



Pārskats par pētījuma
(Līgums Nr. L-KC-11-0004)

Metodes un tehnoloģijas meža kapitālvērtības palielināšanai

virziena
**Meža koku selekcijas pētījumi ģenētiski augstvērtīga
reproduktīvā materiāla atlasei**

piektā etapa darba uzdevumu izpildi

Virziena vadītājs _____ Arnis Gailis

Kopsavilkums

Pārskats sagatavots par zinātniski pētnieciskā līgumdarba “**Meža koku selekcijas pētījumi ģenētiski augstvērtīga reproduktīvā materiāla atlasei**” 5. etapa darba uzdevumu izpildi. Pārskata periodā selekcijas darbi turpināti saskaņā ar „Saimnieciski nozīmīgo koku sugu (parastā priede, parastā egļe, kārpainais bērzs) un apses selekcijas darba programmu a/s „Latvijas valsts meži” 30 gadiem” (Jansons, 2008¹).

Veikta parastās priedes selekcijas populācijas klonu apsekošana, novērtējot to vainaga stāvokli, sagaidāmo ziedēšanu. Kloni, kuriem ir augsta selekcijas vērtība, bet kuru identificētie rameti šajā gadā nebija piemēroti nedz putekšņu ievākšanai, nedz izolācijas maisu izvietošanai, izmantoti potzaru ievākšanai un potēšanai koku vainagos Misas sēklu plantācijā. Kontrolētajai krustošanai šogad izmantota atšķirīga pieeja - galvenokārt pielietojot svaigi ievāktus putekšņus un gaišākas krāsas izolācijas maisus. Kontrolēto krustojumu čiekuru aizmešanās sekmju novērtēšanai Dravu plantācijā izmantoti temperatūras reģistratori, iestiprinot tos koku zaros. Rezultāti liecina, ka pārāk augsta temperatūra brūnajos izolācijas maisos nevar būt par iemeslu zemām krustošanas sekmēm. Iegūtas 58 sekmīgas krustojumu kombinācijas, ievākti un uzglabāšanai sagatavoti 74 klonu putekšņu paraugi. Sagatavots saraksts parastās priedes klonu arhīva ierīkošanai, ietverot arī informāciju ar sēklu plantācijām, kurās atrodami identificētie rameti.

Analizēti divu bērza eksperimentālo stādījumu – Rembatē (Nr. 54) un Limbažos (Nr. 367) nozāģētu paraugkoku un uzmērītu dzīvo koku parametri. Konstatēts, ka koku caurmēru izmaiņām no 5 līdz 16 cm faktiski nav saiknes ar koksnes blīvuma izmaiņām ($r=0.12$), nav konstatēta saikne starp koku augstumu un koksnes blīvumu. Konstatēts, ka ģenētikai (ģimenei) ir statistiski būtiska ietekme gan uz koku augstumu un caurmēru, gan koksnes blīvumu. Tomēr, veicot atlasīto pēc koku augstuma, nav sagaidāms, ka atlasītās koku grupas koksnes blīvums būs zemāks nekā vidējais. Koksnes blīvuma iekļaušana selekcijas indeksā ir lietderīga tikai tad, ja sagaidāms, ka meža audzētājs par blīvāku bērza koksni varētu iegūt lielākus ieņēmumus. Dabiskā atzarošanās nozīmīgi ietekmē bērzu audzēs iegūstamo sortimentu sadalījumu un līdz ar to audzes monetāro vērtību. Statistiski būtiska ģenētikas (ģimenes) ietekme un relatīvi augstas iedzimstamības koeficienta vērtības konstatētas visām zarojumu raksturojošajām pazīmēm. Konstatēta būtiska un nozīmīga klona ietekme uz viena stumbra vidējo cenu: stādījumā kopumā tā bija 29±2,9 EUR, bet atsevišķiem kloniem no 16,5 līdz 42,0 EUR. Koku ar plaisām īpatsvara (klonam) korelācija ar viena stumbra vidējo cenu bija vāja ($r=0,15$).

Turpināta parastās egles D grupas selekcijas materiāla veģetatīvā pavairošana ar spraudņiem un iepriekšējos gados (2013., 2014. g.) apsakņoto spraudņstādu audzēšana. Zari spraudņu sagatavošanai griezti plantācijās Liuza, Vecumi un Tirza, pēcnācēju pārbaužu stādījumos Jelgavas un Kalsnavas mežu novados un no 8 zviedru izcelsmes kloniem, kas pavairoti embriģenēzes ceļā. Kopējais 2015. gadā apsakņošanai iesprausto spraudņu apjoms ir 39,1 tūkstoši. Apsakņošana veikta paralēli LVMI Silava klimata laboratorijā un MPS stādaudzētavas siltumnīcā. Apsakņošanas procesā tika testētas klimatu nodrošinošās iekārtas un veikti dažādi nepieciešamie uzlabojumi un modifikācijas.

Parastās apses (*Populus tremula* L.) krustošanā (hibridizācijā) ar Amerikas apsi (*Populus tremuloides* Michx.) iegūtas 7 krustojumu kombinācijas, ievāktas sēklas un izaudzēti stādi apšu hibrīdu ģimeņu salīdzinošā stādījuma izveidei 2016. gadā.

2015. gada pavasarī Zinātniskās izpētes mežos – Auces mežu novadā, ierīkots apšu hibrīdu *P.tremuloides* x *P.tremula* un *P.tremula* x *P.tremuloides* klonu salīdzinošais stādījums Nr. 923, Kalsnavas mežu novadā ierīkots Amerikas apses (*P.tremuloides*) potēto vīrišķo klonu arhīvs (eksperiments Nr. 924), ietverti 10 kloni.

Audu kultūrās tiek pavairoti 36 kārpainā bērza A selekcijas materiāla grupas izlases kloni. Izstrādāta metode bērzu ievadīšanai kultūrā un proliferācijai *in vitro*. Turpināta jaunu bērza klonu ievadīšana *in vitro*, ievadīti 2975 eksplanti no 160 klonu kokiem.

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

2015. gadā apšu hibrīdu *in vitro* arhīvu veido 91 kloni. Pārbaudītas augu materiāla uzglabāšanas iespējas zemās temperatūrās – kriosaglabāšanā un aukstumuzglabāšanā. Lauka izmēģinājumu ierīkošanai savairoti un apsākoti 6800 apšu hibrīdu spraudeņi. veikts eksperiments apšu hibrīdu pavairošanā ar galotņu spraudeņiem *ex vitro*, konstatēti par vidēji 20% zemāki pavairošanas koeficienti salīdzinot ar *in vitro* pavairošanas metodi.

Somatiskajā embriogēnē no 67 kontrolēto krustojumu kombināciju sēklām iniciētas 60 genotipu embriogēno audu līnijas. 2015. gada janvārī veikti priekšmēģinājumi lēnai un pakāpeniskai desikācijas fāzes realizācijai. Novērojumi rāda, ka pēc lēnas desikācijas saknes dziedzēšanas barotnē attīstās labāk, kaut arī nepietiekami. Kopumā iegūti 2040 dažādu līniju dīgļi, no tiem izstādīšanai piemērotu attīstības pakāpi sasniedza 633 augi. veikti mēģinājumi iniciēt SE no dažādas plaukšanas pakāpes veģetatīvajiem pumpuriem, neviens no 375 eksplantiem neveidoja embriogēnās šūnas.

Saldā ķirša mikropavairošanas iespēju izpētē konstatēts, ka veiksmīgai *in vitro* augu aklimatizācijai *ex vitro* apstākļos nav nepieciešama augu apsākšana *in vitro* un piemērotākā barotne pirms izstādīšanas ir barotne bez augu augšanas regulatoriem vai ar ISS 0.5 mg l⁻¹.

Turpināta selekcijas objektu datu bāzes izveide un pilnveidošana.

Turpināta selekcijas materiāla – pēcnācēju pārbaužu stādījumu uzturēšana (marķējuma atjaunošana, kopšana (dubultstādu izgriešana, pašsējas kociņu izciršana) vai sagatavošana kopšanai (koku marķēšana), agrīno pazīmju vērtēšana (saglabāšanās, plaukšanas laiks, augsta dzinum veidošanās). Kopējā visu sugu stādījumu platība, kur tika veikta marķējuma atjaunošana, ir 69,93 ha, kur veikta stādījumu saglabāšanās novērtēšana - 17,35 ha; dubultstādu un atsevišķu pašsējas kociņu izgriešana - 18,63 ha.

Veikts biomasas vērtējums apšu hibrīdu klonu atvasājā dažādos kopšanas variantos. Divgadīgu atvašu vidējais augstums starp kopšanas variantiem būtiski (0,05) neatšķiras, toties vidējais caurmērs pie sakņu kakla visos kopšanas variantos ir lielāks nekā kontrolei.

Veikta 3 parastās priedes klonu - Als 22-351-4-16, Do 8-38-4-12, Tu 18-38-1-11, 57 rametu sēklu plantācijas Kurmale 2010. gadā ierīkotajā blokā un māteskoku identifikācija stādījumos Nr.351 Balceri (Kuldīgas novads) un Nr.38 Kalsnavas mežu novadā. Sagatavota identificēto klonu rametu molekulārā pase, sēklu plantācijas Kurmale klonu izvietojuma shēma ar atzīmētām identificēto rametu stādvietais.

Pārskats sagatavots datorsalikumā uz 43 lpp. ar 5 pielikumiem un 1 elektronisko pielikumu.

Saturs

Kopsavilkums.....	2
Saturs.....	4
1. Selekcijas materiāls un darbu veikšanas shēma	5
2. Selekcijas materiāla vērtēšanas metodika	7
2.1. Pēcnācēju pārbaužu stādījumu uzmērīšana	7
2.2. Kamerālo darbu metodika	7
2.3. Molekulārās pasportizācijas metode klonu identificēšanai	9
3. Darbs ar selekcijas materiālu.....	12
3.1. Parastās priedes selekcijas materiāla kontrolētā krustošana	12
3.2. Kārpainā bērza koksnes blīvuma un dabisko atzarošanas raksturojošo parametru ģenētiskā nosacītība.....	15
3.3. Parastās egles, parastās priedes, kārpainā bērza, melnalkšņa, parastā ozola un apšu hibrīdu selekcijas materiāla uzturēšana un vērtēšana.....	21
3.4. Parastās egles D grupas selekcijas materiāla veģetatīvā pavairošana ar spraudņiem .	22
3.5. Apšu hibrizācija	25
3.6. Pēcnācēju pārbaužu stādījumu ierīkošana.....	25
3.7. Kārpainā bērza A selekcijas materiāla klonu mikropavairošana.....	26
3.8. Apšu hibrīdu klonu kolekcijas uzturēšana, klonu pavairošanas spēju vērtēšana	27
4. Meža koku sugu veģetatīvās pavairošanas metožu izpēte un pilnveidošana	29
4.1. Augstvērtīgu parastās egles klonu pavairošanas iespēju izpēte ar somatiskās embriogēzes metodi.....	29
4.2. Saldā ķirša mikropavairošanas iespēju izpēte	30
5. Kopējās selekcijas objektu informācijas datu bāzes papildināšana	31
6. Uzkrātās biomasas vērtējums apšu hibrīdu klonu atvasājā	32
7. Jauno sēklu plantāciju klonu rametu identifikācija	33
11. Secinājumi un rekomendācijas.....	34
Pielikumi	35

1. Selekcijas materiāls un darbu veikšanas shēma

Pārskata periodā selekcijas darbi turpināti saskaņā ar „Saimnieciski nozīmīgo koku sugu (parastā priede, parastā egle, kārpainais bērzs) un apses selekcijas darba programmu a/s „Latvijas valsts meži” 30 gadiem” (Jansons, 2008²).

Sadaļā apkopota informācija par selekcijas procesam izmantojamo materiālu. Sākotnējais selekcijas darba izejmateriāls ir pluskoki, kas ir “attiecīgās sugas koka ideāls” no mežsaimnieciskā viedokļa (Gailis, 1964³). Šādu koku atlase tiek veikta tikai produktīvās un kvalitatīvās mežaudzēs, pluskoki izceļas starp pārējiem viena vecuma un vienādos apstākļos blakus augošiem attiecīgās koku sugas kokiem. Šajā kategorijā izvēlas tikai veselīgus kokus (bez trapes vai citu slimību pazīmēm), kuriem nav acīm redzamu defektu.

Priedes pluskoki tika iedalīti 2 tipos – kvalitātes un masas koki. Kvalitātes koki ir ar tieviem, īsiem zariem, kuri attiecībā pret stumbru ir maksimāli platā leņķī (tuvu 90⁰). Vainags šaurs, 1/3 – 1/2 koka garuma. Stumbrs labi atzarojies, slaidis, vesels, taisnšķiedrains. Masas koki caurmērā ievērojami pārsniedz visus kaimiņus, bet stumbra kvalitāte un vainaga veidojums īsti neatbilst ideālajam. Vainags samērā plats un garš, stumbra gludā daļa, kurai nav zaru pēdu, aizņem 1/3 koka garuma.

Saskaņā ar atlases metodiku (Gailis, 1968⁴), pluskokus izvēlas pēc indeksa, kur aptuveni 20% nosaka masas (augstuma- h un caurmēra- d) pārākums, 30% – augstuma pārākums, 25% – atzarošanās pārākums (stumbra gludās daļas garums, pirmā sausā zara augstums, pirmā zaļā zara augstums), 25% – vainaga kvalitātes pārākums (vainaga platums, forma, zaru leņķis).

Liela daļa no atlasītajiem pluskokiem mežaudzēs vairs nav atrodamā (gājuši bojā vētrās, bioloģiskā vecuma dēļ, mežizstrādē), taču pieejamas to klonālās kopijas arhīvos un sēklu plantācijās. Daļai no sākotnēji atlasītajiem pluskokiem ir ierīkoti brīvapputes vai kontrolēto krustojumu iedzīmības pārbaužu stādījumi.

Katrai sugai selekcijas darbam pieejamais materiāls programmā nosacīti sadalīts 2 grupās:

- 1) pamatmateriāls – lielākais materiāla apjoms, kas atrodas vienā un tajā pašā selekcijas stadijā;
- 2) papildus materiāls – dažādās selekcijas stadijās esošās nelielās selekcijas materiāla grupas, kurām turpmākais darbs veicams pēc citāda scenārija nekā pamatmateriālam.

Selekcijas darba turpināšana arī ar papildus materiālu ir svarīga, jo tiek nodrošinātas iespējas:

- 1) ātrāk (īsākā periodā) iegūt materiālu augstākas kārtas plantācijām (visām sugām);
- 2) veikt jauno plantāciju ģenētisko kopšanu, paaugstinot no tām iegūstamā materiāla selekcijas efekta vērtību un plantācijas kategoriju (P,E, daļēji B);
- 3) paaugstināt atlases intensitāti (apvienojot ar pamatmateriālu selekcijas cikla beigās) – reizē ar to selekcijas efekta vērtību gan sēklu plantācijām, gan selekcijas populācijai (P, E, B);
- 4) paplašināt klonu arhīvus, saglabājot pieejamu ģenētiski daudzveidīgāku materiālu – gan fundamentāliem pētījumiem (piemēram, vērtējot rezistenci), gan, nepieciešamības gadījumā, selekcijas populācijas paplašināšanai (visām sugām).

Priedei selekcijas darbam pieejamais materiāls sadalīts 4 grupās:

- A. **Pamatmateriāls:** 860 pluskoki (lielākā daļa no tiem ir sēklu plantāciju kloni) un kvalitatīvu mežaudžu koki ar brīvapputes pēcnācēju pārbaužu stādījumiem;
- B. 412 kloni sēklu plantācijās bez pēcnācēju pārbaužu un to ierīkošanai ievākta materiāla;
- C. 530 no jauna atlasītie pluskoki, kas izmantoti galvenokārt populāciju tipa sēklu plantācijās. Šiem kloniem ir ievākts brīvapputes sēklu materiāls un uzsākta iedzīmības pārbaužu stādījumu ierīkošana;
- D. dažādas pakāpes kontrolētās krustojuma materiāls 21-36 gadus vecos eksperimentālajos stādījumos, no kura iespējams atlasīt kvalitatīvas neradniecīgu krustojumu kombinācijas: eksperimenta Nr. un potenciāli atlasāmo koku skaits iekavās – Nr. 20 (3), 21-22 (5), 27 (9), 357 (10), 356 (2-3), 24-25 (7), kā arī Smiltenes klonu kontrolēto krustojumu

² http://www.lvm.lv/lat/lvm/zinatniskie_petijumi/jaunumi/?doc=10262

³ Gailis, J. (1964) Meža koku selekcija un sēklu plantācijas. Latvijas Valsts izdevniecība, Rīga, Latvija, 194. lpp.

⁴ Gailis, J. (1968) Izcilo koku kvalitātes koeficienta aprēķināšana. Jaunākais Mežsaimniecībā, Nr. 10, 67.-71.lpp.

stādījums (3-5) un sēklu plantāciju vidējie paraugi vairākos eksperimentos (~20-28); kopumā 57-67 koki.

Eglei selekcijas darbam pieejamais materiāls sadalīts 4 grupās:

- A. Pamatmateriāls: 1700 pluskoku un kvalitatīvu mežaudžu koku brīvapputes pēcnācēju ģimenes, no kurām tikai 77 koki iekļauti plantācijās, pārējām vecāku koki nav pieejami. Sēklas no 1989. – 2006. g. ražām, pēcnācēju pārbaudes ierīkotas 2003. – 2010. gadā.
- B. 200 plantāciju kloni ar brīvapputes pēcnācēju pārbaudi stādījumiem, kuri atrodas izvērtēšanas stadijā;
- C. 200 kloni ražojošās sēklu plantācijās bez pēcnācēju pārbaudēm;
- D. 360 kloni jaunās, sākot no 2000. gada ierīkotās, populāciju tipa sēklu plantācijās bez pēcnācēju pārbaudēm un bez to ierīkošanai ievākta brīvapputes sēklu materiāla.

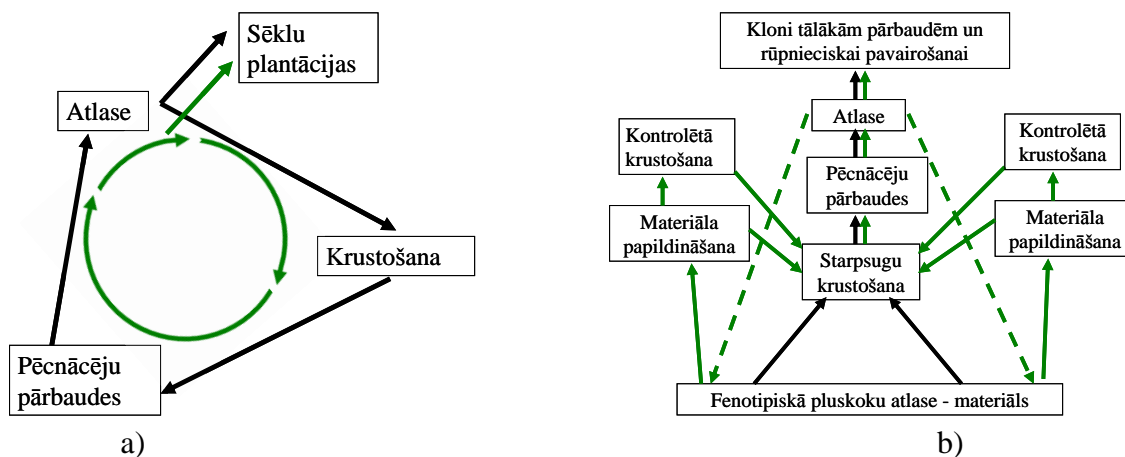
Kārpainā bērza selekcijas darbam pieejamais materiāls sadalīts 2 grupās:

- A. Pamatmateriāls: 650 pluskoku un kvalitatīvu mežaudžu koku brīvapputes pēcnācēju ģimenes. Eksperimenti ierīkoti 1998.-1999. gadā, to mātes koki nav pieejami;
- B. 360 kontrolēto krustojumu un 100 brīvapputes pēcnācēju ģimenes no fenotipiski atlasītiem pluskokiem.

Apšu hibrīdiem selekcijas darbam pieejamais materiāls sadalīts 3 grupās:

- A. Pamatmateriāls: jaunie kontrolētie krustojumi (120 ģimenes), kuru veidošana uzsākta 2008. gadā un plānota vēl vairākus gadus;
- B. nepārbaudītie kloni: nākamajos 3 gados katru gadu iespējams ierīkot 10 klonu iedzimtības pārbaudes, jaunajos pēcnācēju pārbaudi stādījumos atrodas 4 kontrolēto krustojumu ģimenes, no katras tālākām pārbaudēm iespējams atlasīt 40 klonus;
- C. Amerikas apses klonu arhīvs nākamā selekcijas cikla krustošanas vajadzībām (maksimāli 30 kloni), uzsākta materiāla audzēšana.

Darbs ar selekcijas materiālu tiek veikts atbilstoši programmā izvēlētajai shēmai – parastajai priedei, parastajai eglei un kārpainajam bērzam lieto atkārtotas atlases shēmu, kuras pamatā ir ģenētiskā materiāla rekombinācija (kontrolētā krustošana) paaugstinot ieguvumu (atlasīto koku selekcijas indeksa vērtību) katrā ciklā (1.1.a. att.). Apšu hibrīdiem selekcijas shēma tiek realizēta veicot atlasīto starpsugu krustojumu materiāla ietvaros un nodrošinot tikai labākā materiāla atkārtotu izmantošanu (ar vai bez iepriekšējas rekombinācijas) katras sugas ietvaros. Darbam ir nepieciešama jaunu pluskoku atlase un klonu arhīvu ierīkošana un uzturēšana gan Amerikas, gan parastajai apsei (1.1.b. att.).



— pirmajā selekcijas ciklā veiktie pasākumi
 — perspektīvie pasākumi saskaņā ar šo shēmu
 nepārtraukta līnija apzīmē materiāla plūsmu, pārtraukta – informācijas plūsmu

1.1. attēls. Parastās priedes, parastās egles un kārpainā bērza (a) un hibrīdās apses (b) selekcijas shēmas

2. Selekcijas materiāla vērtēšanas metodika

2.1. Pēcnācēju pārbaužu stādījumu uzmērīšana

Pēcnācēju pārbaužu stādījumos uzmērīts katra koka augstums, caurmērs krūšu augstumā, resnākā zara līdz 2 m augstumam caurmērs un zaru leņķis. Stumbra taisnums un zaru resnums vizuāli novērtēti 3 ballu skalā, kur 1 – tievi zari, taisns stumbrs, 2 – vidēji resni zari, stumbrs ar 1 līkumu, 3 – resni zari, stumbram vairāk nekā 1 līkums. Par līkumu tiek uzskatīta novirze no iedomātas vertikālas līnijas gar stumbra malu, kas pārsniedz 5 cm. Zaru resnuma novērtējums tiek izdarīts relatīvi – salīdzinot ar citiem līdzīga caurmēra kokiem attiecīgā stādījuma ietvaros. Vērtējot tiek fiksētas stumbra un zarojuma vainas – dubultgalotnes, padēli, slotveida zarojums (bērzam), sasveļojums (skuju kokiem). Parastās egles pēcnācēju pārbaužu stādījumos tiek vērtēti arī plaukšanas laiks pavasarī (agrs, vidējs, vēls) un augusta dzinumu veidošanās rudenī. Parastā ozola pēcnācēju pārbaužu stādījumos tiek vērtēta arī vainaga forma (6 veidi), stumbra forma (5 veidi) un plaukšanas laiks pavasarī.

2.2. Kamerālo darbu metodika

Stumbra tilpums kokiem tiek aprēķināts pēc I. Liepas (Liepa, 1996⁵) formulām.

Dispersijas komponentes aprēķinātas ar SAS proc mixed procedūru (REML-Restricted Maximum Likelihood – metode), saskaņā ar aditīvu lineāru modeli:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + b(t)_{ij} + f_k + ft_{ik} + fb(t)_{ijk} + e_{ijk}, \quad (1)$$

kur

- Y_{ijk} – individuāls fenotipiskais mērījums;
- μ – pazīmes vidējā vērtība visā analizētajā eksperimentā;
- t_i – stādījuma vietas (ja eksperiments ierīkots vairākās stādījuma vietās) ietekme;
- $b(t)_{ij}$ – atkārtojuma (stādījuma vietas ietvaros) ietekme;
- f_k – aditīvā ģenētiskā efekta (ģimenes) ietekme;
- ft_{ik} – aditīvā ģenētiskā efekta (ģimenes) un stādījuma vietas mijiedarbības ietekme;
- $fb(t)_{ijk}$ – aditīvā ģenētiskā efekta (ģimenes) un atkārtojuma (stādījuma vietas ietvaros) mijiedarbības ietekme;
- e_{ijk} – nekontrolēto (modelī neietvertu) faktoru ietekme.

Iedzimstamības koeficients („šaurā nozīmē” – ietverot tikai aditīvā ģenētiskā efekta ietekmi), kas determinē pēc fenotipa veiktās atlasas ietekmi uz pazīmes vērtību nākamajā paaudzē, raksturojot fenotipisko un ģenētisko vērtību skaitliskās attiecības, aprēķināts pēc formulas (Falconer, Mackay, 1996⁶):

$$h^2 = \frac{4\sigma_f^2}{\sigma_f^2 + \sigma_{fb(t)}^2 + \sigma_{ft}^2 + \sigma_e^2}, \quad (2)$$

kur:

- σ_f^2 – aditīvā ģenētiskā efekta noteiktā (ģimeņu) dispersijas komponente;
- $\sigma_{fb(t)}^2$ – atkārtojuma (stādījuma vietas ietvaros) un ģimeņu mijiedarbības (parceles) dispersijas komponente;
- σ_{ft}^2 – ģimeņu un stādījuma vietas mijiedarbības dispersijas komponente (iekļauta gadījumos, kad kompleksi analizēti vairāki eksperimenti);
- σ_e^2 – nekontrolēto (modelī neietvertu) faktoru dispersijas komponente;

Koeficients 4 izmantots pieņemot, ka brīvapputes ģimenēs koki ir pussibi (tiem kopīgs tikai viens no vecākiem).

Iedzimstamības koeficienta standartklūda aprēķināta pēc formulas (Falconer, Mackay, 1996):

$$se = \frac{4\sigma_f^2}{\sigma_f^2 + \sigma_{fb(t)}^2 + \sigma_{ft}^2 + \sigma_e^2}, \quad (3)$$

apzīmējumi kā 2. formulā.

⁵ Liepa, I. (1996) *Pieauguma mācība*. LLU, Jelgava, Latvija, 123 lpp.

⁶ Falconer, D.S., Mackay, T.F.C. (1996) *Introduction to Quantitative Genetics*: Fourth Edition. Longman Group Ltd, London, England, 465 p.

Ģimenes selekcijas vērtība, kas raksturo tās novirzi no eksperimenta vidējās vērtības (kura pieņemta par 0) pēc noteiktas pazīmes, 2 reizes pārsniedz selekcijas starpību, jo sēklu plantācijā attiecīgais koks nodos savus gēnus pēcnācējiem gan ar putekšņiem, gan sēklām. Tā aprēķināta izmantojot SAS proc mixed/solution funkciju, BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) metodiku (White, Hodge, 1989⁷). Tādā veidā tiek novērstas neprecizitātes, kuras var rasties veicot vienkāršu (aritmētisku) selekcijas vērtību aprēķinu, jo:

- 1) ne visas ģimenes pārstāvētas visos atkārtojumos, tātad ģimenei, kura pārstāvēta tikai dažos atkārtojumos ar labākajiem augsnes apstākļiem, būtu nepamatotas priekšrocības (augstāka selekcijas vērtība) salīdzinot ar visos atkārtojumos pārstāvētu ģimeni. Tas pats princips attiecas arī uz pārstāvēniecību dažādā skaitā eksperimentu kompleksas datu no vairākiem stādījumiem analīzes gadījumā;
- 2) ne visas ģimenes pārstāvētas visos atkārtojumos ar vienādu koku skaitu, tātad ģimenei, kura atkārtojumos ar labākajiem augsnes apstākļiem ir proporcionāli vairāk koku, būtu nepamatotas priekšrocības (augstāka selekcijas vērtība) salīdzinot ar visos atkārtojumos ar vienādu koku skaitu pārstāvētu ģimeni.

Pussību ģimeņu vidējo vērtību iedzimstamības koeficients (turpmāk tekstā „ģimeņu iedzimstamības koeficients”), aprēķināts pēc formulas:

$$h_f^2 = \frac{\sigma_f^2}{\left(\sigma_f^2 + \frac{\sigma_{fb(t)}^2}{bt} + \frac{\sigma_{ft}^2}{t} + \frac{\sigma_e^2}{btn} \right)}, \quad (4)$$

kur:

n – vidējais koku skaits parcelē;

b – vidējais atkārtojumu skaits ģimenei;

t – vidējais eksperimentu skaits ģimenei;

pārējie apzīmējumi kā 2. formulā.

Komponenti t un σ_{ft}^2 iekļauti formulā tikai gadījumos, kad kompleksi tiek analizēti vairāki eksperimenti.

Ģimeņu iedzimstamības koeficienta standartklūda aprēķināta pēc formulas (Falconer, Mackay, 1996):

$$se_f = \frac{\sigma_f^2}{\sigma_f^2 + \frac{\sigma_{fb(t)}^2}{bt} + \frac{\sigma_{ft}^2}{t} + \frac{\sigma_e^2}{btn}}, \quad (5)$$

apzīmējumi kā 4. formulā.

Aditīvās ģenētiskās mainības variācijas koeficients aprēķināts pēc formulas (Falconer, Mackay, 1996):

$$cv_a = \frac{200\sigma_f}{\mu}, \quad (6)$$

kur:

σ_f – aditīvā ģenētiskā efekta noteiktā standartnovirze;

μ – pazīmes vidējā vērtība.

Ģimeņu vidējo vērtību fenotipiskās variācijas koeficients aprēķināts pēc formulas (Falconer, Mackay, 1996):

$$cv_{pf} = \frac{100\sqrt{\sigma_f^2 + \frac{\sigma_{fb(t)}^2}{bt} + \frac{\sigma_{ft}^2}{t} + \frac{\sigma_e^2}{btn}}}{\mu}, \quad (7)$$

apzīmējumi kā 4. un 6. formulā.

Fenotipiskās variācijas koeficients (cv_{pi}) aprēķināts no fenotipisko mērījumu datiem, neņemot vērā eksperimenta ģimeņu struktūru.

Aditīvā ģenētiskā efekta noteiktā korelācija starp 2 viena un tā paša indivīda pazīmēm (x un y) aprēķināta pēc formulas (Falconer, Mackay, 1996):

⁷ White, T.L., Hodge, G.R. (1989) *Predicting Breeding Values with Application in Forest Tree Improvement*. Kluwer, 423 p.

$$r_a = \frac{\text{COV}_{xy}}{\sqrt{\sigma_{f(x)}^2 \sigma_{f(y)}^2}}, \quad (8)$$

kur:

cov_{xy} – kovariācija starp pazīmēm.

Aditīvā ģenētiskā noteiktās korelācijas standartklūda aprēķināta pēc formulas (Falconer, Mackay, 1996):

$$se_{r_a} = \frac{1-r_a^2}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{se_{(x)} se_{(y)}}{h_{(x)}^2 h_{(y)}^2}}, \quad (9)$$

Ģenētiskā korelācija starp vienas un tās pašas pazīmes vērtībām dažādos eksperimentos (t.s. b-tipa ģenētiskā korelācija) aprēķināta saskaņā ar Yamada I formulu, kas nodrošina mazāko novirzi no faktiskās ģenētiskās korelācijas (Lu et al., 2001⁸):

$$r_b = \frac{\sigma_{f(12)}^2}{\sigma_{f(1)}^2 + \sigma_{f(2)}^2 - \frac{(\sigma_{f(1)} + \sigma_{f(2)})^2}{2}}, \quad (10)$$

kur:

σ_f^2 – ģimenes dispersijas komponente, atbilstoši indeksiem stādījuma vietā 1 un 2, kā arī analizējot abus eksperimentus kopā (1,2).

Selekcijas efekts (ģenētiskais ieguvums) veicot atlasī starp ģimenēm pēc pēcnācēju pārbaužu rezultātiem aprēķināts pēc formulas (Falconer, Mackay, 1996):

$$\Delta g\% = ih_f^2 cv_{pf} 2, \quad (11)$$

kur:

i – atlases intensitāte. Koeficients 2 izmantots, jo analizētas pussibu ģimenes.

Selekcijas efekts pazīmei y , ja atlase veikta pēc pazīmes x (korelatīvais selekcijas efekts) aprēķināts pēc formulas (Falconer, Mackay, 1996):

$$\Delta cg\% = ih_{f(y)} h_{f(x)} r_{a(xy)} cv_{pf(y)} 2 \quad (12)$$

Vidējās ģenētisko parametru vērtības no vairākiem eksperimentiem aprēķinātas pēc formulas (Haapanen et al., 1997⁹):

$$x = \frac{\sum_i^n x_i w_i^{-1}}{w^{-1}}, \quad (13)$$

kur:

x_i – ģenētiskā parametra vidējā vērtība i -tajā eksperimentā;

w_i – ģenētiskā parametra standartklūdas vērtība i -tajā eksperimentā.

Aprēķinot cv_a , cv_{pi} , cv_{pf} vidējo vērtību starp eksperimentiem izmantota ģimeņu iedzimstamības koeficienta standartklūda.

2.3. Molekulārās pasportizācijas metode klonu identificēšanai

Parastās 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 mm diametrā ievieto 2 ml stobriņā;
- 2) paraugu stobriņus ievieto lodīšu dzirnavu adapteros un ar visiem adapteriem ievieto tvertnē ar šķidro slāpekli, kur tos tur 2 min;
- 3) adapterus izņem no šķidrā slāpekļa un ievieto lodīšu dzirnavās „MM-400” (Retch, Vācija) un krata 30 Hz frekvencē 2 min;

⁸ Lu, P., Huber, D.A., White, T.L. (2001) Comparison of Multivariate and Univariate Methods for the Estimation of Type B Genetic Correlations. *Silvae Genetica*, Nr. 50, pp. 13-22.

⁹ Haapanen, M., Velling, P., Annala, M-L. (1997) Progeny Trial Estimates of Genetic Parameters for Growth and Quality Traits in Scots Pine. *Silva Fennica*, Nr. 31, pp. 3-12.

- 4) adapterus izņem no lodīšu dzirnavām un ar visiem paraugiem atkal ievieto šķidrā slāpekļī, kur tos tur 2 min;
- 5) adapterus vēlreiz ievieto lodīšu dzirnavās un krata 30 Hz frekvencē 2 min;
- 6) adapterus izņem no lodīšu dzirnavām un izņem no tiem paraugu stobriņus, katrā stobriņā ielej 400 µl lizēšanas šķīduma no „Fermentas” komplekta, kam pievienots PVP (polividons 25 (1,6g uz 40 ml)) un 200 µl TE bufera ar β-merkaptu etanolu (4 daļas β-merkaptu etanola pret 1000 daļām 1 × TE bufera);
- 7) stobriņus ievieto ūdens termostatā 65°C temperatūrā un inkubē 20 min;
- 8) stobriņus izņem no termostata un katrā stobriņā ielej 600 µl 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 10 min ar centrālās spēku 16350 g;
- 11) stobriņus izņem no centrifūgas un ar pipeti nosūc tajos esošo supernatantu. Supernatantu ievieto jaunā 1,5 ml Eppendorf stobriņā;
- 12) katrā stobriņā ielej 104 µl NaCl – RNāzes maisījuma (100 µl NaCl (DNS izdalīšanas komplekta sastāvā) + 4 µl RNāze (Fermentas));
- 13) stobriņus ievieto ūdens termostatā 37°C temperatūrā un inkubē 30 min;
- 14) stobriņus centrifugē 13 min ar centrālās spēku 16350 g;
- 15) pēc centrifugēšanas no stobriņa izlej visu šķidrumu (DNS nogulsnes paliek pielipušas pie stobriņa dibena);
- 16) katrā stobriņā ielej 300 µl -20°C auksta 96% etanola, un ievieto tos ledusskapī -20°C temperatūrā, kur inkubē vismaz 30 min;
- 17) stobriņus centrifugē 13 min ar centrālās spēku 16350 g;
- 18) no stobriņiem izlej visu šķidrumu un ielej tajos 1 ml -20°C auksta 70% etanola. Stobriņus vorteksē un tad centrifugē 13 min ar centrālās spēku 16350 g;
- 19) atkārti iepriekšējo punktu;
- 20) no stobriņiem izlej visu šķidrumu un atvērtā veidā tos novieto uz tīra filtrpapīra, un ļauj spirtam izžūt (apmēram 30 min);
- 21) kad spirts izžuvis, DNS nogulsnēm uzlej 100 µl 1× TE bufera;
- 22) pirms DNS lietošanas atšķaidītos paraugus aptuveni 24 h 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.

Egles genotipēšanai izmantotie mikrosatelītu kodola DNS praimeris:

Praimeris	Nukleotīdu sekvence	Iezīmējums
UAPgAG150 (e9)	ACCAATGCTTTTACCAAACG F	TAMRA
	TTGATTGCAAGTGATGGTTG R	
WS0033.A18 (e10)	GGCTGCTCTCTTATCCGTTTT F	FAM
	TGGCTCTCATCCAGAAAAGAA R	
WS0022.B15 (e11)	TTTGTAGGTGCTGCAGAGATG F	HEX
	TGGCTTTTTATTCCAGCAAGA R	
PAAC17 (e13)	GAAACAAAATTATTACGCG F	FAM
	ATGCCCTCCTAATGAATG R	
paGB3 (e17)	AGTGATTAACTCCTGACCAC F	HEX
	CACTGAATACACCCATTATCC R	

Priedes genotipēšanai izmantotie mikrosatelītu kodola DNS praimeris:

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

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 mkM.

1. reakcijas maisījums (kopējais reakcijas tilpums – 20 µl):

- DNS 2 µl
- MM 4 µl
- e9 F 1 µl
- e9R 1 µl
- e10F 1µl
- e10R 1µl
- e11 F 2 µl
- e11 R 2 µl
- H₂O 6 µl

2. reakcijas maisījums (kopējais reakcijas tilpums – 20 µl):

- DNS 2 µl
- MM 4 µl
- E13 F 1 µl
- E13R 1 µl
- e17F 1µl
- e17R 1µl
- H₂O 10 µl

PCR reakcijas apstākļi:

- denaturācija 95°C, 15 min;
- 40 cikli:
 - denaturācija 95°C, 20 sekundes,
 - praimeru pielipšana 53°C, 30 sekundes,
 - elongācija 72°C, 45 sekundes;
- beigu elongācija 72°C, 5 min.

Reakcija veikta PCR termociklerī „Mastercycler EPgradient” (Eppendorf, Vācija). PCR reakcijā iegūtos DNS fragmentus analizē ar DNS sekvenatoru Applied Biosystems 3100x/-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 cm.

Paraugu sagatavošana genotipēšanai: apvieno pa 1,0 µl no katra PCR iegūtā fragmenta ar atšķirīgām krāsvielu iezīmēm (6-FAM, HEX, NED), pievieno 0.7 µl GeneScan TM-350 ROX Size Standard un 8 µl Hi-Di TM formamīda. Denaturē termociklera aparātā 95°C temperatūrā 5 minūtes. Strauji atdziest līdz 0°C.

3. Darbs ar selekcijas materiālu

3.1. Parastās priedes selekcijas materiāla kontrolētā krustošana

Parastās priedes krustošanas mērķis ir nodrošināt sēklu materiālu nākamajam selekcijas ciklam. Kontrolētās krustošanas principi:

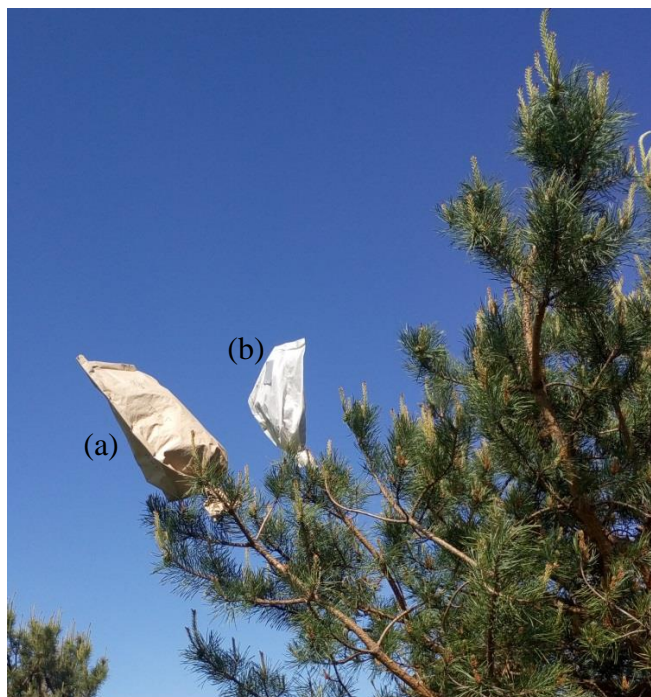
1. ģenētiskā materiāla rekombinācijai selekcijas grupā izmanto minimālo krustojumu skaitu, pielietojot viena pāra vai dubultpāru krustošanas shēmu. Lielāku krustojumu skaitu izmanto tikai kokiem ar augstāko selekcijas vērtību, ja prognozējama materiāla rūpnieciska pavairošana izmantojot kontrolēto krustošanu, vai veģetatīvi;
2. krustošanu veic saskaņā ar koku selekcijas vērtībām – labāko ar otru labāko, trešo ar ceturto utt., tādējādi palielinot varbūtību atlasīt īpaši augstvērtīgus īpatņu sēklu plantācijām;
3. atlasī veic ģimeņu ietvaros, tādējādi iespējami maz palielinot radniecību starp selekcijas grupas kokiem katrā selekcijas ciklā. Atlasī starp ģimenēm iespējams veikt, ja selekcijas grupā esošais koku skaits lielāks par to, kāds nepieciešams ilgtermiņā ģenētiskās daudzveidības nodrošināšanai;
4. atlase pēc fenotipa produktivitāti un jo īpaši kvalitāti raksturojošajām pazīmēm ir ar zemu precizitāti, tādēļ izmanto atlasī pēc izvēlēto kandidātu (augstvērtīgu koku katras kontrolētās krustošanas ģimenes ietvaros) pēcnācēju pārbaužu rezultātiem.

Pārskata periodā veikta parastās priedes selekcijas populācijas klonu apsekošana, novērtējot to vainaga stāvokli, sagaidāmo ziedēšanu. Kloni, kuriem ir augsta selekcijas vērtība, bet kuru identificētie rameti šajā gadā nebija piemēroti nedz putekšņu ievākšanai, nedz izolācijas maisu izvietošanai, izmantoti potzaru ievākšanai un potēšanai koku vainagos Misas sēklu plantācijā (3.1.1. pielikums). Veikti ziedēšanas fenoloģijas novērojumi, putekšņu ievākšanas un krustošana divās sēklu plantācijās (Dravas un Sāviena). Saskaņā ar čiekuru aizmetņu uzskaites datiem konstatēts, ka 58 krustojumi bijuši sekmīgi (3.1.2. pielikums).

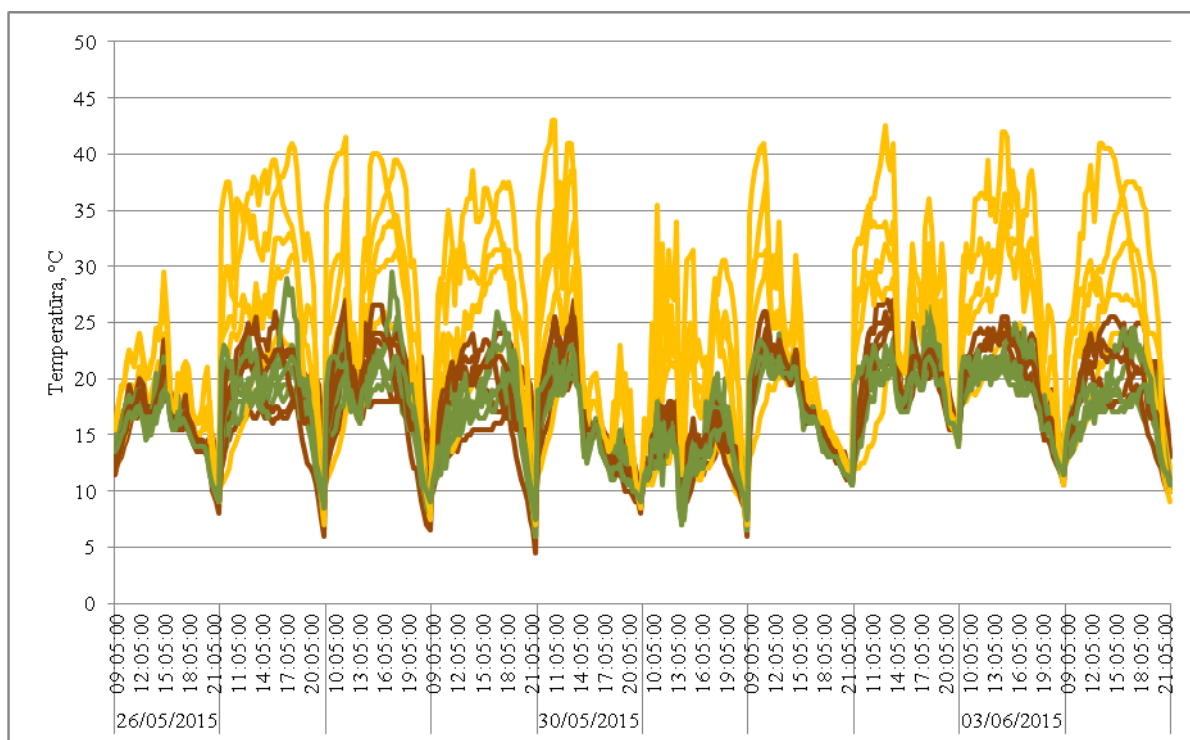
Ņemot vērā iepriekšējo gadu zemās krustošanas sekmes, šogad izmantota atšķirīga pieeja: galvenokārt izmantoti svaigi putekšņi (salīdzināšanai izmantojot iepriekšējos gados vāktus no saldētavas) un gaišākas krāsas izolācijas maisi (salīdzināšanai izmantojot iepriekšējos gados lietotos brūnā papīra maisus).

Kontrolēto krustojumu čiekuru aizmešanās sekmju novērtēšanai, lai salīdzinātu temperatūru atšķirīga materiāla izolācijas maisos un ārpus tiem, Dravu plantācijā izvēlēti pieci krustojumi (Als3xAls8; Du10xM348; Du7xDu20; Ku17xKu21; Ku3xKu7). Katram no kokiem pie zariem koka dienvidu pusē piestiprināti 3 temperatūras reģistratori (*Termochron, Maxim Integrated*), vienu no tiem ievietojot izolācijas maisā no brūna ietinamā papīra, otru – tam blakus esošā maisā no balta pergamenta papīra, bet trešo – piestiprinot pie tā zara, uz kura atradās baltā papīra maiss (3.1.1. att.). Temperatūras reģistratori tika numurēti (1.-15.) un izvietoti vienlaikus ar izolācijas maisu uzlikšanu 25. maijā laikā no plkst.11.00 līdz 15.00 un noņemti vienlaikus ar maisu noņemšanu 5.jūnijā laikā no plkst.12.00 līdz 16.00. Pēc datu nolasīšanas salīdzināta dienas temperatūra (no plkst.9.00 līdz 21.30) abu veidu maisos un ārpus tiem (kontrolē) laikā no 26.maija līdz 4.jūnijam (3.1.2. att.).

Konstatēts, ka vidējā temperatūra maisos no balta pergamenta papīra (23,1 °C) bija augstāka nekā kontrolei (17,2 °C), bet temperatūra maisos no brūna ietinamā papīra (18,0 °C) – līdzīga kontrolei. Minimālā diennakts gaisa temperatūra visiem reģistratoriem bija ≥ 0 °C (līdz 2 °C), izņemot vienu brūno maisu, kur 27.maijā no plkst.4.30 līdz 5.15 un 28.maijā plkst.4.15 temperatūra bija -0,5 °C. Maksimālā temperatūra kontrolei bija 29,5 °C; no balta materiāla gatavotajos maisos tā bija ievērojami augstāka (43 °C), bet no brūna materiāla gatavotajos maisos – nedaudz zemāka (27,0 °C) salīdzinājumā ar kontroli. Rezultāti liecina, ka pārāk augsta temperatūra brūnajos izolācijas maisos nevar būt par iemeslu zemām krustošanas sekmēm.



3.1.1. attēls. Brūna (a) un balta (b) papīra izolācijas maisu izmantošana parastās priedes kontrolētajā krustošanā



Dzeltena līnija – izolācijas maisi no balta pergamenta papīra; brūna – izolācijas maisi no brūna ietinamā papīra; zaļa – temperatūras reģistrators novietots ārpus maisa.

3.1.2. attēls. Temperatūras salīdzinājums dažāda materiāla izolācijas maisos.

Zaros, kuros bija izvietoti temperatūras reģistratori, uzskaitīti sievišķie strobili, tādējādi būs iespējams novērtēt čiekuru aizmešanos un aizmetņu saglabāšanos saistībā ar temperatūru atšķirīga materiāla izolācijas maisos.

Vizuāli novērtējot čiekuru aizmetņus konstatēts, ka pēc izolācijas balta pergamenta papīra maisos to krāsa ir violeta – līdzīga čiekuru aizmetņiem, kas konstatēti uz attiecīgā rameta blakus (neizolētiem) zariem, taču brūna ietinamā papīra maisos bijušo aizmetņu krāsa ir bāli zaļa (3.1.3. att.). Tas varētu būt saistīts ar atšķirībām abu materiālu gaismas caurlaidībā, kas, iespējams, ietekmē ziedēšanas procesu un krustošanas sekmes.



(a) (b)
3.1.3. attēls. Čiekuru aizmetņi no balta (a) un brūna (b) izolācijas maisa

Nākamajos gados paredzētajiem krustojumiem ievākti un uzglabāšanai sagatavoti 74 klonu putekšņu paraugi (3.1.3. pielikums). Izdalītas 2013. gadā veikto kontrolēto krustojumu sēklas; konstatēts, ka pietiekamā apjomā tās ir 18 kloniem.

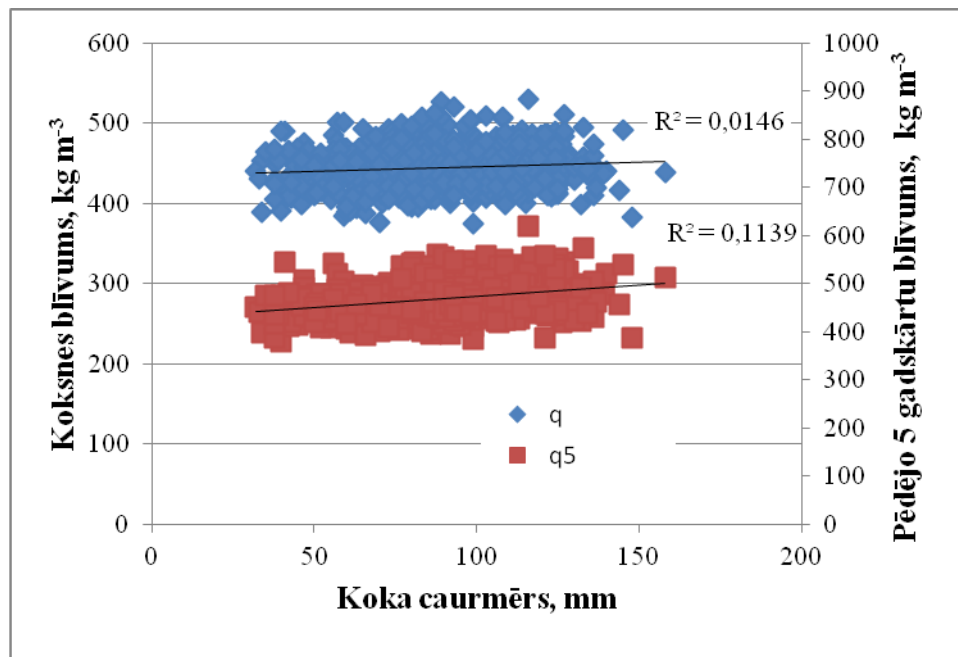
Sagatavots saraksts parastās priedes klonu arhīva ierīkošanai, ietverot arī informāciju ar sēklu plantācijām, kurās atrodami identificētie rameti (3.1.4. pielikums). Saskaņā ar 2. pusgada darba uzdevumiem, identificētie rameti sēklu plantācijās tiks marķēti, tādējādi būs vienkārši atrodami. Klonu arhīvā papildus izmantojami kloni, kuriem šajā gadā tiks vākti čiekuri pēcnācēju pārbaužu stādījumu ierīkošanai un kur sagaidāms, ka pēc 10-14 gadiem (kad būs pieejami pēcnācēju pārbaužu pirmie rezultāti) plantāciju kloni varētu nebūt piemēroti kontrolētajai krustojšanai. Šāda materiāla saraksts tiks pievienots otrā pusgada pārskatam.

3.2. Kārpainā bērza koksnes blīvuma un dabisko atzarošanos raksturojošo parametru ģenētiskā nosacītība

Pārskatā konspektīvi atspoguļoti divos eksperimentālajos stādījumos – brīvapputes pēcnācēju pārbaužu stādījumā Rembatē (Nr. 54) un klonu stādījuma Limbažos (Nr. 367) – nozāģētu paraugkoku un uzmērītu dzīvo koku parametru analīzes rezultāti.

Koksnes blīvums

Koksnes blīvuma analīze Rembates stādījumā veikta 35 ģimeņu 700 paraugkokiem. No paraugkokiem krūšaugstumā ievākti koksnes paraugi bez mizas un vērtēts blīvums visai ripai un paraugam, kas ietver pēdējās 5 gadskārtas. Konstatēts, ka koku caurmēru izmaiņām no 5 līdz 16 cm faktiski nav saiknes ar koksnes blīvuma izmaiņām ($r=0.12$, 3.2.1. att.). Nedaudz ciešāka saikne konstatēta starp pēdējo 5 koksnes gadskārtu blīvumu un koku caurmēru, tomēr šis efekts varētu būt saistīts ar izteiktāku koku savstarpējo konkurenci stādījumā, kurā nav veikta retināšana. Līdzīgi nav konstatēta saikne starp koku augstumu un koksnes blīvumu.



q – koksnes blīvums, kg m^{-3} ; q5 – piecu ārējo gadskārtu koksne blīvums, kg m^{-3}

3.2.1. attēls. Bērza koksnes blīvuma un caurmēra saikne

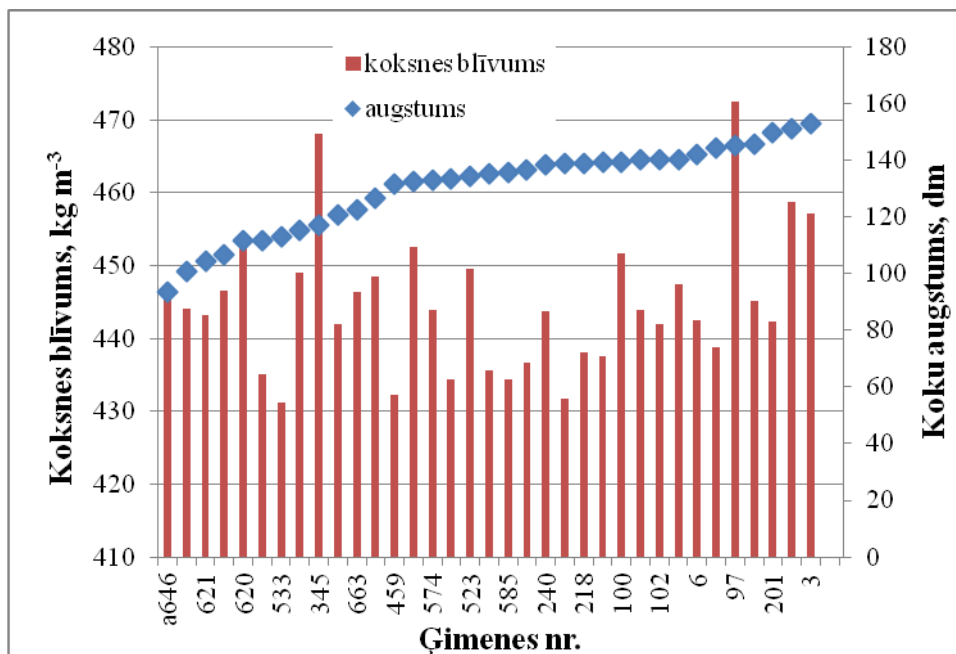
Iegūtie rezultāti saskan ar atsevišķu citu pētījumu datiem, kuros secināts, ka, atšķirībā no skujkokiem, bērzam straujāka augšana uzlabo koksnes stiprību, jo mazauglīgās augsnēs augsts lignīna saturs bērza koksne tā stiprību samazina (Liepins, 1933¹⁰), vai, ka mazākam audzes biežumam nav tiešas ietekmes uz bērzu koksnes blīvumu (Dunham, 1996¹¹). Bērza stādījumos uz bijušajām lauksaimniecības zemēm Latvijā Liepiņš un Rieksts-Riekstiņš (2013¹²) arī konstatējuši vāju korelāciju starp koku caurmēru un koksnes blīvumu ($r=0.04$).

Atsevišķiem kokiem konstatētas koksnes blīvuma vērtības plašā amplitūdā: no 375 līdz 529 kg m^{-3} , ģimeņu vidējo koksnes blīvuma vērtību izkliede ir ievērojami mazāka: no 431 līdz 472 kg m^{-3} . Analīzes rezultāti liecina, ka ģenētikai (ģimenei) ir statistiski būtiska ietekme gan uz koku augstumu un caurmēru, gan koksnes blīvumu. Tomēr, veicot atlasīti pēc koku augstuma, nav sagaidāms, ka atlasītās koku grupas koksnes blīvums būs zemāks nekā vidējais (3.2.2. att.). Koksnes blīvuma iekļaušana selekcijas indeksā ir lietderīga tikai tad, ja sagaidāms, ka meža audzētājs par blīvāku bērza koksni varētu iegūt lielākus ieņēmumus; tomēr literatūras analīze neliecina par iespēju, ka šāda situācijas varētu izveidoties.

¹⁰ Liepins R. (1933). Die technischen Eigenschaften der Birke Lettlands [Latvijas bērza koksnes tehniskās īpašības]. Commentations Forestales 6: 1–15.

¹¹ Dunham R.A. (1996). The influence of growth rate on the wood and stem properties of silver birch (*Betula pendula* roth.). Ph.D., University of Aberdeen, United Kingdom. 290 p.

¹² Liepiņš K., Rieksts-Riekstiņš, J. (2013) Stemwood density of juvenile silver birch trees (*Betula pendula* Roth.) from plantations on former farmlands. Baltic Forestry, 19(2): 179-186.



3.2.2. attēls. Bērza brīvapputes ģimeņu vidējais koksnes blīvums un koku augstums

Līdzīgi arī stādījumā Somijas dienvidu daļā 12 gadu vecumā, novērtējot koksnes īpašības 46 sibu ģimeņu pēcnācējiem, konstatēts, ka korelācija starp ātraudzību un koksnes blīvumu nav statistiski būtiska (Nepveu, Velling, 1983¹³).

Dabiskā atzarošanās nozīmīgi ietekmē bērzu audzēs iegūstamo sortimentu sadalījumu (zāgļa un finierkluču iznākumu – Herājārvi, 2001¹⁴) un līdz ar to audzes monetāro vērtību. Latvijā veikti plaši pētījumi par bērzu jaunaudzju kopšanu, kā arī to kvalitāti ietekmējošajiem faktoriem (meža tips, reģions) (Zālītis u.c., 2004¹⁵; Zālītis, Zālītis, 2007¹⁶). Šajos pētījumos norādīts, ka, samazinot audzes sākotnējo biežumu, iespējams nozīmīgi palielināt koku ātraudzību, tomēr ne pozitīvi ietekmēt dabisko atzarošanos, izvirzot hipotēzi, ka to galvenokārt ietekmē koku ģenētika. Par ģenētikas ietekmi uz zarojumu raksturojošām analīzēm liecina arī pēcnācēju pārbaužu stādījumu rezultāti, piemēram, Somijā konstatējot, ka 8-12 gadu vecumā sēkļu plantācijas pēcnācēju relatīvais zaru resnums ir par 10% mazāks nekā mežaudžu pēcnācējiem (Hagqvist, Hahl, 1998¹⁷). Tomēr šāda vecuma stādījumi vēl nav piemēroti dabiskās atzarošanās novērtējumam.

Kopumā dabisko atzarošanos ietekmē:

- 1) zara nokalšanas laiks, kas atkarīgs no tā noēnojuma (zaļā vainaga parametri, audzes biežums);
- 2) zara sadalīšanās (nokrišanas no stumbra) laiks, kas lielā mērā atkarīgs no zara resnuma;
- 3) zara vietas apaugšanas laiks, kas atkarīgs no zara diametra un koka radiālā pieauguma.

Visi šie atzarošanos ietekmējošie faktori saistīti ar koka ģenētiskajām īpašībām, kā arī audzes biežumu. Pētījumos Somijā (audzes biežums 400-5000 koki ha⁻¹, vecums 11-22 gadi) konstatēts: jo straujāka bērza augšana, jo resnāki tā zari. Lielākā stādīšanas biežumā zari ir tievāki, tie agrāk atmirst un agrāk notiek dabiskā atzarošanās, tomēr vērojama būtiska

¹³ Nepveu G., Velling P. 1983. Rauduskoivun puuaineen laadun geneettinen vaihtelu [Individual genetic variability of wood quality in *Betula pendula*]. Folia Forestalia, 575: 1–21. (in Finnish with English abstract).

¹⁴ Herājārvi H. (2001). Technical properties of mature birch (*Betula pendula* and *B. pubescens*) for saw milling in Finland. Silva Fennica, 35(4): 469–485.

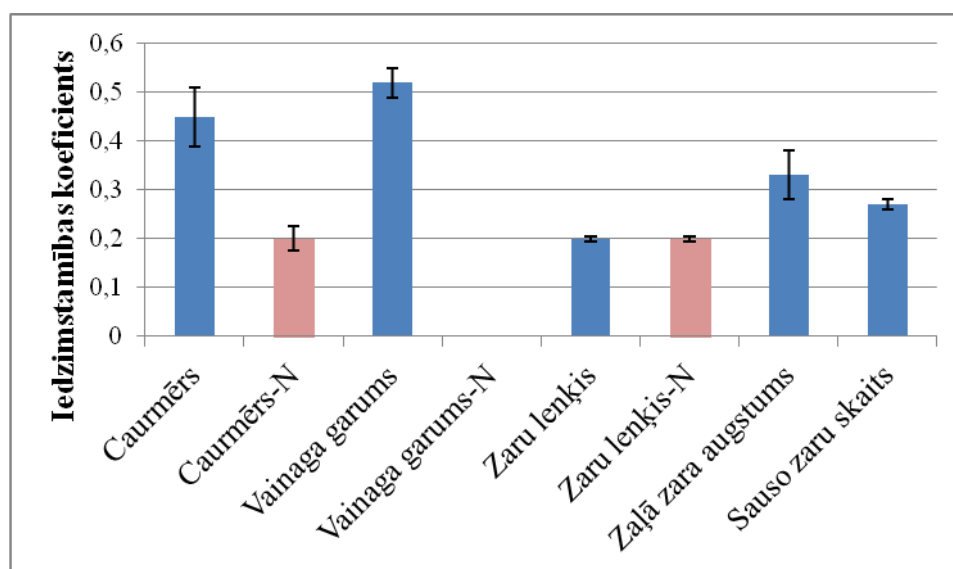
¹⁵ Zālītis P., Špalte E., Zālītis T. (2004). Bērzu finierkluču apjoma un kvalitātes novērtējums atšķirīgos meža augšanas apstākļos. Mežzinātne, 13(46), 37.-60. lpp.

¹⁶ Zālītis T., Zālītis P. (2007) Growth of the Young Stands of Silver Birch (*Betula pendula* Roth.) depending of Pre-Commercial Thinning intensity. Baltic Forestry, 13(1): 61-67.

¹⁷ Hagqvist R., Hahl J. (1998). Rauduskoivun siemenviljelysten jalostushyöty Etelä- ja Keski- Suomessa [Genetic gain provided by seed orchards of Silver birch in Southern and Central Finland]. Reports from the foundation for forest tree breeding 13. 30 p. (in Finnish with English summary).

negatīva ietekme uz koku radiālo pieaugumu. Pēc zaru atmiršanas, augstāks audzes biežums palēnina sauso zaru dabisko sadalīšanos (Niemistö, 1995¹⁸). Līdzīgi citos pētījumos konstatēts, ka mazāks stādīšanas biežums kavē zaru pieauguma samazināšanos un palielina laiku līdz to nokalšanai (Mäkinen, 2002¹⁹), kā arī rezultējas ar resnākiem zariem un īsāku stumbra bezzaru daļu (Dunham, 1996²⁰).

Dabisko atzarošanos ietekmējošo zaru parametru ģenētiskā nosacītība (iedzimstamības koeficients) analizēta Rembates stādījumā, vispirms katram no kokiem aprēķinot konkurences indeksu, kā vērtība atkarīga no tuvāk esošo koku diametru summas. Statistiski būtiska ģenētikas (ģimenes) ietekme un relatīvi augstas iedzimstamības koeficienta vērtības konstatētas visām zarojumu raksturojošajām pazīmēm (3.2.3. att.). Redzams, ka tādas pazīmes kā koku caurmēru un zaļā vainaga garumu koku savstarpējā konkurence ietekmē nozīmīgi, „maskējot” ģenētikas ietekmi (piemēram, koku caurmēra iedzimstamības koeficients, izmantojot konkurences indeksu kā kovarianti: $h^2=0.45\pm 0.026$, neizmantojot: 0.20 ± 0.05). Taču citas pazīmes, kā, piemēram, zaru leņķi, koku savstarpējā konkurence faktiski neietekmē.



N – parēķini veikti, neizmantojot konkurences indeksu kā kovarianti

3.2.3. attēls. Koku zarojumu raksturojošo pazīmju iedzimstamības koeficienti.

Konstatēts, ka koka caurmēram, pirmā zaļā zara augstumam un sauso zaru skaitam pirmajos 2 metos ir augstas aditīvā ģenētiskā efekta noteiktās variācijas koeficienta vērtības (attiecīgi 10,9, 15,2 un 34,4%) – tātad atlase pēc šīm pazīmēm var nodrošināt ievērojamu selekcijas efektu. Ģenētiskā korelācijas starp koku augstumu un pirmā zaļā zara augstumu ir samērā cieša un statistiski būtiska ($r=0.56$), tomēr starp koku augstumu un sauso zaru skaitu tā ir vāja ($r=-0.26$). Var secināt, ka, vecot atlasī pēc koku augstuma dabiskā atzarošanās netiks ietekmēta negatīvi, tomēr pozitīvu ietekmi nodrošināt būtu iespējams, kā papildus pazīmi atlasē ietverot arī notiekošo atzarošanās procesa sākumu raksturojošo sauso zaru skaitu pirmajos 2 stumbra metros.

Tomēr rezultāti 14 gadu vecumā sniedz tikai aptuvenu priekšstatu par ģenētikas ietekmi uz dabisko atzarošanos un stumbra ekonomisko vērtību ciršanas vecumā. Lai iegūtu precīzāku informāciju par šiem rādītājiem, veikti mērījumi 40 gadu vecā bērza klonu (potētā) stādījumā, kas ierīkots ar sākotnējo biežumu 5x5 m (3.2.4. att.). Konstatēts, ka koku vidējais caurmērs stādījumā atbilst bērza mērķa caurmēram, tādēļ var uzskatīt, ka pazīmes tiek analizētas kokiem galvenās izmantošanas cirtē. Turklāt, ņemot vērā stādījuma zemo biežumu, iegūtās

¹⁸ Niemistö P. (1995). Influence of initial spacing and row-to-row distance on the crown and branch properties and taper of silver birch (*Betula pendula*). Scandinavian Journal of Forest Research, 10: 235–244.

¹⁹ Mäkinen H. (2002). Effect of stand density on the branch development of silver birch (*Betula pendula* Roth) in central Finland. Trees, 16: 346–353.

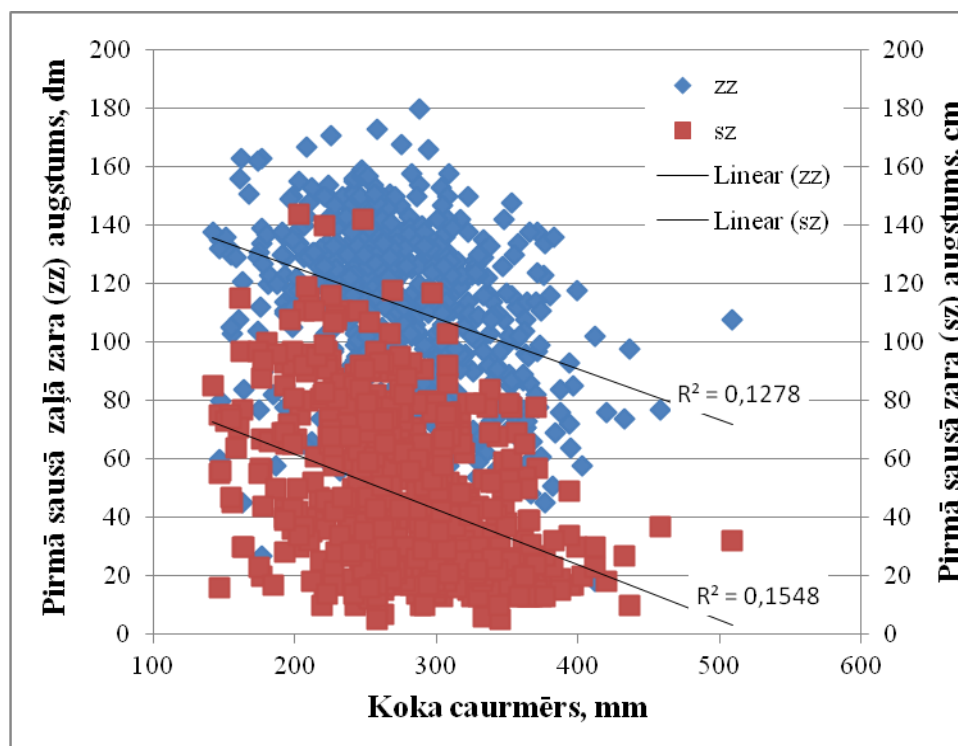
²⁰ Dunham R.A. (1996). The influence of growth rate on the wood and stem properties of silver birch (*Betula pendula* roth.). Ph.D., University of Aberdeen, United Kingdom. 290 p.

zarojuma vērtības būs maksimālās, t.i. jebkurā stādījumā ar augstāku biežumu sagaidāmi mazāki zaru diametri un labāka dabiskā atzarošanās.



3.2.4. attēls. Bērza klonu stādījums 40 gadu vecumā

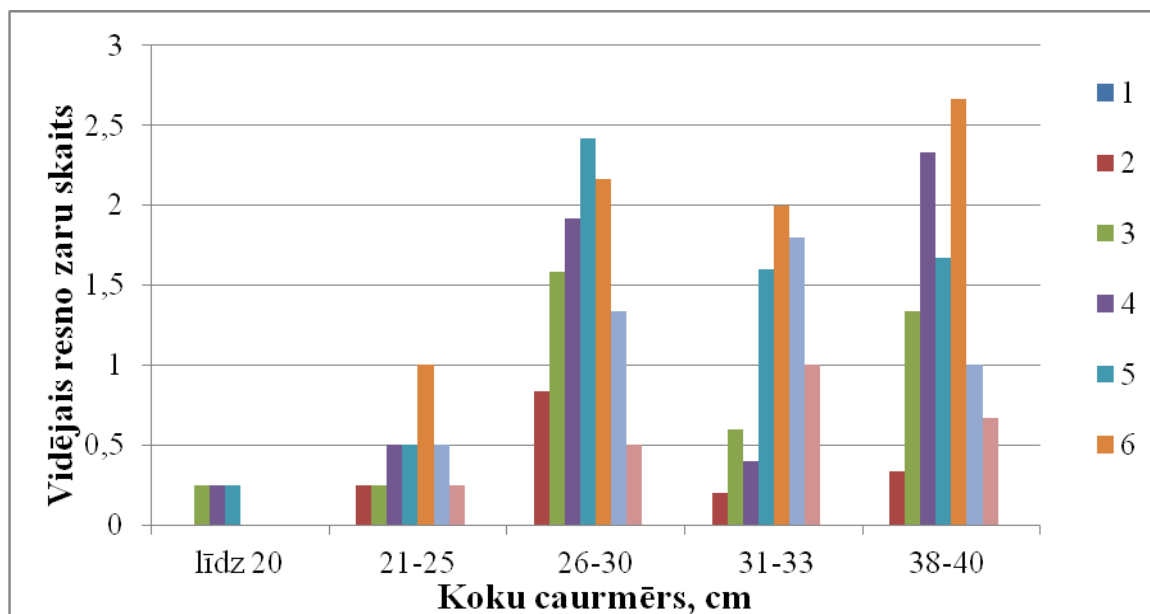
Analizējot visus uzņēmētos kokus, konstatēta tendence, ka resnākajiem no tiem gan pirmais sausais zars, gan pirmais zaļais zars ir zemāk nekā tievākajiem (3.2.5. att.). Tāpat konstatēta relatīvi cieša saikne starp koku caurmēru un relatīvo zaru resnumu (vērtēts 6 ballu skalā): $r=0.68$. Tomēr šie rādītāji nav izmantojami tieši, vērtējot no konkrētā koka stumbra iegūstamos sortimentus.



3.2.5. attēls. Bērzu zemākā sausā un zaļā zara augstums

Tādēļ detalizētai zarojuma uzņēmēšanai stādījumā nozāģēti 30 paraugkoki, kas izvēlēti tā, lai būtu pārstāvēti gan kloni, gan individuāli koki, kas reprezentē mazākās, vidējās un lielākās caurmēra klases. Izvēlēti tikai koki ar vienu galotni, bez izteiktiem padēļiem. Ņemot

vērā detalizētas informācijas trūkumu par stumbra līkumainību un koksnes iekrāsojumu, analīze veikta saskaņā ar bērza zāģbaļķu, nevis finierkluču kvalitātes prasībām. Paraugkoki sadalīti pēc caurmēra un vērtēts vidējais zaru ar diametru lielāku par 40 mm skaits katrā 3 m nogrieznī sākot no stumbra resgaļa (3.2.6. att.).



Nr. – 3 m nogrieznis, skaitot no stumbra resgaļa: 1 – 0-300 cm, 2 – 301-600 cm utt.
3.2.6. attēls. Zaru ar diametru >40 mm vidējais skaits 3 m nogrieznī.

Visi uzņēmītie koki sadalīti 2 cm caurmēra pakāpēs. Katrā caurmēra pakāpē, izmantojot R. Ozoliņa izstrādātās formulas, aprēķināts stumbra tilpums bez mizas un tievgaļa caurmērs 2,7 m garam nogrieznim sākot no stumbra lejas daļas, ņemot vērā, kā zāģējums tiek veikts pa 2,8 m gariem posmiem, lai nodrošinātu 10 cm virsmēru, taču virsmēra tilpums netiek pieskaitīts sortimenta tilpumam. Caurmērs ar mizu un 3 m garums aprēķināts malkai un papīrmalkai. Vērtējot zarojuma kvalitātes ietekmi uz sortimentu iznākumu, izmantota 3.2.6. attēlā redzamā sakarība un pieņemts, ka tā reprezentē vidējo zarojuma kvalitāti, tādēļ ieviesti 3.2.1. tabulā apspoguļotie ierobežojumi.

3.2.1. tabula.

Bērza sortimenti atbilstoši koka caurmēram un zarojuma kvalitātei

Koka caurmēra pakāpe (cm)	Ierobežojums
≤20	nav
22 un 24	3. un 4. nogrieznis 50% koku (ar zemāko zaru vērtējumu ballēs) – taras klucis
26 un 28	2. nogrieznis 50% koku (ar zemāko zaru vērtējumu ballēs) – taras klucis, nākamie nogriežņi ar atbilstošu diametru – visi taras kluči
≥30	2., 3. un 4. nogrieznis – 50% koku (ar zemāko zaru vērtējumu ballēs) – taras klucis, nākamie nogriežņi ar atbilstošu diametru – visi taras kluči

Stādījumā daudziem kokiem tika konstatētas sala plaisas. Konstatēta būtiska klona ietekme un nozīmīgas to atšķirības pēc šī rādītāja: vidēji bojāti bija 25±6.6% koku, taču atsevišķiem kloniem no 0% līdz 50% koku. Plaisu vidējais (redzamais) augstums bija 5,2±0,4 m. Tādēļ pieņemts, ka plaisas klātbūtne samazina koka pirmo divu (skaitot no resgaļa) sortimentu kvalitāti no zāģbaļķa uz taras kluci. Izmantojot šos pieņēmumus, aprēķināts sortimentu iznākums katram no kokiem un tā monetārā vērtība saskaņā ar 3.2.2. tabulā ietvertajiem lielumiem.

Aprēķinos izmantotie sortimenti un to cenas

Sortiments	Minimālais tievgaļa caurmērs, cm	Cena, EUR m ⁻³
malka	4	20
papīrmalka	6	26
tarasklucis	14	32
zāģbaļķis	14	40
zāģbaļķis	18	60
zāģbaļķis	21	65
zāģbaļķis	26	70

Konstatēta būtiska un nozīmīga klona ietekme uz viena stumbra vidējo cenu: stādījumā kopumā tā bija 29±2,9 EUR, bet atsevišķiem kloniem no 16,5 līdz 42,0 EUR. Koku ar plaisām īpatsvara (klonam) korelācija ar viena stumbra vidējo cenu bija vāja ($r=0,15$); neņemot plaisas vērā, atsevišķiem kloniem vidējā stumbra cena izmainījās par 0-15% un mainījās arī klonu ranžējums, labākajam no tiem tomēr paliekot nemainīgam (klons Ka1). Aprēķinā nav ņemta vērā padēlu un koku ar vairāku galotņu ietekme uz sortimentu iznākumu, jo nebija zināms to atrašanās vietas augstums un diametrs, lai gan vairākas galotnes konstatētas vidēji 37±8,8% koku un atsevišķiem kloniem robežās no 6 līdz 75% koku. Kopumā konstatēts, ka genotipam (klonam) ir nozīmīga un statistiski būtiska ietekme uz zarojumu raksturojošajām pazīmēm un līdz ar to stumbra monetāro vērtību ciršanas gatavību (mērķa caurmēru) sasniegušā audzē.

3.3. Parastās egles, parastās priedes, kārpainā bērza, melnalkšņa, parastā ozola un apšu hibrīdu selekcijas materiāla uzturēšana un vērtēšana

Turpināta selekcijas materiāla – pēcnācēju pārbaužu stādījumu uzturēšana (marķējuma atjaunošana, kopšana (dubultstādu izgriešana, pašsējas kociņu izciršana) vai sagatavošana kopšanai (koku marķēšana), agrīno pazīmju vērtēšana (saglabāšanās, plaukšanas laiks, augusta dzinumu veidošanās).

Marķējuma atjaunošana veikta:

- ✓ parastās egles pēcnācēju pārbaužu stādījumos Nr. 716, Nr. 232, Nr. 668, Nr. 669, Nr. 628, Nr. 692 (MPS Kalsnavas mežu novads), Nr. 688 (MPS Auces mežu novads), Nr. 311, Nr. 524, Nr. 314, Nr. 312, Nr. 313, Nr. 522, Nr. 523 (MPS Šķēdes mežu novads). Stādījumi ierīkoti laikā no 2004. - 2010. gadam. Kopējā stādījumu platība ir 36,43 ha;
- ✓ parastās priedes pēcnācēju pārbaužu stādījumā Nr. 675 (MPS Kalsnavas mežu novads). Stādījums ierīkots 2008. gadā. Stādījuma platība 4,1 ha;
- ✓ kārpainā bērza pēcnācēju pārbaužu stādījumos Nr. 759, Nr. 760 (MPS Kalsnavas mežu novads), Nr. 310 (MPS Šķēdes mežu novads), Nr. 589 (Taurene, Vecpiebalgas novads). Stādījumi ierīkoti laikā no 2000 – 2011. gadam. Kopējā stādījumu platība ir 17,8 ha;
- ✓ parastā ozola pēcnācēju pārbaužu stādījumā Nr. 311 (MPS Šķēdes mežu novads). Stādījums ierīkots 2001. gadā. Stādījuma platība 2,2 ha;
- ✓ melnalkšņu pēcnācēju pārbaužu stādījumos Nr. 238, Nr. 239, Nr. 237, Nr. 670 (MPS Kalsnavas mežu novads), Nr. 590 (Taurene, Vecpiebalgas novads), Nr. 525 (MPS Šķēdes mežu novads). Stādījumi ierīkoti laikā no 2000 – 2008. gadam. Kopējā stādījumu platība ir 9,4 ha.

Kopējā visu sugu stādījumu platība, kur tika veikta marķējuma atjaunošana, ir 69,93 ha.

Saglabāšanās novērtēšana tika veikta:

- ✓ parastās egles pēcnācēju pārbaužu stādījumos Nr. 716, Nr. 715, Nr. 233, Nr. 232 (MPS Kalsnavas mežu novads), Nr. 725 (Rembate, Ķeguma novads). Stādījumi ierīkoti laikā no 2005. – 2010. gadam. Kopējā stādījumu platība 13,85 ha;
- ✓ parastās priedes pēcnācēju pārbaužu stādījumā Nr. 714 (MPS Jelgavas mežu novads). Stādījums ierīkots 2010. gadā. Kopējā stādījumu platība ir 3,5 ha;

Kopēja visu sugu stādījumu platība, kur tika veikta stādījumu saglabāšanās novērtēšana, ir 17,35 ha.

Parastās egles pēcnācēju pārbaužu stādījumos Nr. 716, Nr. 715, Nr. 233, Nr. 694 (MPS Kalsnavas mežu novads), Nr. 524, Nr. 312 (MPS Šķēdes mežu novads), Nr.748 (Rembate, Ķeguma novads) tika veikta dubultstādu un atsevišķu pašsējas kociņu izgriešana. Stādījumi ierīkoti laikā no 2004. – 2010. gadam. Kopējā stādījumu platība ir 18,63 ha.

Parastās priedes pēcnācēju pārbaužu stādījumos Nr. 34-38 veikta koku caurmēru uzmērīšana, šķērslaukumu aprēķināšana pa atkārtojumiem, izzīmēšana, ņemot vērā ģimeņu struktūru; uzsākta kopšanas ciršu izpilde.

3.4. Parastās egles D grupas selekcijas materiāla veģetatīvā pavairošana ar spraudeņiem

Pārskata periodā turpināta parastās egles D grupas selekcijas materiāla veģetatīvā pavairošana ar spraudeņiem un iepriekšējos gados (2013., 2014. g.) apsakņoto spraudeņstādu audzēšana. Zaru griešana spraudeņu sagatavošanai veikta sēklu plantācijās Liuza (25.02.), Vecumi (26.; 27.02.) un Tirza (02.03.), un pēcnācēju pārbaužu stādījumos Nr.748 Rembates pag. Vecrumbās (04.03.), Nr.626 Jelgavas MN (6.03.), Nr.694 un Nr.716 Kalsnavas MN (9.;10.03.) un no 8 zviedru izcelsmes kloniem, kas pavairoti embriogēnēzes ceļā (no 5 gadīgiem stādiem; griezti 03.03.). Zari, tāpat kā iepriekšējā gadā, uzglabāti plastmasas maisos no -2° līdz -4° C temperatūrā Klimata laboratorijas aukstumkamerā Salaspilī. Kopējais apsakņošana sagatavoto un iesprausto spraudeņu apjoms 2015. gadā ir 39,1 tūkstotis (3.4.1. tabula). Spraudeņu apsakņošanu šogad bija iespēja veikt paralēli divās vietās – 2015. gadā ekspluatācijā nodotajā klimata kamerā LVMI Silava klimata laboratorijā un, kā iepriekš – MPS stādaudzētavas spraudeņu apsakņošanas siltumnīcā. Lai arī klimata kamerā sakņojamo spraudeņu apjoms attiecībā pret kopējo ir salīdzinoši neliels - 6,4 tūkst.gab., taču bija iespēja precīzi uzstādīt vajadzīgos klimata parametrus - temperatūras un mitruma režīmu gan gaisam, gan substrātam. Apsakņošanas procesā tika testētas klimatu nodrošināošās iekārtas un veikti dažādi nepieciešamie uzlabojumi un modifikācijas.

3.4.1. tabula

2015. gadā apsakņošanai sagatavotie un iespraustie egles spraudeņi

spraudeņu ieguves vieta		spraudeņu apsakņošanas vieta		kopā
		Silava	MPS	
Sēklu plantācijas	Liuza	1104	4704	20344
	Vecumi	1776	9328	
	Tirza	624	2808	
Pēcnācēju pārbaudes	eksp.Nr.748 Rembates pag.	576	4488	18797
	eksp.Nr.626 Jelgavas MN	912	5826	
	eksp.Nr.694, 716 Kalsnavas MN	1104	5568	
LVM Kalsnavas kokaudzētava, no embriogēnēzē pavairotiem egles stādiem		323		
Pavisam kopā		6419	32722	39141

Spraudeņu apsakņošanu klimata kamerā bija iespējams uzsākt divas nedēļas ātrāk - 19. martā, MPS kokaudzētavā - 30. martā. Spraudeņi apsakņošanai abās vietās sprauti BCC ražotos 150 ml stādu konteineros HIKO V-150 side slit (3.4.1.attēls), kūdras/perlīta (1:1) substrātā. Šogad tika izvēlēti stādu konteineri, kuriem apakšējā daļā ir spraugas, kas nodrošina brīvāku gaisa piekļuvi substrātam un, iespējams, varētu arī sekmēt apsakņošanu. Iepriekšējos gados tika izmantoti tāda pat izmēra konteineri, bet bez sānu spraugām. Klimata kamerā sakņošanas konteineru izvietojumam izmantoti galdi ar atšķirīgu substrāta sildīšanu. Viens no galdiem ir aprīkots ar elektrisko sildīšanas iekārtu, pārējo 3 galdu apsilde tiek nodrošināta caur apkures sistēmu ar karstā ūdens plūsmu pa caurulēm, kas novietotas zem galdu virsmām. Egles spraudeņu apsakņošanai izmantoti abu veidu apsildes galdi, nodrošinot nepieciešamo substrāta temperatūra 23...24°C. Spraudeņu apsakņošanai kamerā tika nodrošināts gaismas spektrs ar izteiktu zilo un sarkano spektra daļu un gaismas intensitāti vidēji 110 μmol/m², diennakts sadalījums - 16 dienas un 8 nakts stundas. Nepieciešamā gaisa mitruma (~ 90%) nodrošināšanai uzstādīta gaisa mitrināšanas sistēma (miglas pūtējs), kā arī stieņveida laistīšanas sistēma, kas aprīkota ar sprauslām pilienvēda miglas veidošanai. Vienmērīgas gaisa temperatūras uzturēšanai (par 5°C < kā substrātam) izmantota kameras ventilācijas iekārta un kondicionieris.



3.4.1. attēls
BCC konteineri
HIKO V-150 side slit

Spraudeņu sagatavošana un spraušana substrātā apsākšanai klimata kamerā Silavā tika veikta 13. un 24. martā. No sēklu plantācijām iegūtie spraudeņi (bioloģiski un fizioloģiski vecāks materiāls, plantāciju stādīšanas gads - 2003.) tika izvietoti uz galda ar elektrisko sildīšanu, kuram varēja nodrošināt vienmērīgāku substrāta temperatūru, pēcnācēju pārbaudēs (stādīšanas gads 2009.; 2010.) un no embriogēnēzē pavairotām eglēm grieztie spraudeņi sakņoti uz galda ar substrāta apsildi, ko nodrošina apkures sistēma. Iespēja uzturēt optimālos apsākšanai nepieciešamos klimata parametrus un nodrošināt gaisa un substrāta temperatūras starpību, ko nereti ir visgrūtāk realizēt, deva pozitīvu rezultātu – nesākās pumpuru plaukšana, kura var kavēt vai pat izslēgt sakņu veidošanās procesa iespēju, ja tā sākas pirmā pēc spraudeņu iespraušanas. Tāpēc tik būtiska ir šī 5°C starpība substrāta un gaisa temperatūrai, lai par gaisu siltākais substrāts veicinātu sakņu veidošanās procesu. Jau maija pirmajā dekādē konteineru sānu spraugās un apakšas atvērumos parādījās saknes pēcnācēju pārbaudēs un no embriogēnajām eglēm iegūtajam spraudeņu materiālam. Kad apsākšanās ir notikusi, spraudeņi no miglas apstākļiem ir jāpārvieto audzēšanai uz parastās siltumnīcas apstākļiem, pretējā gadījumā spraudeņu attīstība (augšana) var apstāties un izveidojušās saknes var iet bojā. 10. jūnijā stādu kasetes ar redzamām apsākšanās pazīmēm tika pārvietotas uz MPS sējeņu audzēšanas siltumnīcu un novietotas uz audzēšanas galdiem, kā arī uzsākta augu mēslošana, izmantojot parasto, kokaudzētavās pielietoto egles sējeņu mēslošanas shēmu. Būtiski atzīmēt, ka sakņu veidošanās bija vērojama arī fizioloģiski vecajam – no sēklu plantācijām iegūtajam materiālam, kas iepriekšējos gados bija ļoti vāja. Zināms, ka optimālais apsākšanas vecums eglei ir spraudeņiem, kas griezti no 4...6 gadus veciem mātes augiem, bet potējumu vecums plantācijas eglēm ir vidēji 13...14 gadi (taču potzari ir griezti no 80...100 gadus vecām eglēm) un, katrs gads virs optimālā, mātesauga apsākšanās spēju samazina par ~ 5%. Šoreiz, iespējams, ka tieši stabilie klimata apstākļi palielināja apsākšanās intensitāti arī fizioloģiski vecajam materiālam, lai gan kopumā, proporcionāli ļoti daudz spraudeņu no fizioloģiski vecā materiāla aizgāja bojā – nobrūnēja un nobira skuju un substrātā iespraustajā daļā spraudeņiem sāka atdalīties miza, kas liecina par trūdēšanas (pūšanas) procesiem. Tie parādījās ļoti nevienmērīgi, piemēram, vienā kasetē (spraudeņi no viena mātesauga) ir atsevišķi augi, kam gan veidojās saknes, gan plauka pumpuri un sāka augt dzinumumi, bet pārējie (pat līdz 80...90%) gāja bojā. Cēloņi šobrīd nav skaidri.



3.4.2. attēls. Apgaismojums spraudeņu apsākšanas kamerā

10. jūnijā stādu kasetes ar redzamām apsākšanās pazīmēm tika pārvietotas uz MPS sējeņu audzēšanas siltumnīcu un novietotas uz audzēšanas galdiem, kā arī uzsākta augu mēslošana, izmantojot parasto, kokaudzētavās pielietoto egles sējeņu mēslošanas shēmu. Būtiski atzīmēt, ka sakņu veidošanās bija vērojama arī fizioloģiski vecajam – no sēklu plantācijām iegūtajam materiālam, kas iepriekšējos gados bija ļoti vāja. Zināms, ka optimālais apsākšanas vecums eglei ir spraudeņiem, kas griezti no 4...6 gadus veciem mātes augiem, bet potējumu vecums plantācijas eglēm ir vidēji 13...14 gadi (taču potzari ir griezti no 80...100 gadus vecām eglēm) un, katrs gads virs optimālā, mātesauga apsākšanās spēju samazina par ~ 5%. Šoreiz, iespējams, ka tieši stabilie klimata apstākļi palielināja apsākšanās intensitāti arī fizioloģiski vecajam materiālam, lai gan kopumā, proporcionāli ļoti daudz spraudeņu no fizioloģiski vecā materiāla aizgāja bojā – nobrūnēja un nobira skuju un substrātā iespraustajā daļā spraudeņiem sāka atdalīties miza, kas liecina par trūdēšanas (pūšanas) procesiem. Tie parādījās ļoti nevienmērīgi, piemēram, vienā kasetē (spraudeņi no viena mātesauga) ir atsevišķi augi, kam gan veidojās saknes, gan plauka pumpuri un sāka augt dzinumumi, bet pārējie (pat līdz 80...90%) gāja bojā. Cēloņi šobrīd nav skaidri.



3.4.3. attēls. Spraudeņi apsākšanas kamerā

Pēc 2014. gada veģetācijas sezonas tika veikti būtiski uzlabojumi arī MPS spraudeņu apsākšanas siltumnīcā – uzstādītas 4 gaisa mitrināšanas sistēmas miglas veidošanai, uzlabota substrāta sildīšanas sistēmas un citu klimata faktoru uzstādīšanas un kontroles iespēja, uzstādīti sānu ēnošanas tīkli, laistīšanas sistēmai uzliktas sprauslas miglas pilienu veidošanai. Ja āra gaisa temperatūra ir zem 0°C, kad siltumnīcas laistīšanas sistēma diemžēl nav darbināma, kas ierobežo spraušanas sākuma laika izvēli. MPS siltumnīcā spraudeņu sagatavošana un spraušana veikta 30. un 31. martā. Vēsais un lēnais pavasaris palīdzēja nodrošināt daudz optimālākus apstākļus arī siltumnīcā. Izdevās izvairīties no pārlietu augstas gaisa temperatūras dienas vidū, kas bija būtiska problēma 2014. gada spraudeņu apsākšanas procesā. Arī MPS siltumnīcā spraudeņu plaukšana nesākās pirms sakņu veidošanās un jau maija beigās - jūnija sākumā tika konstatēta sakņu parādīšanās. Kasetes ar spraudeņiem ar apsākšanās pazīmēm tāpat pārvietotas uz sējeņu siltumnīcu un uzsākta augu minerālā

piebarošana. Apsakņošanas periodā konstatēts, ka MPS siltumnīcā fizioloģiski vecākā materiāla – plantāciju spraudeņi jutās labāk un masveida skuju brūnēšana un augu trūdēšana netika novērota. Tā kā vairāki kloni no apsakņojamā materiāla sakņoti gan Silavā, gan MPS, tad būs iespēja salīdzināt iegūtos rezultātus. Apsakņošanas rezultātus varēs vērtēt pēc pārziemošanas, kad arī tiks pieņemts lēmums par to tālāko audzēšanas režīmu.

Tiek turpināta 2014. gada spraudeņu audzēšana. Pēc ziemošanas āra apstākļos, maija sākumā spraudeņu kasetes pārvietotas uz sējeņu siltumnīcu un uzsākta augu mēslošana. Ziemešanas periodā daļa no spraudeņiem, kuriem 2014. gadā bija sākušas veidoties saknes, ir gājuši bojā. Tā kā apsakņojamais materiāls ir no sēkļu plantāciju eglēm, kuru fizioloģiskais vecums būtiski pārsniedz optimālo apsakņošanas vecumu, tad sakņu veidošanās notiek lēni – pirmajā veģetācijas sezonā veidojās tikai kalluss, bet saknes varētu sākt veidoties otrajā veģetācijas sezonā, līdz ar to tika turpināta audzēšana konteineros un augu pārstādīšanu lielāka izmēra podos šajā vasarā nolemts neveikt. Sakņošanās procesā novērojamas izteiktas klonu atšķirības.

LVM Strenču kokaudzētavas poligonā P11 podos turpināti audzēt 2013. gada spraudeņstādi. Apskatot tos jūnija sākumā, konstatēts, ka pēc ziemošanas perioda vairāki spraudeņi ar iepriekš jau labi attīstījušos sakņu sistēmu ir gājuši bojā. Jau V. Rone savos pētījumos 80. gados ir atzīmējusi, ka pirmajos 4 gados pēc apsakņošanas daļa no kloniem aiziet bojā pieaudzēšanas periodā. 2013. gada spraudeņiem vairākiem augiem ir vērojams izteikts plaģiotropisms – tie turpina horizontālu augšanu - kā zars. To varētu izskaidrot ar spraudeņa ieguves vietu mātesauga vainagā – ne tikai, kurā vainaga daļā tas griezts, bet arī no atrašanās vietas uz zara – attālumu no stumbra un zara veida - galvenais zars, vai sānzars. Arī viena klona ietvaros (t.i. griezti no viena mātesauga) ir gan spraudeņi, kas aug vertikāli, gan ar plaģiotropisku augšanu. Ja 2014. gada rudenī ar izteikti atšķirīgu intensitāti bija apsakņojušies 60 no sākotnējiem 90 kloniem, tad pēc 2015. gada veģetācijas sezonas apsakņoto klonu skaits, iespējams, vēl saruks. Inventarizācija tiks veikta veģetācijas sezonas beigās.

3.5. Apšu hibridizācija

Parastās apses (*Populus tremula* L.) krustošana (hibridizācija) ar Amerikas apsi (*Populus tremuloides* Michx.) veikta uz nogrieztiem zariem izmantojot J. Smilgas aprobēto metodiku (Smilga, 1968²¹). Krustošanas metode aprakstīta arī 2005. gada atskaitē (Gailis, 2005²²).

Parastās apses klonu arhīvā MPS Kalsnavas mežu novadā augošajiem diviem sievišķajiem kloniem konstatēti ziedpumpuri, no kuriem ievāca zarus krustošanai. Viļakas novada Žīguros, kur palikusi vairs tikai ¼ daļa no sākotnējās klonu arhīva platības, sievišķajiem kloniem ziedpumpuru nebija. Tādēļ papildus veikta arī apšu mežaudžu apsekošana un atlasīti divi parastās apses pluskoki – viens no Ziemeļlatgales un viens no Austrumvidzemes mežsaimniecības. Tie atlasīti 30-60 gadus vecās labākās bonitātes audzēs, izvēloties audzes garākos, resnākos kokus, ar taisniem, gludiem un labi atzarotiem stumbriem, kuru lejasdaļa ir ar apaugušām zaru vietām. Nav piemēroti stumbri ar zaru atvasēm un to bezzarainajai apakšējai daļai jābūt garākai par stumbra zaraino vainaga daļu. Vainagam jābūt pēc iespējas šaurākam ar īsiem, tieviem zariem. Nav pieļaujami koki ar vairākām galotnēm un trupes pazīmēm (piepju augļķermeņiem) uz koku stumbriem un zariem.

Krustošanai izmantoti četru fenotipiski atlasītu Amerikas apses pluskoku putekšņi no selekcijas kolekcijas un četri pluskoki, kas atlasīti dabiskajās mežaudzēs Kanādā (Britu Kolumbijā). Atsūtītajiem putekšņiem veiktas putekšņu dīdzības pārbaudes, kas parādīja, ka dīgstoši putekšņi bija tikai no mežaudzēs vāktajiem kokiem. Apzinoties iespējamos riskus, katrs parastās apses māteskoks krustots ar vienu Amerikas apsi no dabiskās mežaudzes otis no kolekcijā vāktajiem putekšņiem, kā arī papildus tika izveidots polikross. Krustošana veikta MPS kokaudzētavas siltumnīcā.

3.5.1. tabula

Apšu krustošanas kombinācijas un izaudzēto stādu skaits

Māteskoks, <i>P.tremula</i>	Tēvakoks, <i>P.tremuloides</i>	Ģimenes kods	Stādu skaits, gab.
K-2	Polikross	503	1898
Trapene - 1	AP2929	505	5
Trapene - 1	Wild-3	506	191
Z-1	Polikross	507	160
Z-1	AP2917	508	4
Z-1	Wild - 2	509	74
K - 2	Wild - 5	510	168

Rezultātā iegūti stādi no 7 krustojumu kombinācijām ar ļoti atšķirīgu stādu skaitu - no 4 līdz 1898. Krustošanas rezultāti apstiprina putekšņu dīdzības pārbažu rezultātus (3.5.1.tab). Stādi šobrīd ir pārskoloti MPS kokaudzētavā. Plānots, ka 2016. gada pavasarī tos izmantos apšu hibrīdu ģimeņu salīdzinošā stādījuma izveidē.

3.6. Pēcnācēju pārbažu stādījumu ierīkošana

2015. gada pavasarī Zinātniskās izpētes mežos – Auces mežu novadā bijušajās lauksaimniecības zemēs ierīkots apšu hibrīdu *P.tremuloides* x *P.tremula* un *P.tremula* x *P.tremuloides* klonu salīdzinošais eksperiments Nr. 923 ar kopējo platību 2,2 ha. Eksperimentā iekļauti 24 apšu hibrīdu kloni, stādīts 2 x 3 metru izvietojumā, vienkoka parcelēs. Kalsnavas mežu novadā ierīkots Amerikas apses (*P.tremuloides*) potēto vīrišķo klonu arhīvs (eksperiments Nr. 924). Stādījumā ietverti 10 kloni, stādīts 3 x 3 metru izvietojumā. Veikta stādījumu inventarizācija, shēmu pārbaude, precizēšana un datorizēta apstrāde. Stādījumi reģistrēti LVMI „Silava” Ilglaicīgo izmēģinājumu reģistrā.

²¹ Smilga, J. (1968) Apse. Rīga Zinātne: 200 lpp.

²² Gailis, A. (2005) ApSES selekcijas pētījumi kvalitatīvas koksnes izaudzēšanai: līgumdarba atskaite. LVMI „Silava”, Salaspils, 27 lpp.

3.7. Kārpainā bērza A selekcijas materiāla klonu mikropavairošana

Klonu pēcnācēju pārbaužu stādījumu ierīkošanai augu audu kultūrās tiek pavairoti 36 kārpainā bērza kloni, kuriem kā izejmateriāls ņemti A selekcijas materiāla grupas izlases koki. Izstrādāta metode bērzu ievadīšanai kultūrā un proliferācijai *in vitro*. Konstatēts, ka kloni uzrāda atšķirīgu proliferācijas intensitāti. Vislielākais pavairošanas koeficients ir kloniem Ī7, Pr12, Sun13, Sun23, 141Ba26, Med36, Bau40-17, Limb-pl-Ka1, Jē27, Ka60, savukārt 14 kloni uzrādīja zemu pavairošanas intensitāti – Pr44, L29, 30Vi20, 81A546, Med4, Ces18-1, Āb11, 116Sun, Ī27, Ces47, Ma107, Ces44, Sun24, Ī10. Astoņiem kloniem Ī3, Dau8, Dau11, And9, Ma29, Pr33, Pr49, Sun15 neizdevās iniciēt proliferācijas fāzi, lai tos sekmīgi savairotu. Tas pierāda, ka katram genotipam optimālais barotnes sastāvs var atšķirties un turpmāk ir jānoskaidro eksperimentāli.

2015. gada martā, aprīlī un maijā no augu audu kultūrām kopā izstādīti apmēram 5000 bērzu stādi no 27 kloniem. Izmantots kūdras substrāts KKS-M2. Apmēram 95 % augu izstādot *ex vitro* veiksmīgi apsakņojās.

Turpināta jaunu bērza klonu ievadīšana *in vitro*, kā materiālu izmantojot A selekcijas materiāla grupas izlases kokus no Rembates, Taurenas, Ukriem un Kalsnavas. Ievadīti 2975 eksplanti no 160 klonu kokiem. Kā eksplanti izmantoti martā un aprīlī ņemti bērzu pumpuri. Ierīkots eksperiments, lai noskaidrotu, kā kultūras iniciāciju ietekmē tādi faktori kā genotips, koka vecums, pumpuru glabāšanas veids, kā arī fitohormonu veids un koncentrācija barotnē.

3.8. Apšu hibrīdu klonu kolekcijas uzturēšana, klonu pavairošanas spēju vērtēšana

Uz 26.06.2015 apšu hibrīdu *in vitro* arhīvu veido 91 klons. Kopš iepriekšējās uzskaites (18.12.2014) iznīcis klons P_{vankuvera}. Lai uzlabotu arhīva uzturēšanas efektivitāti un samazinātu arhīva uzturēšanai nepieciešamā darba apjomu, pārbaudītas augu materiāla uzglabāšanas iespējas zemās temperatūrās:

- 1) kriosaglabāšana. 2014. gada nogalē, sadarbojoties ar Somijas mežzinātnes institūtu LUKE (līdz 2015. gadam METLA), veikts pētījums, kura ietvaros apskatītas iespējas, kā ilgtermiņā uzglabāt apšu hibrīdu klonus, izmantojot kriosaglabāšanas metodes. Konstatēts, ka, izmantojot lēnās saldēšanas (slow-cooling) protokolu (Jokipii *et al* 2003²³), atsevišķus klonus (90-22-06, 28, 4-2010, 97-13-07) iespējams ilgstoši uzglabāt šķidrā slāpekļī (LN), saglabājot augstu izdzīvotības līmeni pēc atsaldēšanas (virs 90% mikrospraudeņu atsāka augšanu). Šos rezultātus var izmantot kā pamatu klonu arhīva uzglabāšanai LN, tomēr vēl nepieciešams noskaidrot izdzīvotību katram klonam individuāli.
- 2) aukstumuzglabāšana. 2015. gada janvārī ierīkots eksperiments, kura mērķis bija noskaidrot, cik ilgi apšu hibrīdu mikrospraudeņus iespējams uzglabāt +5°C temperatūrā bez pārstādīšanas. Konstatētas, ka klonus 90-22-06, 86-15-06 un 28 bez pārstādīšanas iespējams uzglabāt vismaz 3 mēnešus, saglabājot augstu izdzīvotību (4 nedēļas pēc pārstādīšanas apsakņojušies un augt atsākuši bija attiecīgi 90,9±3,3%, 97,0±2,3% un 96,7±2,2% no aukstumā uzglabātajiem mikrospraudeņiem). Pēc 6 mēnešu ilgas uzglabāšanas aukstumā, vismaz 80% paraugu saglabājuši dzīvotspēju (spriežot pēc vizuāliem novērojumiem) (3.8.1.attēls). Eksperimentu plānots turpināt līdz 2016. gada janvāra beigām, kad mikrospraudeņi būs uzglabāti aukstumā 12 mēnešus, kas minēti kā maksimālais uzglabāšanas laiks (Son *et al* 1991²⁴).

2015. gada lauka izmēģinājumu ierīkošanai savairoti un apsakņoti 6800 apšu hibrīdu spraudēni. Turpināta pavairošanas spēju (pavairošanas indeksu) noteikšana (3.8.1.tabula.). Indeksi noteikti veicot vismaz 5 uzskaites 8 mēnešu garumā. Augi audzēti zem mākslīgā apgaismojuma (fluorescentās spuldzes) ar gaismas intensitāti ~120 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^{-1}$ un 16 h fotoperiodu pie 23°C gaisa temperatūras un pārstādīti reizi 30 dienās. Pavairošanas spējas noteiktas audzējot augus uz Murashige & Skoog tipa barotnes. Iepriekšējo gadu rezultāti rāda, ka pavairojot augus tikai uz barotnes ar indolsviestskābi (ISS) koncentrācijā 0,1 mg/l, vislabāk augošo klonu pavairošanas indeksi parasti svārstās ap 2 un ļoti reti pārsniedz 2,5. Šādi pavairošanas indeksi ir pilnībā pietiekami, lai uzturētu klonu arhīvu tomēr nav piemēroti rūpnieciskai pavairošanai, kur praktisku apsvērumu dēļ pavairošanas koeficientiem vajadzētu būt tuvu 5, bet ne mazāk kā 3,5 (Zeps u.c. 2008²⁵). Pievienojot barotnei benzilaminopurīnu (BAP) koncentrācijā 0,2 mg/l labāk augošo klonu pavairošanas indeksi sasniedz vērtības virs 3. Apšu hibrīdu masveida pavairošanai daudzviet tiek izmantotas barotnes ar auksīnu un citokinīnu koncentrācijās ap 0,5 mg/l, kas ļauj sasniegt vēl lielākus pavairošanas koeficientus, tomēr augšanas regulatori šādās koncentrācijās apšu hibrīdu pavairošanai LVMI „Silava” augu fizioloģijas laboratorijā praktiski netiek izmantoti, lai neizraisītu nevēlamas fenotipu izmaiņas.



3.8.1.attēls. Klona 90-22-06 mikrospraudeņi pēc 6 mēnešu ilgas uzglabāšanas +5°C temperatūrā

²³ Jokipii S., Ryynanen L., Kallio P.T., Aronen T., Haggman H. 2004. A cryopreservation method maintaining genetic fidelity of a model forest tree *Populus tremula* L. x *Populus tremuloides* Michx. *Plant science*. 166:799-806

²⁴ Son S.H., Chun Y.W., Hall R.B. 1991. Cold storage of *in vitro* cultures of hybrid poplar (*Populus alba* L. x *P. grandidentata* Michx.). - *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 27:161-168.

²⁵ Zeps M., Auzenbaha D., Gailis A., Treimanis A., Grinfelds U., 2008, Hibrīdapšu (*Populus tremuloides* x *Populus tremula*) klonu salīdzināšana un atlase, *Mežzinātne*, 18, 51:19-34

Apšu hibrīdu klonu pavairošanas koeficienti

Klons	Pavairošanas indeksi		Klons	Pavairošanas indeksi	
	ISS 0,1mg/l	ISS 0,1 mg/l + BAP 0,2 mg/l		ISS 0,1mg/l	ISS 0,1 mg/l + BAP 0,2 mg/l
3	-	3,00±0,57	90-22-06	2,39±0,22	3,49±0,26
4-2010	1,89±0,09	3,47±0,17	97-13-07	1,77±0,17	3,67±0,27
5	2,55±0,14	4,09±0,44	105-23-06	1,76±0,12	3,18±0,11
8	1,84±0,05	2,80±0,24	115-13-08	1,74±0,07	2,20±0,26
10-2010	1,49±0,11	2,19±0,16	116-15-08	1,76±0,12	2,55±0,09
16	-	2,34±0,13	127-25-09	-	2,46±0,09
16'95	1,64±0,09	2,73±0,30	130-13-07	1,81±0,06	3,20±0,08
19	1,77±0,17	2,98±0,10	-	-	-
22	1,68±0,06	3,10±0,12	SE3	-	2,49±0,14
24-2-08	2,44±0,32	4,41±0,39	SE11	2,43±0,24	3,25±0,05
25-08	1,53±0,05	2,21±0,27	SE12	2,39±0,37	3,42±0,05
28	2,31±0,43	4,31±0,33	SE13	1,97±0,32	2,56±0,11
30	-	2,08±0,18	SE14	-	2,02±0,14
30'95	-	2,76±0,34	SE99	-	2,47±0,11
40-08	-	2,24±0,36	-	-	-
40-2010	-	2,05±0,26	1-16-490	-	2,51±0,17
40'95	-	2,16±0,41	4-3-505	-	2,99±0,52
41	-	2,26±0,21	1-24-520	-	2,06±0,11
42	2,14±0,18	3,14±0,48	2-3-540	-	2,39±0,23
44-08	-	2,18±0,18	4-10-495	-	2,50±0,09
47	2,41±0,41	4,03±0,68	1-2-560	-	3,60±0,56
50-28-08	2,02±0,23	2,38±0,35	2-23-570	-	2,38±0,18
82-21-06	1,52±0,12	2,41±0,07	8M06-2	-	2,22±0,31
84-23-06	1,84±0,16	2,93±0,14	2-12-530	-	2,63±0,36
86-15-06	2,00±0,11	3,96±0,28	3-13-510	-	2,47±0,19

ISS 0,1mg/L – pavairošanas spējas noteiktas audzējot augus 30 dienas uz apsakņošanās barotnes, ISS 0,1mg/L+BAP 0,2mg/L – pavairošanas spējas noteiktas audzējot 30 dienas uz pavairošanas barotnes, „-” – nav datu.

2015. gada pavasarī veikts eksperiments ar mērķi noskaidrot, vai vietējās izcelsmes apšu hibrīdus var pavairot ar galotņu spraudņiem *ex vitro*. Eksperimentā izmantoti 4 nedēļas veci apšu hibrīdu stādi, kas iegūti no klonu 1-24-520, 1-2-560, 4-3-505 un 84-23-06 *in vitro* mikrospraudņiem. *Ex vitro* pavairošanai konstatēti par vidēji 20% zemāki pavairošanas koeficienti (3.8.2. tabula) salīdzinot ar *in vitro* pavairošanas pieeju (uz barotnes ar 0,1 mg/l ISS). No katra stāda 12 nedēļu laikā izdevās iegūt 2 līdz 9 jaunus, reģenerētus augus. Iegūtie rezultāti liecina, ka *ex vitro* spraudņošanu var izmantot apšu hibrīdu pavairošanā. Tomēr jāatzīmē, ka *ex vitro* spraudņošana, visticamāk, nav izmantojama kā pastāvīga pavairošanas pieeja. Līdzīgos pētījumos konstatēts, ka apšu hibrīdu pavairošanas spējas *ex vitro* samazinās daudz ātrāk nekā *in vitro* (Stenvall 2006²⁶).

3.8.2.tabula.

Apšu hibrīdu klonu *ex vitro* spraudņu apsakņošanās spēja un pavairošanas koeficients (Kp).

Klons	Kontrolē (<i>in vitro</i>)		<i>Ex vitro</i> spraudņošana	
	Apsakņošanās, %	Kp	Apsakņošanās, %	Kp
1-24-520	90,1 ± 2,9	1,63 ± 0,06	88,1 ± 7,3	1,37 ± 0,23
4-3-505	95,0 ± 1,4	2,10 ± 0,10	93,6 ± 3,5	1,63 ± 0,16
1-2-560	90,8 ± 2,0	2,77 ± 0,15	95,5 ± 2,9	2,10 ± 0,22
84-23-06	91,9 ± 1,5	2,13 ± 0,06	95,5 ± 3,1	1,75 ± 0,11

²⁶ Stenvall N. 2006. Multiplication of hybrid aspen (*Populus tremula* L. x *P. tremuloides* Michx.) from cuttings. - Academic dissertation, Helsinki, University of Helsinki, 33 lpp.

4. Meža koku sugu veģetatīvās pavairošanas metožu izpēte un pilnveidošana

4.1. Augstvērtīgu parastās egles klonu pavairošanas iespēju izpēte ar somatiskās embriogēneses metodi

2014. gadā somatiskās embriogēneses (SE) pētījumos galvenā uzmanība tika pievērsta kontrolēto krustojumu čiekuru ievākšanas laikam. Tika noskaidrots, ka vispiemērotākais laiks daļēji nobriedušu sēklu dīgļu preparācijai un SE iniciācijai ir 1.-15.08. Ņemot vērā, ka starp egļu kloniem ir agrīnāki un vēlīnāki genotipi, šo laika periodu var nedaudz pagarināt - tas būtu no 1.08.līdz 1.09.

No 67 kontrolēto krustojumu kombināciju sēklām (pa 2 no katras krustojumu kombinācijas) līdz 20.12.2014 iniciētas 60 genotipu embriogēno audu līnijas. Iepriekšējās starpatskaites 4.1.1. pielikumā tabulā uzrādīts, ka visvairāk kvalitatīvu sēklu un attiecīgi šūnu līniju ir iegūts no Remtes sēklu plantācijā veiktajiem krustojumiem. Tādejādi, visnapietnāk strādāts ar minētās sēklu plantācijas materiālu. 1.07.2015 laboratorijā uz proliferācijas barotnes tiek kultivētas 34 no Remtes sēklu plantācijas krustojumiem iegūtas līnijas, 3 no Liuzas, 4 no Liepas, kopā 41. Brūnējošu un nekvalitatīvu šūnu līniju kultivācija netiek turpināta, jo nobriešanas fāzē tās dīgļus neattīsta. LVMI Silava Augu fizioloģijas laboratorijā pielietotās SE fāžu barotnes publicētas Mežzinātne, 2008, 15(48):60-67, jaunākās modifikācijas balstītas uz K. Klimaszewskas izstrādātajām barotnēm (K.Klimaszewska et al, 2010²⁷).

2015. gada 19.-20. martā uz nobriešanas barotnes tika novietoti šādu šūnu līniju embriogēnie audi: R4/1 līdz R4/9 un R4/12 līdz R4/16. Katrai šūnu līnijai sagatavotas 10 Petrī plates, katrā platē viena šūnu kopa, kuras svars ir aptuveni 350 mg. 20. maijā daļēji nobriedušie dīgļi ievietoti pazeminātas temperatūras kamerā pie +5°C, kur tie atradīsies līdz 15. jūlijam, kad sekos iežāvēšanas jeb desikācijas fāze un stādīšana uz diedzēšanas barotnes.

2015. gada janvārī tika veikti priekšmēģinājumi lēnai un pakāpeniskai desikācijas fāzes realizācijai, kur dīgļi nav pakļauti ātrai 2h iekaltēšanai laminārboksa gaisa plūsmā, bet tiek novietoti Petrī platē uz filtrpapīra (7 cm diametrs), kas samitrināts ar 1ml sterila destilēta ūdens. Plates ievieto audzējamajā kamerā tumsā uz 3-5 dienām, gaisa relatīvais mitrums 70%, temperatūra +23°C. Novērojumi rāda, ka pēc šādas lēnas desikācijas, saknes diedzēšanas barotnē attīstās labāk, kaut arī nepietiekami. Piemēram: pēc šādas desikācijas no 360 līnijas Svente I:2:7 dīgļiem, sakņu aizmetņus sāka veidot 136, kurus izstādīja substrātā, bet par apsakņoto augu skaitu spriest vēl pārāgri. Kopumā iegūti 2040 dažādu līniju dīgļi, no tiem tādu attīstības pakāpi, lai izstādītu, sasniedza 633 augi. Stādīšanai tiek izmantotas kasetes Poppelmann-Teku JP3040/80H, kūdras substrāts KKS M1 ar pH 4,5, frakcija 0-5 mm. Pēc iedēstīšanas kasetes ligzdā, substrāta virsmu noklāj ar vermikulītu, lai kavētu sūnu un aļģu augšanu. Pirmajā gadā parastās egles embriogēno dīgstu augšana salīdzinājumā ar Kanādas egli ir ļoti gausa, virszemes daļai sasniedzot 0,5-1 cm. Ļoti svarīgi ir saglabāt katru genotipu, kas sācis augt, jo no 5 gados SE ceļā iegūtām parastajām eglēm ievāktie spraudeni ļoti apsakņojas.

2015. gada 16. aprīlī, 29. aprīlī un 11. maijā veikti mēģinājumi iniciēt SE no dažādas plaukšanas pakāpes veģetatīvajiem pumpuriem. Pumpuri tika ievākti no pilnīgi visām A/S „Latvijas valsts meži” struktūrvienības „Sēklas un stādi” Kalsnavas kokaudzētavā augošajām Zviedrijas izcelsmes parastajām eglēm, kas pavairotas ar SE metodi. Šo kociņu vecums ir 5. gadi, tie ir tie paši mātesaugi, kas jau pieminētajā LVMI Silava eksperimentā uzrādīja labu apsakņošanās potenciālu. Neskatoties uz precīzi izpildīto K. Klimaszewskas (2010) publicēto SE iniciācijas protokolu, neviens no 375 eksplantiem neveidoja embriogēnās šūnas norādīto 45 dienu laikā, kā tam būtu jānotiek. Veidojās cietas brūnas audu struktūras 2- 3 cm diametrā, kas vēl pēc 10-15 dienām nekrotizējas. Tā kā šis ir jau ceturtais nerezultatīvais mēģinājums iniciēt SE no ģeneratīvi pavairotas parastās egles veģetatīvajiem pumpuriem, otrs neveiksmīgais mēģinājums, izmantojot SE ceļā pavairotu augu pumpurus, jāapsver, vai darbu šajā virzienā vērts turpināt, kamēr nav iegūta papildus informācija.

²⁷ K. Klimaszewska et al, Initiation of somatic embryos and regeneration of plants from primordial shoots of 10-year-old somatic white spruce and expression profiles of 11 genes followed during the tissue culture process, *Planta*, 2010, 233:635-647.

2014. gada novembrī/decembrī Somijas Mežzinātnes institūta (METLA) Punkaharju nodaļā, „Trees4Future” projekta ietvaros, laboratorijas asistents Toms Kondratovičs apguvis apšu un egļu kriosaglabāšanas metodes pamatus. Somijā iesāktie eksperimenti tiek turpināti LVMI „Silava” laboratorijā ar vietējiem apšu un egļu kloniem. Šobrīd dziļās saldēšanas kamerā glabājas 5 apšu klonu un 17 bērzu klonu eksplanti, kā arī 16 egļu genotipu embriogēnie audi.

Turpmākie uzdevumi, kuru izpilde sāksies jūlijā, ir atkausēšanas protokola apguve, embriogēno audu proliferācijas atjaunošana pēc (šobrīd) 3 mēnešu uzglabāšanas šķidrā slāpekļī, desikācijas norises un ilguma optimizācija, no kuras daļēji varētu būt atkarīga dīglu apsākšanās, kā arī jaunu embriogēno audu līniju ieguve, izmantojot 2014. gadā iegūto kontrolēto krustojumu sēklas materiālu.

4.2. Saldā ķirša mikropavairošanas iespēju izpēte

Saldais ķirsis (*Prunus avium*) ir salīdzinoši ātraudzīga kokaugu suga, kuras cietā, dekoratīvā koksne augstu tiek vērtēta. Ķirša augšanas periods ir 50 -70 gadi. Mikroklonālā pavairošana ievērojami atvieglo un paātrina stādāmā materiāla sagatavošanu klonu izmēģinājumiem vai citāda veida stādījumu ierīkošanai, jo strādājot ar parastajām veģetatīvās pavairošanas metodēm spraudņu apsākšanās ir neapmierinoša.

Augu fizioloģijas laboratorijas *in vitro* kolekcijā ir pieci saldā ķirša (*Prunus avium*) kloni:

1. Dānijas izcelsmes ķirši 1D, 2D, 4D;
2. Zviedrijas izcelsmes ķirsis 10(2:4)Z;
3. Ēdoles izcelsmes ķirsis 6 (2-6) Ē.

Lai noskaidrotu saldo ķiršu apsākšanai piemērotāko barotni, izmēģināti pieci varianti ar dažādām β -indolilsviestskābes (ISS) koncentrācijām — 0, 0.5 mg l⁻¹, 1 mg l⁻¹, 2 mg l⁻¹, 3 mg l⁻¹. Izmēģinājums veikts ar Zviedrijas izcelsmes ķiršu klonu 10(2:4)Z. Pēc divu mēnešu ilgas kultivēšanas *in vitro* un izstādīšanas substrātā uzskaitīti augi, kuriem izveidojušās saknes. Konstatēts, ka palielinoties ISS koncentrācijai, pieaug apsākto augu skaits (4.2.1. tabula). Visvairāk apsāktojušos augu bija variantā ar ISS koncentrāciju 3 mg l⁻¹, bet barotnē bez augsniem tikai 50% augu bija izveidojušās saknes. Savukārt vislielākais izdzīvojušo augu skaits izstādot substrātā *ex vitro* bija tieši 0 koncentrācijas variantā, bet palielinoties ISS koncentrācijai, ieaugušos augu skaits samazinājās. Tātad, veiksmīgai *in vitro* augu aklimatizācijai *ex vitro* apstākļos nav nepieciešama augu apsākšana *in vitro* un piemērotākā barotne pirms izstādīšanas ir barotne bez augu augšanas regulatoriem vai ar ISS 0.5 mg l⁻¹.

4.2.1. tabula

Dažādu indolilsviestskābes koncentrāciju ietekme uz saldo ķiršu apsākšanos *in vitro* un dzīvotspēju *ex vitro*

ISS koncentrācija barotnē mg l ⁻¹	Apsāktojušos augu daudzums (%) <i>in vitro</i>	Ieaugušos augu daudzums (%) <i>ex vitro</i>
0	50.0	80.0
0.5	43.3	77.9
1	77.5	67.3
2	79.0	65.6
3	83.7	60.5

Veikta stādāmā materiāla audzēšana klonu pēcnācēju pārbaužu ierīkošanai. Augu audu kultūrās savairoti 1000 augu no pieciem kolekcijā esošajiem kloniem. 2015. gada aprīlī, maijā un jūnijā augi izstādīti *ex vitro* kūdras substrātā. No 1000 izstādītajiem augiem veiksmīgi apsākējās un ieauga 500 stādi. Vislielākais izdzīvojušo augu skaits bija klonam 10(2:4)Z — 78.7 %, Dānijas izcelsmes ķiršu kloniem 1D, 2D ieauga apmēram 30 % augu, bet viszemākais izdzīvojušo augu skaits bija kloniem 4D un 6 (2-6) Ē — tikai 10 %.

Tātad klons 10(2:4)Z uzrāda visaugstāko proliferācijas intensitāti un apsākšanos *ex vitro* un ir piemērots masveida pavairošanai augu audu kultūrās. Zemāka proliferācija un rizoģenēze novērota kloniem 1D, 2D, 4D, 6 (2-6) Ē. Šiem kloniem būtu jāturpina mikropavairošanas metožu izpēte, lai iegūtu labākus rezultātus tos pavairojot augu audu kultūrā.

5. Kopējās selekcijas objektu informācijas datu bāzes papildināšana

Iepriekšējā pārskata periodā apgūta Norvēģijas meža selekcionāru izmantotās datu bāzes struktūra un uz tās pamata, veicot pielāgojumus atbilstoši specifiskām selekcijas objektu uzmērīšanas īpatnībām Latvijā, izveidota objektu datu bāze Microsoft Access formātā. Aktivitāte veikta ar mērķi nodrošināt iespējas gan datu drošai un sistemātiskai uzglabāšanai, gan rezultātu efektīvākai sakārtošanai un tālākai apstrādei, piemēram, aprēķinot selekcijas vērtības vai pazīmju ģenētiskās korelācijas dažādā koku vecumā.

Datubāzē informācija tiek uzkrāta atsevišķās tabulās, katrā no tām kāds no ierakstiem kalpo kā unikāls identifikators („atslēga”), ar kura palīdzību ir iespējams sasaistīt informāciju starp atsevišķām tabulām, kā rezultātā ir iespējams veidot kopsavilkumus (atskaites), iekļaujot informāciju no dažādām tabulām, vai veikt papildinājumus kādai no gatavajām tabulām. Savstarpējā integritāte starp datu tabulām nodrošina, ka novērojumi kādā no datu tabulām nav nejauši izdzēšami, tāpat ir iespējams nodrošināt, ka tabulas var papildināt tikai ar iepriekš definētiem novērojumiem vai to veidiem, kas ir reģistrēti attiecīgā tabulā. Datu ievades un apstrādes procesu atvieglo iespēja izmantot komandrindas („queries”), kuras, vienreiz uzrakstītas, var saglabāt un pielietot atkārtoti noteiktu funkciju vienkāršai izpildei. Izmantojot komandrindas iespējams arī ģenerēt dažādas atskaites, kopsavilkumus, iekļaujot informāciju no vienas vai vairākām tabulām.

Datubāzei iespējams nodrošināt piekļuvi vairākiem lietotājiem, iepriekš definējot katra lietotāja tiesības. Tādējādi ir iespējams nodrošināt, ka atsevišķiem lietotājiem ir tiesības veikt jebkādus labojumus datubāzē, citiem ir iespēja tikai papildināt datu tabulas, savukārt vēl citiem ir iespēja piekļūt tikai apskatīšanas režīmā. Šī funkcija var būt nozīmīga, mazinot kļūdu ieviešanās iespējas datu bāzē un uzturot datu drošību. Datubāzei ir iespējams nodrošināt automātiskas rezerves kopiju veidošanas, kas nozīmē, ka arī kļūdu pielaišanas gadījumā informāciju ir iespējams atgūt.

Pašreiz datubāzi veido 15 atsevišķas un savstarpēji saistītas tabulas, taču, atkarībā no nākotnes nepieciešamībām, gan tabulu skaits, gan pašas tabulas var tikt papildinātas.

Pārskata periodā saskaņā ar darba plānu datu bāze papildināta ar sešu vecāku priedes selekcijas objektu (Nr. 34, 234, 35, 36, 37, 38) datiem un pārbaudīta tās funkcionalitāte, veicot aprēķinus stādījumiem, kur datos ir daudz iztrūkstošo vērtību (stādījumos relatīvi zems palikušo koku skaits salīdzinājumā ar sākotnēji iestādīto) un neliels koku skaits ģimenē.

6. Uzkrātās biomasas vērtējums apšu hibrīdu klonu atvasājā

Apšu hibrīdu klonu retināšanas eksperiments ar dažādiem apsaimniekošanas variantiem ierīkots Rembatē (Nr. 829). Pēc pirmās augšanas sezonas atvasājs tika sadalīts sešās 50 metru platās slejās. Katrā no slejām veikta atvašu uzmērīšana trijos 30 m² lielos apļveida parauglaukumos. Mērot atvašu garumu visā parauglaukumā, bet vienā ceturtdaļā uzmērīja arī atvašu caurmēru pie sakņu kakla.

Slejas var iedalīt divās grupās ar mērķi:

1. izaudzēt pēc iespējas lielākus kokus:
 - a. audzēšanas mērķis tāds pats kā pirmajā rotācijā – zāģbaļķi. Atvašu skaitu samazina līdz 1000 koku uz ha (no 900 līdz 1100 gab. uz ha), jeb aptuveni 3x3 m izvietojumā, ar audzēšanas ilgumu 20 līdz 25 gadi;
 - b. audzēšanas mērķis – papīrmalka vai biomasa, veidojot lielākas biežības plantāciju ar īsāku audzēšanas ilgumu (10 līdz 15 gadi);
2. iegūt biomasu:
 - a. kontrole - atvašu retināšanu neveic;
 - b. izcirst ik pēc viena metra vienu metru platus koridorus;
 - c. izcirst ik pēc viena metra vienu metru platus koridorus un pēc tam krusteniski ik pēc viena metra, kā rezultātā paliek 1 m² lieli laukumi ar atvasēm;
 - d. atstāt 1 metru platas joslas ar apsēm un starp tiem 2 metrus plati koridori.

Katrā no slejām nomērīts atvašu garums un caurmērs, noteikts kopējās biomasas daudzums tonnās sausnes no ha, kā arī izrēķināts biomasas pieaugums viena gada laikā.

6.1. tabula

Divgadīga apšu hibrīda atvasāja koku dimensijas un kopējā biomasa atkarībā no apsaimniekošanas veida

Parauglaukums	Enerģētiskā koksne				Papīrmalkas	Zāģbaļķu
	joslās, 2m	krustiskais	joslās, 1m	kontrole		
Vidējais koku augstums, m	3,4±0,15	2,8±0,18	2,9±0,28	2,4±0,14	3,1±0,16	3,0±0,18
Vidējais koku caurmērs, cm	1,8±0,15	1,9±0,21	1,8±0,21	1,3±0,10	2,5±0,22	2,4±0,22
Kopējā biomasa t sausnes/ha 2 gadu vecumā	8,35	2,45	4,7	11,0		
Kopējās biomasas pieaugums pēc kopšanas t sausnes/ha	4,4	1,9	3,2	6,4		

Divgadīgu atvašu vidējais augstums starp kopšanas variantiem būtiski (0,05) neatšķiras, toties vidējais caurmērs pie sakņu kakla visos kopšanas variantos ir lielāks nekā kontrolei (6.1.tab.). Zāģbaļķu un papīrmalkas plantāciju kopšanas variantā sakņu kakla caurmērs ir būtiski (0,05) lielāks kā pārējos kopšanas variantos.

Pēc otrā gada kontrolē (bez kopšanas) kopējā biomasa ir lielāka. Salīdzinoši - jo mazāk kopts jo lielāka biomasa (6.1.tab). Līdzīgi rezultāti iegūti arī, ja skatās kopējo biomasas pieaugumu. Parauglaukumos papildus veidojas arī jaunas atvases gan kontroles daļā, gan arī kopšanas variantos, līdz ar to var secināt, ka pirmā kopšana apšu hibrīdu atvasājā jāveic divu vai pat 3 gadu vecumā. Tas ir svarīgi, ja audzēšanas mērķis ir zāģbaļķi vai papīrmalka, lai neradītu nevajadzīgu konkurenci paliekošajiem kokiem, un, iespējams, ka divu vai trīs gadu vecumā var vieglāk novērtēt koku potenciālu.

7. Jauno sēklu plantāciju klonu rametu identifikācija

Pārskata periodā saskaņā ar darba uzdevumiem veikta 3 parastās priedes klonu - Als 22-351-4-16, Do 8-38-4-12, Tu 18-38-1-11, 57 rametu sēklu plantācijas Kurmale 2010. gadā ierīkotajā blokā un māteskoku identifikācija stādījumos Nr.351 Balceri (Kuldīgas novads) un Nr.38 Kalsnavas mežu novads. Tā kā potzaru ieguve no minēto klonu māteskokiem šopavasār nebija iespējama, jo jau iepriekšējos gados ļoti intensīvi tika griezti zari, bet Kurmales sēklu plantācijas tālākai ierīkošanai vēl nepieciešami potējumi, tad pēc rametu identificēšanas ir iespējama sekundāro potzaru ieguve potējumu izaudzēšanai. Identifikācija veikta ar molekulārās pasportizācijas metodi, analizējot skuju paraugu DNS ar 3 mikrosatelītu kodola DNS praimeriem: PtTX3107; PtTX4001; PtTX4011. Molekulārās pasportizācijas metodes apraksts atrodams pārskata 2.3. nodaļā. Visi identificētie klonu rameti ir savstarpēji identiski un atbilst attiecīgajam klonam. Identificēto klonu rametu molekulārā pase 7.1. pielikumā. Sēklu plantācijas Kurmale klonu izvietojuma shēma ar atzīmētām identificēto rametu stādīvietām – 1. elektroniskais pielikums.

11. Secinājumi un rekomendācijas

1. Veicot parastās priedes un apšu selekcijas materiāla kontrolēto krustošanu, iegūtas jaunas kombinācijas selekcijas darba turpināšanai.
2. Pētot kārpainā bērza koksnes blīvumu konstatēts, ka ģenētikai (ģimenei) ir statistiski būtiska ietekme gan uz koku augstumu un caurmēru, gan koksnes blīvumu, bet koksnes blīvuma iekļaušana selekcijas indeksā ir lietderīga tikai tad, ja sagaidāms, ka meža audzētājs par blīvāku bērza koksni varētu iegūt lielākus ieņēmumus.
3. Egles klonu veģetatīvā pavairošana ar spraudņstādiem, nodrošinot optimālus klimata apstākļus, ir sekmīga (šobrīd vizuāli vērtējot apsakņošanās >50%), ja spraudņu materiāls iegūts no 8...9 gadus veciem mātesaugiem. Izmantojot vecākus mātesaugus – kā sēklu plantāciju klonu rameti, apsakņošanās ievērojami samazinās vai nenotiek vispār, arī apsakņojušos augu tālāka augšana ir ļoti vāja, bieži ar izteiktu plaģiotropismu.
4. Veikta 3 parastās priedes klonu - Als 22-351-4-16, Do 8-38-4-12, Tu 18-38-1-11, 57 rametu sēklu plantācijas Kurmale 2010. gadā ierīkotajā blokā un māteskoku identifikācija eksperimentālajos stādījumos. Visi identificētie klonu rameti ir savstarpēji identiski un atbilst attiecīgajam klonam. Sēklu plantācijas Kurmale klonu izvietojuma shēma ar atzīmētām identificēto rametu stādvietais turpmāk izmantojama organizējot un veicot potzaru ievākšanu.

Pielikumi

Uzpotētie kloni Misas sēklu plantācijā

Nr.	Klons	Plantācija no kuras ievākti potzari		Potēts Misas plantācijā 2015. gadā				
		Nosaukums	Rameta ident. Nr.	Koks-atkārt.	Datums	Potējumu skaits	Potēts jūnijā	
							Datums	Skaits
1	Ai2	Kurmale	1	420-III	17.04.	12	09.06.	2
2	Al11	Ziemi	1	496-I	22.04.	12	11.06.	1
3	Al15	Ziemi	2	444-III	29.04.	12	16.06.	2
4	Als18	Kurmale	1	402-III	22.04.	12	11.06.	1
5	Als21	Ranka	3	488-I	23.04.	12	11.06.	1
6	Als25	Kurmale	2	415-III	22.04.	12	11.06.	3
7	Ba1	Taigas	1	417-III	20.04.	12	11.06.	2
8	Ba20	Garoza	6	405-III	20.04.	12	11.06.	2
9	Ba28	Kurmale	1	408-I	17.04.	12	09.06.	3
10	Ba5	Allaži	4	421-I	15.04.	12	12.06.	2
11	Ba6	Avotkalns	119	409-III	15.04.	12	12.06.	2
12	C5	Dzērbene	C5-16r-5k	518-I	09.04.	12	09.06.	3
13	C7	Dzērbene	C7	202-I	09.04.	11	09.06.	3
14	C10	Dzērbene	C10-1r-11k	491-I	09.04.	13	09.06.	3
15	C11	Dzērbene	C11-16r-4k	423-I	08.04.	13	09.06.	3
16	C12	Dzērbene	C12-4r-8k	477-I	09.04.	13	09.06.	3
17	C14	Dzērbene	C14-8r-4k	450-I	08.04.	13	09.06.	3
18	C15	Dzērbene	C15	464-I	09.04.	13	09.06.	3
19	Cē17	Mežole	2	448-III	29.04.	12	16.06.	3
20	Da12	Ziemi	1	482-I	22.04.	12	11.06.	4
21	Do7	Ranka	2	131-III	29.04.	12	16.06.	1
22	Do8	Ranka	1	202-III	29.04.	12	16.06.	2
23	Du5	Kurmale	7	498-I	21.04.	12	11.06.	3
24	Gu1	Kurmale	4	502-I	17.04.	12	09.06.	4
25	Gu3	Ranka	7	432-III	23.04.	12	11.06.	3
26	Gu14	Ranka	3	447-III	29.04.	12	16.06.	2
27	Ja7	Ozolkalns	4	512-I	20.04.	12	11.06.	3
28	Jē5	Jugla	1	435-I	15.04.	12	12.06.	2
29	Jē10	Mežole	2	497-I	21.04.	12	16.06.	2
30	Jē19	Mežole	1	449-III	29.04.	12	16.06.	2
31	Jel2	Garoza	4	131-I	20.04.	12	11.06.	1
32	Jel4	Garoza	2	404-III	20.04.	12	11.06.	2
33	Jel11	Garoza	5	443-III	29.04.	12	16.06.	2
34	Ka3	Klabīši	2	446-III	29.04.	12	16.06.	2
35	Ka12	Kurmale	1	433-III	23.04.	12	11.06.	2
36	Ka14	Ziemi	3	450-III	29.04.	12	16.06.	1
37	Ka23	Kurmale	2	475-I	17.04.	12	09.06.	4
38	Ka28	Kurmale	2	429-III	23.04.	12	11.06.	2
39	Ko6	Ranka	1	493-III	23.04.	12	11.06.	2
40	Ko12	Kurmale	1	516-I	17.04.	12	09.06.	4
41	Ku10	Kurmale	4	488-I	17.04.	12	09.06.	2
42	Lub4/Taigas	Taigas	1	485-I	21.04.	12	11.06.	2
43	Lub9	Katvari	5	448 - I	15.04.	12	12.06.	2
44	Lub18	Kurmale	2	509-I	22.04.	12	11.06.	2
45	Lub23	Kurmale	1	567-I	23.04.	12	11.06.	1
46	Lub28	Kurmale	3	489-I	17.04.	12	09.06.	3
47	M198	Norupes		198-I	15.04.	4		
48	M241	Norupes		463-I	15.04.	11	09.06.	1
49	M255	Norupes		449-I	15.04.	12		
50	M264	Norupes		490-I	15.04.	12		
51	Ma6	Mežole	3	198-III	29.04.	12	16.06.	2
52	Ma11	Avotkalns	15	503-I	15.04.2	12	12.06.	2
53	Ma16	Kurmale	3	501-I	17.04.	12	09.06.	3
54	Ma18	Avotkalns	31	517-I	15.04.	12	12.06.	4
55	Ma22	Ranka	2	431-III	29.04.	12	16.06.	2
56	RJ31	Jugla	6	445-I	20.04.	12	11.06.	2
57	Str2	Klabīši	1	435-III	23.04.	12	11.06.	2
58	Str12	Ozolkalns	1	422-III	15.04.	12	12.06.	2
59	Str13	Klabīši	4	110-III	29.04.	12	16.06.	2

Nr.	Klons	Plantācija no kuras ievākti potzari		Potēts Mīsas plantācijā 2015. gadā				
		Nosaukums	Rameta ident. Nr.	Koks- atkārt.	Datums	Potējumu skaits	Potēts jūnijā	
							Datums	Skaits
60	Str17	Klabīši	1	434-III	23.04.	12	11.06.	2
61	Str18	Iedzēni	5	459-I	17.04.	12	11.06.	1
62	Str28/Kurm	Kurmale	1	515-I	17.04.	12	09.06.	2
63	Str29	Klabīši	1	431-III	23.04.	12	11.06.	2
64	Ta1	Valdemārpils	7	510-I	21.04.	12	16.06.	1
65	Ta14	Valdemārpils	7	483-I	21.04.	12	16.06.	3
66	Ta22	Valdemārpils	2	108-I	21.04.	12	16.06.	1
67	Tu18	Amula	1	442-I	22.04.	12	16.06.	2
68	Tu22	Amula	5	511-I	21.04.	12	16.06.	2
69	Tu25	Amula	3	416-III	21.04.	12	16.06.	3
70	Ug2	Kurmale	2	433-I	17.04.	12	09.06.	4
71	Ug8	Ozolkalns	3	421-III	15.04.	12	12.06.	4
72	Ug9	Mežole	2	146-III	29.04.	12	16.06.	1
73	Ug13	Iedzēni	3	403-III	21.04.	12	16.06.	3
74	Va1	Ranka	3	437-III	23.04.	12	11.06.	2
75	Va5	Katvari	3	418-III	20.04.	12	11.06.	2
76	Ve25	Ziņģeri	2	428-I	22.04.	12	16.06.	1
77	Ve27	Kurmale	5	428-III	23.04.	12	11.06.	3
78	Ve28	Ziņģeri	3	470-I	21.04.	12	16.06.	1
79	Ve4	Ziņģeri	2	457-I	21.04.	12	16.06.	2

		943	171
	2014	187	0
	2014-2015	267	43
Kopā:		1397	214

Uz 17.06.2015. 1611

2015. gadā sekmīgi realizētie parastās priedes krustojumi

Plantācija	Māteskoks	Izolācijas maisū skaits	Tēvakoks	Tēvakoka putekšņu ievākšanas gads
Sāviens	Ja 13	6	Ja19	2015
Sāviens	Ja 18	6	Ja15	2015
Sāviens	Ja 2	6	Ja7	2015
Sāviens	Ja 21	3	Ja11	2015
Sāviens	Ja 21	3	Ja11	2014
Sāviens	Ja 6	6	Ja8	2015
Sāviens	Ja 8	6	Ja6	2015
Sāviens	Jē 11	5	Ba21	2015
Sāviens	Jē 13	5	Jē1	2015
Sāviens	Jē 18	6	Ka18	2015
Sāviens	Jē 9	6	Ja30	2015
Sāviens	Ka 15	5	Sm15	2015
Sāviens	Sm 11	3	Sm13	2015
Sāviens	Sm 11	3	M264	2015
Sāviens	Sm 14	6	Sm17	2015
Sāviens	Sm 17	6	Sm14	2015
Sāviens	Sm 2	6	Sm30	2015
Sāviens	Tu 1	6	Tu16	2015
Sāviens	Tu 15	6	Ka5	2015
Sāviens	Tu 20	6	Ja14	2015
Dravas	Als 13	8	Als2	2015
Dravas	Als 2	6	M236	2015
Dravas	Als 23	6	Bal303	2015
Dravas	Als 3	8	Als8	2015
Dravas	Als 8	6	Als3	2015
Dravas	Ba 11	6	Ba2	2015
Dravas	Ba 2	7	Zv306	2015
Dravas	Du 10	5	M348	2015
Dravas	Du 10	5	M108	2014
Dravas	Du 16	8	Tu14	2015
Dravas	Du 19	7	Du10	2015
Dravas	Du 20	8	Du7	2015
Dravas	Du 7	6	Du20	2015
Dravas	Du 7	5	M347/11	2014
Dravas	Du 8	5	Du9	2015
Dravas	Du 8	5	Du9	2014
Dravas	Du 9	5	Du8	2015
Dravas	Du 9	4	Du8	2014
Dravas	Ku 17	8	Ku21	2015
Dravas	Ku 3	6	Ku7	2015
Dravas	Ku 3	5	M222	2014
Dravas	Ku 7	7	Zv305	2015
Dravas	Ku 21	7	Bal304	2015
Dravas	RJ 11	8	RJ12	2015
Dravas	RJ 12	8	M255	2015
Dravas	RJ 33	6	Zv307	2015
Dravas	RJ 5	8	M240	2015
Dravas	RJ 6	7	RJ33	2015

Plantācija	Māteskoks	Izolācijas maisū skaits	Tēvakoks	Tēvakoka putekšņu ievākšanas gads
Dravas	Tu 10	9	Tu16	2015
Dravas	Tu 13	8	M241	2015
Dravas	Tu 14	7	Tu12	2015
Dravas	Tu 16	7	Zv308	2015
Dravas	Tu 21	8	Tu28	2015
Dravas	Tu 28	5	M198	2015
Dravas	Tu 28	4	M248	2014
Dravas	Tu 9	8	Tu13	2015
Dravas	Ug 6sv	7	Tu21	2015
Dravas	Sm 1	5	Sm11	2015
Dravas	Sm 1	5	M251	2014
Dravas	Sm 13	7	Sm7	2015

2015. gadā ievāktie un uzglabāšanai sagatavotie putekšņi

Nr. p.k.	Klons
1	Als13
2	Als2
3	Als3
4	Als8
5	Ba11
6	Ba21
7	Bal303
8	Bal304
9	Du10
10	Du16
11	Du19
12	Du20
13	Du7
14	Du8
15	Ja11
16	Ja13
17	Ja14
18	Ja15
19	Ja16
20	Ja18

Nr. p.k.	Klons
21	Ja19
22	Ja2
23	Ja21
24	Ja30
25	Ja4
26	Ja6
27	Ja7
28	Ja8
29	Jē1
30	Jē11
31	Jē13
32	Jē18
33	Jē2
34	Jē9
35	Ka15
36	Ka18
37	Ka5
38	Ku17
39	Ku21
40	Ku3

Nr. p.k.	Klons
41	Ku7
42	M236
43	M241
44	M255
45	M264
46	RJ11
47	RJ12
48	RJ33
49	RJ5
50	RJ6
51	Sm1
52	Sm11
53	Sm13
54	Sm14
55	Sm15
56	Sm17
57	Sm2
58	Sm25
59	Sm30
60	Sm7

Nr. p.k.	Klons
61	Tu1
62	Tu10
63	Tu12
64	Tu13
65	Tu14
66	Tu15
67	Tu16
68	Tu20
69	Tu21
70	Tu9
71	Zv305
72	Zv306
73	Zv307
74	Zv308

Klonu arhīva ierīkošanai izmantojamie kloni un to identificētie ramenti

Klons	Plantācija
Ai2	Kurmale
Al11	Ziemeri
Al15	Ziemeri
Als18	Kurmale
Als21	Ranka
Als25	Kurmale
Ba1	Taigas
Ba15	Avotkalns
Ba17	Avotkalns
Ba2	Jugla
Ba20	Garoza
Ba28	Kurmale
Ba41	Jugla
Ba5	Allaži
Ba6	Avotkalns
Cē17	Mežole
Da10	Jugla
Da12	Ziemeri
Do19	Jugla
Do7	Ranka
Do8	Ranka
Du5	Kurmale
Gu1	Kurmale
Gu3	Ranka
Gu14	Ranka
In2	Jugla
In5	Jugla
In14	Avotkalns
In15	Jugla
Ja7	Ozolkalns
Ja9	Avotkalns
Jē2	Jugla
Jē5	Jugla
Jē10	Mežole
Jē15	Jugla
Jē19	Mežole
Jel2	Garoza
Jel4	Garoza
Jel11	Garoza

Klons	Plantācija
Ka1	Jugla
Ka3	Klabīši
Ka12	Kurmale
Ka14	Ziemeri
Ka15	Avotkalns
Ka17	Jugla
Ka18	Avotkalns
Ka23	Kurmale
Ka27	Jugla
Ka28	Kurmale
Ko5	Jugla
Ko6	Ranka
Ko8	Avotkalns
Ko12	Kurmale
Ku10	Kurmale
Lub4	Taigas
Lub18	Kurmale
Lub23	Kurmale
Lub28	Kurmale
Ma6	Mežole
Ma9	Avotkalns
Ma11	Avotkalns
Ma12	Avotkalns
Ma13	Avotkalns
Ma16	Kurmale
Ma18	Avotkalns
Ma22	Ranka
RJ5	Avotkalns
RJ6	Avotkalns
RJ33	Avotkalns
RJ31	Jugla
Sm1	Avotkalns
Sm21	Avotkalns
Str2	Klabīši
Str12	Ozolkalns
Str13	Klabīši
Str17	Klabīši
Str18	Iedzēni
Str28	Kurmale

Klons	Plantācija
Str29	Klabīši
Ta1	Valdemārpils
Ta14	Valdemārpils
Ta22	Valdemārpils
Tu18	Amula
Tu22	Amula
Tu25	Amula
Ug2	Kurmale
Ug8	Ozolkalns
Ug9	Mežole
Ug13	Iedzēni
Va1	Ranka
Va2	Avotkalns
Va5	Katvari
Ve25	Ziņģeri
Ve27	Kurmale
Ve28	Ziņģeri
Ve4	Ziņģeri

Sēklu plantācijas Kurmale identificēto klonu rametu molekulārā pase

Plantācija/ stādījums	klons	Klona ramets	marķieri					
			PtTX3107		PtTX4001		PtTX4011	
			1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle
Kurmale	Tu18	Tu18-22-43*	166	166	200	218	260	262
Kurmale	Tu18	Tu18-5-46	166	166	200	218	260	262
Kurmale	Tu18	Tu18-22-37	166	166	200	218	260	262
Kurmale	Tu18	Tu18-25-44	166	166	200	218	262	262
Kurmale	Tu18	Tu18-22-40	166	166	200	218	262	262
Kurmale	Tu18	Tu18-22-34	166	166	200	218	260	262
Kurmale	Tu18	Tu18-8-47	166	166	200	218	260	262
Kurmale	Tu18	Tu18-18-47	166	166	200	218	260	262
Kurmale	Tu18	Tu18-18-44	166	166	200	218	260	262
Kurmale	Tu18	Tu18-22-46	166	166	200	218	260	262
Kurmale	Tu18	Tu18-18-41	166	166	200	218	260	262
Kurmale	Tu18	Tu18-18-35	166	166	200	218	260	262
Kurmale	Tu18	Tu18-25-38	166	166	200	218	260	262
Kurmale	Tu18	Tu18-18-38	166	166	200	218	260	262
Kurmale	Tu18	Tu18-25-41	166	166	200	218	260	262
Kurmale	Tu18	Tu18-25-35	166	166	200	218	260	262
Kurmale	Tu18	Tu18-25-32	166	166	200	218	260	262
Nr.38	Tu18	Tu 18-4-12**	166	166	200	218	260	262
Kurmale	Do8	Do8-58-16	152	152	216	216	262	262
Kurmale	Do8	Do8-58-19	152	152	216	216	262	262
Kurmale	Do8	Do8-51-37	152	152	216	216	262	262
Kurmale	Do8	Do8-58-34	152	152	216	216	262	262
Kurmale	Do8	Do8-51-25	152	152	216	216	262	262
Kurmale	Do8	Do8-58-31	152	152	216	216	262	262
Kurmale	Do8	Do8-44-31	152	152	216	216	262	262
Kurmale	Do8	Do8-44-28	152	152	216	216	262	262
Kurmale	Do8	Do8-51-34	152	152	216	216	262	262
Kurmale	Do8	Do8-51-22	152	152	216	216	262	262
Kurmale	Do8	Do8-58-28	152	152	216	216	262	262
Kurmale	Do8	Do8-51-31	152	152	202	216	262	262
Kurmale	Do8	Do8-51-28	152	152	216	216	262	262
Kurmale	Do8	Do8-58-25	152	152	216	216	262	262
Kurmale	Do8	Do8-58-37	152	152	216	216	262	262
Kurmale	Do8	Do8-51-40	152	152	216	216	262	262
Kurmale	Do8	Do8-58-22	152	152	216	216	262	262
Kurmale	Do8	Do8-44-34	152	152	216	216	262	262
Kurmale	Do8	Do8-44-37	152	158	216	216	262	262
Kurmale	Do8	Do8-51-19	152	152	216	216	262	262
Kurmale	Als22	Als22-61-16	158	164	206	222	262	262
Kurmale	Als22	Als22-61-19	158	164	206	222	262	262
Kurmale	Als22	Als22-61-31	158	164	206	222	262	262
Kurmale	Als22	Als22-61-34	158	164	206	222	262	262
Kurmale	Als22	Als22-54-40	158	164	206	222	262	262
Kurmale	Als22	Als22-61-25	158	158	206	222	262	262
Kurmale	Als22	Als22-47-37	158	158	206	222	262	262
Kurmale	Als22	Als22-54-28	156	156	206	222	262	262
Kurmale	Als22	Als22-54-25	158	164	206	222	262	262
Kurmale	Als22	Als22-61-37	158	158	206	222	262	262
Kurmale	Als22	Als22-47-31	158	158	206	222	262	262

Plantācija/ stādījums	klons	Klona ramets	marķieri					
			PtTX3107		PtTX4001		PtTX4011	
			1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle
Kurmale	Als22	Als22-47-28	158	158	206	222	262	262
Kurmale	Als22	Als22-54-31	158	158	206	222	262	262
Kurmale	Als22	Als22-54-19	158	158	206	222	262	262
Kurmale	Als22	Als22-47-34	158	158	206	222	262	262
Kurmale	Als22	Als22-61-22	158	164	206	222	262	262
Nr.351	Als22	Als22-4-16**	158	158	206	222	262	262
Kurmale	Als22	Als22-61-28	158	164	206	222	262	262
Kurmale	Als22	Als22-54-34	158	164	206	222	262	262
Kurmale	Als22	Als22-54-22	158	164	206	222	262	262
Kurmale	Als22	Als22-54-37	158	158	206	222	262	262

* klona nosaukums- horizontālās rindas nr.- vertikālās rindas nr. plantācijas shēmā 1. elektroniskajā pielikumā;

** klona nosaukums - atkārtojuma nr. – stādvieta nr. pēcnācēju pārbažu stādījumā.