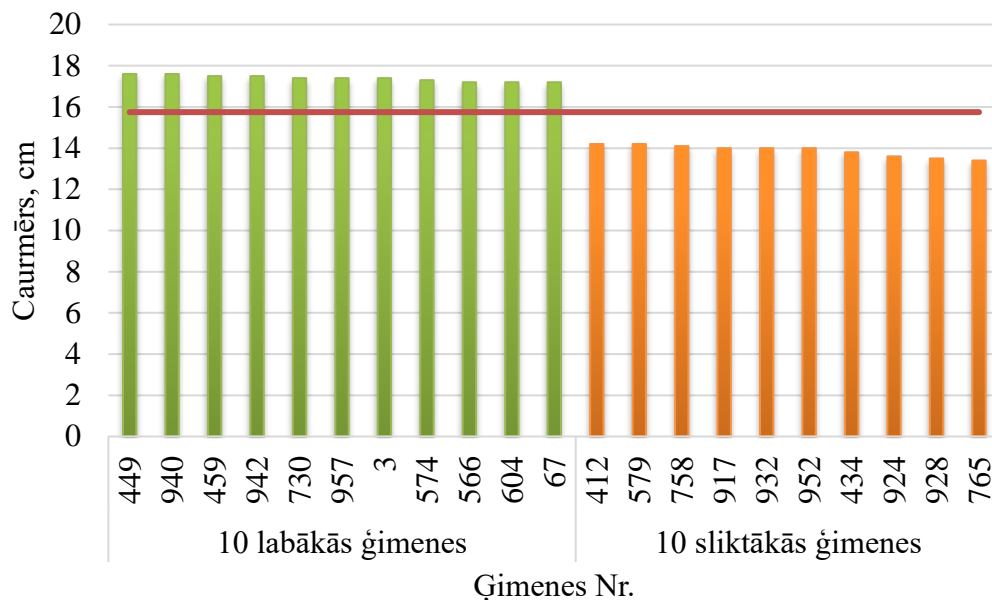


3.6. att. Vidējā krāja (m³ ha⁻¹) atlasītām 10 labākajām un 10 sliktākajām ģimenēm pēc pazīmes kārpainā bērza brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumā Taurenē 22 gadu vecumā
Sarkanā līnija apzīmē vidējo krāju (m³ ha⁻¹) eksperimentā

Abos paralēlajos pēcnācēju pārbaužu stādījumos sastopamo ģimeņu (kopumā 590) ātraudzība un produktivitāte vērtēta arī Ukros un Taurenē kopā, kas ļauj novērtēt un atlasīt labākās ģimenes mainīgos augšanas apstākļos (klimatā). Selekcijas efekts augstumam variēja no -12,9 % (ģimenes vidējais augstums 16,4 m) līdz 8,0 % (ģimenes vidējais augstums 20,4 m) attiecībā pret eksperimenta vidējo rādītāju (18,9 m) (3.7. att.). Ģimeņu atšķirības pēc caurmēra bija lielākas (3.8. att.), sasniedzot -14,7 un 12,0 % (attiecīgi 13,4 un 17,6 cm; eksperimentā vidēji 15,8 cm). Ģimeņu līmeņa koku saglabāšanās kopā ar stumbra tilpuma selekcijas efektu robežās no -31,0 līdz 28,5 % rezultējās ģimeņu krājas atšķirībās no 10,1 līdz 282,1 m³ ha⁻¹ (3.9. att.).

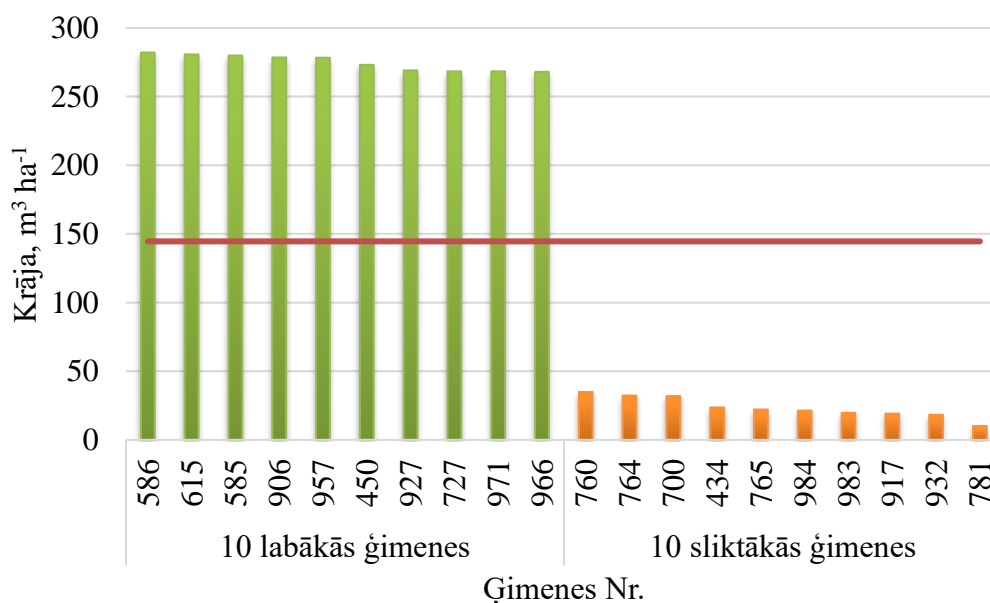


3.7. att. Vidējais augstums (m) atlasītām 10 labākajām un 10 sliktākajām ģimenēm pēc pazīmes kombinētajos kārpainā bērza brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumos Ukros un Taurenē 22 gadu vecumā
Sarkanā līnija apzīmē vidējo koku augstumu (m) eksperimentos



3.8. att. Vidējais caurmērs (cm) atlasītām 10 labākajām un 10 sliktākajām ģimenēm pēc pazīmes kārpainā bērza brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumā Taurenē 22 gadu vecumā

Sarkanā līnija apzīmē vidējo koku caurmēru (cm) eksperimentos



3.9. att. Vidējā krāja (m³ ha⁻¹) atlasītām 10 labākajām un 10 sliktākajām ģimenēm pēc pazīmes kombinētajos kārpainā bērza brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumos Ukros un Taurenē 22 gadu vecumā

Sarkanā līnija apzīmē vidējo krāju (m³ ha⁻¹) eksperimentos

4. Melnalkšņa selekcija

4.1. Brīvapputes sēklu ievākšana pēcnācēju pārbaužu ierīkošanai

Pēcnācēju pārbaužu ierīkošanai melnalkšņa sēklu plantācijās Platene, Vecumi, Vēžinieki un MPS klonu arhīvā ievāktas melnalkšņa klonu brīvapputes sēklas (4.1. tab.). Pārskata sagatavošanas laikā turpinās melnalkšņa sēklu paraugu apstrāde un sagatavošana glabāšanai.

4.1. tabula

2021. gadā ievāktās melnalkšņa klonu brīvapputes sēklas

Plantācija	Klonu skaits plantācijā, gab	klonu skaits, no kuriem ievāktas sēklas, gab	rametu skaits, no kuriem ievāktas sēklas, gab
Platene	52	49	55
Vecumi	101	41	41
Vēžinieki	66	33	34
MPS klonu arhīvs	32	18	28
Kopā:		141	

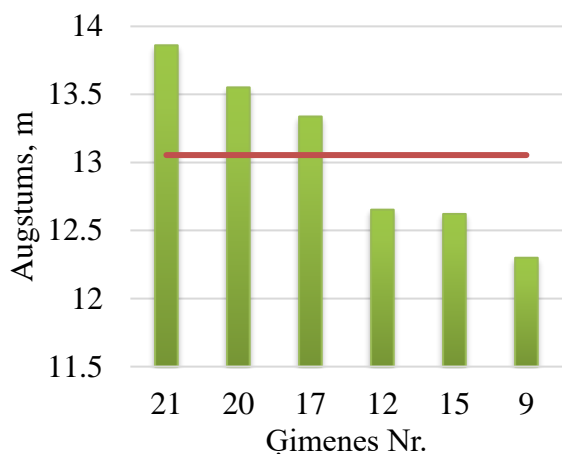
MPS stādaudzētavā pēcnācēju pārbaužu ierīkošanai izaudzēti 6017 divgadīgi melnalkšņa stādi ar uzlabotu sakņu sistēmu.

4.2. Pēcnācēju pārbaudes stādījumu uzmērīšana

Uzsākta selekcijas materiāla – pēcnācēju pārbaužu stādījumu Nr. 272 (Jelgavas mežu novads), Nr. 71 (Dobeles novads, Ukru pagasts) uzmērīšana un vērtēšana, uzturēšana (nepieciešamības gadījumā - marķējuma atjaunošana). Stādījumi ierīkoti laikā no 2000.–2005. gadam. Stādījumu kopējā platība ir $2,1 \cdot 10^4 \text{ m}^2$.

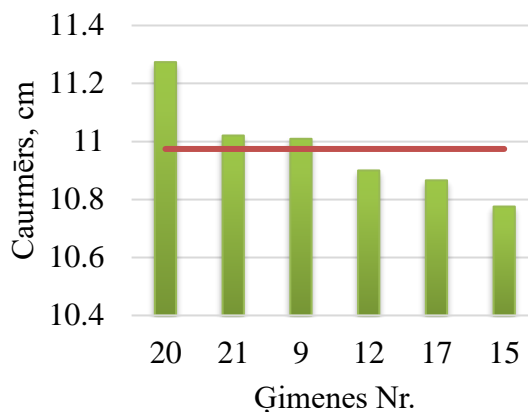
Melnalkšņa pēcnācēju pārbaudes stādījumā Nr. 272 koku augstuma un caurmēra mērījumi, kā arī stumbra kvalitātes pazīmju un defektu vērtēšana veikta pēc 2020. gada augšanas sezonas. Ņemot vērā atšķirīgo eksperimenta dizainu bloku un vienkoku parcelēm, aprēķini abu veidu parcelēm veikti atsevišķi. Izmantojot augstuma un caurmēra mērījumus, aprēķināts katra koka stumbra tilpums. Lai novērtētu produktivitāti, ņemot vērā arī koku saglabāšanos, aprēķināta ģimeņu krāja uz ha. Ievāktie dati izmantoti arī ģenētisko parametru – iedzimstamības koeficienta h^2 un aditīvā ģenētiskās variācijas koeficienta CVa aprēķiniem, vērtējot ģimenes, kas pārstāvētas vienkoku parcelēs.

Stādījuma daļā ar bloku parcelēm vidējais koku augstums, caurmērs un stumbra tilpums bija attiecīgi 13,1 m, 11,1 cm un $0,073 \text{ m}^3$, bet aprēķinātā krāja $113,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Ģimeņu vidējais augstums variēja no 12,3 līdz 13,9 m, kas rezultējās selekcijas efektā no -5,8 līdz 6,2 % (4.1. att.). Ģimeņu vidējā caurmēra atšķirības bija mazākas (no 10,7 līdz 11,3 cm), labākās ģimenes selekcijas efektam sasniedzot 2,7 % (4.2. att.). Aprēķinātā krāja produktīvākajai ģimenei bija $133,4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, kas par 14 % pārsniedza vidējo krāju bloku parcelēs (4.3. att.). Gan stumbra, gan zarojuma kvalitāte neuzrādīja tendenci saistībā ar ģimeņu produktivitāti, kas ļauj atlasīt produktīvus genotipus, nesamazinot stumbra kvalitāti (4.3. att.). Koku ar padēliem, zaudētu galotni, vairākām galotnēm vai vairākiem stumbriem īpatsvars stādījumā bija attiecīgi 15,6%, 45,2 %, 2,3 % un 5,0 %, taču šiem stumbra defektiem nebija ne statistiski būtiskas, ne praktiski nozīmīgas atšķirības starp ģimenēm.



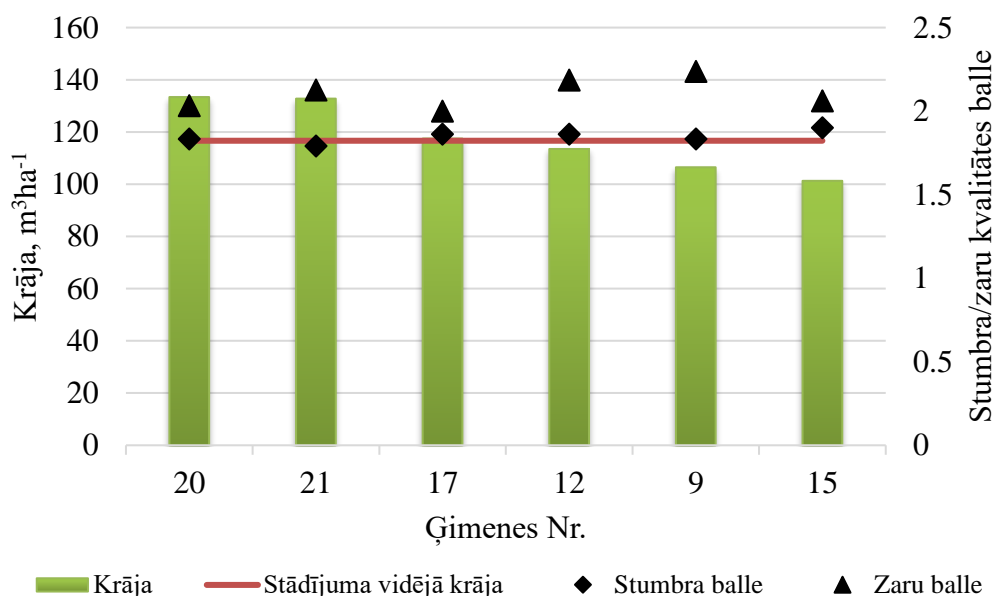
4.1. att. Vidējais augstums (m) melnalkšņa brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumā Nr. 272 18 gadu vecumā, bloku parcelēs

Sarkanā līnija apzīmē vidējo koku augstumu (m) eksperimentā



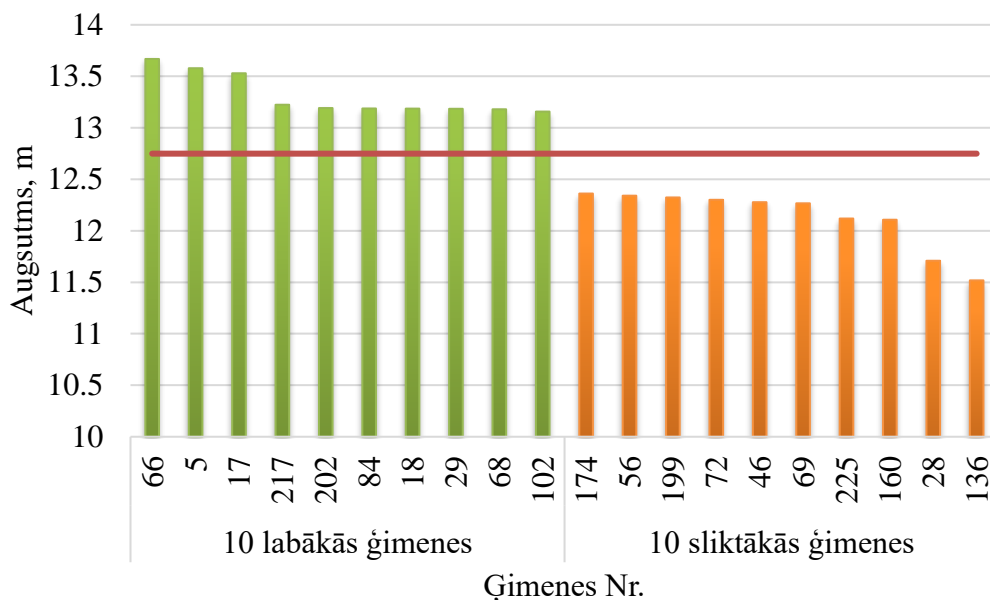
4.2. att. Vidējais caurmērs (cm) melnalkšņa brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumā Nr. 272 18 gadu vecumā, bloku parcelēs

Sarkanā līnija apzīmē vidējo koku caurmēru (cm) eksperimentā



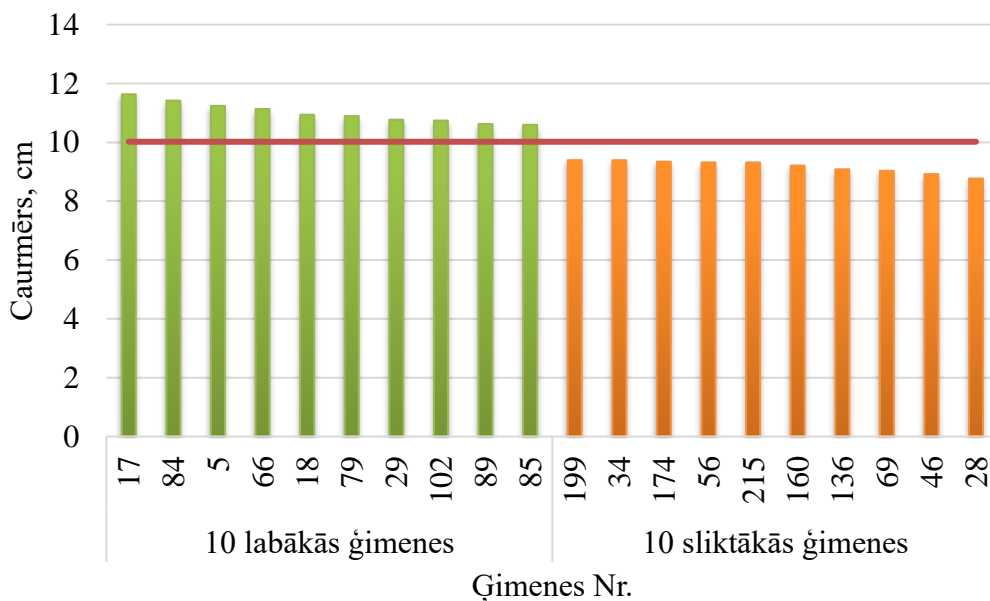
4.3. att. Vidējā krāja ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$), stumbra un zaru kvalitātes vērtējuma balle melnalkšņa brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumā Nr. 272 18 gadu vecumā, bloku parcelēs

Stādījuma daļā ar vienkoku parcelēm vidējais koku augstums, caurmērs un stumbra tilpums bija attiecīgi 12,8 m, 10,0 cm un 0,060 m^3 ; krāja 91,0 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$. Ģimeņu selekcijas efekts augstumam sasniedza -9,6 % (11,5 m) un 7,21 % (13,7 m) attiecībā pret vienkoku parcelu vidējo rādītāju (4.4. att.), bet šis rādītājs caurmēram bija augstāks - attiecīgi -12,5 % (8,8 cm) un 16,1 % (11,6 cm) (4.5. att.). Produktīvākās ģimenes krāja bija 171,0 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$, pārsniedzot vienkoku parcelu vidējo rādītāju par 80 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ (+ 88 %) (4.6. att.). Līdzīgi kā bloku parcelu daļā, zaru kvalitātei nebija novērojama tendence mainīties, mainoties ģimeņu produktivitātei, taču stumbra kvalitāte kopumā novērtēta augstāka (zemāka vērtējuma balle) tieši produktīvākajām ģimenēm (4.6. att.). Koku ar padēliem, zaudētu galotni, vairākām galotnēm vai vairākiem stumbriem īpatsvars stādījumā bija attiecīgi 17,6%, 56,5 %, 2,8 % un 2,6 %, taču šie defekti nebija ģenētiski noteikti, tāpat kā bloku parcelēs.



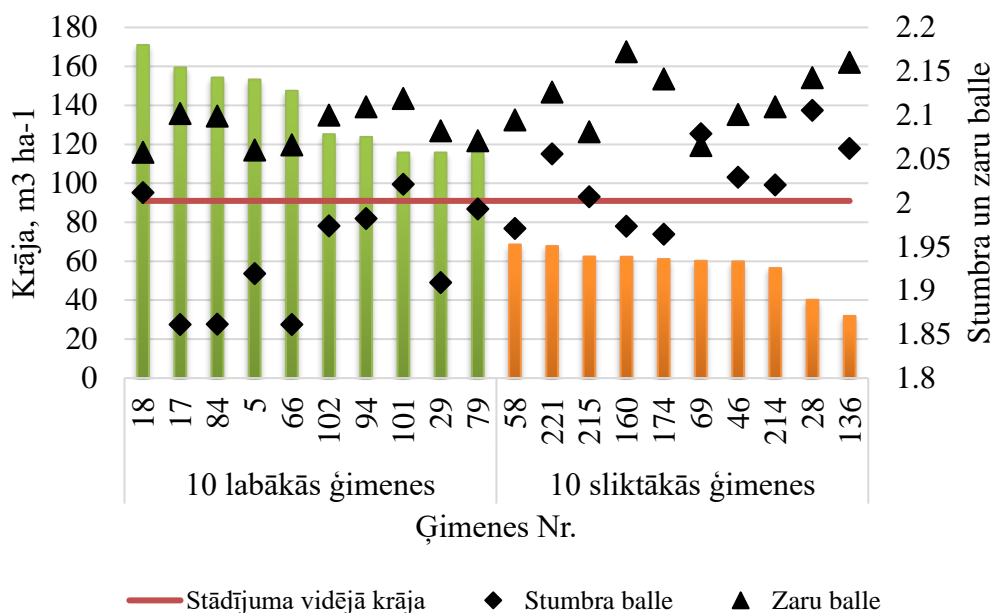
4.4. att. Vidējais augstums (m) atlasītām 10 labākajām un 10 sliktākajām ģimenēm pēc pazīmes melnalkšņa brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumā Nr. 272 18 gadu vecumā, vienkoku parcelēs

Sarkanā līnija apzīmē vidējo koku augstumu (m) eksperimentā



4.5. att. Vidējais caurmērs (cm) atlasītām 10 labākajām un 10 sliktākajām ģimenēm pēc pazīmes melnalkšņa brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumā Nr. 272 18 gadu vecumā, vienkoku parcelēs

Sarkanā līnija apzīmē vidējo koku caurmēru (cm) eksperimentā



4.6. att. Vidējā krāja ($m^3 ha^{-1}$), stumbra un zaru kvalitātes vērtējuma balle atlasītām 10 labākajām un 10 sliktākajām ģimenēm pēc krājas melnalkšņa brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumā Nr. 272 18 gadu vecumā, vienkoku parcelēs

Aprēķinātie ģenētiskie parametri norāda uz nozīmīgu potenciālās atlasē ietekmi uz koku produktivitāti raksturojošām pazīmēm – augstumu, caurmēru un stumbra tilpumu -, no kurām pēdējam iedzimstamības koeficients h^2 un aditīvās ģenētiskās mainības koeficients CVa sasniedza attiecīgi $0,37 \pm 0,102$ un $36,41$ % (4.2. tab.). Ar zemākām h^2 vērtībām raksturojama stumbra un zaru kvalitāte ($0,07 - 0,13$), taču CVa stumbra kvalitātes ballei ($10,32$ %) norāda uz pietiekami augstu selekcijas potenciālu, atlasot ģimenes pēc šīs pazīmes. Kā iepriekš minēts, netika novērotas atšķirības starp ģimenēm koku ar stumbra defektiem īpatsvarā, ko apstiprina arī šo pazīmju $h^2 \leq 0,02$.

4.2. tabula

Aprēķinātās iedzimstamības koeficienta h^2 un aditīvās ģenētiskās variācijas koeficienta CVa vērtības vērtētajām pazīmēm melnalkšņa brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumā Nr. 272 18 gadu vecumā, vienkoku parcelēs

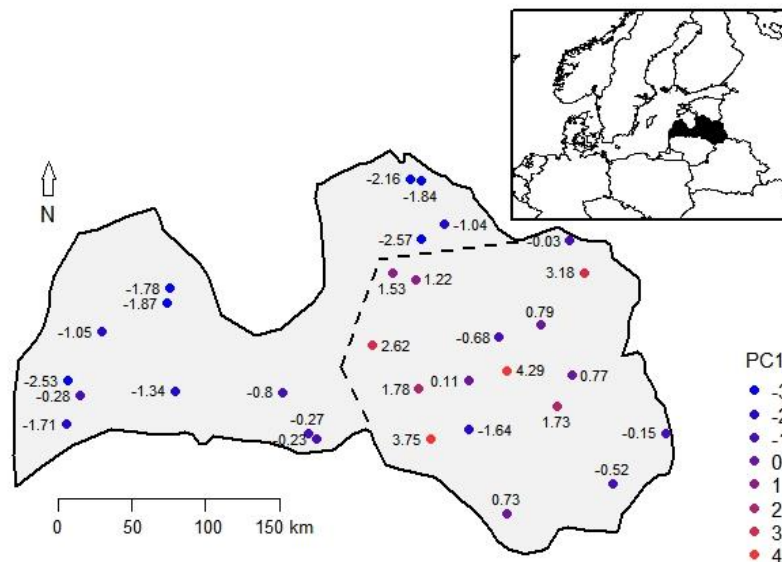
Pazīme	Iedzimstamības koeficients h^2 \pm standartklūda	Aditīvās ģenētiskās variācijas koeficients CVa , %
Augstums	$0,23 \pm 0,078$	8,45
Caurmērs	$0,29 \pm 0,088$	15,55
Stumbra tilpums	$0,37 \pm 0,102$	36,41
Stumbra kvalitātes balle	$0,13 \pm 0,060$	10,32
Zaru kvalitātes balle	$0,07 \pm 0,050$	5,21

5. Selekcijas darba popularizēšana

Pārskata periodā, analizējot pēcnācēju pārbaužu vērtēšanā, uzmērīšanā un pētījumos laboratorijā iegūto informāciju, sagatavoti un publicēti manuskripti:

1. Gailis A., Zeltiņš P., Matisons R., Purviņš A., Augustovs J., Vīndedzis V., Jansons Ā. (2021). **Local adaptation of phenotypic stem traits distinguishes two provenance regions of silver birch in Latvia.** *Silva Fennica* vol. 55 no. 2 article id 10524. <https://doi.org/10.14214/sf.10524>

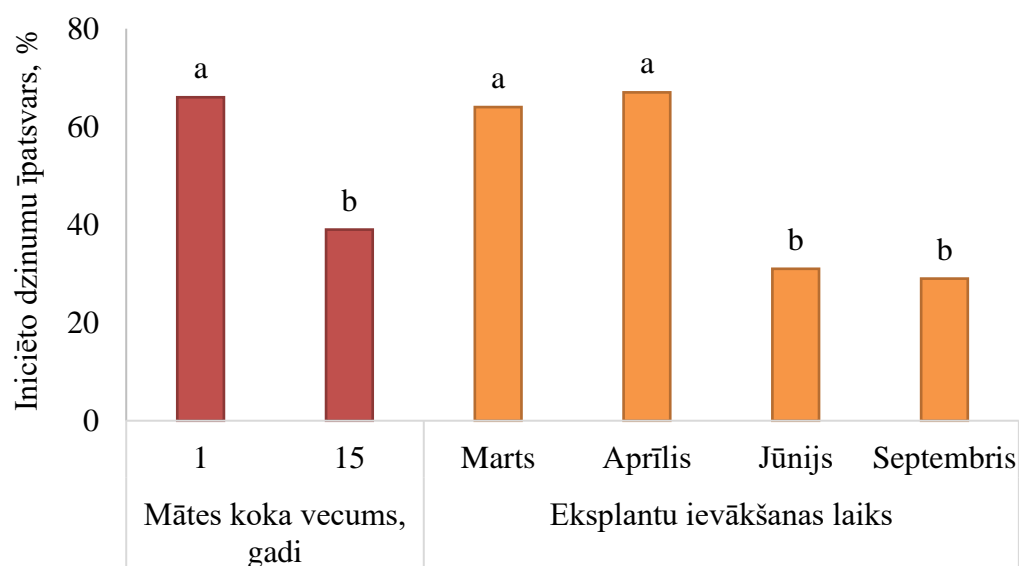
Koku sugu populācijām ar plašu izplatības areālu piemēram, āra bērzam (*Betula pendula* Roth), raksturīga ģenētiskā specializācija lokālajiem vides apstākļiem, vienlaikus saglabājot augstu fenotipisko plastiskumu. Attiecīgi šis lokālās specializācijas novērtējums ir būtisks adaptīvai mežsaimniecībai (meža atjaunošanai). Pētījuma mērķis bija atklāt augšanas un stumbra kvalitātes lokālās adaptācijas ģeogrāfiskās iezīmes, balstoties uz informāciju no diviem brīvapputes pēcnācēju pārbaužu stādījumiem – Ukriem un Taureni -, vērtējot vietējo materiālu. Tika izdalīti divi izcelsmes reģioni (5.1.att.), kas atšķiras pēc klimata kontinentalitātes un kuriem arī atšķīrās augšanas īpašību ģenētiskā kontrole, kas visticamāk skaidrojams ar veģetācijas pēcledušlaikmeta rekolonizāciju un sekojošo dabisko adaptāciju. Pazīmju iedzīstamība tika novērtēta katram no atšķirīgajiem reģioniem, un tā norādīja uz atšķirīgu ģenētisko adaptāciju un nākotnes atlases potenciālu. Koki no kontinentālākās iekšzemes raksturojami ar ātraudzību un augstāku šo pazīmju (augstums, caurmērs) iedzīstamību. Piekrastes izcelsmes reģions raksturojams ar lēnāku augšanu un vidēji spēcīgu iedzīstamību. Neatkarīgi no reģiona tika novērtēta vidēja līdz augsta iedzīstamība stumbra kvalitātes pazīmēm. Kopumā augstāka produktivitāte un tās iedzīstamība liecina, ka atlase labākajās iekšzemes izcelsmēs var nodrošināt augstvērtīgāku un pielāgoties spējīgu selekcijas populāciju, salīdzinot ar piekrastes proveniencēm. Tomēr līdzvērtīga kvalitātes īpašību fenotipiskā variācija un iedzīstamība nozīmē uzlabotu stumbra kvalitāti finiera ražošanai neatkarīgi no izcelsmes reģiona. Kopumā āra bērza genotipu augstā adaptīvā spēja liecina par spēju pielāgoties klimatiskajām izmaiņām, izceļot sugas potenciālu klimata ziņā gudrai mežsaimniecībai.



5.1.att. Āra bērza proveniencu reģionu iedalījums Latvijā (robeža apzīmēta ar raustītu līniju) pēc galveno komponentu analīzes pirmās dimensijas vērtībām (PC1), balstoties uz vērtētajām koku ātraudzību un produktivitāti raksturojošajām pazīmēm (augstums, caurmērs, stumbra tilpums)

2. Gailis A., Samsone I., Šēnhofa S. Girgžde E., Kāpostiņš R., Jansons Ā. (2021) **Silver birch (*Betula pendula* Roth.) culture initiation in vitro and genotype determined differences in micropropagation.** *New Forests*, 52(1), 1-16, <https://doi.org/10.1007/s11056-020-09828-9>

Mikropavairošanai ir vairākas priekšrocības salīdzinājumā ar tradicionālajām veģetatīvās pavairošanas metodēm, taču to ierobežo genotipa reakcija. Tika vērtēta mātes koka vecuma un eksplantu ievākšanas laika ietekme uz kultūras iniciāciju *in vitro*, kā arī pavairošanās spējas un dažādu barotnes veidu un augu augšanas regulatoru ietekme uz āra bērza genotipiem. No viengadīgiem kokiem ievāktajiem eksplantiem (66%) un pavasarī ievāktajiem eksplantiem (64–67%) veidojās ievērojami ($p < 0,001$) lielāks dzinumu īpatsvars nekā no 15 gadus veciem kokiem (39%) un no tiem, kas ievākti vasaras vidū (31%) un rudenī (29%) (5.2.att.). Stabilizētā kultūrā galvenā dzinuma garums starp genotipiem svārstījās no 1,3 līdz 7,8 cm, un pavairošanas koeficients bija no 1,0 līdz 6,8 dzinumiem uz vienu eksplantu. Hiperhidratēti dzinumi bija 17 no 50 kloniem, un starp kloniem to skaits variēja no 14 līdz 50%. Kultūrām uz Murashige & Skoog bāzes barotnes bija lielāks vairošanās ātrums nekā kultūrām uz kokaugu barotnes, un zeatīna lietošana nodrošināja labākus rezultātus nekā 6-benzilaminopurīns. Atšķirība starp citokinīna veidiem pavairošanas koeficientam bija 11–29%, bet galvenā dzinuma garumam 21–29%. Augstākais pavairošanas koeficients tika iegūts, izmantojot zeatīna koncentrāciju 0,5 mg L⁻¹. Tomēr labākai dzinumu augšanai un proliferācijai bija nozīmīga pozitīva saistība ar dzinumu hiperhidratāciju ($p < 0,001$), tāpēc rūpīgi jāizvēlas barotne ar optimālu līdzsvaru starp pavairošanas ātrumu un hiperhidratēto dzinumu skaitu.



5.2.att. Iniciēto dzinumu īpatsvars sadalījumā pa mātes koka vecumu un eksplantu ievākšanas laiku. Statistiski būtiskas atšķirības starp vecuma un ievākšanas laika grupām apzīmētas ar dažādiem burtiem ($p \leq 0,001$)

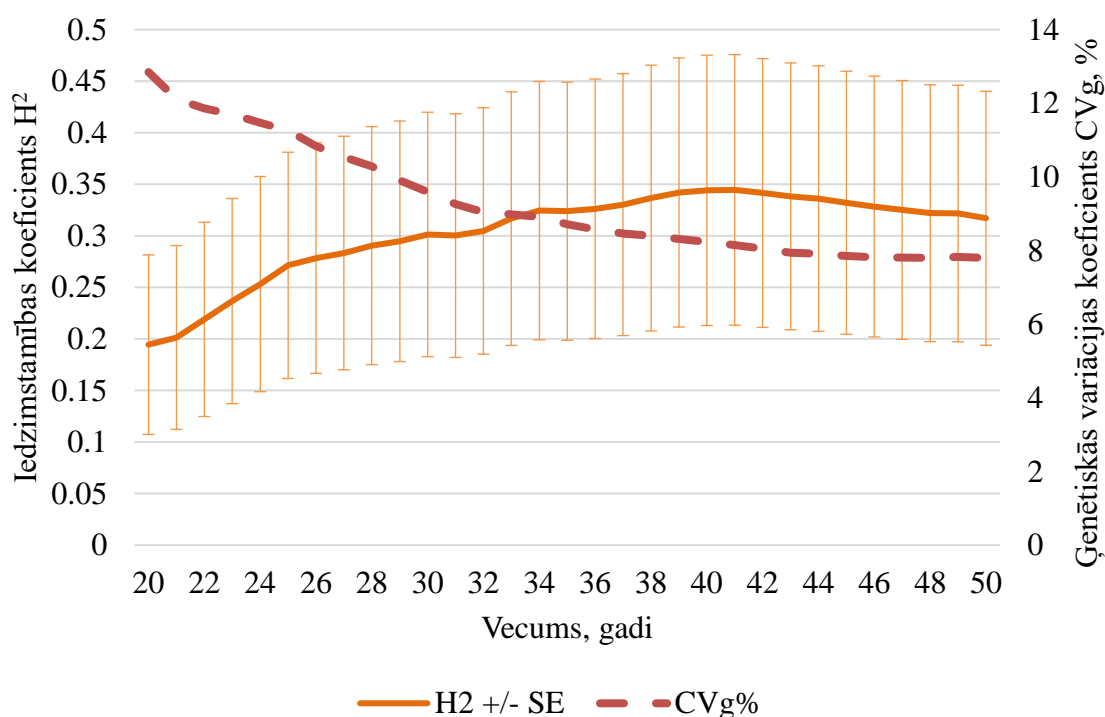
3. Zeltiņš, P., Gailis, A. and Zariņa, I. (2021) **Long-term performance of Norway spruce in two provenance trials in Latvia.** *Baltic Forestry* 27(1): article id 195. <https://doi.org/10.46490/BF195>.

Ir svarīgi izvēlēties ne tikai produktīvu, bet arī izturīgu parastās egles reproduktīvo materiālu ar labu pielāgošanās spēju mainīgajiem klimatiskajiem apstākļiem, rezistenci un kvalitātes īpašībām. Piemērotu pārvietotu izcelsmju izmantošana var palielināt meža produktivitāti. Tādējādi ir nepieciešams zināt dažāda ģenētiskā materiāla ilgtermiņa piemērotību, lai palielinātu spēju pielāgoties klimata pārmaiņām. Tika vērtēti divi egles provenienču izmēģinājumu stādījumi Latvijas austrumu un rietumu daļā attiecīgi 34 un 29 gadu vecumā, nosakot izcelsmes ilgtermiņa ietekmi uz augšanas veiktspēju, stumbra kvalitāti un plaukšanas laiku. Maigākā Rietumlatvijas klimatā labāku augšanu uzrādīja atsevišķas uz ziemeļiem pārvietotas vēlu plaukstošas proveniņas no Ukrainas Karpatu kalniem un Lietuvas,

kuru šķērslaukums bija līdz pat 35% lielāks nekā izmēģinājuma vidējais rādītājs. Priekšrocības netika novērotas agri plaukstošām Rietumkrievijas proveniecēm, kas pārvietotas uz dienvidiem. Latvijas provenieces uzrādīja mainīgu sniegumu attiecībā uz produktivitāti un stumbra kvalitāti. Bargākos Austrumlatvijas klimata apstākļos produktīvu vietējo sēklu izvēle uzskatāma par piemērotāko, nodrošinot augstāku produktivitāti un salīdzinoši mazāku koku ar stumbra defektiem īpatsvaru, salīdzinot ar pārvietotu materiālu.

4. Sagatavots publicēšanai: Pauls Zeltiņš, Ahto Kangur, Juris Katrevičs, Āris Jansons **Genetic parameters of diameter growth dynamics in Norway spruce clones.**

Izturīgu parastās egles elites klonu veģetatīvā pavairošana var palīdzēt nodrošināt augstas kvalitātes kokmateriālus mainīgos nākotnes klimatiskajos apstākļos. Lai pilnvērtīgi ņemtu vērā selekcijas ieguvumu koku augšanas gaitas prognozēs, ir jāizprot izmainītā dažādu klonu koku augšanas dinamika, tomēr joprojām trūkst būtiskas informācijas par uzlabotu boreālo koku ilgtermiņa augšanas dinamiku. Pētījumā tika vērtēts 50 gadus vecs parastās egles klonu stādījums Latvijā, lai noteiktu klonu ietekmi uz diametra augšanas funkcijas parametriem un novērtētu to ģenētiskos parametrus. Tika izmantota nelineāra jaukta efekta modelēšanas pieeja, pielietojot klonu kā randoma ietekmi uz Čapmana – Ričarda vienādojuma parametriem. Visi modeļa parametri uzrādīja būtisku dispersiju –ģenētiskās variācijas koeficients CVg modeļa parametriem svārstījās no 11 līdz 17,1%. Iedzīstamības koeficients H^2 krūšaugstuma caurmēram visaugstākais (0,35) bija 40 gadu vecumā, savukārt CVg samazinājās no 12,9% līdz 7,8% vecumā no 20 līdz 45 gadiem (5.3.att.). Ģenētiskās korelācijas koeficients starp dažādiem vecumiem bija pozitīvs un spēcīgs līdz ļoti spēcīgs ($> 0,76$). Realizētais vērtēto klonu selekcijas efekts caurmēram svārstījās no -6,3 līdz +24,0% salīdzinājumā ar izmēģinājuma vidējo rādītāju. Būtisks caurmēra uzlabojums panākams, atlasot labākos klonus veģetatīvās pavairošanai ne tikai no agrīniem mērījumiem, bet arī ņemot vērā modeļa parametru ģenētisko variāciju, kad informācija par klonu augšanu ilgākā laika periodā ir pieejama.



5.3.att. Aprēķinātā iedzīstamības koeficienta $H^2 \pm$ standartklūdas (SE) un ģenētiskās variācijas koeficienta CVg dinamika vērtētajā periodā (20 – 50 gadu vecumā) parastās egles kloniem

Meža koku selekcijas darba rezultāti un pētījumos gūtās atziņas popularizētas:

1. Ar referātu konferencē “Zināšanās balstīta meža nozare”, 26.-27.01.2021. **“Meža koku selekcija, tās nozīme šodien un nākotnē”** (A. Gailis, Ā. Jansons, P. Zeltiņš, I. Zariņa);
2. ar stenda referātu konferencē “Zināšanās balstīta meža nozare”, 26.-27.01.2021. **“Kārpainā bērza selekcijas iespējas Latvijā”** (A. Gailis, Ā. Jansons, P. Zeltiņš, I. Zariņa);
3. ar referātu NordGen Forest Conference 22. – 23.09.2021 **“Advancing height growth models for improved material of Scots pine, Norway spruce and silver birch”**. (P. Zeltiņš, Ā. Jansons, G. Šnepsts, J. Donis, A. Kangur);
4. ar ziņojumu un objektiem mežā par meža koku selekciju, ģenētiku un ģenētisko resursu mežaudžu apsaimniekošanu MĪB organizētā seminārā 16. septembrī Smiltenes novadā, (A. Gailis, P. Zeltiņš, Ā. Jansons);
5. ar vieslekciju **“Meža koku selekcija”** LLU Meža fakultātes studentiem 29.09.2021.;
6. ar lekciju **“Kārpainā bērza selekcija Latvijā”** MĪB un A/S Latvijas Finieris organizētā seminārā par bērza audzēšanu 7.10.2021.

6. Molekulārās pasportizācijas metode

Klonu identifikācija ir veikta ar molekulārās pasportizācijas metodi, kura nodrošina šajās plantācijās iegūtā meža reproduktīvā materiāla identifikāciju jebkurā tā ražošanas, tirdzniecības vai izmantošanas stadijā.

Parastās parastās priedes/egles paraugu DNS tika izdalīta no skužām, izmantojot firmas „Fermentas” komplektu DNS izdalīšanai.

DNS izdalīšanas protokols:

- 1) skuju gabaliņus kopā ar nerūsējošā tērauda lodīti $5 \cdot 10^{-3}$ m diametrā ievieto $2 \cdot 10^{-3}$ l stobriņā;
- 2) paraugu stobriņus ievieto lodīšu dzirnavu adapteros un ar visiem adapteriem ievieto tvertnē ar šķidro slāpekli, kur tos tur 120 s;
- 3) adapterus izņem no šķidrā slāpekļa un ievieto lodīšu dzirnavās „MM-400” (Retch, Vācija) un krata 30 Hz frekvencē 120 s;
- 4) adapterus izņem no lodīšu dzirnavām un ar visiem paraugiem atkal ievieto šķidrā slāpekli, kur tos tur 120 s;
- 5) adapterus vēlreiz ievieto lodīšu dzirnavās un krata 30 Hz frekvencē 120 s;
- 6) adapterus izņem no lodīšu dzirnavām un izņem no tiem paraugu stobriņus, katrā stobriņā ielej 400 μ l lizēšanas šķīduma no „Fermentas” komplekta, kam pievienots PVP (polividons $25 (16 \cdot 10^{-4}$ kg uz $40 \cdot 10^{-3}$ l) un $200 \cdot 10^{-6}$ l TE bufera ar β -merkaptu etanolu (4 daļas β -merkaptu etanola pret 1000 daļām $1 \times$ TE bufera);
- 7) stobriņus ievieto ūdens termostatā 65° C temperatūrā, un inkubē 1200 s;
- 8) stobriņus izņem no termostata un katrā stobriņā ielej $600 \cdot 10^{-6}$ l hloroforma – izoamilspirta maisījumu (24:1);
- 9) stobriņu saturu istabas temperatūrā samaisa, vairākkārt apgriežot tos otrādi;
- 10) stobriņus ievieto centrifūgā „Centrifuge 5242” (Eppendorf, Vācija), un centrifugē 600 s ar centrālās spēku $16350 \cdot 10^{-3}$ kg;
- 11) stobriņus izņem no centrifūgas un ar pipeti nosūc tajos esošo supernatantu. Supernatantu ievieto jaunā $1,5 \cdot 10^{-3}$ l Eppendorf stobriņā;
- 12) katrā stobriņā ielej $104 \cdot 10^{-6}$ l NaCl – RNāzes maisījuma ($100 \cdot 10^{-6}$ l NaCl (DNS izdalīšanas komplekta sastāvā) + $4 \cdot 10^{-6}$ l RNāze (Fermentas));
- 13) stobriņus ievieto ūdens termostatā 37° C temperatūrā un inkubē 1800 s;
- 14) stobriņus centrifugē 780 s ar centrālās spēku $16350 \cdot 10^{-3}$ kg;
- 15) pēc centrifugēšanas no stobriņa izlej visu šķidrumu (DNS nogulsnes paliek pielipušas pie stobriņa dibena);
- 16) katrā stobriņā ielej $300 \cdot 10^{-6}$ l -20° C auksta 96 % etanola, un ievieto tos ledusskapī -20° C temperatūrā, kur inkubē vismaz 1800 s;
- 17) stobriņus centrifugē 780 s ar centrālās spēku $16350 \cdot 10^{-3}$ kg;
- 18) no stobriņiem izlej visu šķidrumu un ielej tajos $1 \cdot 10^{-3}$ l -20° C auksta 70 % etanola. Stobriņus vorteksē un tad centrifugē 780 s ar centrālās spēku $16350 \cdot 10^{-3}$ kg;
- 19) atkārti iepriekšējo punktu;
- 20) no stobriņiem izlej visu šķidrumu un atvērtā veidā tos novieto uz tīra filtrpapīra un ļauj spirtam izžūt (apmēram 1800 s);
- 21) kad spirts izžuvis, DNS nogulsnes uzlej $100 \cdot 10^{-6}$ l $1 \times$ TE bufera;
- 22) pirms DNS lietošanas atšķaidītos paraugus aptuveni 86400 s tur ledusskapī 4° C temperatūrā, tādējādi nodrošinot to, ka DNS būs izšķīdis pilnībā.

DNS koncentrācija tika noteikta spektrofotometriski. Genotipēšana veikta izmantojot PQR (polimerāzes ķēdes reakciju), paraugu analīzei pielietots Applied Biosystems ģenētiskais analizators 3130XL.

Priedes genotipēšanai izmantotie mikrosatelītu kodola DNS praimeris

Praimeris	Nukleotīdu sekvenca	Iezīmējums
PtTX3107 F	AAACAAGCCCACATCGTCAATC	NED
PtTX3107 R	TCCCCTGGATCTGAGGA	
PtTX4001 F	CTATTTGAGTTAAGAAGGGAGTC	HEX
PtTX4001 R	CTGTGGGTAGCATCATC	
PtTX4011 F	GGTAACATTGGGAAAACACTCA	FAM
PtTX4011 R	TTAACCATCTATGCCAATCACTT	

Egles genotipēšanai izmantotie mikrosatelītu kodola DNS praimeris

Praimeris	Nukleotīdu sekvenca	Iezīmējums
UAPgAG150F	ACCAATGCTTTTACCAAACG	TAMRA
UAPgAG150R	TTGATTGCAAGTGATGGTTG	
WS0033.A18 F	GGCTGCTCTCTTATCCGTTTT	6-FAM
WS0033.A18R	TGGCTCTCATCCAGAAAAGAA	
WS0022.B15F	TTTGTAGGTGCTGCAGAGATG	HEX
WS0022.B15R	TGGCTTTTATTCCAGCAAGA	

PCR reakcija veikta izmantojot kitu 5 x HOT Firepol Blend Master Mix (MM), (Solis BioDyne, Igaunija), kas dod iespēju vienlaicīgi reakcijā izmantot vairākus praimerus. Izmantoto praimeru koncentrācija $10 \cdot 10^{-6}$ mol.

1. reakcijas maisījums (kopējais reakcijas tilpums – $20 \cdot 10^{-6}$ l):

- DNS $2 \cdot 10^{-6}$ l
- MM $4 \cdot 10^{-6}$ l
- e9 F $1 \cdot 10^{-6}$ l
- e9R $1 \cdot 10^{-6}$ l
- e10F $1 \cdot 10^{-6}$ l
- e10R $1 \cdot 10^{-6}$ l
- e11F $2 \cdot 10^{-6}$ l
- e11R $2 \cdot 10^{-6}$ l
- H₂O $6 \cdot 10^{-6}$ l

2. reakcijas maisījums (kopējais reakcijas tilpums – $20 \cdot 10^{-6}$ l):

- DNS $2 \cdot 10^{-6}$ l
- MM $4 \cdot 10^{-6}$ l
- E13F $1 \cdot 10^{-6}$ l
- E13R $1 \cdot 10^{-6}$ l
- e17F $1 \cdot 10^{-6}$ l
- e17R $1 \cdot 10^{-6}$ l
- H₂O $10 \cdot 10^{-6}$ l

PCR reakcijas apstākļi:

- denaturācija 95° C, 900 s;
- 40 cikli:
 - denaturācija 95° C, 20 s,
 - praimeru pielipšana 53° C, 30 s,
 - elongācija 72° C, 45 s;
- beigu elongācija 72° C, 300 s.

Reakcija veikta PCR termociklerī „Mastercycler EPgradient” (Eppendorf, Vācija). PCR reakcijā iegūtos DNS fragmentus analizē ar DNS sekvenatoru Applied Biosystems 3100xl-Avant Genetic Analyzer ABI un genotipē izmantojot GeneMapper programmu.

Materiāli:

- polimērs 3100 POP-7 TM („ABI”),
- Hi-Di TM Formamide („ABI”),
- GeneScan TM -350 ROX TM Size Standard („ABI”),
- Buffer (10 X) ar EDTA („ABI”),
- 16 kanālu kapilārs $36 \cdot 10^{-2}$ m.
- Paraugu sagatavošana genotipēšanai: apvieno pa $1,0 \cdot 10^{-6}$ l no katra PCR iegūtā fragmenta ar atšķirīgām krāsvielu iezīmēm (6-FAM, HEX, NED), pievieno $0,7 \cdot 10^{-6}$ l GeneScan TM-350 ROX Size Standard un $8 \cdot 10^{-6}$ l Hi-Di TM formamīda. Denaturē termociklera aparātā 95° C temperatūrā 300 s. Strauji atdzesē līdz 0° C.

Secinājumi

1. Sekmīgi veikta parastās priedes, parastās egles un kārpainā bērza pēcnācēju pārbaužu stādījumu ierīkošana, nodrošinot selekcijas darbu turpināšanu programmā plānoto rezultātu sasniegšanai. Saglabāšanās iepriekšējos gados (2017. – 2019.) ierīkotajos parastās priedes pēcnācēju pārbaužu stādījumos ir laba (vidēji 83%), radot iespēju to sekmīgai vērtēšanai un informācijas ieguvei turpmākajos gados.

2. Selekcija var nodrošināt nozīmīgu bērza ātraudzības pieaugumu, par ko liecina augstas iedzimstamības koeficienta vērtības koku augstumam, caurmēram, stumbra tilpumam - pārskata periodā vērtētajos pēcnācēju pārbaužu stādījumos h^2 variēja no $0,27 \pm 0,036$ caurmēram līdz pat $0,59 \pm 0,045$ augstumam.

3. Aprēķinātie aditīvās ģenētiskās variācijas koeficienti CVa norāda, ka augstākais selekcijas potenciāls ir stumbra tilpumam, kurš pārskata periodā vērtētajos bērza pēcnācēju pārbaužu stādījumos ģimeņu līmenī variē līdz pat 24 - 28 % attiecībā pret eksperimentu vidējo vērtību.

4. Pārskata periodā vērtētajos melnalkšņa pēcnācēju pārbaužu stādījumos aprēķinātie ģenētiskie parametri norāda uz nozīmīgu potenciālās atlases ietekmi uz koku produktivitāti raksturojošām pazīmēm – augstumu, caurmēru un stumbra tilpumu -, no kurām pēdējam iedzimstamības koeficients h^2 un aditīvās ģenētiskās mainības koeficients CVa sasniedza attiecīgi $0,37 \pm 0,102$ un 36,41 % - iespējams vienlaikus nodrošināt augstu selekcijas efektu gan ātraudzību, gan stumbra kvalitāti raksturojošajām pazīmēm.

Rekomendācijas

1. Rekomendējams atestēt un reģistrēt Meža reproduktīvā materiāla ieguves avotu reģistrā jaunierīkotās parastās priedes un parastās egles sēkļu plantācijas, kurām ir sagatavots klonu identitātes raksturojums, izvēloties īsu un informatīvu, bet no iepriekš aprītē bijušajām sēkļu plantācijām atšķirīgu nosaukumu.
2. Potzaru sagatavošanai plantāciju paplašināšanai rekomendējama tikai no identificētiem un klonam atbilstošiem rametiem.
3. Parastās priedes klonu arhīvu ierīkošanai rekomendējama savlaicīga un kvalitatīva platības sagatavošana, tādējādi samazinot papildus izmaksas papildināšanai (atkārtota potēšana, stādīšana) un atbilstoša kopšana pirmajos gados pēc stādīšanas, novēršot kociņu izstīdzēšanu un pirmo mieturu zaru atmiršanu.

Darbā lietotie apzīmējumi

BAP - 6-benzilaminopurīns

F1 – pirmā pēcnācēju paaudze;

F2 – otrā pēcnācēju paaudze;

HgCl₂ – dzīvsudraba hlorīds;

LED – gaismu emitējoša diode;

LVM – Akciju sabiedrība „Latvijas valsts meži”;

LVMI Silava – Latvijas Valsts mežzinātnes institūts Silava;

MN – mežu novads;

MPS – Meža pētīšanas stacija;

NES - α -naftiletikskābe;

WPM - Woody Plant Medium (kokaugu barotne)