



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**

trešā etapa darba uzdevumu izpildi

Virziena vadītājs _____ Arnis Gailis

2014.gada janvāris

Meža koku selekcijas pētījumi ģenētiski augstvērtīga reproduktīvā materiāla atlasei

Kopsavilkums

Starpskaite sagatavota par zinātniski pētnieciskā līgumdarba “**Meža koku selekcijas pētījumi ģenētiski augstvērtīga reproduktīvā materiāla atlasei**” 3. etapa darba uzdevumu izpildi.

Pārskata periodā veikta parastās priedes kontrolētā krustošana. Krustošanas veikšanai sākotnēji atlasīti 150 kloni, darba gaitā to skaits palielināts līdz 205, pavisam ievācot 1668 skuju paraugus 23 sēklu plantācijās to identificēšanai. Ievākti čiekuri no 2012. gada kontrolētās krustošanas 87 krustojumu kombinācijām. Sagatavoti priekšlikumi turpmāko gadu kontrolētās krustošanas organizēšanai.

Veikta parastās egles klonu un pluskoku brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbažu uzmērīšanas un vērtēšanas rezultātu analīze. Precizēts klonu saraksts Rietumu provenienču reģionam piemērotas sēklu plantācijas (31 klons) ierīkošanai, sagatavots klonu saraksts Centrālajam provenienču reģionam piemērotas sēklu plantācijas ierīkošanai (30 kloni). Sagatavots augstvērtīgu, veģetatīvajai pavairošanai izmantojamu klonu saraksts (21 klons), kā arī izstrādāti priekšlikumi sēklu plantācijas retināšanai atbilstoši klonu ģenētiskajai vērtībai (49% intensitāte).

Veikta kārpainā bērza brīvapputes pēcnācēju ģimeņu uzmērīšana un vērtēšana pēcnācēju pārbažu stādījumos Nr. 589 (Taurene, Vecpiebalgas novads), kopā 18575 koki un Nr. 55 (Ukri, Auces novads), kopā 18919 koki. Kopā ar paralēlo ģimeņu pēcnācēju stādījumu Nr. 54 (Rembate, Ķeguma novads), 53032 koki, veikta rezultātu analīze, atlasītas augstvērtīgākās ģimenes, sagatavoti klonu saraksti Rietumu (25 kloni) un Austrumu (36 kloni) provenienču reģionam piemērotu sēklu plantāciju ierīkošanai un 150 kandidāti turpmākajam darbam selekcijas populāciju veidošanai.

Veikta apšu starpsugu hibrīdizācija. Nodrošināta apšu hibrīdu klonu un Amerikas apses klonu arhīva (85 vienības) uzturēšana. Papildus iegūti Amerikas apses 10 pluskoku potzari no Kanādas. Sagatavots rūpnieciskajai pavairošanai reģistrēto klonu salīdzinošs produktivitātes un kvalitātes vērtējums.

Ierīkoti apšu hibrīdu klonu pēcnācēju pārbažu stādījumi 9 ha, melnalkšņa ģimeņu un alkšņu hibrīdu klonu pēcnācēju pārbažu stādījumi 1 ha un parastās priedes sēklu plantāciju un mežaudžu pēcnācēju salīdzinošie stādījumi 14 ha platībā.

Turpināta meža koku sugu (parastās egles, kārpainā bērza, apšu hibrīdu, un saldā ķirša) veģetatīvo pavairošanas metožu izpēte un pilnveidošana. Apkopota informācija par parastās egles pavairošanu ar spraudņiem.

Uzsākta vienotas selekcijas objektu informācijas datu bāzes izveide. Apkopota informācija par sēklu ražas stimulēšanas pasākumiem sēklu ieguves plantācijās.

Sagatavots pamatojums un sastāvdaļu raksturojums meža reproduktīvā materiāla ieguves avotu atestācijai sēklu plantācijām „Brenguļi”, „Misa” un „Liuza”.

Pārskats sagatavots datorsalikumā uz 72 lpp. ar 9 pielikumiem.

Saturs

Kopsavilkums.....	2
Saturs.....	3
1. Selekcijas materiāls un darbu veikšanas shēma	4
2. Selekcijas materiāla vērtēšanas metodika	6
2.1. Pēcnācēju pārbaužu stādījumu uzmērīšana	6
2.2. Kamerālo darbu metodika	6
2.3. Molekulārās pasportizācijas metode klonu identificēšanai	8
3. Darbs ar selekcijas materiālu.....	11
3.1. Parastās priedes selekcijas materiāla kontrolētā krustošana	11
3.2. Parastās priedes klonu čiekuru vērtēšana	13
3.3. Parastās priedes C selekcijas materiāla grupas pēcnācēju pārbaužu stādījumu uzmērīšana.....	14
3.4. Parastās priedes Austrumu provenienču reģionam piemērotas sēklu plantācijas apvienotā 2. un 3. kārtas klonu saraksta precizēšana	15
3.5. Parastās egles B grupas selekcijas materiāla – klonu un pluskoku brīvapputes pēcnācēju un veģetatīvi pavairoto klonu pārbaužu datu analīze klonu vērtības pamatošanai	17
3.6. Parastās egles A grupas selekcijas materiāla uzturēšana un vērtēšana	24
3.7. Parastās egles D grupas selekcijas materiāla veģetatīvā pavairošana ar spraudņiem ..	24
3.8. Kārpainā bērza selekcijas materiāla uzturēšana un vērtēšana	27
3.9. Apšu hibridizācija	30
3.10. Amerikas apses potēšana.....	30
3.11. Apšu hibrīdu selekcijas materiāla uzturēšana, kopšana un vērtēšana	30
3.12. Apšu hibrīdu klonu kolekcijas uzturēšana, klonu pavairošanas spēju vērtēšana	33
3.13. Rūpnieciskajai pavairošanai rekomendēto klonu produktivitātes un kvalitātes salīdzinošs raksturojums	34
3.14. Pēcnācēju pārbaužu stādījumu ierīkošana un stādāmā materiāla audzēšana	40
4. Meža koku sugu veģetatīvās pavairošanas metožu izpēte un pilnveidošana	41
4.1. Augstvērtīgu parastās egles klonu pavairošanas iespēju izpēte ar somatiskās embriogēzes metodi.....	41
4.2. Saldā ķirša mikropavairošanas iespēju izpēte	48
4.3. Bērza mikropavairošanas iespēju izpēte	48
4.4. Parastās egles veģetatīvā pavairošana ar spraudņiem	49
5. Kopējas selekcijas objektu informācijas datu bāzes izstrāde	59
6. Ziedēšanas stimulēšana parastās egles (Picea abies (L.) Karst) sēklu ieguves plantācijās ..	60
7. Pamatojuma sagatavošana augstvērtīgu meža reproduktīvā materiāla ieguves avotu atestācijai	70
7.1. Klonu raksturošana, vērtēšana un identifikācija sēklu plantācijā „Misa”, „Brenčuļi”, „Liuza”	70
7.2. Pasūtītāja iesniegto skuju paraugu no identificēto klonu rametiem sēklu plantācijās „Brenčuļi”, „Misa” un „Liuza” pārbaude ĢRC	71
8. Secinājumi un rekomendācijas	72
Pielikumi	73

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, 2008¹).

Sadaļā apkopota informācija par selekcijas procesam izmantojamo materiālu. Sākotnējais selekcijas darba izejmateriāls ir pluskoki, kas ir “attiecīgās sugas koka ideāls” no mežsaimnieciskā viedokļa (Gailis, 1964²). 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 trupes 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, 1968³), pluskokus izvēlas pēc indeksa, kur aptuveni 20% nosaka masas (augstuma- h un caurmēra- d) pārkums, 30% – augstuma pārkums, 25% – atzarošanās pārkums (stumbra gludās daļas garums, pirmā sausā zara augstums, pirmā zaļā zara augstums), 25% – vainaga kvalitātes pārkums (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 krustojšanas 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

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

² Gailis, J. (1964) Meža koku selekcija un sēklu plantācijas. Latvijas Valsts izdevniecība, Rīga, Latvija, 194. lpp.

³ Gailis, J. (1968) Izcilo koku kvalitātes koeficienta aprēķināšana. Jaunākais Mežsaimniecībā, Nr. 10, 67.-71.lpp.

(9), 357 (10), 356 (2-3), 24-25 (7), kā arī Smiltenes klonu kontrolēto krustojumu stādījums (3-5) un sēkļu plantāciju vidējie paraugi vairākos eksperimentos (~20-28); kopumā 57-67 koki.

Eglei selekcijas darbam pieejamais materiāls sadalīts 4 grupās:

- 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.
- 200 plantāciju kloni ar brīvapputes pēcnācēju pārbaudžu stādījumiem, kuri atrodas izvērtēšanas stadijā;
- 200 kloni ražojošās sēkļu plantācijās bez pēcnācēju pārbaudēm;
- 360 kloni jaunās, sākot no 2000. gada ierīkotās, populāciju tipa sēkļu plantācijās bez pēcnācēju pārbaudēm un bez to ierīkošanai ievākta brīvapputes sēkļu materiāla.

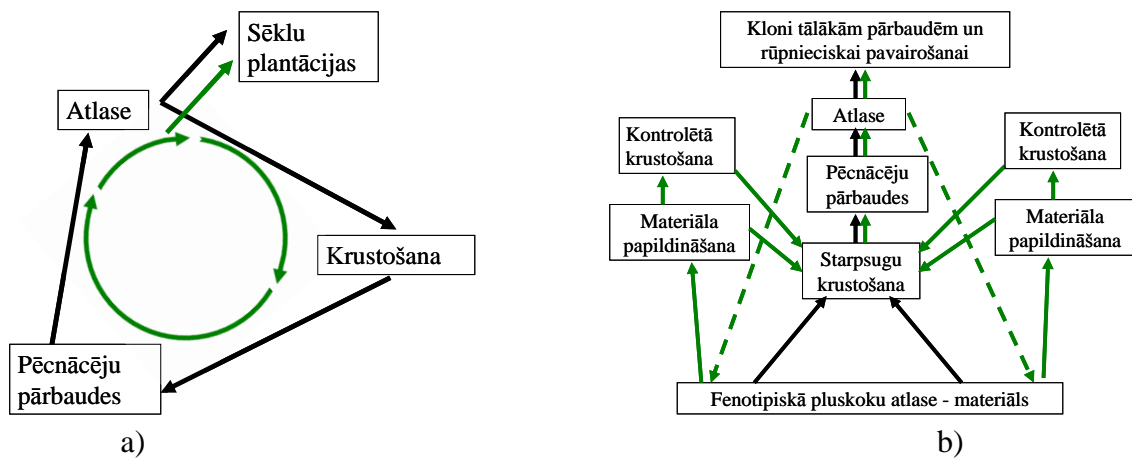
Kārpainā bērza selekcijas darbam pieejamais materiāls sadalīts 2 grupās:

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

Apšu hibrīdiem selekcijas darbam pieejamais materiāls sadalīts 3 grupās:

- Pamatmateriāls:** jaunie kontrolētie krustojumi (120 ģimenes), kuru veidošana uzsākta 2008. gadā un plānota vēl vairākus gadus;
- nepārbaudītie kloni: nākamajos 3 gados katru gadu iespējams ierīkot 10 klonu iedzimtības pārbaudes, jaunajos pēcnācēju pārbaudžu stādījumos atrodas 4 kontrolēto krustojumu ģimenes, no katras tālākām pārbaudēm iespējams atlasīt 40 klonus;
- Amerikas apses klonu arhīvs nākamā selekcijas cikla krustojuma 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 krustojuma) 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 iepriekšējās 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), sasveķojums (skuju kokiem).

2.2. Kamerālo darbu metodika

Stumbra tilpums kokiem tiek aprēķināts pēc I. Liepas (Liepa, 1996⁴) 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, 1996⁵):

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

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.

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 ģēnu pēcnācējiem gan ar putekšņiem, gan sēklām. Tā

⁴ Liepa, I. (1996) *Pieauguma mācība*. LLU, Jelgava, Latvija, 123 lpp.

⁵ Falconer, D.S., Mackay, T.F.C. (1996) *Introduction to Quantitative Genetics*: Fourth Edition. Longman Group Ltd, London, England, 465 p.

aprēķināta izmantojot SAS proc mixed/*solution* funkciju, BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) metodiku (White, Hodge, 1989⁶). 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 pārstāvniecību 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):

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

kur:

⁶ White, T.L., Hodge, G.R. (1989) *Predicting Breeding Values with Application in Forest Tree Improvement*. Kluwer, 423 p.

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., 2001⁷):

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

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 pārbaūžu rezultātiem aprēķināts pēc formulas (Falconer, Mackay, 1996):

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

kur:

i – atlasē 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., 1997⁸):

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

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 iedzīstamības koeficienta standartklūda.

2.3. Molekulārās pasportizācijas metode klonu identificēšanai

Paraugu DNS tika izdalīta no skuļām, izmantojot firmas „Fermentas” komplektu DNS izdalīšanai.

DNS izdalīšanas protokols:

- 1) skuļu 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;
- 4) adapterus izņem no lodīšu dzirnavām un ar visiem paraugiem atkal ievieto šķidrā slāpekli, 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 μ l lizēšanas šķīduma no „Fermentas” komplekta, kam pievienots

⁷ 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.

⁸ 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.

- 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 apgrīžot 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 nogulsnes 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.

Egļes genotipēšanai izmantotie mikrosatelītu kodola DNS praimeris:

Praimeris	Nukleotīdu sekvenca	Iezīmējums
UAPgAG150F	ACCAATGCTTTTACCAAACG	NED
UAPgAG150R	TTGATTGCAAGTGATGGTTG	
WS0033.A18F	GGCTGCTCTCTTATCCGTTTT	6-FAM
WS0033.A18R	TGGCTCTCATCCAGAAAAGAA	
WS0022.B15F	TTTGTAGGTGCTGCAGAGATG	HEX
WS0022.B15R	TGGCTTTTTATTCCAGCAAGA	
PAAC17F	GAAACAAAATTATTACGCG	6-FAM
PAAC17R	ATGCCCTCCTAATGAATG	
paGB3F	AGTGATTAACTCCTGACCAC	HEX
paGB3R	CACTGAATACCCATTATCC	

Priedes genotipēšanai izmantotie mikrosatelītu kodola DNS praimeris:

Praimeris	Nukleotīdu sekvenca	Iezīmējums
PtTX4011F	GGTAACATTGGGAAAACACTCA	FAM
PtTX4011R	TTAACCATCTATGCCAATCACTT	
PtTX4001F	CTATTTGAGTTAAGAAGGGAGTC	HEX
PtTX4001R	CTGTGGGTAGCATCATC	
PtTX3107F	AAACAAGCCCACATCGTCAATC	NED
PtTX3107R	TCCCCTGGATCTGAGGA	
PtTX2123F	GAAGAACCCACAAACACAAG	NED
PtTX2123R	GGGCAAGAATTCAATGATAA	
PtTX2146F	CCTGGGGATTGGATTGGGTATTTG	FAM
PtTX2146R	ATATTTTCCTTGCCCCTTCCAGACA	
SPAC12.5F	CTTCTTCACTAGTTTCCTTTGG	NED
SPAC12.5R	TTGGTTATAGGCATAGATTGC	
SPAG7.14F	TTCGTAGGACTAAAAATGTGTG	HEX
SPAG7.14R	CAAAGTGGATTTTGACCG	
SPAC 11.6F	CTTCACAGGACTGATGTTCA	HEX
SPAC 11.6R	TTACAGCGGTTGGTAAATG	
PtTX3116F	CCTCCCAAAGCCTAAAGAAT	NED
PtTX3116R	CATACAAGGCCTTATCTTACAGAA	

PCR reakcija:

- kopējais reakcijas tilpums – 20 µl:
- 1 µl DNS
- Taq buferis x10 2 µl
- MgCl₂ 1.6 mM
- dNTP 0.2 mM
- Praimeris F 1.0 µl (4 µM)
- Praimeris R 1.0 µl (4 µM)
- BSA 0.25 µl
- Taq polimerāzes 0.14 µl
- H₂O 12.21 µl

PCR reakcijas apstākļi:

- denaturācija 95°C 4 min;
- 38 cikli:
 - denaturācija 95°C, 20 sekundes,
 - praimeru pielipšana 53°C, 20 sekundes,
 - elongācija 72°C, 40 sekundes;
- beigu elongācija 72°C, 10 min.

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

- polimērs 3100 POP-7 TM („ABI”),
- Hi-Di TM Formamide („ABI”),
- GeneScan TM -350 ROX TM Size Standard („ABI”),
- Buffer (10 X) ar EDTA („ABI”),
- 16 kanālu kapilārs 36 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 atdzesē 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 pārbažu rezultātiem.

Sākotnēji, atbilstoši selekcijas vērtībai, atlasīti 150 kloni, kuru skuju paraugi vākti sēklu plantācijās Dravas, Kurmale, Valdemārpils, Amula, Garoza, Sāviena, Ozolkalni, Avotkalns, Katvari, Mežole, Salaca, Jugla. Darba gaitā konstatēts, ka daļa klonu plantācijās vairs nav atrodamī – gājuši bojā vai pēc esošās plantācijas shēmas nav identificējami dabā, vai arī saglabājušos rametu skaits un to vitalitāte nav pietiekama klona identificēšanai. Līdz ar to tika palielināts gan analizējamo klonu, gan iekļauto sēklu plantāciju skaits. Genotipēšanas paraugu vākšana turpināta sēklu plantācijās Īle, Klīve, Taigas, Iedzēni, Ziemi, Ranka, Klabiši, Tadaine, Inčukalns, Allaži, Ziņģeri. Pavisam 23 sēklu plantācijās ievākti 205 klonu 1668 paraugi. Katra klona paraugi, ja bija iespējams, ievākti vismaz divās plantācijās, lai varētu veikt genotipēšanas rezultātu salīdzināšanu. Ja tika konstatētas atšķirības viena klona genotipā starp 2 plantācijām, tad ievākti papildus paraugi vēl vienā vai vairākās sēklu plantācijās. Atbilstoši pielietotai molekulārās pasportizācijas metodei (2.3. nodaļa) iegūtie visu paraugu DNS analizēti ar trijiem mikrosatelītu kodola DNS praimeriem. Iegūtie rezultāti bija pietiekami, lai identificētu 90 klonu 580 rametus (3.1. pielikums). 44 klonu rezultāti parādīja atšķirības viena un tā paša klona genotipiem dažādās plantācijās vai arī uzrādīja divus atšķirīgus genotipus starp viena nosaukuma klona dažādiem rametiem vienā plantācijā (3.2. pielikums). Konstatēti arī kloni, piemēram, Lub 4; Ja 12; Jē 10, kuriem viena nosaukuma klonam trijās plantācijās noteikti 3 atšķirīgi genotipi – katrā plantācijā savādāks. Tā kā mātes koki (pluskoki) un to DNS vairs nav pieejami, tad, noteikt, kurš no genotipiem ir īstais – klonam atbilstošais, ir problemātiski. Trīs kodola DNS praimeru pielietošana ir nepietiekama, lai identificētu pārējos kontrolētai krustošanai izvēlētos klonus, tāpēc nepieciešams turpināt klonu DNS analīzi ar papildus praimeriem vēl vismaz 63 kloniem.

Kontrolētai krustošanai uz šo brīdi identificēto klonu rameti atzīmēti plantāciju shēmās. Nepieciešama šo identificēto rametu apzīmēšana dabā.

Pārskata periodā veikta jaunu krustojumu veidošana un, ņemot vērā iepriekšējo gadu darba rezultātus, sagatavoti priekšlikumi nākamajai sezonai kontrolētās krustošanas darbam.

Kontrolētajos krustojumos iesaistīti kopumā 55 saskaņā ar ģenētisko marķieru rezultātiem identificēti parastās priedes kloni a/s Latvijas valsts meži Dravu sēklu plantācijā (3.1. tab.). Saskaņā ar plānu apputeksnēšanu bija paredzēts veikt arī Sāvienas sēklu plantācijā, kur veikti fenoloģijas novērojumi un izvēlēti identificēti kloni, kopumā izveidojot 110 krustojumus, tomēr straujās sievišķo strobilu attīstības dēļ tā netika realizēta. Katram krustojumam izolēti vismaz 60 sievišķie strobili, izmantojot vidēji 5 izolācijas maisus uz viena vai vairākiem rametiem. Daļa no maisiem vēja bojāti pirms apputeksnēšanas, tādēļ informācija par tiem nav ietverta kopsavilkuma tabulā. Apputeksnēšana veikta 2 reizes ar 2 dienu intervālu. Neskatoties uz to, čiekuru aizmetņu skaits pa krustojumu kombinācijām būtiski atšķiras un ir robežās no 0 līdz 182. Nākamās ziedēšanas sezonas kontrolētajiem krustojumiem ievākti un uzglabāšanai sagatavoti putekšņi no 58 identificētiem kloniem.

Parastās priedes kontrolētās krustošanas rezultāti

Klons		Aizmetņu skaits										
māteskoks	tēvakoks	Kopā	pa izolācijas maisiem									
Als3	Ja6	49	4	2	3	4	10					
			9	5	7	1	4					
Als2	Ba12	15	0	3	1	5	6					
Als2	Sm13	7	0	2	3	0	2					
Als13	Ja14	17	1	6	1	3	6	0				
Als23	Ja19	24	14	1	0	5	2	2				
Als8	Ja7	14	1	0	0	7	3	1	0	2		
Ba11	Ba7	0	0	0	0	0						
Ku3	Ba21	2	0	0	0	0						
			0	1	0	0						
			0	1	0	0	0	0				
Ku7	Ba27	67	14	6	9	9	13	3	1	12		
Ba2	Ja4	41	9	4	10	6	7	5				
Du19	Du18	47	1	9	4	12	9	12				
RJ33	Du18	0	0	0	0							
Du10	Du11	25	8	0	0							
			7	6	2	2						
Du9	Du8	60	10	5	8	8	6	11	12			
Du7	Du17	47	9	6	6	0	6	8	3	5	4	0
Ku15	Du16	4	0	0	4							
RJ11	RJ26	50	4	0	4	8	12	3	4			
			1	1	5	3	5					
RJ33	RJ18	1	0	1	0							
RJ12	RJ29	14	7	0	3	1	1	1	1			
RJ5	RJ10	30	0	9	7	8	6					
Ja10	Ug4sv	36	4	8	12	12						
Ku17	Ja15	182	16	11	25	37	19	10	24	12	28	
Sm1	Sm2	33	2	3	4	5	7	5	7			
Sm11	Sm13	71	5	4								
			5	8	7							
			8	0	10	6	7	11				
Tu12	Tu1	6	0	2								
		4	3	0	1	0						
Tu14	Tu12	19	1	10	6	1	0	1	0	0		
Tu21	Tu20	63	3	1	19	11						
			3	6	5	15						
Tu21	Ja19	95	15	18	12	15	5	15	15			
Tu9	Tu11	8	0	2	2	4	0					
Tu28	Tu15	41	7	11	9	4	10					
Tu15	Tu28	9	2	3	4							
Ug6sv	Ug8sv	34	9	4	3	2	16					

Iegūtie rezultāti šajā pārskata periodā ir līdzīgi kā iepriekšējos un kopumā atpauk no selekcijas programmas izstrādes procesā prognozētā. Tādēļ sagatavotas izmaiņas aktivitātēs, lai nodrošinātu programmas savlaicīgu realizāciju:

- 1) ņemot vērā šajā pārskata periodā identificēto ievērojamo rametu skaitu dažādās sēklu plantācijās (par kurām līdz šim nebija pieejami droši dati) – krustojumu sarakstu sagatavošana iespējai tos izmantot dažādās plantācijās. Ja pavasaris iestājas pakāpeniski, šāda pieeja nodrošina iespēju pagarināt krustošanas perioda garumu un līdz ar to izveidot vairāk krustojumu kombināciju;
- 2) temperatūras sensoru izvietošana visās plantācijās, kur potenciāli iespējama krustošana, un to datu references periodā (pavasārī) salīdzināšana ar tuvākās

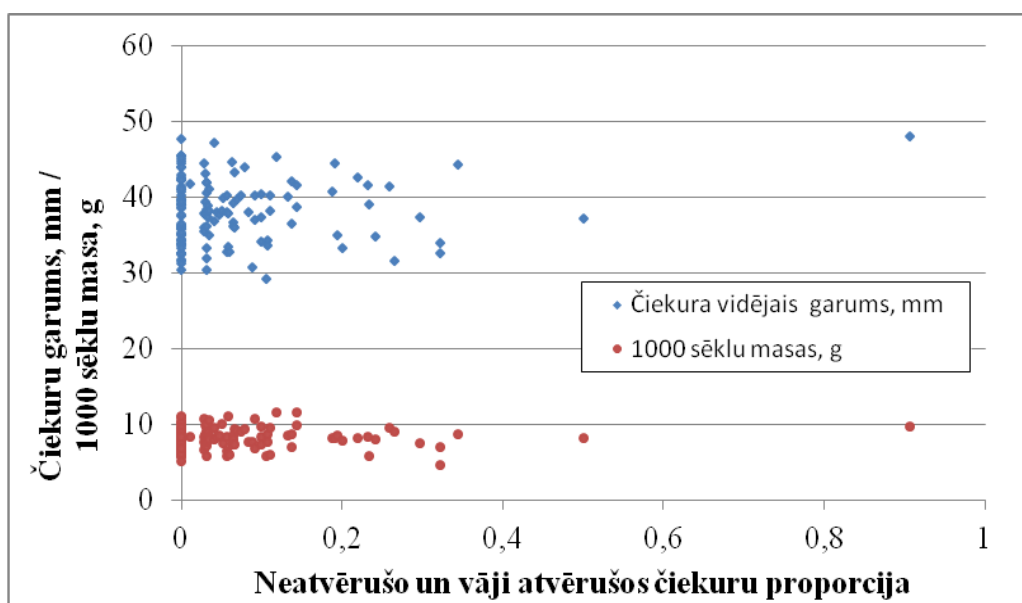
meteostacijas, no kuras informācija ikdienā pieejama internetā, datiem, aprēķinot nepieciešamo korekciju un iegūstot precīzāku informāciju par temperatūru svārstībām noteiktā vietā – līdz ar to iespējamo strobilu attīstību;

- 3) potējumi bagātīgi ziedošu veco koku vainagos, panākot ziedēšanu dažu gadu laikā, vienā plantācijā, kas atrodas netālu no LVMI „Silava” un kur iespējama ikdienas apsekošana, tādejādi nodrošinot iespēju: a) krustojumos iekļaut tos klonus, kuri nav droši identificējami vai nav iekļauti plantācijās; b) kuru krustošana kāda iemesla dēļ plantācijās atkārtoti bijusi nesekmīga; c) kuru krustošanas iespējas plantācijās ierobežo rametu izmērs un/vai ziedēšanas intensitāte. Tāpat šāda pieeja nodrošinās iespējas optimizēt izmaksas gadījumos, ja kādā no plantācijām ir tikai daži kloni, kas iekļaujami selekcijas populācijā;
- 4) uzlabota putekšņu dīdžības pārbaudes metodika pirms krustošanas, novēršot nekvalitatīvu putekšņu izmantošanu, kā arī, izmantojot iespējami attāli izvietotas plantācijas – veicināta attiecīgās sezonas (svaigu) putekšņu izmantošana;
- 5) polikrosa izmantošana populāciju tipa plantācijās, paredzot plašāka stādījuma ierīkošanu ar perspektīvo krustojumu identifikāciju uzmērīšanas periodā.

3.2. Parastās priedes klonu čiekuru vērtēšana

Pārskata periodā saskaņā ar darba uzdevumu veikta 135 parastās priedes Smiltenes un Misas klonu no Sāvienas, Brenguļu un Misas sēklu plantācijām vērtēšana. Čiekuri (ne mazāk kā 20 no klonā) ievākti no 1-2 identificētiem rametiem no dažādām koka pusēm. Iespējami drīz pēc kaltēšanas, saskaņā ar standarta protokolu a/s Latvijas valsts meži čiekurkaltē, veikta to pazīmju vērtēšana: nomērīts čiekuru garums, noteikta tā atvēršanās pakāpe (saskaņā ar iepriekšējos pārskatos aprakstītu metodiku vērtējot ballēs, kur 0 – neatvēries, 3 – pilnībā atvēries), nosvērtas sēklas un aprēķināta 1000 sēklu masa.

Konstatētas ievērojamas un statistiski būtiskas atšķirības starp kloniem pēc visām analizētajām pazīmēm – čiekuru vidējais garums ir robežās no 29 līdz 48 mm, neatvērušos un vāji atvērušos (0 un 1 balle) čiekuru īpatsvars no 0 līdz 91%, 1000 sēklu masa no 4,7 līdz 11,6 g. Līdzīgi kā iepriekšējās analizēs, klonu vidējo vērtību līmenī nav konstatēta saikne starp neatvērušos un vāji atvērušos čiekuru īpatsvaru un to lielumu vai 1000 sēklu masu (3.1. att.). Kloniem, kam nebija čiekuru ar vērtējumu 0 vai 1 balle (42% no kopējā skaita), nedz čiekuru vidējais garums, nedz 1000 sēklu masa būtiski neatšķīrās no tiem, kam konstatēts viens vai vairāki šādi čiekuri: attiecīgi $38 \pm 1,2$ mm pret $38 \pm 0,9$ mm un $8 \pm 0,4$ g pret $8 \pm 0,3$ g.



3.1. attēls. Čiekuru atvēršanās saikne ar citām tos raksturojošām pazīmēm klonu vidējo vērtību līmenī.

Konstatēta vidēji cieša, statistiski būtiska ģenētiskā korelācija starp čiekuru garumu un

1000 sēklu masu ($r_a=0,44$, $p<0,05$), kas norāda uz iespēju izmantot čiekuru izmēru kā vienu no atlases pazīmēm selekcijas procesā.

Salīdzinot ar iepriekšējā pārskata perioda rezultātiem konstatēts, ka Smiltenes parastās priedes kloni ar vāju čiekuru atvēršanos (Sm10, Sm125, Sm126 un Sm130) arī šajā gadā uzrādījuši līdzīgus rezultātus, turklāt rametiem gan no Brenguļu, gan Sāvienas sēklu plantācijām, tādēļ tie nav rekomendējami turpmākai izmantošanai plantācijās un selekcijas darbā (3.2. tab.). Misas kloniem nepieciešamas turpmākas pārbaudes, lai pārlicinātos par pazīmes noturību starp mērījumu gadiem un rekomendētu kādus no tiem turpmāk neizmantot.

3.2. tabula.

Rekomendācijas parastās priedes klonu ar iepriekšējā pārskata periodā konstatēto vājo čiekuru atvēršanos izmantošanai

Klons	Rekomendācija
Sm10	izslēdzams
Sm15	Sāvienā čiekuru nav, Brenguļos laba atvēršanās, bet iepriekš bija ļoti vāja
Sm25	2013. gada rezultāts labs
Sm103	2013. gada rezultāts labs
Sm113	Sāvienā čiekuru nav, Brenguļos laba atvēršanās, bet iepriekš bija ļoti vāja
Sm125	izslēdzams
Sm126	izslēdzams
Sm130	izslēdzams

3.3. Parastās priedes C selekcijas materiāla grupas pēcnācēju pārbaūžu stādījumu uzmērīšana

Pārskata periodā veikta visu plānoto priežu pēcnācēju pārbaūžu stādījumu uzmērīšana, kopsavilkums ietverts 3.3.tabulā. Uzmērīšanas mērķis ir iegūt precīzu koku novērtējumu dažus gadus pēc iestādīšanas, nodrošinot iespējas ņemt vērā to savstarpējās konkurences atšķirību ietekmi uz koku ātraudzību un kvalitāti raksturojošo pazīmju vērtībā ap 15 gadu vecumu, kad tiek plānota augstvērtīgāko ģimeņu un genotipu ģimeņu ietveros atlase selekcijas populācijai un pavairošanai. Šādā veidā būs iespējams uzlabot novērtējuma precizitāti. Tāpat dati izmantoti lēmumiem par stādījumu turpmāko apsaimniekošanu, kā arī selekcijas datu bāzes struktūras izstrādes un testēšanas procesā.

3.3.tabula.

Veikto pēcnācēju pārbaūžu stādījumu inventarizācijas kopsavilkums

Nr.	Vieta	Gads	Koki	Saglabāšanās, %	Augstums, cm	s	Padēls, %
625	Alojas nov.	2007	4704	81	333	63.6	14
672	Kalsnava	2008	9039	78	141	49.7	33
673	Kalsnava	2008	4464	59	120	40.9	26
675	Kalsnava	2008	8304	45	111	39.5	39
676	Kalsnava	2008	1200	38	106	45.2	32
680	Kalsnava	2008	2315	8	112	37.8	30
681	Kalsnava	2008	7764	47	126	38.7	19
709	Kalsnava	2010	4440	86	99	23.3	13
710	Kalsnava	2010	2101	59	95	26.4	16
711	Kalsnava	2010	1697	86	86	22.2	29
712	Kalsnava	2010	2892	66	65	20.7	31
713	Jelgava	2010	2250	69	70	19.9	19
714	Jelgava	2010	6647	78	83	23.8	31
621/681	Kalsnava	2007	3104	96	236	56.8	30
623/682	Mežole	2007/2008	1857	100	229	46.3	50
622/680	Kalsnava	2007/2008	1261	46	211	55.4	46

Nr. – eksperimenta nr.; Vieta – stādījuma atrašanās vieta: Kalsnava – MPS Kalsnavas MN, Jelgava – MPS Jelgavas MN, Mežole – MPS Mežoles MN; Gads – stādījuma ierīkošanas gads; Koki – stādvieta skaits (atsevišķos gadījumos daļa ģimeņu nav ietvertas); Saglabāšanās – vidējā saglabāšanās (atsevišķos gadījumos veikta papildināšana, kas atspoguļota datos, bet ne kopsavilkuma tabulā); Augstums – koku vidējais augstums,

Nozīmīgākie rezultāti:

- 1) konstatētas būtiskas saglabāšanās atšķirības starp eksperimentiem, atšķirības starp ģimenēm ir būtiskas tikai atsevišķos gadījumos. Tas apliecina, ka ieaugšanās fāzē esošajos klimatiskajos apstākļos koku sugas areāla centrālajā daļā vietējām populācijām saglabāšanos nosaka apkārtējās vide (vairākumā gadījumu biotiskie faktori), nevis ģenētika, atšķirībā no teritorijām pie areāla robežām, kur nozīmīga ir arī ģenētisko faktoru ietekme. Tādēļ ir būtiski iegūt datus par ieaugšanās atšķirībām, lai:
a) turpmākā analizē tās varētu atdalīt no saglabāšanās konkurences ietekmes atšķirībām; b) varētu ņemt vērā koku savstarpējās konkurences atšķirību ietekmi uz to pazīmēm, veicot precīzāku ģimeņu ranžēšanu. Bez šādas informācijas ģimenes ar zemāku ieaugušos koku skaitu – tāpat lielāku augšanas telpu katram kokam – iegūst nepamatotas priekšrocības, vērtējot, piemēram, koka vidējo caurmēru;
- 2) lai nodrošinātu iespējami precīzākus datus, lietderīgi saglabāšanās un bojājumu novērtējumu veikt 3.-4. veģetācijas sezonā un atkārtot eksperimentos, kur (kad) konstatēta kāda apkārtējās vides faktora nozīmīga ietekme;
- 3) konstatētas nozīmīgās koku vidējā augstuma atšķirības starp vienāda vecuma stādījumiem liecina gan par stādmateriāla un ieaugšanās, gan meža tipa un ģenētikas ietekmi. Iegūtie dati būs izmantojami stādījuma vērtēšanā pēc pēdējās uzmērīšanas, atdalot sākotnējās, varbūtēji ar vides apstākļu nevienmērību, stādmateriāla audzēšanas un stādījuma vietā vairāk saistītās augšanas atšķirības no atšķirībām turpmākajā augšanas periodā;
- 4) iegūtie rezultāti liecina par relatīvi augstu koku ar padēliem un/vai vairākām galotnēm īpatsvaru, tomēr tikai atsevišķos stādījumos konstatētas būtiskas šī rādītāja atšķirības starp ģimenēm. Iegūtie dati ir nozīmīgi: a) vērtējot stumbra defektu attīstību laikā – zinātniskajā literatūrā trūkst informācijas par to, cik liela daļa no 3-7 gadu vecumā konstatētajiem padēliem saglabājas kā sumbra ekonomisko vērtību samazinoši defekti arī pēc 20-30 gadiem; b) vērtējot pazīmju ģenētisko nosacītību; c) vērtējot pazīmju ģenētisko korelāciju dažādā uzmērīšana vecumā (t.i. vai agrīnā diagnostika nodrošina precīzu rezultātu).

3.4. Parastās priedes Austrumu provenienču reģionam piemērotas sēklu plantācijas apvienotā 2. un 3. kārtas klonu saraksta precizēšana

Parastās priedes eksperimentālo stādījumu izvērtēšana, sagatavojot klonu komplektu 3. kārtas sēklu plantācijas ierīkošanai veikta jau iepriekšējos gados (Gailis, 2009⁹). Tajās kā kloni tiek izmantoti zināmu, ģenētiski vērtīgu vecāku koku kontrolēto krustojumu pēcnācēji, kas atlasīti pēc fenotipiskajām pazīmēm. Ekonomiskā analīze liecina – jo ilgāk tiek atlikta jaunas, ģenētiski augstvērtīgākas, sēklu plantācijas ierīkošana, jo zemāka atdeve (mazāks diferenciālais ieguvums) no selekcijā, sēklu plantāciju ierīkošanā, uzturēšanā un meža stādīšanā ieguldītajiem līdzekļiem. Tātad, vērtējot meža apsaimniekošanu kopumā, nevis nelielu tās daļu – sēklu plantācijas, ekonomiski izdevīgāk ir veikt jaunu plantāciju ierīkošanu, tiklīdz ir pieejams ģenētiski augstvērtīgāks materiāls. Parastajai priedei šobrīd ir uzsākts 2. selekcijas cikls, laika periods līdz 4. kārtas sēklu plantāciju klonu ieguvei ir 20 gadi. Lai šajā laika periodā līdz jauno plantāciju ražošanas sākumam nodrošinātu maksimālo praksē realizējamo selekcijas efektu, ir lietderīgi ierīkot 3. kārtas sēklu plantāciju. Analizēti priedes kontrolēto krustojumu eksperimenti (potenciāli no tiem iegūstamo kvalitatīvo neradniecīgo krustojumu koku skaits iekavās) Nr. 20 (3), Nr. 21-22 (5), 23 (3), Nr. 24-25 (7), Nr. 27 (9), Nr. 356 (2-3), Nr. 357 (5) ar koku vecumu 13-36 gadi. Dabisks krustojšanās process starp fenotipiski augstvērtīgiem kokiem (kloniem) notiek arī pirmās kārtas sēklu plantācijā, tādēļ papildus analizē iekļauti arī šo plantāciju pēcnācēji eksperimentālajos stādījumos Nr. 2, 3, 5, 18, 19.

⁹ Gailis, A. Skujkoku selekcijas pētījumi 2009. – 2013. gadā produktīvu, kvalitatīvu un noturīgu mežaudžu atjaunošanai. LVMI „Silava”, pārskats par 2009. gada darbu izpildi. 40 lpp.

Trešās kārtas sēklu plantācijas ierīkošanai rekomendēts izmantot fenotipiski augstvērtīgākos kontrolēto krustojumu Ug7 x 208-6 (eksperiments Nr. 20); Ug8 x Ka18, Ka3 x Ug10 (Nr. 22); Sm14 x Sm4, Sm26 x Sm8, Sm12 x Sm15 (Nr. 23); Sm1 x D2, Sm7 x RJ11, Sm21 x L2 (Nr. 24) pēcnācējus, kā arī atlasītos fenotipiski augstvērtīgākos kokus no polikrosa krustojumu kombinācijām Ma11 x -, Ma12 x +, Ma13 x Mis, Ma15 x Ka, Ma16 x Ku (eksperiments Nr. 27) un sēklu plantāciju Raiskums, Kvēpene, Istra, Olaine (eksperiments Nr. 27); Oškalni, Inčukalns (Nr. 3); Burtnieki, Tirza (Jaungulbene) (Nr. 6) fenotipiski augstvērtīgākos pēcnācējus.

Empīrisko datu no eksperimentiem Nr. 356 un Nr. 357 analīze apstiprina teorētisko pieņēmumu par kontrolēto krustojumu pēcnācēju augstvērtīgajām īpašībām: tie gan pēc augstuma, gan caurmēra statistiski būtiski ($\alpha=0,05$) ātraudzīgāki par 1. kārtas sēklu plantāciju pēcnācējiem. Tāpat atspoguļojas vispārējā likumsakarība, ka Latvijas rietumu daļas priedes valsts austrumu daļā aug lēnāk – eksperimentos Nr. 2 un Nr. 3 konstatēts, ka Tukuma un Kuldīgas plantāciju pēcnācēji pēc visām produktivitāti raksturojošajām pazīmēm stādījumā MPS Kalsnavas mežu novadā atpaliek no Latvijas austrumu daļas plantāciju pēcnācējiem.

Veicot analīzi 1. kārtas sēklu plantāciju pēcnācēju stādījumos konstatēts, ka augstākā produktivitāte un kvalitāte ir plantācijām (nosaukumi, kuri bija eksperimentu ierīkošanas laikā): Raiskums, Kvēpene, Istra, Olaine, Oškalni, Inčukalns, Burtnieki, Tirza (Jaungulbene), Ape, Dundaga, Jaunjelgava, Skaistkalne, Kurmale, Ranka, Mežole, Vecsalaca un Ēdole. Daļā no tām apsaimniekošana jau ir pārtraukta, savukārt tās, kuras vēl ir plānots apsaimniekot, ir iespējams reģistrēt kā sēklu plantācijas kategorijas „pārāks” meža reproduktīvā materiāla ieguvei. Rekomendēts, salīdzinot ar citām 1. kārtas plantācijām, to sēklas stādu audzēšanai izmantot prioritāri.

Apkopojot un analizējot 21 parastās priedes pluskoku brīvapputes pēcnācēju pārbaužu stādījumu datus ir izveidots klonu komplekts 2. kārtas sēklu plantāciju ierīkošanai Latvijas austrumu daļai, kurā kopumā ietverti 37 kloni. Salīdzinot atlasīto ģimeņu pazīmju vērtības ar eksperimentos iekļauto mežaudžu pēcnācēju pazīmju vērtībām konstatēts, ka 2. kārtas plantācijas izveidei atlasīto koku krāja ir vidēji par 24% augstāka kā mežaudžu pēcnācējiem, summārais valdaudzes koku augstums par 20% lielāks. Augstāka ir arī kvalitāte – koku ar padēliem īpatsvars par 7% zemāks, zara diametra/stumbra caurmēra attiecība par 6% zemāka nekā mežaudžu pēcnācējiem.

Vērtējot atlasīto klonu sarakstu, redzams, ka vairāki no tiem ir viens no vecāku kokiem kontrolētajiem krustojumiem, kuru pēcnācēji rekomendēti 3. kārtas sēklu plantācijas izveidei. Tas papildus apliecina šo klonu augstvērtīgās īpašības. Ņemot vērā, ka 3. kārtas sēklu plantācijas komplekts paredzēts izmantošanai Latvijas austrumu provenienču reģionā, tika rekomendēts abus klonu sarakstus apvienot, tādejādi nodrošinot augstāku praksē realizējamā selekcijas efekta vērtību.

Pārskata periodā veikta klonu saraksta (3.4. tabula) un rametu potzaru ievākšanai atrašanās vietas precizēšana, ievērojot ģenētisko marķieru analīžu rezultātus.

Parastās priedes Austrumu provenienču reģionam piemērotas sēklu plantācijas apvienots 2. un 3. kārtas klonu saraksts

Nr.	Klons	Atrašanās vieta
1	Ug7 x 208-6-20-2-3	Nr. 20, MPS Kalsnavas MN
2	Ug8 x Ka18-22-1-3	Nr. 22, MPS Kalsnavas MN
3	Ka3 x Ug10-22-3-3	Nr. 22, MPS Kalsnavas MN
4	Ma16 x Ku-27-4-1	Nr. 27, Vecumnieku nov.
5	Ma13 x Mis-27-2-10	Nr. 27, Vecumnieku nov.
6	Ma15 x Ka-27-1-1	Nr. 27, Vecumnieku nov.
7	Ma12 x "+"-27-5-8	Nr. 27, Vecumnieku nov.
8	Ma11 x "-"-27-5-1	Nr. 27, Vecumnieku nov.
9	Sm12 x Sm15-23-4-10	Nr. 23, Vecumnieku nov.
10	Sm12 x Sm21-23-4-8	Nr. 23, Vecumnieku nov.
11	Sm1 x Sm26-23-1-5	Nr. 23, Vecumnieku nov.
12	Sm4 x Sm14-23-1-11	Nr. 23, Vecumnieku nov.
13	Burtnieki 19-1-76	Nr. 27, Vecumnieku nov.
14	Tirza 5-3-18	Nr. 5, Vecumnieku nov.
15	Oškalni 2-6-29	Nr. 2, Vecumnieku nov.
16	Inčukalns 2-3-23	Nr. 2, Vecumnieku nov.
17	Raiskums 19-5-48	Nr. 19, Vecumnieku nov.
18	Kvēpene 19-3-17	Nr. 19, Vecumnieku nov.
19	Istra 19-3-18	Nr. 19, Vecumnieku nov.
20	Olaine 19-4-78	Nr. 19, Vecumnieku nov.
21	Ka19	s.pl.* "Sāviena", Madonas nov.
22	Da12	s.pl. "Salaca", Salacgrīvas nov.
23	Ja21	s.pl. "Sāviena", Madonas nov.
24	Ka14	s.pl. "Kurmale", Kuldīgas nov.
25	Ja8	s.pl. "Sāviena", Madonas nov.
26	Jē1	s.pl. "Sāviena", Madonas nov.
27	Gu14	s.pl. "Jugla", Ropažu nov.
28	Ka5	s.pl. "Sāviena", Madonas nov.
29	Sm9	s.pl. "Sāviena", Madonas nov.
30	Ja30	s.pl. "Sāviena", Madonas nov.
31	R-J31	s.pl. "Jugla", Ropažu nov.
32	Ja18	s.pl. "Sāviena", Madonas nov.

Paskaidrojumi: s.pl.* - sēklu ieguves plantācija

3.5. Parastās egles B grupas selekcijas materiāla – klonu un pluskoku brīvapputes pēcnācēju un veģetatīvi pavairoto klonu pārbaužu datu analīze klonu vērtības pamatošanai

Pārskata periodā veikta klonu un pluskoku brīvapputes un veģetatīvi pavairoto pēcnācēju pārbaužu rezultātu analīze, precizējot klonu kandidātu sarakstu Rietumu provenienču reģionam piemērotas sēklu plantācijas ierīkošanai (3.9. tabula), sagatavojot klonu kandidātu sarakstu Centrālajam provenienču reģionam piemērotas sēklu plantācijas ierīkošanai (3.11. tabula), rekomendējot augstvērtīgākos klonus veģetatīvajai pavairošanai (3.10. tabula) un sagatavojot priekšlikumus sēklu plantācijas retināšanai atbilstoši klonu ģenētiskajai vērtībai. Analizēti eksperimentu Nr. 766 (Andrupene, Dagdas nov.), Nr. 767 (Īvande, Kuldīgas nov.), Nr. 787 (Skutuļi, Kuldīgas nov.), Nr. 783 (Ugāle, Ventspils nov.), Nr. 747 (Olaines nov.), Nr. 354, Nr. 355 (Balceri, Kuldīgas nov.), Nr. 353 (Limbažu novads), Nr. 49, Nr. 51 (MPS Kalsnavas mežu novads) rezultāti.

Atlasot kandidātus klonu sarakstiem Rietumu un Centrālajam provenienču reģionam piemērotu sēklu plantāciju ierīkošanai, lietota 5% – 10% atlases intensitāte, atkarībā no eksperimentos iekļauto variantu skaita un varianta pārstāvēniecības vienā vai vairākos

eksperimentos. Kā kandidāti klonu sarakstam izvēlēti augstvērtīgākie kloni (pēc pēcnācēju pārbauzu rezultātiem) vai produktīvs un kvalitatīvs koks brīvapputes ģimenē, ja māteskoks vai klons nav saglabājies, vai variantā (provenienes pēcnācēji).

3.5. tabula

Augstvērtīgākās ģimenes eksperimentos Nr. 353, Nr. 747, Nr. 355 un Nr. 49

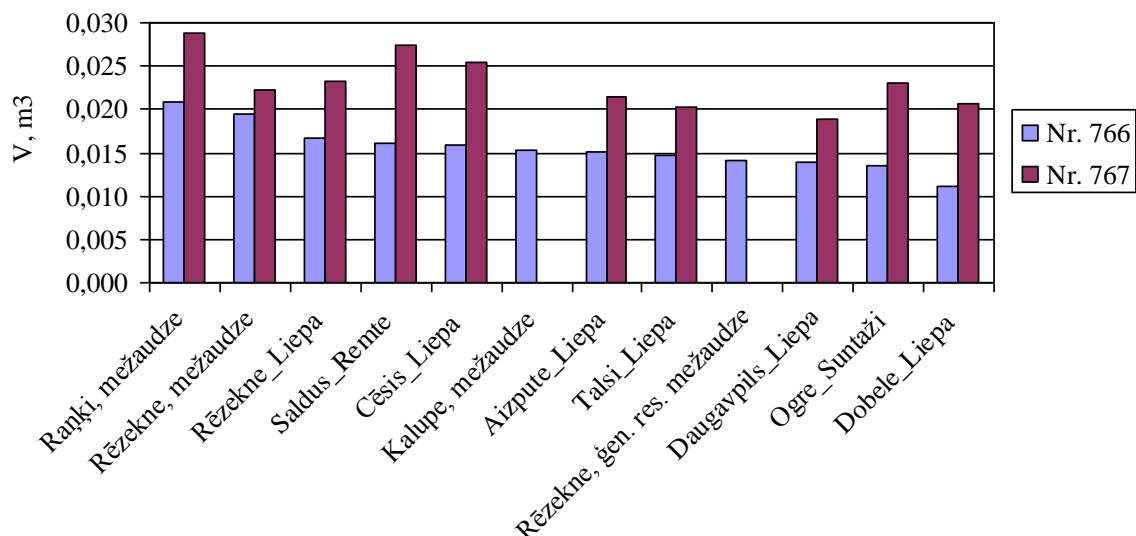
Nosaukums	Nr. eksperimentā	d, mm	zd, mm	sb	S%d	S%zd	S%sb
Gu 3	19	222	10,6	1,5	19	10	2
Rī 1a	68	212	11,4	1,6	13	19	5
Ai 12	52	212	9,5	1,3	13	-1	-14
Cē 17	7	205	10,2	1,4	10	6	-8
Gu 4	20	202	10,5	1,5	8	9	-3
Og 18	64	202	10,8	1,4	8	12	-8
Cē 10	2	201	11,2	1,6	8	16	9
Og 19	65	201	9,2	1,3	8	-4	-13
Ma 3	14	200	10,4	1,3	7	9	-12
Kon Zaļ	100	200	9,4	1,5	7	-2	0
Atlasītās ģimenes vidēji		206	10,3	1,4	10	7	-4
Vidēji eksperimentā Nr. 353		199	10,0	1,5			
<hr/>							
Tu 12	89	248	15,9	1,7	22	21	-12
Do 10	94	241	15,2	1,9	19	16	0
Do 15	95	241	14,9	1,8	19	13	-8
Sa 34	32	228	13,7	1,6	12	5	-16
In 3	71	226	14,0	1,9	11	7	2
Li 2	96	224	12,1	1,9	10	-7	0
Ai 12	52	223	12,6	1,9	10	-4	1
Li 13	97	221	14,1	1,6	9	8	-18
Og 19	65	218	13,9	1,6	7	6	-15
Gu 10	24	213	12,2	1,8	5	-7	-5
Atlasītās ģimenes vidēji		228	13,9	1,8	12	6	-7
Vidēji eksperimentā Nr. 747		215	13,6	1,9			
<hr/>							
K 21	521	132	12,9	1,6	25	26	-25
S 8	48	131	10,1	2,1	24	-2	1
J 19	319	122	10,3	2,0	15	0	-4
J 6	36	122	10,3	1,8	15	0	-13
S 20	420	121	9,9	2,1	15	-4	-1
B 58	158	121	11,9	2,1	14	16	2
S 19	419	121	11,3	1,9	14	10	-9
J 8	38	117	9,7	1,9	10	-6	-11
S 6	46	116	10,1	1,8	10	-2	-15
Ka 20	620	115	11,3	2,1	9	9	0
Atlasītās ģimenes vidēji		122	10,8	1,9	15	5	-8
Vidēji eksperimentā Nr. 355		106	10,3	2,1			
<hr/>							
Ka 13	613	187	11,6	2,3	22	-3	-3
S 9	49	179	13,5	2,4	17	13	-2
Ka 16	616	178	12,9	2,0	16	7	-15
B 56	156	172	13,1	1,9	13	9	-22
J 16	316	171	12,3	2,0	12	3	-17
B 70	170	169	12,8	2,4	10	7	-1
S 13	413	168	12,7	2,3	9	6	-4
B 25	125	166	13,5	2,4	9	13	-2
D 14	214	164	12,6	2,3	7	5	-6
S 12	412	163	10,7	2,3	7	-11	-6
Atlasītās ģimenes vidēji		172	12,6	2,2	12	5	-8
Vidēji eksperimentā Nr. 49		153	12,0	2,4			

Kur d – stumbra caurmērs, zd – resnākā zara caurmērs 2 m augstumā, sb – stumbra balle, S% - selekcijas vērtība.

Iekrāsojums – ģimene ar augstu selekcijas vērtību abos paralēlajos eksperimentos.

Augstvērtīgākās ģimenes eksperimentos Nr. 353, Nr. 747, Nr. 355 un Nr. 49 (3.5. tabula) ir atlasītas, papildus vērtējot arī kvalitātes pazīmes. To vidējais stumbra caurmērs ir no 10 līdz 15% virs eksperimenta vidējās, resnākā zara caurmērs 2 m augstumā ir no 5 līdz 7% virs eksperimenta vidējās, bet stumbri ir no 4 līdz 8% taisnāki kā eksperimentā vidēji.

Analizējot eksperimentu Nr. 766 un Nr. 767 rezultātus un salīdzinot pa pluskoku vai mežaudžu izcelsmes reģioniem (3.2. attēls), var konstatēt, ka abās eksperimenta vietās augstāko produktivitāti uzrāda Raņķu (bijusī Ogres MRS teritorija) mežaudzes pēcnācēji, arī zaru relatīvais resnums ir vidējs (Nr. 767) vai tievāks par vidējo (Nr. 766). Produktīvākie klonu pēcnācēji eksperimentā Nr. 767 ir Saldus, Cēsu un Ogres, bet Nr. 766 – Rēzeknes, Saldus un Cēsu, kā arī Rēzeknes mežaudzes pēcnācēji ar relatīvi smalku zarojumu.



3.2. attēls. Klonu un mežaudžu pēcnācēju produktivitāte eksperimentos Nr. 766 un Nr. 767

Pēcnācēju analīzes rezultātā atlasītas ģimenes ar augstāko selekcijas vērtību. Tās ranžētas pēc produktivitātes, vērtēta stumbra un zarojuma kvalitāte, stumbra un zarojuma vainu esamība, relatīvais plaukšanas laiks (eksperimentā Nr.766). Eksperimentā Nr. 766, izmantojot 10% atlasē intensitāti (11 ģimenes), to produktivitāte ir 40% virs vidējās (3.6. tabula), izmantojot 30% atlasē intensitāti (35 ģimenes) – 22% virs vidējās.

3.6. tabula

Ģimenes ar augstāko selekcijas vērtību eksperimentā Nr. 766

Ģimene	Stumbra vid. tilpums V, m³	S% V	Relatīvais plaukšanas laiks	Koku skaits ar vainām (pad+2st+2gal), %	Stumbra taisnums	Zaru relatīvais resnums, %
Saldus 95	0,028	83	1,55	39	1,97	17
Saldus 18	0,023	50	1,60	36	1,89	17
Rēzekne 11	0,022	45	1,96	54	2,24	17
Saldus 19	0,021	38	2,12	44	2,07	17
Saldus 14	0,021	37	1,42	36	1,92	18
Raņķi, mežaudze	0,021	35	1,94	40	1,91	19
Cēsis 15	0,021	34	1,91	65	2,03	17
Saldus 7	0,020	30	1,26	37	1,89	17
Saldus 40	0,020	30	1,49	34	1,72	18
Saldus 16	0,020	30	1,48	34	2,05	17
Cēsis 6	0,020	27	1,43	47	1,98	18
Atl. ģimenes vid.	0,022	40	1,65	42	1,97	17
Vidēji eksp.	0,015		1,55	47	1,99	20

Iekrāsojums – ģimene ar augstu selekcijas vērtību abos paralēlajos eksperimentos

Stumbra taisnums vērtēts ballēs 1 – taisns, 2 – viens neliels līkums, 3 – vairāki līkumi

Eksperimentā Nr. 767, izmantojot 10% atlasē intensitāti (7 ģimenes), to produktivitāte ir 32% virs vidējās (3.7. tabula), izmantojot 30% atlasē intensitāti (21 ģimene) – 19% virs vidējās.

3.7. tabula

Ģimenes ar augstāko selekcijas vērtību eksperimentā Nr. 767

Ģimene	Stumbra vid. tilpums V, m ³	S%V	Koku skaits ar vainām (pad+2st+2gal), %	Stumbra taisnums	Zaru relatīvais resnums, %
Saldus 95	0,040	56	54	2,18	14
Saldus 15	0,035	39	45	2,15	14
Saldus 20	0,034	32	46	2,22	15
Suntaži 9	0,034	32	48	2,07	15
Saldus 17	0,031	23	62	2,04	16
Rēzekne 15	0,031	22	66	2,00	14
Saldus 97	0,031	21	58	2,12	14
Atl. ģimenes vid.	0,034	32	54	2,11	15
Vidēji eksp.	0,026		49	2,10	16

Iekrāsojums – ģimene ar augstu selekcijas vērtību abos paralēlajos eksperimentos

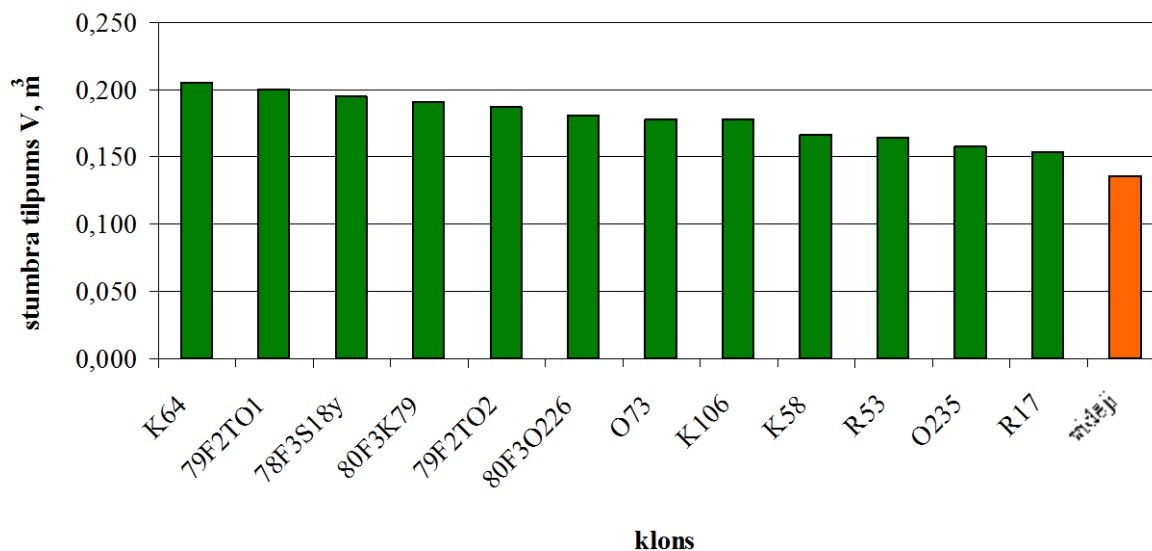
Stumbra taisnums vērtēts ballēs 1 – taisns, 2 – viens neliels līkums, 3 – vairāki līkumi.

Analizējot eksperimenta Nr. 787 rezultātus, atlasīti kloni ar augstāko selekcijas vērtību, izmantojot 10% atlasē intensitāti, - 12. Kloni ranžēti pēc produktivitātes, koriģējot ar kvalitātes pazīmju vērtējumu (3.8. tabula; 3.3. attēls). Augstvērtīgāko 12 klonu produktivitāte ir 32% virs eksperimenta vidējās un to kvalitātes pazīmes nav sliktākas par vidējo eksperimentā. Eksperimentā iekļauti 118 atlasīti spraudenstādu kloni, rekomendēts veikt retināšanu atbilstoši to ģenētiskajai vērtībai, saglabājot 58 klonus (49%) un turpmāk reģistrēt un apsaimniekot kā sēklu ieguves plantāciju. Atlasīto 58 klonu produktivitāte ir 12% virs eksperimenta vidējās. Kloni ranžēti pēc produktivitātes, koriģējot ar kvalitātes pazīmju vērtējumu, izslēdzot klonus ar zemu kvalitāti, un izvietojumu. Saglabājamo klonu saraksts un izvietojums atzīmēts eksperimenta shēmā.

3.8. tabula

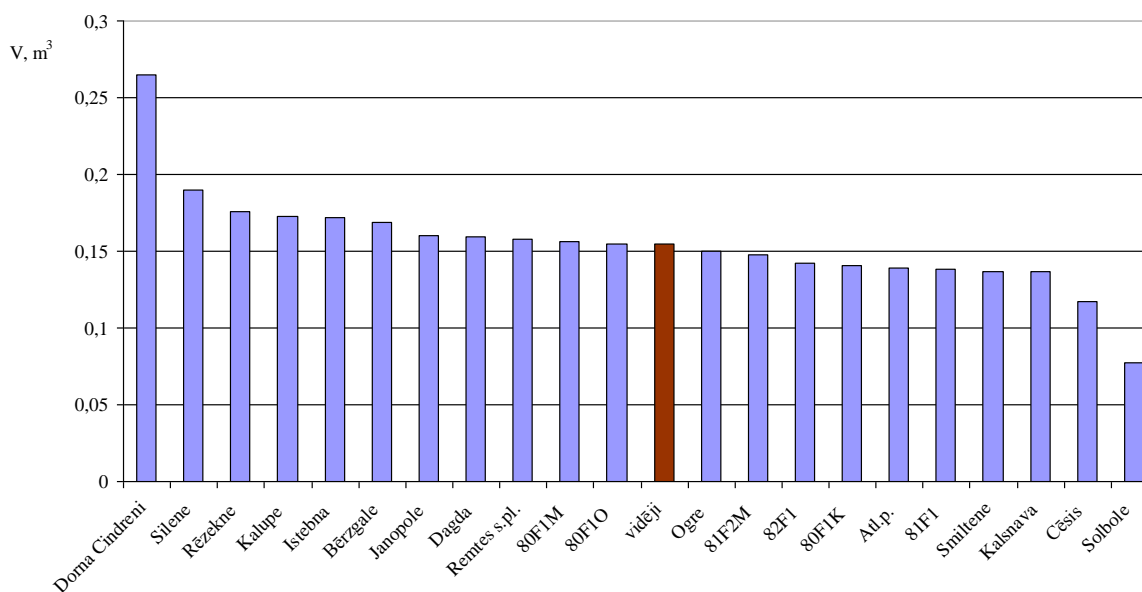
Kloni ar augstāko selekcijas vērtību eksperimentā Nr. 787

Klons	Nr. eksperimentā	Stumbra balle	zdel	V, m ³	S% V	Padēls, vainas, %
K64	111	2,11	0,120	0,205	50	26
79F ₂ TO1	25	2,19	0,109	0,200	47	25
78F ₃ S18y	30	1,88	0,118	0,195	43	47
80F ₃ K79	27	2,11	0,117	0,190	39	39
79F ₂ TO ₂	102	1,93	0,120	0,187	37	13
80F ₃ O226	5	2,00	0,127	0,181	33	47
O73	18	2,19	0,126	0,179	31	31
K106	6	1,84	0,105	0,178	30	42
O62	9	2,00	0,115	0,171	25	57
K58	114	2,04	0,129	0,167	22	48
R53	22	2,13	0,125	0,164	20	7
O235	10	2,06	0,125	0,157	15	29
Atlasītie kloni vidēji		2,04	0,120	0,181	32	34
Eksperimentā vidēji		2,16	0,137	0,137		37



3.3. attēls. 12 augstvērtīgāko klonu vidējais stumbra tilpums eksperimentā Nr. 787 22 gadu vecumā.

Analizējot eksperimenta Nr. 783 rezultātus, salīdzināti dažādu provenienču un atlasīto klonu spraudņstādu pēcnācēji. Eksperimentā ir konstatēti nozīmīgi pārnadžu izraisīti koku stumbru bojājumi, nav konstatēta bojājumu intensitātes atšķirība starp dažādu provenienču pēcnācējiem, jo dažādas intensitātes bojājumi (vērtēti 3 baļļu skalā) ir 99% vērtēto koku. Kandidāti klonu sarakstam atlasāmi kvalitatīvākie koki produktīvākajās proveniencēs – Dorna Cindreni (Rumānija), Rēzekne un Silene (3.4. attēls).



3.4. attēls. Provenienču pēcnācēju produktivitāte (vidējais stumbra tilpums, m³) eksperimentā Nr. 783

Precizēts klonu saraksts Rietumu provenienču reģionam piemērotas sēklu plantācijas
ierīkošanai

Nr.p.k.	Klona nosaukums	Potzaru ievākšanas vieta
1.	Sa15	Remtes s. pl., rameti 501. un/vai 1241. stādvieta (ir genotipēti)
2.	Sa18	Remtes s. pl., rameti 1244. un/vai 1264. stādvieta (ir genotipēti)
3.	Sa19	Remtes s. pl., rameti 1265. un/vai 1379. stādvieta (ir genotipēti)
4.	Sa20	Remtes s. pl., rameti 1361. un/vai 1380. stādvieta (ir genotipēti)
5.	Sa34	Remtes s. pl., rameti 7487. un/vai 7102. stādvieta (ir genotipēti)
6.	In3	Suntažu s. pl., rameti 653. stādvieta vai 1082. un 1187. stādvieta (ir genotipēti)
7.	Og19	Suntažu s. pl., ramets 2588. stādvieta (ir genotipēts) vai cits
8.	Og9	Suntažu s. pl., ramets 2499. stādvieta (ir genotipēts)
9.	Tu12	Tadaines s. pl.
10.	Li2	Katvaru s. pl., ja iespējams, ramets stādvieta, no kura jau ir vākti potzari 2011. gadā
11.	Cē13	Liepas s. pl.
12.	Do10	Liepas s. pl.
13.	Ai12	Liepas s. pl.
14.	O226-787-13-105	Eksp. Nr. 787, klona 80F ₃ O226 ramets 13. bloka 105. stādvieta
15.	K106-787-19-106	Eksp. Nr. 787, klona K106 ramets 19. bloka 106. stādvieta
16.	O73-787-19-118	Eksp. Nr. 787, klona O73 ramets 19. bloka 118. stādvieta
17.	K79-787-20-94	Eksp. Nr. 787, klona 80F ₃ K79 ramets 20. bloka 94. stādvieta
18.	S18-787-22-91	Eksp. Nr. 787, klona 78F ₃ S18y ramets 22. bloka 91. stādvieta
19.	TO2-787-24-19	Eksp. Nr. 787, klona 79F ₂ TO ₂ ramets 24. bloka 19. stādvieta
20.	K64-787-27-10	Eks. Nr. 787, klona K64 ramets 27. bloka 10. stādvieta
21.	Rē-783-12-2-15	Eksp. Nr. 783, 12. varianta (Rēzekne) 2. atk. 15. koks
22.	DC-783-47-2-11	Eksp. Nr. 783, 47. varianta (Dorna Cindreni) 2. atk. 11. koks
23.	Sa95-767-3-13	Eksp. Nr. 767, Sa95 klona brīvapputes pēcnācēju 3. atk. 13. koks
24.	Sa97-767-3-6	Eksp. Nr. 767, Sa97 klona brīvapputes pēcnācēju 3. atk. 6. koks
25.	V13-354-1-1	Eksp. Nr. 354, klona V13 25% ramets 1. atk. 1. stādvieta
26.	Si12-354-2-2	Eksp. Nr. 354, klona Si12 25% ramets 2. atk. 2. stādvieta
27.	J16-355-1-2	Eksp. Nr. 355, J16 ģimenes 1. atkārtējuma 2. koks
28.	S13-355-2-10	Eksp. Nr. 355, S13 ģimenes 2. atkārtējuma 10. koks
29.	S23-355-3-2	Eksp. Nr. 355, S23 ģimenes 3. atkārtējuma 2. koks – nozāģēts 2012. gadā*
29 ¹ .	Ka2-354-2-1	Eksp. Nr. 354, klona Ka2 25% ramets 2. atk. 1. stādvieta
30.	Ist-355-4-49	Eksp. Nr. 355, varianta Istebna 4. atkārtējuma 49. koks

* - tā kā S23 ģimenē papildus pluskoka kandidāts nav atrasts, sarakstu papildināt ar Ka2, bet nepazaudējot jau esošos uzpotētos S23.

Veģetatīvajai pavairošanai piemērotu klonu saraksts

Nr.p.k.	MRMIA		MRM pielietošanas reģions	Potzaru ievākšanas vieta
	nosaukums	Nr.		
1.	J6 -355-1-6	0338110029	A; C; R	Eksp. Nr. 355, J6 ģimenes 4. atkārtējuma 6. koks
2.	J8 -355-2-2	0338110030	A; C; R	Eksp. Nr. 355, J8 ģimenes 2. atkārtējuma 2. koks
3.	J16 -355-1-2	0338110032	A; C; R	Eksp. Nr. 355, J16 ģimenes 1. atkārtējuma 2. koks
4.	J19 -355-2-9	0338110033	A; C; R	Eksp. Nr. 355, J19 ģimenes 2. atkārtējuma 9. koks
5.	K21 -355-2-6	0338110034	C; R	Eksp. Nr. 355, K21 ģimenes 2. atkārtējuma 6. koks
6.	Ka23 -354-2-4	0338110035	C; R	Eksp. Nr. 354, klona Ka23 F2 ramets 2. atk. 4. stādvieta
7.	Ka2 -354-2-1	0338110040	C; R	Eksp. Nr. 354, klona Ka2 25% ramets 2. atk. 1. stādvieta
8.	Sa42-353-3-11	0338560039	R	Eksp. Nr. 353, Sa42 ģimenes 3. atkārtējuma 11. koks
9.	Ai12-353-6-1	0338560040	R	Eksp. Nr. 353, Ai12 ģimenes 6. atkārtējuma 1. koks
10.	Gu3-353-2-9	0338560041	C; R	Eksp. Nr. 353, Gu3 ģimenes 2. atkārtējuma 9. koks
11.	Og6-353-6-11	0338560042	C; R	Eksp. Nr. 353, Og6 ģimenes 6. atkārtējuma 11. koks
12.	Og18-353-4-8	0338560043	C; R	Eksp. Nr. 353, Og18 ģimenes 4. atkārtējuma 8. koks
13.	Rī1a-353-6-10	0338560044	C; R	Eksp. Nr. 353, Rī1a ģimenes 6. atkārtējuma 10. koks
14.	Zaļ 353-4-6	0338560045	C; R	Eksp. Nr. 353, varianta Zaļumi 4. atkārtējuma 6. koks
15.	O226-787-22-5	0338110041	C; R	Eksp. Nr. 787, klona 80F ₃ O226 ramets 13. bloka 105. stādvieta
16.	K106-787-19-106	0338110042	C; R	Eksp. Nr. 787, klona K106 ramets 19. bloka 106. stādvieta
17.	O73-787-19-18	0338110044	C; R	Eksp. Nr. 787, klona O73 ramets 19. bloka 118. stādvieta
18.	O62-787-13-9	0338110043	C; R	Eksp. Nr. 787, klona O62 ramets 13. bloka 109. stādvieta
19.	S18-787-22-91	0338110046	C; R	Eksp. Nr. 787, klona 78F ₃ S18y ramets 22. bloka 91. stādvieta
20.	TO1-787-16-25	0338110045	C; R	Eksp. Nr. 787, klona 79F ₂ TO ₁ ramets 16. bloka 96. stādvieta
21.	K64-787-24-111	0338110048	C; R	Eks. Nr. 787, klona K64 ramets 27. bloka 10. stādvieta

Klonu saraksts Centrālajam provenienču reģionam piemērotas sēklu plantācijas ierīkošanai

Nr.	Klons	Atrašanās vieta
1	Gu 3	s.pl. "Tadaine"
2	Rī 1a	Nr. 353
3	Cē 17	s.pl. "Liepa"
4	Gu 4	s.pl. "Tadaine"
5	Og 18	s.pl. "Suntaži"
6	Cē 10	s.pl. "Liepa"
7	Og 19	s.pl. "Suntaži"
8	Ma 3	s.pl. "Liepa"
9	In 3	s.pl. "Suntaži"
10	Li 2	s.pl. "Katvari"
11	Li 13	s.pl. "Katvari"
12	Gu 10	Nr. 747
13	Rē 11	s.pl. "Liepa"
14	Cē 15	s.pl. "Liepa"
15	Cē 6	s.pl. "Liepa"
16	Og 9	s.pl. "Suntaži"
17	Rē 15	s.pl. "Liepa"
18	Raņķi	Nr. 766
19	K64	Nr. 787
20	K79	Nr. 787
21	R53	Nr. 787
22	O235	Nr. 787
23	Ka23	Nr. 354
24	Kr18	Nr. 51
25	R215	Nr. 51
26	Ka13	Nr. 49
27	S9	Nr. 49
28	B56	Nr. 49
29	D14	Nr. 49
30	Istebna	Nr. 49

3.6. Parastās egles A grupas selekcijas materiāla uzturēšana un vērtēšana

Nodrošināta parastās egles A grupas selekcijas materiāla - 2003. – 2010. gadā ierīkoto pēcnācēju pārbaužu stādījumu Nr. 230, Nr. 231, Nr. 228, Nr. 229, Nr. 715, Nr. 716 (MPS Kalsnavas mežu novads), Nr. 684, Nr. 685 (MPS Jelgavas mežu novads), Nr. 725, Nr. 748 (Ķeguma novads) un Nr. 790 (Alojas novads) uzturēšana, veicot kopšanu un, nepieciešamības gadījumā, marķējuma atjaunošanu un aizsardzību. Kopējā stādījumu platība > 30 ha.

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

Apsakņošanai kontrolēta klimata apstākļos Strenču kokaudzētavā, egles sēklu plantācijā „Liuza” tika sagriezti zari spraudeņu ieguvei no 90 plantācijas klonu rametiem. Pavisam plantācijā pārstāvēti 215 kloni - 124 Rēzeknes, 88 Maltas un 3 Rušonas. Tā kā sēklu plantācijas „Liuza” ierīkošana uzsākta 2003.gadā, potējumu fizioloģiskais vecums ~ 13 gadi, bet potzari iegūti no pluskokiem Rēzeknes un Maltas ģenētisko resursu mežaudzē.

Zaru griešana spraudeņu sagatavošanai veikta 28. februārī un 6. un 7.martā. Viena klona spraudeņi tika griezti no viena, dažos gadījumos no diviem rametiem, nogriežot garākus (~15-20 cm) zarus vai zaru galotnes egļu vainaga vidusdaļā, no kurām tieši pirms iespraušanas substrātā sagatavoti 5 līdz 7 cm gari spraudeņi ar labi attīstītu galotnes pumpuru. Pavisam

tika iesprausti 11059 sprauņi no 50 Maltas un 40 Rēzeknes izcelsmes kloniem, vidēji 120 sprauņi no katra klona. Spraušana ar kūdras/ perlīta (1:1) substrātu pildītās stādu konteineru kasetēs veikta 21. un 22. martā. Sprauņiem nodrošināta apsildāmā grīda substrāta sildīšanai. Rasināšana, kas uzsākta tūlīt pēc iespraušanas, lai nodrošinātu gaisa mitrumu līdz 90%, tika veikta manuāli. Rekomendētā substrāta temperatūra ~25°C, gaisa temperatūra 18 -20°C. Vienam klonam - M119 paralēli 80 parastiem sprauņiem, 40 sprauņi pirms iespraušanas substrātā apstrādāti (iemērcot sprauņu galus) ar augšanas regulatora KELPAK 2% šķīdumu 2 minūtes, bet 28 sprauņi apstrādāti ar KELPAK 2% šķīdumu 5 minūtes.

Septembra beigās, veicot inventarizāciju un vizuāli novērtējot atlikušos zaļojošos sprauņus, konstatēts, ka pārliecinošas apsakņošanās pazīmes (vairākas garas saknes ārpus stādu konteineru) - ir 4 kloniem (5%), vidējas – 9 kloniem (10%) un iespējamās apsakņošanās pazīmes 11 kloniem (12%). Pārējo 60 klonu sprauņiem ir konstatēta dzinumu veidošanās bez sakņošanās pazīmēm (nav kallusa). Sakņošanās vērtēta apskatot katru stādu kaseti, un nosakot, vai ir redzamas sakņošanās pazīmes. Ja vizuālais vērtējums ir - >50% no visiem sprauņiem izveidojuši saknes, tad – 3 balles; ja <50% - 2 balles; 1-5% - 1 balle; 0% - 0 (3.12. tabula). Ar 3 ballēm novērtētās sakņošanās pazīmes ir kloniem ar saglabāšanās intervālu no 8 – 86%, ar 2 ballēm no 16 - 69%, ar 1 balli no 4 – 74%. Tas liecina, ka augsts saglabāšanās % negarantē sakņu veidošanos, piemēram, Rēzekne 101, kuram saglabājušies tikai 8 sprauņi (7%), ir ar redzamām un pārliecinošām sakņošanās pazīmēm, bet Rēzekne 58, kuram saglabājušies 92 sprauņi (77%) – nav sakņošanās pazīmju. Sprauņu saglabāšanās, t.i. zaļojoši sprauņi līdz 20% no sākotnēji iespraustā apjomā konstatēta 43 kloniem, 21-50% apjomā 23 kloniem, 51 -89% apjomā 16 kloniem, bet 8 klonu sprauņi pilnībā gājuši bojā.

Lielais skaits klonu, kuriem ir veidojušies dzinumi, bet nav apsakņošanās pazīmju, liek domāt, ka gaisa temperatūra bijusi augstāka kā substrātam, kas, sevišķi apsakņošanās sākumā, veicina dzinumu plaukšanu, bet sakņu veidošanās nenotiek. Rokas laistīšana nevar nodrošināt vienmērīgu optimālu gaisa mitruma režīmu un neizslēdz iespēju, ka substrāta mitrums ir bijis pārmērīgs. Nevar izslēgt iespēju, ka daļai no zaļojošajiem sprauņiem tomēr ir izveidojies, vai sācis veidoties kallus un 2014. gada pavasarī tie turpina attīstīties un veidot arī saknes. Objektīvi par apsakņošanās rezultātiem varēs spriest ~ 2014. gada jūnijā pēc galīgā izvērtējuma.

3.12. tabula

Klonu apsakņošanās vērtējums

Nr.p.k.	Klons*	zaru griešanas laiks			iesprausti sprauņi 21.03.2013	zaļojoši sprauņi ar dzinumiem, gab.	zaļojoši sprauņi ar dzinumiem, %	Sakņu pazīmes, balles
		28.02.2013	06.03.2013	07.03.2013				
1	5			120	120	0	0	0
2	6			120	120	8	7	0
3	7			120	120	38	32	0
4	16		120		120	40	33	0
5	19			120	120	37	31	2
6	21			120	120	61	51	0
7	24			120	120	75	63	1
8	27			120	120	58	48	3
9	33			120	120	14	12	0
10	35		120		120	5	4	0
11	36		120		120	10	8	0
	36			120	120	65	54	0
12	38			120	120	22	18	0
13	44			120	120	77	64	1
14	45			120	120	71	59	2
15	47			120	120	71	59	2
16	49			120	120	25	21	3
17	51		120		120	19	16	0

Nr.p.k.	Klons*	zaru griešanas laiks			iesprausti spraudēņi 21.03.2013	zaļojoši spraudēņi ar dzinumiem, gab.	zaļojoši spraudēņi ar dzinumiem, %	Sakņu pazīmes, balles
		28.02.2013	06.03.2013	07.03.2013				
18	58			120	120	92	77	0
19	59			120	120	43	36	1
20	60			120	120	6	5	0
21	65			120	120	12	10	0
22	68			120	120	1	1	0
23	69			120	120	53	44	0
24	70			120	120	1	1	0
25	71			120	120	12	10	0
26	74			120	120	5	4	1
27	75			120	120	2	2	0
28	76			120	120	12	10	0
29	80			120	120	13	11	0
30	82			120	120	5	4	0
31	83			120	120	75	63	1
32	87			120	120	21	18	0
33	90			120	120	4	3	0
34	93		120		120	89	74	1
35	94		120		120	0	0	0
36	95			120	120	20	17	0
37	96		120		120	2	2	0
38	100		120		120	5	4	0
39	101		120		120	10	8	3
40	103		120		120	107	89	0
41	M1		120		120	50	42	0
42	M10		120		120	51	43	2
43	M107			120	120	67	56	2
44	M11		120		120	57	48	0
45	M113			120	120	103	86	3
46	M116	100		20	120	49	41	0
47	M119	100		20	148	69	47	0
48	M12		120		120	4	3	0
49	M120	50		70	80	44	55	1
50	M122	100		20	120	4	3	0
51	M123		120		120	37	31	2
52	M13		120		120	15	13	0
53	M134			120	120	15	13	0
54	M150			120	120	4	3	0
	M150			120	120	79	66	1
55	M16		120		120	3	3	0
56	M17		120		120	0	0	0
57	M18		120		120	5	4	0
58	M20		120		120	2	2	0
59	M21		120		120	8	7	0
60	M23		120		120	17	14	0
61	M24		120		120	0	0	0
62	M25		120		120	81	68	0
63	M28		120		120	39	33	0
64	M29		120		120	83	69	2
65	M30		120		120	23	19	0
66	M31		111		111	59	53	1

Nr.p.k.	Klons*	zaru griešanas laiks			iesprausti spraudeņi 21.03.2013	zaļojoši spraudeņi ar dzinumiem, gab.	zaļojoši spraudeņi ar dzinumiem, %	Sakņu pazīmes, balles
		28.02.2013	06.03.2013	07.03.2013				
67	M32		120		120	16	13	0
68	M33		120		120	16	13	0
69	M34		120		120	46	38	0
70	M35		120		120	54	45	0
71	M36	100	20		120	0	0	0
72	M38		120		120	28	23	1
73	M4		120		120	27	23	0
74	M40	100		20	120	22	18	0
75	M43	100		20	120	0	0	0
76	M44	100		20	120	2	2	0
77	M45	100		20	120	22	18	1
78	M47	100		20	120	4	3	0
79	M49	100		20	120	0	0	0
80	M5		120		120	50	42	0
81	M50	100		20	120	36	30	0
82	M53	40	80		120	37	31	0
83	M54	40		80	120	13	11	0
84	M55	100		20	120	11	9	0
85	M56	30		90	120	15	13	0
86	M58	30		90	120	23	19	0
87	M59	100		20	120	56	47	0
88	M60	50		70	120	19	16	2
89	M7		120		120	29	24	2
90	M9		120		120	0	0	0

* M – Maltas izcelsmes kloni; cipars bez burta – Rēzeknes izcelsmes kloni.

3.8. Kārpainā bērza selekcijas materiāla uzturēšana un vērtēšana

Pabeigta A selekcijas materiāla grupas - brīvapputes pēcnācēju ģimeņu uzmērīšana un vērtēšana pēcnācēju pārbaužu stādījumos Nr. 589 (Taurene, Vecpiebalgas novads), kopā 18575 koki un Nr. 55 (Ukri, Auces novads), kopā 18919 koki. Kopā ar paralēlo ģimeņu pēcnācēju stādījumu Nr. 54 (Rembate, Ķeguma novads), 53032 koki, veikta rezultātu analīze, atlasītas augstvērtīgākās ģimenes, sagatavoti klonu saraksti Rietumu, 25 kloni (3.13. tabula) un Austrumu, 36 kloni (3.14. tabula) provenienču reģionam piemērotu sēklu plantāciju ierīkošanai un 150 kandidāti turpmākajam darbam selekcijas populāciju veidošanai. Kā klona kandidāts atlasīts pluskoks pēcnācēju ģimenē eksperimentā Nr. 54, nozīmīgu vērtību veltot tieši koka kvalitātes rādītājiem. Atlasīto Rietumu provenienču reģionam piemēroto ģimeņu (25) vidējā produktivitāte ir 93%, bet Austrumu provenienču reģionam piemēroto (36) ir 98% virs eksperimenta vidējās.

Ģimēņu raksturojums Rietumu provenienču reģionam piemērotu klonu atlasei

Ģimene	Zaru leņķis	Bojājumi, vainas	Kopējā kvalitātes balle			D, vid., cm	H, vid., m	V, vid., m ³
			1	2	3			
Bauska 40-13	46	83	0	33	67	13,1	16,2	0,102
Bauska 40-14	44	90	0	37	63	11,5	16,5	0,082
Bauska 40-19	46	90	0	20	80	12,8	15,3	0,094
Bauska 40-25	49	93	0	15	85	12,6	14,8	0,088
Bauska 40-27	44	80	0	40	60	11,2	16,1	0,076
Bauska 40-28	46	90	5	25	70	12,1	15,0	0,082
Īle 3	48	97	0	50	50	12,3	15,6	0,088
Īle 7	45	93	0	30	70	11,8	15,6	0,081
Īle 10	46	77	0	50	50	11,7	16,4	0,083
Īle 26	44	83	0	50	50	11,4	16,6	0,080
Īle 27	47	87	0	30	70	11,4	16,7	0,081
Andumi 9	47	93	0	45	55	12,6	16,1	0,095
Andumi 95-23	46	60	0	45	55	11,1	14,4	0,068
Andumi 95-35	48	97	0	20	80	12,0	15,4	0,083
Andumi 95-38	47	90	0	40	60	12,5	15,6	0,091
Andumi 95-44	46	100	0	30	70	12,4	14,7	0,085
Priekule 2	46	100	0	10	90	12,0	14,3	0,077
Priekule 11	46	97	0	30	70	11,6	14,5	0,074
Priekule 12	47	77	0	50	50	11,6	14,7	0,074
Priekule 13	48	83	0	30	70	11,4	16,0	0,077
Priekule 29	44	87	0	30	70	12,3	15,8	0,089
Priekule 32	44	93	0	33	67	11,7	14,5	0,075
Priekule 33	47	100	0	30	70	12,7	14,7	0,089
Priekule 44	48	90	0	35	65	12,3	15,1	0,085
Priekule 49	47	97	0	15	85	11,1	15,3	0,071
Atlas. ģim. vid.	46	89				12,0	15,4	0,083
Eksp. vid.	46	91				9,1	13,3	0,043

Zaru leņķis – mērīts grādos vainaga vidusdaļā raksturīgam zaram.

Bojājumi, vainas – koku skaits % no ģimenes kopējā koku skaita ar bojājumiem vai vainām (stumbra līkumi, padēls u.c.).

Kopējā kvalitātes balle, koku skaits % no ģimenes kopējā koku skaita: 1 – ideāls koks ar taisnu stumbru bez vainām, 2 – normāls koks ar nelieliem līkumiem vai viļņojumu stumbrā, vai ar kādu nebūtisku vainu, 3 – koks ar vienu vai vairākiem būtiskiem stumbra līkumiem vai citām vainām.

V, vid. – vidējais stumbra tilpums, m³.

Ģimeņu raksturojums Austrumu provenienču reģionam piemērotu klonu atlasei

Ģimene	Zaru leņķis	Bojājumi, vainas	Kopējā kvalitātes balle			D, vid., cm	H, vid., m	V, vid., m ³
			1	2	3			
Koknese 12	47	100	0	27	73	12,5	15,2	0,089
Medņi 4	46	85	3	54	43	11,7	14,9	0,077
Medņi 34	45	75	0	45	55	11,7	14	0,073
Medņi 36	47	85	0	30	70	11,4	13,3	0,066
Dauksti 6	45	97	0	40	60	12,6	15,5	0,092
Dauksti 7	44	100	0	30	70	13,2	16,7	0,108
Dauksti 11	47	83	0	35	65	11,9	15,3	0,082
Dauksti 31	45	80	0	50	50	11,9	16,9	0,089
Viļāni 2	47	90	0	20	80	12	15,6	0,084
Viļāni 6	44	80	0	30	70	11,5	14,2	0,071
Gauja 4	46	100	0	40	60	12,4	16	0,091
Gauja 29	45	77	0	20	80	12	16,3	0,088
Limbaži 18/844	46	97	0	23	77	11,1	16,3	0,074
Zilupe 1	45	100	0	20	80	12,3	15,7	0,089
Ābeļi 6	48	93	0	10	90	12,6	15,4	0,092
Ābeļi 17	45	83	15	30	55	11,5	16,3	0,081
Ābeļi 18	45	95	0	30	70	12,4	15,4	0,089
Ābeļi 24	45	87	0	10	90	12,8	16,3	0,099
Ābeļi 27	46	100	0	13	87	12,4	15,7	0,09
Ābeļi 29	48	73	0	40	60	11,6	16,6	0,084
Svente 26	46	73	0	45	55	13,1	15,7	0,1
Svente 95-3	46	83	0	33	67	12	16	0,087
Svente 95-7	46	77	0	30	70	12,4	16,4	0,093
Cesvaine 9	45	90	0	57	43	11,5	14,6	0,073
Cesvaine 25	44	83	0	40	60	12,1	14,9	0,083
Cesvaine 34	47	85	0	35	65	10,9	14,6	0,066
Cesvaine 44	45	73	0	67	33	11,1	15,1	0,069
Cesvaine 45	47	88	0	30	70	12	13,5	0,074
Suntaži 13	45	87	0	57	43	12,5	16,5	0,095
Suntaži 15	46	75	5	50	45	12,1	16,1	0,088
Suntaži 23	46	93	0	43	57	12,8	16,5	0,101
Suntaži 24	44	97	0	20	80	12	16,6	0,09
Suntaži 95-8	49	88	0	50	50	11	15,4	0,07
Suntaži 95-10	46	93	0	30	70	12,2	16,8	0,093
Suntaži 95-22	47	90	0	30	70	12,7	16,7	0,1
Suntaži 95-36	48	100	0	30	70	11,9	16,3	0,086
Atlas. ģim. vid.	46	88				12,1	15,6	0,085
Eksp. vid.	46	89				9,1	13,3	0,043

Zaru leņķis – mērīts grādos vainaga vidusdaļā raksturīgam zaram.

Bojājumi, vainas – koku skaits % no ģimenes kopējā koku skaita ar bojājumiem vai vainām (stumbra likumi, padēls u.c.).

Kopējā kvalitātes balle, koku skaits % no ģimenes kopējā koku skaita: 1 – ideāls koks ar taisnu stumbru bez vainām, 2 – normāls koks ar nelieliem likumiem vai viļņojumu stumbrā, vai ar kādu nebūtisku vainu, 3 – koks ar vienu vai vairākiem būtiskiem stumbra likumiem vai citām vainām.

V, vid. – vidējais stumbra tilpums, m³.

Turpinot kārpainā bērza A un B selekcijas materiāla grupas pēcnācēju pārbaužu stādījumu uzturēšanu (marķējumu atjaunošana, aizsardzība, kopšana), veikta saglabāšanās un agrīno pazīmju vērtēšana B selekcijas materiāla grupas pēcnācēju pārbaužu stādījumos Nr. 726, Nr. 727, Nr. 728 (MPS Kalsnavas mežu novads), Nr. 310 (MPS Šķēdes mežu novads), Nr. 738 un Nr. 739 (MPS Jelgavas mežu novads), kopējā platība 14,7 ha.

3.9. 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, 1968¹⁰). Krustošanas metode aprakstīta arī 2005. gada atskaitē (Gailis, 2005¹¹).

Parastās apses klonu arhīvā MPS Kalsnavas mežu novadā tikai vienam sievišķajam klonam konstatēti ziedpumpuri, bet klonu arhīvā Viļakas novada Žīguos ziedpumpuru vispār nebija, tādēļ veikta apšu mežaudžu apsekošana. Darba rezultātā Ziemeļlatgales, Vidusdaugavas un Austrumvidzemes mežsaimniecībās atlasīti septiņi parastās apses pluskoki. Parastās apses pluskoki atlasīti 20-60 gadus vecās labākās bonitātes mežaudzēs, izvēloties garākos un resnākos kokus, ar taisniem, gludiem un labi atzarotiem stumbriem, kuru lejasdaļa ir ar apaugušām zaru vietām un to bezzarainā daļa ir garāka par stumbra zaraino vainaga daļu, ar pēc iespējas šauriem vainagiem un īsiem, tieviem zariem.

Krustošanai izmantoti fenotipiski atlasītu Amerikas apses pluskoku putekšņi no Kanādas (Britu Kolumbijas) un Amerikas Savienotajām Valstīm (Minesotas). Krustošana veikta Olaines kokaudzētavas siltumnīcā. Katrs māteskoks krustots ar vienas līdz piecu dažādu Amerikas apšu putekšņiem. Krustošanas sekmes bija zemas, sēklas iegūtas no astoņām krustošanas kombinācijām, bet dīgstošas tikai divas no tām. No ģimenes 13601 iegūti 83 stādi, bet no ģimenes 13602 tikai 23 stādi (3.15. tabula)

3.15. tabula

Parastās apses un Amerikas apses krustošanas kombinācijas

Māteskoks <i>P.tremula</i>	Atrašanās vietas koordinātes	Tēvakoks <i>P.tremuloides</i>	Izcelsmes vieta	Ģimenes kods
Ziemeļlatgales mežsaimniecība	56°48' 26°29'	T-2-96	Minesota, USA	13601
		AP-29-57	Britu Kolumbija, Kanāda	13602

3.10. Amerikas apses potēšana

Sadarbībā ar *Poplar Council of Canada* (www.poplar.ca) zinātnieci Barb Thomas iegūti 10 Amerikas apses (*Populus tremuloides* Michx.) potzari no vīrišķajiem pluskokiem, tie ir uzpotēti MPS eksperimentālajā kokaudzētavā. Sekmīgi potējumi bija no pieciem pluskokiem un no katra ir saglabājušies no 2 līdz 4 potējumi. Nākošajā pavasarī plānots veikt papildus potējumus, izmantojot sagatavoto materiālu. Pēc karantīnas laika beigām 2015. gada pavasarī tos plānots izstādīt arhīvā.

3.11. Apšu hibrīdu selekcijas materiāla uzturēšana, kopšana un vērtēšana

Objektu uzturēšana, kopšana un aizsardzība veikta ~17 ha, eksperimentos Nr. 620, 640, 699, 763, 764, 765, 813, 814, 815, kas atrodas MPS Auces meža novadā, eksperimentos Nr. 744, 745, 805, 806, 808, 809, 810, 811, 812, kas atrodas Ķeguma novada Rembatē un eksperimentos Nr. 740, 741, kas atrodas MPS Smiltenes mežu novadā.

Papildus kopšanai jūlija vidū eksperimentos Nr. 640 un 699 (MPS Auces meža novadā) veikta augošu koku atzarošana.

Eksperimentos Nr. 620, 640, 699, (MPS Auces mežu novadā) veikta augošo koku mērīšana un vērtēšana.

Eksperiments 620 ierīkots 2007. gadā, izmantojot viengadīgus ietvarstādus. Stādīts vienkoka parceļu veidā 30 atkārtojumos, eksperimentā iekļaujot 15 apšu hibrīdu klonus.

Eksperiments 640 ierīkots 2008. gadā, izmantojot viengadīgus ietvarstādus. Stādīts 25 koku bloku parcelēs četros atkārtojumos, iekļaujot 7 klonus.

¹⁰ Smilga, J. (1968) Apse. Rīga Zinātne: 200 lpp.

¹¹ Gailis, A. (2005) Apses selekcijas pētījumi kvalitatīvas koksnes izaudzēšanai: līgumdarba atskaite. LVMI „Silava”, Salaspils, 27 lpp.

Eksperiments 699 ierīkots 2009. gadā, izmantojot viengadīgus ietvarstādus. Stādīts 16 koku bloku parcelēs četros atkārtojumos, iekļaujot 20 klonus.

Mērīts koku augstums, caurmērs un vērtētas saules - sala plaisas, kas sastopamas uz kokiem dienvidu pusē. Plaisu veidošanos izsauc krasās temperatūras atšķirības - dienvidu pusē saules ietekmē miza uzsilst, bet ziemeļu puse saglabājas sasalusi un pēc saules norietēšanas sākas strauja sasalšana. Kanādā veiktajos pētījumos ar Amerikas apsi un citām lapu koku sugām konstatēts, ka saulainās dienās saules pusē miza var uzsilt līdz +1,6° C, bet ēnas pusē mizas temperatūra ir -9,4° C, un pēc saules rieta notiek strauja temperatūras pazemināšanās (Karels, Boonstra 2003¹²). Plaisām mērīts to garums cm un to platums vērtēts četrās ballēs:



3.5. attēls. Mizas plaisu vērtējums ballēs.

0 balle plaisas nav;

1 balle miza ir ieplaisājusi, bet nav redzama koksne (3.5.attēls a);

2 balles miza ir ieplaisājusi un ir redzama koksne (3.5.attēls b);

3 balles miza ir ieplaisājusi un atvērusies vairāk par vienu cm (3.5.attēls c);

Rezultāti.

Vērtējot iepriekšminētos eksperimentus kopā, vidēji 2013. gada pavasarī 67% no kokiem ir ar saules - sala plaisām. Atšķirības starp eksperimentiem parādītas 3.16. tabulā. Lielākie plaisu bojājumi konstatēti eksperimentā Nr. 640 kurā plaisas konstatētas 70% koku. Nelielas plaisas, kuras vērtētas ar vienu balli ir no 8 līdz 15%, bet visbiežāk veidojas lielas plaisas (3 balles) no 58 līdz 64% (3.16. tabula). Lielas plaisas var atstāt ietekmi uz koku turpmāko augšanu, jo visticamāk tās neaizaus vienas veģetācijas sezonas laikā un palielināsies iespēja, ka koks varēs inficēties ar kādu no sēņu slimībām. Nākotnē uz iegūstamo kokmateriālu sortimentu plaisu veidošanās šajā vecumā lielu ietekmi neatstās, bet tikai pie nosacījuma, ka koks neinficējas ar kādu no sēņu slimībām.

3.16. tabula

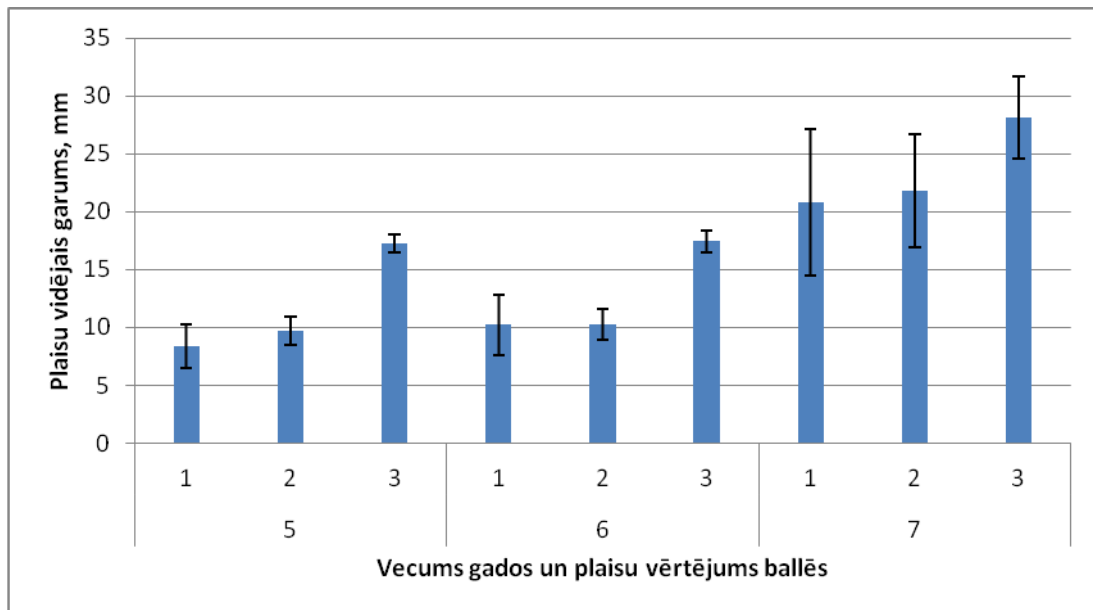
Bojātie koki apšu hibrīdu eksperimentos

Eksp.	Vecums	Koku skaits	Nebojātie koki, %	bojātie koki %	Bojāto koku plaisu % sadalījums		
					1	2	3
699	5	972	37	63	8	29	64
640	6	605	30	70	11	30	59
620	7	172	33	67	15	27	58

Piecu un sešu gadu vecumā lielas plaisas (3 balles) ir būtiski ($p < 0,05$) garākas nekā vidējas un mazas plaisas (1 un 2 balles), bet septiņu gadu vecumā plaisu garuma atšķirība vairs nav būtiska (3.6. attēls). Tas norāda uz to, ka jaunākiem kokiem plaisas, kuru atvērums

¹² Karels, T.J., Boonstra, R. (2003) Reducing solar heat gain during winter: The role of white bark in Northern deciduous trees. Arctic. Vol. 56, No 2: 168-174.

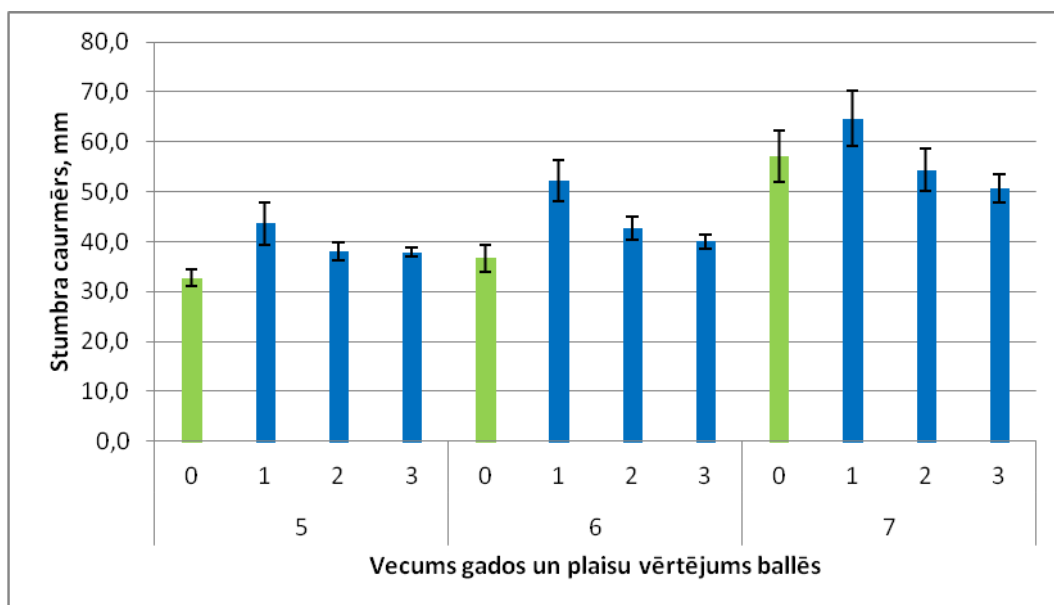
ir lielāks par vienu cm (3 balles) būs ne tikai platas, bet arī ievērojami garākas. Palielinoties vecumam un līdz ar to stumbra dimensijām šī sakarība izzūd.



3.6. attēls. Stumbra plaisu vidējais garums un tā atšķirības atkarībā no vecuma un plaisu lieluma ballēs

Eksperimentos konstatētas vidēji ciešas korelācijas ($p < 0,05$) starp plaisu garumu un stumbra caurmēru un augstumu (3.17. tabula). Lai arī korelāciju vērtības ir no 0,29 līdz 0,53, kuras ir vidēji ciešas tās visas ir būtiskas izņemot eksperimentā Nr. 699 kokiem ar nelielām plaisām (balle 1) (3.17. tabula). Tas norāda, ka saules – sala plaisu veidošanās gadījumā stumbra plaisu garums un platums ir atkarīgs no stumbra caurmēra un koku augstuma.

Piecu gadu vecumā, vidējais stumbra caurmērs nebojātiem kokiem (Eksp.699) ir būtiski ($p < 0,05$) mazāks par bojātiem. Sešu gadu vecumā būtiski ($p < 0,05$) atšķiras kokiem, kuru bojājuma pakāpe novērtēta ar ballēm viens un divi. Septiņu gadu vecumā vairs nepastāv būtiskas atšķirības vidējam stumbra caurmēram starp bojātiem un nebojātiem kokiem (3.7.attēls).



3.7. attēls. Stumbra vidējā caurmēra rādītāji atkarībā no vecuma un saules-sala plaisas lieluma ballēs.

Salīdzinot bojāto koku dimensijas septiņu gadu vecumā, stipri bojāto koku (3 balles) vidējais stumbra caurmērs ir būtiski mazāks nekā kokiem ar nedaudz bojātu mizu (1 balle). Tas norāda, ka platas plaisas (3 balles) veidojas kokiem ar mazāku stumbra caurmēru. Resnākiem kokiem jau veidojas biežāka krevs kārta un veidojas izteiktāks mizas robojums.

Līdz ar to var apgalvot, ka lielāks risks ir jaunākās plantācijās, kurās stumbra vidējais caurmērs būs mazāks par pieciem centimetriem. Koku augstuma ietekme uz plaisu veidošanos ir līdzīga ar koku caurmēru, jo resnākiem kokiem ir arī lielāks augstums.

3.17. tabula

Eksperimentu koku vidējie rādītāji un korelācijas ar saules - sala plaisu garumu

Eksp.	Plaisu vērtējums, ballēs	koku augstums, dm	stumbra caurmērs, mm	Plaisu vidējais garums, cm	Plaisu garuma korelācija	
					koku augstumu	stumbra caurmēru
699	0	45,2±1,44	32,7±1,69			
	1	53,0±3,79	43,7±4,29	8,3±1,92	0,40	0,30
	2	50,5±1,67	38,0±1,87	9,7±1,21	0,46*	0,42*
	3	49,8±0,98	37,9±1,02	17,3±0,81	0,44*	0,42*
	vid.	48,4±0,77	36,3±0,86	14,4±0,71	0,30*	0,29*
640	0	49,0±2,11	36,7±2,63			
	1	61,7±2,27	52,5±4,08	10,2±2,63	0,38*	0,33*
	2	61,2±1,62	42,8±2,34	10,3±1,33	0,50*	0,53*
	3	53,6±1,03	40,0±1,43	17,5±0,94	0,38*	0,34*
	vid.	53,1±0,89	40,5±1,18	14,5±0,81	0,29*	0,27*
620	0	64,4±4,40	57,2±5,14			
	1	75,4±3,54	64,6±5,54	20,8±6,35	0,50*	0,52*
	2	70,2±3,52	54,4±4,35	21,8±4,84	0,39*	0,46*
	3	64,1±2,52	50,6±2,86	28,2±3,54	0,44*	0,51*
	vid.	66,42±2,0	54,8±2,26	25,4±2,62	0,36*	0,41*

* Korelācija būtiska pie 0.05.

Klonu ietekme uz plaisu garumu analizēta izmantojot dispersijas analīzi. Lai noteiktu klona ietekmi uz plaisu veidošanos, izmantotas neparametriskās statistiskās metodes (*Chi-Square* tests). Diemžēl eksperimentā Nr. 620 šo metodi nevarēja izmantot, jo nebija pietiekams kokus skaits katrā gradācijas klasē.

Eksperimentos Nr. 640 un 699 klons būtiski ($p < 0.05$) ietekmē saules - sala plaisu veidošanos. Visos trijos eksperimentos konstatēta būtiska ($p < 0,05$) klona ietekme uz plaisu garumu. Tomēr klonu līmenī korektu analīzi par plaisu veidošanos no šiem eksperimentu datiem nav iespējams veikt, jo tie ir ierīkoti ar nelielu klonu skaitu, līdz ar to klona vidējo vērtību ietekmē klonu sastāvs un to izvietojums. Pastāv arī liels blakus faktoru īpatsvars, kas nosaka plaisu veidošanos un to garumu un platumu. Salīdzinot klonus, kuri reģistrēti Meža reprodūktīvā materiāla ieguves avotu reģistrā ar tiem kloniem, kuri nav iekļauti reģistrā, nav būtisku ($p < 0.05$) atšķirību plaisu skaitā lielumā un garumā.

Saules - sala plaisu veidošanos izsauc noteiktu klimatisko apstākļu sakritība, un šo risku ir gandrīz neiespējami novērst. Praktiski var izmantot tikai preventīvās metodes, kā koku stumbru balsināšana līdz 1,5 metriem vai ēnošana. (Karels, Boonstra 2002). Saules – sala plaisu veidošanās ir viens papildus risks apšu hibrīdu plantāciju audzēšanā, kas līdz šim nav ņemts vērā.

Nepieciešams turpināt novērojumus, lai noskaidrotu koku turpmāko augšanu, plaisu aizaugšanu vai/un inficēšanos ar trupes sēnēm. Jānovērtē arī citi eksperimenti un plantācijas - vai tajās nav saules - sala plaisu, kā arī jāvērtē, vai nav iespējams šo risku samazināt ar selekcijas metodēm un noskaidrot pie kādiem nosacījumiem, vai stumbra dimensijām kreves biežuma plaisu veidošanās riski samazinās vai izbeidzās.

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

Uz 2013. gada vasaru lauka izmēģinājumu ierīkošanai savairoti un apsaknoti 4700 apšu hibrīdu spraudņi. No 2012. gada vasarā ievadītajiem, 17 kloni sekmīgi nostabilizēti kultūrā (infekciju dēļ iznīcis 40-12) un uzsākta to pavairošana lauka izmēģinājumiem. Kopā ar 2012. gadā ievadītajiem, arhīvu uz 2013. gada 27. decembri veido 92 kloni. Kopš pēdējās

uzskaites 18.12.2013. slikto pavairošanas spēju dēļ iznīkuši kloni Nr. 91-23-06; LT 1-16-3.

Turpināta klonu pavairošanas spēju noteikšana, izmantojot pavairošanas indeksu un precizējot iepriekš noteiktās pavairošanas spējas. Indeksi noteikti veicot vismaz 6 uzskaites 8 mēnešu garumā. Dati netiek vākti no vitrificētiem un krūmveidīgiem eksplantiem. Nedaudz mainīta datu ievākšanas metodika - rezultātu objektivitātei iegūtie pavairošanas indeksi papildināti ar datiem par klonu saglabāšanos, kas pēc pašreizējiem rezultātiem spriežot, lielā mērā saistīta ar apsākšanās sekmēm *in vitro* apstākļos un katram klonam ir konstants lielums - vidēji līdz labi pavairojamiem kloniem ir robežās no 75 - 97%. Šāda veida uzskaitē ir noderīga ne tikai, lai izvērtētu, kurš klons ir piemērots masveida pavairošanai, bet arī, lai konstatētu kultūru ietekmējošo faktoru (temperatūra, gaisma, relatīvais mitrums veģetācijas traukā, infekcijas u.c.) nozīmi pavairošanas procesā. Piemēram, infekciju gadījumā, atsevišķiem kloniem pavairošanas indekss var nokristies līdz 50%. Šādā veidā precizēti vidējie pavairošanas koeficienti, kas uzrādīti starpatskaitē par 2012. gadu:

3.18. tabula

Klonu pavairošanas koeficienti

Klons	Pavairošanas koeficients
50-28-08	1,8
97-13-08	1,5
130-13-07	1,4
86-15-08	1,8
90-22-06	2,0
4-2010	1,6
82-21-06	1,5
84-23-06	1,7
105-23-06	1,7
24-2-08	2,0
116-15-08	1,4

3.13. Rūpnieciskajai pavairošanai rekomendēto klonu produktivitātes un kvalitātes salīdzinošs raksturojums

Klonu produktivitātes novērtēšana izmantoti mērījumi no četriem apšu hibrīdu klonu izmēģinājuma stādījumiem.

Eksperiments Nr. 62 ir ierīkots 1996. gadā Iecavas novadā. Stādīšanas attālums 2×2 metri - 2500 koku uz ha, bloku parces (3x5 koki parcelē). Stādījums ierīkots četros atkārtojumos, no kuriem 2 daļēji iznīcinājuši bebri, jo platība nav iežogota. Stādījumā ietvertas 24 apšu hibrīdu un 5 parastās apses, kā arī 2 parastās apses triploīdie kloni. Eksperimenta atkārtota mērīšana un izvērtēšana veikta 10, 12 un 18 gadu vecumā.

Eksperiments Nr. 63 ir ierīkots Kocēnu novadā un sastāv no divām daļām: pirmā ierīkota 1996. gadā vienkoka parcelēs, bet otrā - 1997. gadā bloku parcelēs, stādīšanas attālums 2×2 m - 2500 koku uz ha. Stādījumā bloku parcelēs ir 17 apšu hibrīdu kloni, bet vienkoka parcelēs 25 apšu hibrīdu un 3 parastās apses kloni. Platība netika iežogota, līdz ar to konstatēti dzīvnieku bojājumi. Visvairāk no tiem cietuši stādījuma malējie koki, tomēr saglabāšanās ir 83%. Eksperimenta mērīšana un izvērtēšana veikta 13 gadu vecumā.

Eksperiments Nr. 64 ir ierīkots Ķeguma novadā Rembatē. Eksperiments ierīkots bijušā lauksaimniecības zemē 1998. gadā, pielietojot vienkoka parces, stādīšanas attālums 3×3 m - 1100 koki uz ha. Eksperimentā iekļauti 22 apšu hibrīdu kloni un 1 parastās apses triploīdais klons, bija arī papeļu kloni, bet tie ir aizgājuši bojā. Kloni eksperimentā pārstāvēti ar dažādu koku skaitu (8 līdz 14), jo daļa ir gājuši bojā 2003. gada pavasarī kūlas ugunsgrēkā. Eksperimenta mērīšana veikta 8, 12 un 15 gadu vecumā.

Eksperiments Nr. 65 ir ierīkots 2000. gadā Auces novadā Ukros, 25 koku bloku parcelēs (5x5 koki parcelē), stādīšanas attālums 3x3 m - 1100 koku uz ha. Stādījumā ir 10 hibrīdās, 6 parastās apses un 2 triploīdie parastās apses kloni. Platība tikusi iežogota, tomēr žogs kā aizsargs kalpojās tikai dažus gadus. Dzīvnieku bojājumi galvenokārt konstatēti parastajai apsei un tās triploīdajai formai. Tas skaidrojams ar apšu hibrīdu sasniegtajiem lielajiem izmēriem,

kuri tās pasargājuši no būtiskiem stirnu radītājiem bojājumiem. Eksperimenta mērīšana un izvērtēšana veikta 8, 10 un 12 gadu vecumā.

Eksperimentos mērīts katra koka augstums m un caurmērs mm, uzskaitīti „padēli”. Vizuāli novērtēts stumbra taisnums, zaru resnums un to leņķis attiecībā pret stumbru 3 ballēs salīdzinājumā ar līdzīgu dimensiju kokiem tā paša eksperimenta ietvaros.

Zaru resnums novērtēts 3 ballu skalā: 1 - tievi zari, 2 - vidēji zari, 3 - resni zari, zaru leņķis 3 ballu skalā, kur 1- zaru leņķis $\sim 90^\circ$ pret stumbra asi, 2- zaru leņķis $75- 85^\circ$ pret stumbra asi, 3- zaru leņķis mazāks par 75° pret stumbra asi, savukārt stumbra taisnums - 3 ballu skalā, kur 1- pilnīgi taisns, 2- ar vienu līkumu, 3 – ar diviem vai vairāk līkumiem, par līkumu uzskatot tādu stumbra izliekumu, kura maksimālā novirze no stumbra iedomātās ass līnijas ir vismaz 5 cm, kā arī uzskaitīti slimību un dzīvnieku bojājumi.

Stumbra tilpuma aprēķināšanai izmantoti I. Liepas izstrādātais vienādojums parastajai apseī (Liepa, 1996).

$$v = \psi * L^\alpha * d^{\beta L + \varphi} \quad (1)$$

kur:

v – stumbra tilpums, m³;

L – stumbra garums, m;

d – caurmērs krūšaugstumā (1,3 m), cm;

ψ , α , β , φ no koku sugas atkarīgi koeficienti;

$\psi = 0,5020 * 10^{-4}$, $\alpha = 0,92625$, $\beta = 0,0221$, $\varphi = 1,95538$.

Katra apšu hibrīda klona krāju uz hektāra aprēķināja summējot konkrētā klona stumbra tilpumus katrā parcelē un attiecinot to uz visu parceses platību, pēc tam izsakot uz hektāra, tādejādi aprēķinos tiek ietverta arī klona saglabāšanās. Vidējo produktivitāti aprēķina iegūto krāju uz ha dalot ar eksperimenta vecumu mērīšanas brīdī.

Apšu hibrīdu klonu pārbaužu stādījumos kvalitātes pazīmes kā stumbra taisnums, zaru resnums un leņķis raksturo ar atlases (pēc noteiktām pazīmēm izvēlēto koku kopas) pārākumu, vienkāršoti var raksturot ar selekcijas starpību, ko aprēķina:

$$S\% = ((x_{izl.} - x_{visi}) * x_{visi}^{-1}) * 100, \quad (2)$$

kur:

S% – selekcijas starpība, %;

$x_{izl.}$ – pazīmes vidējā vērtība izlases grupā;

x_{visi} – pazīmes vidējā vērtība eksperimentā.

$$S\% = ((C - A) * A^{-1}) * 100, \quad (3)$$

A – pazīmes vidējā vērtība bāzes populācijā,

C – pazīmes vidējā vērtība izlases populācijā.

Saskaņā ar šo formulu (2) var aprēķināt arī katra klona novirzi no eksperimenta vidējās vērtības pēc attiecīgās pazīmes. Selekcijas starpību var izteikt procentos vai arī saglabāt tādās mērvienībās, kādās tiek klasificēta attiecīgā pazīme.

Selekcijas starpības aprēķināšanai ir būtiski noteikt precīzas klonu vidējās vērtības pēc attiecīgās pazīmes eksperimentā. Īpaši, ja atkārtojumu skaits ir neliels, vai kloni tajos pārstāvēti ar atšķirīgu rametu skaitu, vienkārša aritmētiskā vidējā vērtība no attiecīgā klona rametiem visā eksperimentā būs neprecīza: piemēram, klonam, kam lielākais skaits rametu atkārtojumā ar labākajiem augsnes apstākļiem, vienkārši noteikta vidējā vērtība būs pārāk augsta. Precīzāku rezultātu iespējams iegūt, aprēķinot vidējo vērtību katrā atkārtojumā un no tām vidējo vērtību eksperimentā. Pēc līdzīga principa, koriģējot datus atbilstoši fiksēto faktoru (atkārtojuma, vides) ietekmei, tikai ar augstāku precizitāti, darbojas SAS PROC MIXED /solution funkcija, kura balstās uz BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) algoritmu un izmantota, aprēķinot katra klona selekcijas starpības šī pētījuma ietvaros.

Vērtējot klonu kvalitātes rādītājus, svarīgākās pazīmes ir atkarīgas no plānotā koksnes izmantošanas veida jeb plantācijas audzēšanas mērķa. Meža reproduktīvā materiāla ieguves avotu reģistrā reģistrēto klonu kvalitātes rādītāji ir atšķirīgi (3.19. tabula), kas apstiprina iepriekš teikto.

Apšu hibrīdu klonu kvalitātes vērtējums

MRMIA reģ. Nr.	Klona Nr.	Stumbra taisnums, ballēs		Zaru resnums, ballēs		Zaru leņķis, ballēs		Padēla varbūtība*
		x	S%	x	S%	x	S%	
6838000020	24	1,0	-49	1,0	-37	1,5	-20	0,44
6848000012	4	1,1	-39	1,4	-19	1,6	-2	0,33
6838000017	21	1,4	-33	1,4	-7	2,1	-3	0,52
6848000015	16	1,3	-27	1,7	4	1,7	-2	0,51
6837700004	28	1,6	-16	1,7	-6	1,8	-1	0,51
6838000022	26	1,6	-11	2,0	15	1,8	7	0,55
6838560017	15'95	1,2	-11	2,2	21	1,6	11	0,64
6838000024	30'95	1,2	-11	1,3	-27	1,4	-1	0,34
6838000018	22	2,0	-5	1,8	20	2,3	9	0,68
6838000025	40	1,8	-1	1,8	4	1,7	1	0,55
6838030004	44	1,8	0	1,0	-52	1,3	-16	0,47
6838000029	41	2,3	10	1,2	-20	1,9	-9	0,54
6838000016	16'95	1,6	13	1,8	1	1,4	3	0,55
6838000013	10	2,0	17	1,8	7	1,7	-1	0,55
6838000028	19	2,6	24	1,9	27	2,3	13	0,42
6838000023	30	2,6	24	1,9	27	2,3	13	0,37
6838560016	9	2,3	31	1,9	14	1,8	3	0,57
6848000021	25	2,7	60	1,5	-13	1,6	-2	0,64

*padēls ir izteikts kā varbūtība

Stumbra taisnums ballēs ir no 2,7 līdz 1 un izrēķinātās selekcijas starpības ir no 60 līdz -49 % (3.19. tabula). Negatīva selekcijas starpība norāda, ka klons ir labāks nekā vidēji kloni eksperimentā.

Padēla varbūtība variē no 0.33 līdz 0.68. Tā norāda varbūtību, cik gadījumos no 100 iespējams klons veidos padēlu. Vismazākā varbūtība padēla veidošanā ir kloniem 4, 30, 30'95, bet atšķirības starp kloniem nav statistiski būtiskas ($p < 0,05$).

Zāgbaļķu plantācijās svarīgi izvēlēties klonus, kuri ir ne tikai produktīvi, bet arī ar labu stumbra kvalitāti (taisni), tieviem zariem un platu zaru leņķi attiecībā pret stumbru, kā arī „padēlu” veido salīdzinoši retāk. Šādam audzēšanas mērķim vispiemērotākie ir kloni: 4, 24, 30'95, 44, 16, 28 un 21.

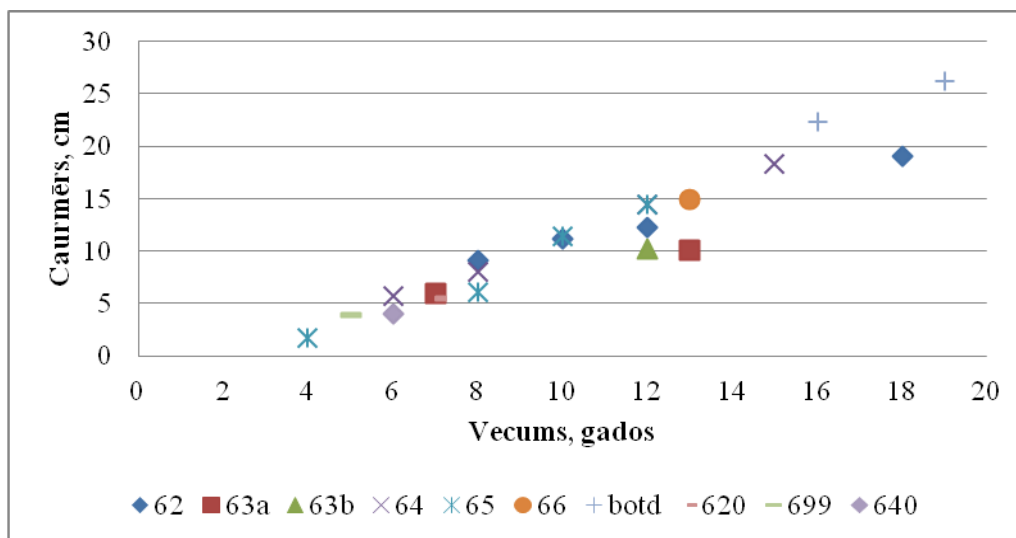
Enerģētiskās koksnes plantācijām nav tik svarīga stumbra un zarojuma kvalitāte, bet svarīgākais ir produktivitāte un piemērotākie enerģētiskās koksnes plantācijām ir kloni 25, 9, 10.

Lai raksturotu augšanas gaitu ir apkopotas apšu hibrīdu klonu eksperimentu vidējās stumbra caurmēra (3.8. attēls) un augstuma (3.9. attēls) izmaiņas dažādos vecumos. Tādējādi var salīdzināt dažādu eksperimentu augšanas gaitu. Klonu vidējie augstumi dažādos vecumos, parādīti no eksperimentu vidējiem datiem, kas minēti metodikā, un arī no 2007. līdz 2010. gadam ierīkoto eksperimentu (3.9. attēls). Papildus informāciju vēl var iegūt no neliela klonu izmēģinājuma stādījuma, kurš ierīkots 1993. gadā Salaspils botāniskajā dārzā, stādīts 3x5 metru izvietojumā. Diemžēl precīza shēma nav saglabājusies, līdz ar to mērījumu rezultātus var izmantot vispārējas produktivitātes noteikšanai.

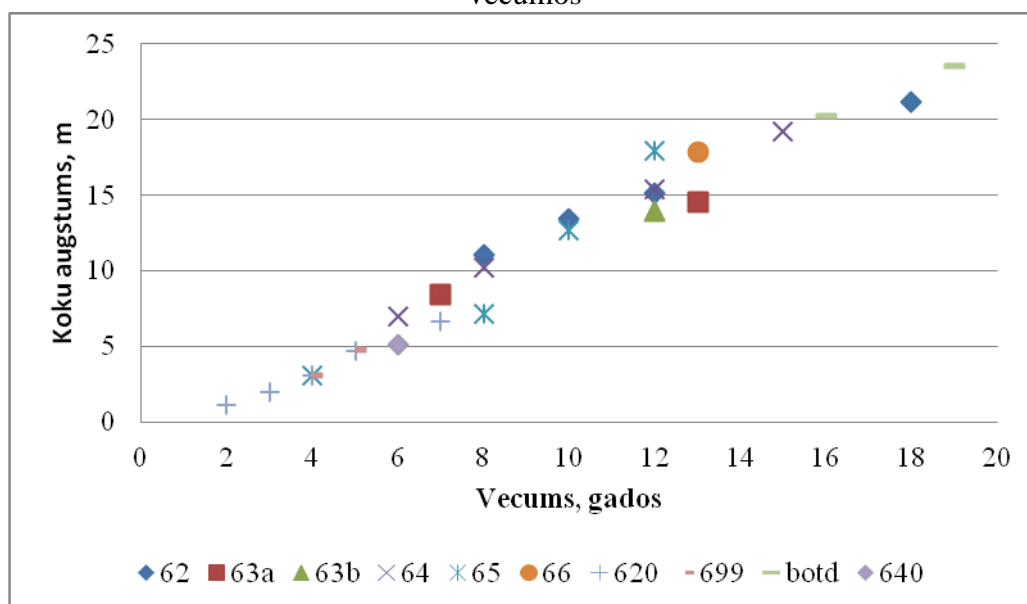
Deviņpadsmit gadu vecumā vidējais stumbra caurmērs ir lielāks par 25 cm (3.8. attēls). Eksperimentiem Nr. 62, 63a, 63b sākotnējais biežums ir 2500 koku uz ha un redzams, ka to stumbra caurmērs ir mazāks vienādā vecumā nekā eksperimentos, kas ierīkoti ar sākotnējo biežumu 1100 koku uz ha. Tas norāda uz novēlotu kopšanu, paaugstinātas biežības stādījumos pirmo kopšanas cirti jāveic jau 10 gados (3.8. attēls). Līdzīga situācija veidojas arī ar koku augstumiem (3.9. attēls). Līdz ar to šo eksperimentu dati nav korekti izmantojami, lai raksturotu klonu augšanas gaitu, jo katra klona reakcija uz konkurences apstākļiem un kopšanas cirti ir atšķirīga.

Analizējot apšu hibrīdu koku augstumu un stumbra caurmēru attīstību dažādos vecumos un dažādos eksperimentos, un līdz ar to arī atšķirīgos klimatiskajos un augsnes apstākļos, var apgalvot, ka apšu hibrīdu klonu stumbru dimensijas līdz 20 gadu vecumam vidēji sasniegs -

stumbra caurmēru virs 25 cm (3.8. attēls) un augstums ap 24 m (3.9. attēls). Līdz ar to pieņemot, ka vidēji plantācijā 20 gadu vecumā varētu būt saglabājušies ~600 koki uz ha un pēc augstuma un caurmēra datiem vidējais stumbra tilpums būtu ~ 0.57 m³ un no viena ha teorētiski var nocirst ap 342 m³ lietkoksnēs. Vidējā produktivitāte 17 m³/gadā. Līdzīga produktivitāte un stumbra caurmēri, un augstumi iegūti zviedru veiktajos pētījumos par apšu hibrīdu produktivitāti (Rytter, Stener, 2005¹³).



3.8. attēls. Apšu hibrīdu klonu izmēģinājuma stādījumu vidējais stumbra caurmērs dažādos vecumos



3.9. attēls. Apšu hibrīdu klonu izmēģinājuma stādījumu vidējais koku augstums metros dažādos vecumos

Jāturpina mērījumi visos apšu hibrīdu eksperimentos, lai noskaidrotu, vai kloni jaunākajos stādījumos aug līdzīgi kā vecākajos, vai ir atšķirības augšanas tempā. Iegūtā informācija palīdzēs precīzāk noteikt iespējamo apšu hibrīdu klonu vidējo produktivitāti salīdzinot dažāda vecuma stādījumus un prognozēt iespējamo krāju ciršanas vecumā.

Apšu hibrīdu kloniem šobrīd nav iespējams noteikt vidējo produktivitāti ciršanas vecumā, jo vecākie klonu izmēģinājuma stādījumi ir 18 gadus veci. Izvērtējot apšu hibrīdu klonu izmēģinājuma stādījumu (Nr. 62, 63, 64, 65) rezultātus ir iespējams aprēķināt daļai klonu vidējo produktivitāti līdz 18 gadu vecumam. Klonu vidējās produktivitātes aprēķināšanas procesā saskārāties ar problēmām, jo šajos eksperimentos ir ļoti atšķirīgs klonu un saglabājušos koku skaits, kā arī atkārtojumu skaits, un atšķirīga sākotnējā biežība, kas sarežģī klonu novērtēšanu. Eksperimenti ierīkoti divos variantos 2500 koku uz ha (2x2 m izvietojumā) un 1100 koku uz ha (3x3 m izvietojumā). Tāpēc iegūtos rezultātus tieši nav

¹³ Rytter, L., Stener, L-G. (2005) Productivity and thinning effects in hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. Tremuloides* Michx.) stands in southern Sweden. *Forestry*. vol. 78, No. 3: 285-295.

iespējams salīdzināt un arī uz esošās eksperimentu mērījumu bāzes nebija iespējams izstrādāt korektu algoritmu, lai novērstu dažādu stādīšanas attālumu ietekmi uz vidējo produktivitāti.

Eksperimentos, kas ierīkoti ar sākotnējo biežumu 2500 koku uz ha, kopšanas cirte bija novēlota. Uz to norāda tas, ka 10 un 12 gadu vecumā klonu produktivitāte praktiski nemainās, jo koku vainagi ir saslēgušies un stipras konkurences rezultātā vidējā produktivitāte nemainās vai pat samazinās. Kopšanas cirte veikta 12 gadu vecumā un tas atstāj arī zināmu ietekmi uz klonu produktivitāti 18 gadu vecumā. Tāpēc korektāk klonu produktivitāti vērtēt pēc eksperimentiem, kuru sākotnējais biežums ir 1100 koku uz ha, kas arī ir rekomendējams maksimālais kokus skaits zāgbaļķu plantācijai.

3.20. tabula

Apšu hibrīdu klonu vidējā produktivitāte atkarībā no sākotnējās biežības

MRMIA reģ. Nr.	Klona Nr.	Sākotnējais biežums 1100 koku/ha					Sākotnējais biežums 2500 koku/ha		
		Vidējais pieaugums m ³ /gadā					Vidējais pieaugums m ³ /gadā		
		8.g.	10.g.	12.g.	13.g.	15.g.	10.g.	12.g.	18.g.
6848000012	4	4	11	13		17	26	25	28
6838560016	9	3		8		15	23	23	34
6838000013	10	6		12		18	23	24	26
6848000015	16	8		16		24	21	21	25
6838000028	19						22	21	25
6838000018	22						15	16	25
6838000020	24	5		11		17	13	12	15
6848000021	25	4	10	12	13	19	12	11	14
6838000022	26	3	6	10		14	12	10	8
6837700004	28	2	8	12			15	15	17
6838000023	30						21	22	25
6838000025	40	5	8	12		13	5	6	6
6838000029	41						25	23	29
6838030004	44	4	14	23					
6838560017	15`95	5		11		17			
6838000016	16`95	4		8		11			
6838000024	30`95	5		10		15			
	Vid.	4±0.7	8±2.2	11±1.4	14±2.5	15±1.4	15±2.5	16±2.4	20±2.8

Kloniem Nr. 86-15-06, 97-13-08, 105-23-06 un 130-13-07, kas reģistrēti Meža reproduktīvā materiāla ieguves avotu reģistrā, šobrīd nav iespējams korekti noteikt to vidējo produktivitāti. Šo klonu atlase veikta apšu hibrīdu klonu ģimeņu izmēģinājuma stādījumos, kas atrodas MPS Kalsnavas mežu masīvā, 40 gadu vecumā (Gailis, 2005¹⁴). Pēc vērtēšanas no labākajiem kloniem ievākti jaunie dzinumi un veikta to ievadīšana audu kultūrās un pēc tam ierīkoti pirmie klonu izmēģinājumu stādījumi, kā arī veikta šo klonu pārbaude rūpnieciskai pavairošanai ar mikrospraudeņu metodi. Klonu atlasei izmantoti rezultāti no ģimeņu un klonu izmēģinājuma stādījumiem.

Klons Nr. 130-13-07 (6838560015) – hibrīdo ģimeņu izmēģinājuma stādījumā Nr. 58 un Nr. 763. Eksperiments Nr. 58 ierīkots 1966. gadā un selekcijas starpības 40 gadu vecumā stumbra caurmēram ir 22%, koka augstumam ir 13%, stumbra kvalitāte vidēji laba, nav konstatētas slimību un trapes pazīmes. Pavairošanas koeficients 1,39.

Klons Nr. 97-13-08 (6838560013) – hibrīdo ģimeņu izmēģinājuma stādījumā Nr. 58, Nr. 763, Nr. 764 un Nr. 765. Eksperiments Nr. 58 ierīkots 1966. gadā un selekcijas starpības 40 gadu vecumā stumbra caurmēram ir 22%, koka augstumam ir 7%, stumbra kvalitāte ir vidēji laba, nav konstatētas slimību un trapes pazīmes un tas atbilst pluskokiem izvīrītajām prasībām. Pavairošanas koeficients 1,51.

Klons Nr. 86-15-06 (6838560012) – hibrīdo ģimeņu izmēģinājuma stādījumā Nr. 58, Nr. 741, Nr. 744, Nr. 745, Nr. 763, Nr. 764 un Nr. 765. Eksperiments Nr. 58 ierīkots 1966.

¹⁴ Gailis, A. (2005) Apses selekcijas pētījumi kvalitatīvas koksnes izaudzēšanai: līgumdarba atskaite. LVMI „Silava”, Salaspils, 27 lpp.

gadā un selekcijas starpības 40 gadu vecumā stumbra caurmēram ir 33%, koka augstumam ir 6%, stumbra un zarojuma kvalitāte ir laba, nav konstatētas slimību un trapes pazīmes un tas atbilst pluskokiem izvirzītajām prasībām. Pavairošanas koeficients 1,82.

Klons Nr. 105-23-06 (6838560014) – hibrīdo ģimeņu izmēģinājuma stādījumā Nr. 60 un Nr. 763. Eksperiments Nr. 60 ierīkots 1975. gadā un selekcijas starpības 30 gadu vecumā stumbra caurmēram ir 54%, koka augstumam ir 14%, stumbra un zarojuma kvalitāte laba, nav konstatētas slimību un trapes pazīmes un tas atbilst pluskokiem izvirzītajām prasībām. Pavairošanas koeficients 1,67.

No Meža reproduktīvā materiāla ieguves avotu reģistra būtu nepieciešams izslēgt klonus Nr. 2 (6838000027), 13 (6838000014), 21 (6838000017), 26 (6838000022), 40 (6838000025), 16'95 (6838000016).

Rūpnieciskai pavairošanai rekomendējam apšu hibrīdu klonus Nr. 4 (6848000012), 16 (6848000015), 25 (6848000021), 44 (6838030004), 19 (6838000028), 15'95 (6838560017), 105-23-06 (6838560014), 86-15-06 (6838560012), 97-13-08 (6838560013), 130-13-07 (6838560015).

3.14. Pēcncēju pārbaužu stādījumu ierīkošana un stādāmā materiāla audzēšana

2013. gada pavasarī Zinātniskās izpētes mežos - Auces mežu novadā un Ķeguma novadā ierīkoti apses hibrīdu *P.tremuloides x P.tremula* klonu un ģimeņu eksperimentālie stādījumi. MPS Kalsnavas mežu novadā ierīkots melnalkšņa plantāciju pēcncēju un melnalkšņa hibrīdu pārbaužu stādījums, un priedes sēkļu plantāciju un mežaudžu pēcncēju pārbaužu stādījumi. Veikta stādījumu inventarizācija, shēmu pārbaude, precizēšana un datorizēta apstrāde. Stādījumi reģistrēti LVMI „Silva” Ilglaicīgo izmēģinājumu reģistrā.

3.21. tabula

2013. gadā ierīkotie pēcncēju pārbaužu stādījumi

Eksperimenta Nr.	Suga, stādīšanas shēma	Kopējā platība, ha	Stādi kopā, gab.	Kalsnavas mežu novads	Auces mežu novads	Ķeguma nov. Rembate
300320000805	Apšu hibrīdi, ietvarstādi (vienkoku parceles)	1,89	2100		114. kv. 51. nog.	
300320000806	Apšu hibrīdi, kailsakņi (vienkoku parceles)	0,91	1015		114. kv. 21. nog.	
300320000815	Apšu hibrīdi, kailsakņi (rindu parceles)	0,72	795		114. kv. 20. nog.	
300320000808	Apšu hibrīdi, (bloku parceles)	1,98	2975			„Vecrumbas” 1.kv. 5. nog.
300320000809	Apšu hibrīdi, (bloku parceles)	0,1	330			„Vecrumbas” 1.kv. 21. nog.
300320000810	Apšu hibrīdi, ietvarstādi (vienkoku parceles)	1,83	2030			„Vecrumbas” 1.kv. 9. nog.
300320000811	Apšu hibrīdi, ietvarstādi (vienkoku parceles)	0,09	900			„Vecrumbas” 1.kv. 12. nog.
300320000812	Apšu hibrīdi, kailsakņi (rindu parceles)	0,74	1648			„Vecrumbas” 1.kv. 9. nog.
300320000813	Apšu hibrīdi, ietvarstādi (rindu parceles)	0,39	431			„Vecrumbas” 1.kv. 9. nog.
300310000814	Apšu hibrīdi, vienlaidus stādījums	0,48	805			„Vecrumbas” 1.kv. 16.; 17. nog.
	Apšu hibrīdi kopā:	9,13	13029			
300320000824	Melnalksnis, alkšņa hibrīdi (bloku parceles)	0,35	350	174. kv. 3. nog.		
300320000828	Melnalksnis, alkšņa hibrīdi (rindu parceles)	0,45	850	174. kv. 3. nog.		
	Melnalksnis, alkšņa hibrīdi kopā:	0,8	1200	174. kv. 3.nog.		
300320000825	P (vienkoku parceles)	2,6	5640	173. kv. 1. nog.		
300320000826	P (bloku parceles)	8,3	18240	173. kv. 1. nog.		
300320000827	P (rindu parceles)	3,5	7450	173. kv. 1. nog.		
	Priede kopā:	14,4	31330			

4. Meža koku sugu veģetatīvās pavairošanas metožu izpēte un pilnveidošana

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

2013. gadā tiek turpināta somatiskās embriogēzes (SE) veģetatīvās pavairošanas metodes apguve, pētījumos izmantojot Latvijas labāko egļu klonu sēklas. Kā norādīts 2012. gada starpatskaitē, SE ir daudzpakāpju fizioloģisks attīstības process, kur no abu vecākaugu ģenētisko informāciju saturoša sēklas embrija (tas ir zigotisks) *in vitro* apstākļos ar dažādu grupu augšanas regulatoru palīdzību tiek iegūtas reproducēties un reģenerēties spējīgas somatiskas šūnas, kas rezultātā formē sākotnējam iegūtajam zigotiskajam embrijam ģenētiski un morfoloģiski analoģu dīgtspējīgu struktūru (Park Y.S. et al, 2003.¹⁵). Tas nozīmē, ka teorētiski no vienas sēklas dīgļa ir iespējams iegūt neierobežotu skaitu ģenētiski identisku augu. SE ir viena no jaunākajām veģetatīvās pavairošanas metodēm, kas tiek izmantota augu fizioloģijā dažādu sēklas attīstības (embriogēzes) posmu izpētē, tajā skaitā embriogēzes laikā notiekošās programmētās šūnu nāves (von Arnold Sara et al, 2002.¹⁶) un šī procesa laikā notiekošās šūnu hormonālās regulācijas izpētē, kultūraugu un meža selekcijā vērtīga izejmateriāla un kontrolēto krustojumu pavairošanā, cik šobrīd atļauj metodes attīstība. Vispilnīgāk šo veģetatīvās pavairošanas metodi izmanto dažādu lauksaimnieciski nozīmīgu sugu pavairošanā. Kā piemēru var minēt kafiju un citrusaugļus Centrālamerikā (Etienne H. et al, 2010¹⁷; Ducos J.P. et al, 2010¹⁸). Kafijas sugām *Coffea arabica*, *C. robusta* metode izstrādāta ļoti pilnīgi, pateicoties koncerna Nestle pētniecībā ieguldītajiem līdzekļiem. No mežsaimniecībā nozīmīgām sugām Austrumāzijā šādi pavairo tulpju koku (*Liriodendron tulipifera*) (Kim Y.W. et al, 2010.¹⁹). Pēdējo dažu gadu laikā Dienvidaustrumāzijā lieli resursi tiek ieguldīti metodes piemērošanai rūpnieciskām vajadzībām, lai masveidā pavairotu eļļas palmas (*Elaeis guineensis*) labākos klonus (Kang H.M. et al, 2010.²⁰).

Ar SE metodi ir mēģināts pavairot aptuveni 40 kailsēkļu sugas, kas pieder piecām ģintīm: *Abies*, *Picea*, *Pinus*, *Larix*, *Pseudotsuga*. Visvairāk resursu un zinātniskā potenciāla ir ieguldīts parastās un Kanādas egles izpētē, jo tām, salīdzinot ar citām skujkoku sugām, ir vislielākā nozīme pasaules mežsaimniecībā. Kanādas egles, parastās egles, parastās un Veimuta priedes rūpnieciskai pavairošanai metode nelielos apjomos tiek izmantota Kanādā, šādi gadā pavairo aptuveni 100 000 egļu un vēl pavisam nedaudz priežu. Parastās priedes pavairošana ar SE metodi joprojām ir viens no pasaules „top” līmeņa pētījumiem augu fizioloģijā, rezultāti liek vēlēties augstāku kvalitāti gan embriogēzes etapos, gan reģenerēto augu apsākšanā un aklimatizācijā dabiskos apstākļos. Zviedrijas Mežzinātnes institūta Ekebo nodaļā redzētais klonu izmēģinājumu stādījums ir tālu no viedokļa, ko var uzskatīt par kvalitatīvu priedi. Visredzamākais defekts šiem kokiem ir plaģiotropiska augšana, kas, acīmredzot saglabājusies kā pēcietekme no augšanas laboratorijas traukos (skat. attēlus turpmāk ar SE iegūtajiem egļu dīgstiem, kas Petrī platēs atrodas guļus stāvoklī). Turpat blakus esošā SE egļu stādījumā šādu augšanu nenovēro. Pavairošanas apstākļu pēcietekmes pētījumi arī ir viens no jaunākajiem pētījumu virzieniem augu fizioloģijā, jo izrādās, ka augi spēj atcerēties ne tikai to orientāciju telpā, veģetācijas traukā, bet pat augstāku vai zemāku temperatūru vidē, kur tie uzsāk attīstību. Ar SE metodi pavairotu jebkuru skujkoku aklimatizācija *in vivo* vairāk vai mazāk ir viena no šīs metodes problēmām. Ja arī iegūtie

¹⁵ Park Y.S., Industrial implementation of Multi Varietal Forestry for Spruces in New Brunswick, Canada (presentation, ypark@nrcan.gc.ca).

¹⁶ von Arnold S. et al, Developmental pathways of somatic embryogenesis, Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 2002, 69:233-249.

¹⁷ Etienne H. et al, Current applications of Coffee SE for industrial Propagation, Advances in somatic embryogenesis of trees and its application for the future forests and plantations, 2010, IUFRO Working Party 2.09.02:54.

¹⁸ Ducos J.P. et al, Coffee propagation by somatic embryogenesis at Nestle R&D Centre, Advances in somatic embryogenesis of trees and its application for the future forests and plantations, 2010, IUFRO Working Party 2.09.02:56.

¹⁹ Kim Y.W. et al, Initiation of embryogenic mass from full-sib seeds, somatic embryogenesis and plant production in *Liriodendron tulipifera*, Advances in somatic embryogenesis of trees and its application for the future forests and plantations, 2010, IUFRO Working Party 2.09.02:35.

²⁰ Kang H.M. et al, Development of mass reproduction technology of selected oil palm clones through somatic embryogenesis, Advances in somatic embryogenesis of trees and its application for the future forests and plantations, 2010, IUFRO Working Party 2.09.02:59.

dīgsti veiksmīgi apsakņojas, jaunie augi attīstās daudz lēnāk kā sējeņi, kas gan nav problēma mātesaugu stādījumu ierīkošanai, lai augus izmantotu citām veģetatīvās pavairošanas metodēm plantāciju ierīkošanai.

Somatiskās embriogēneses metodes priekšrocības:

1. process ir klimatisko faktoru un gadalaiku maiņas neietekmēts;
2. iespējams iegūt milzīgu skaitu ģenētiski identisku kopiju no vienas sēklas nosacīti īsā laikā;
3. pavairotie augi ir praktiski veseli no fitosanitārā viedokļa;
4. iegūtais materiāls ir juvenilizēts;
5. iespējams risināt genofonda saglabāšanas problēmas, embriogēneses etapos ietverot dziļās saldēšanas metodi (kriosaglabāšanu);
6. iespējams izstrādāt mākslīgo sēklu tehnoloģiju;
7. ģenētiskais ieguvums no šāda reproduktīvā materiāla – 6%, salīdzinājumā ar sēklu plantāciju pēcnācējiem (vērtējums 10 gadu vecumā, JD Irwing Limited, Kanāda).

Metodei eksistē arī virkne zinātniski neatrisinātu problēmu, kas kavē plašu tās pielietošanu:

1. zinātnei vēl nav pilnīgi skaidri tie fizioloģiskie un molekulārbioloģiskie mehānismi, kas kontrolē šūnu diferenciaciju embriogēneses gaitā;
2. atsevišķām augu sugām, pasugām, šķirnēm, kloniem, pat viena koka divām dažādām sēklām ir dažāds embriogēno šūnu indukcijas līmenis;
3. embriju nobriešanas fāze ir asinhrona;
4. nav skaidri zināma minimālā mitruma robeža nobriešanas fāzē, tāpat atšķiras viedokļi par desikācijas fāzes iekļaušanu un tās ilgumu;
5. liels iegūto embriju atbirums dīgšanas fāzē, kroplīgu sakņu veidošanās vai neveidošanās vispār;
6. liels atbirums reģenerētos augus pārstādot audzēšanas substrātā.

Ar SE metodes adaptāciju un attīstīšanu Latvijas labāko brīvapputes egļu kloniem Augu fizioloģijas laboratorija nodarbojas kopš 2008. gada, kad tika veikti pirmie priekšmēģinājumi iniciēt embriogēni un iegūt augus, kas, protams, neizdevās pilnīgi. LVMI Silava zinātnisko darbu plānos SE ir ietverta kopš 2010. gada. Metode tiek attīstīta vadoties pēc Kanādas Meža dienesta Kompetences centrā izstrādātās SE metodikas Kanādas eglei *Picea glauca* un daļēja Zviedrijas Mežzinātnes institūta Somatiskās embriogēneses laboratorijas izstrādātā protokola pielietošanas. Pieredze liecina, ka precīzi pielietojams nav ne viens, ne otrs protokols, jo kanādiešu zinātnieku metodika lietojama Kanādas vietējās sugas pavairošanai, bet parastajai eglei pilnīgi visos SE etapos tas labus rezultātus nedod. Zviedrijas laboratorijās tiek izmantots Sara von Arnolds izstrādāts protokols (von Arnolds et al, 2005²¹), kas šeit minētajā literatūras avotā pieejams tikai fragmentāri. Tas ir patentēts, pamatā tiek izmantots zinātnisku pētījumu nodrošināšanai ar embriogēnu audu materiālu. Ir dati (personīgi kontakti: S.Carlsson, T. Aronen), ka uz Upsalas un Umeo Universitāšu bāzes ir centieni attīstīt rūpniecisku SE metodes pielietošanu.

Laboratorijā uzņemtajos fotoattēlos ir uzrādītas visas somatiskās embriogēneses attīstības fāzes, sākot no izpreparēta dīgļa, kas novietots uz barotnes, un beidzot ar jaunreģenerētiem augiem (4.1. līdz 4.7. attēls).

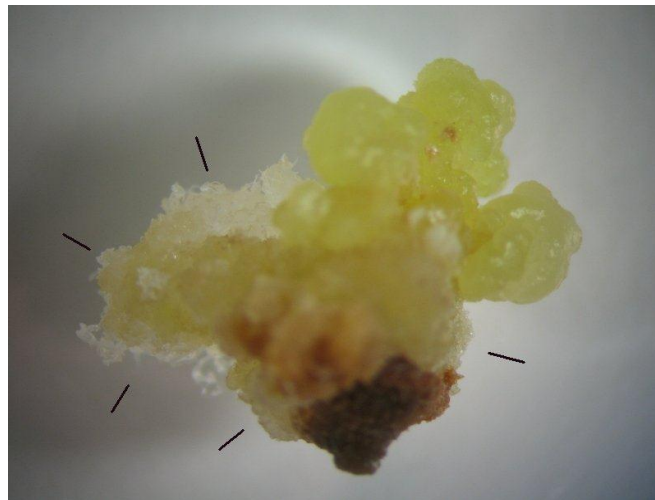
²¹ von Arnold S. et al, Propagation of Norway Spruce via somatic embryogenesis, Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 2005, 81:323-329.



4.1. attēls. Iniciācijas fāze, tikko izpreparēts sēklas zigotisks embrijs



4.2. attēls. Iniciācijas fāze, dīglis uz hormonālas barotnes, 3. kalendārā nedēļā



4.3. attēls. Proliferācijas fāzes sākums, 6. kalendārā nedēļā, iezīmētajās vietās eksplantam sākas gaišo, embriogēno audu attīstība, kurus turpmākā gada laikā iespējams savairot teorētiski neierobežotā daudzumā, proliferēšanas potenciāls atkarībā no šūnu līnijas ģenētiskajām īpašībām saglabājas 1 – 1,5 gadus



4.4. attēls. Proliferācijas fāze, 7. nedēļa, embriogēno audu mikroskopijas attēls, kurā skaidri saskatāmas proembriotiskās šūnas (jauna embrija aizmetnis), proembriotisko šūnu veidošanās kallusa masā notiek nevienmērīgi, mikroskopējot ir novērojamas dažādas attīstības stadijas



4.5. attēls. Nobriešanas fāze, redzami daļēji attīstījušies embriji



4.6. attēls. Dīgšanas fāze, sakņu veidošanās



4.7. attēls. 2 gadus veci ar SE metodi iegūti parastās egles stādi

Pēc Kanādas Meža Dienesta vadošā pētnieka Dr. Y.S.Park (personīgi kontakti) un Kanādas Viktorijas Universitātes pētnieka Dr. P.von Aderkas (von Aderkas P. et al, 2010²²) datiem, jebkura parastās egles šūnu līnija praksē ir vairojama un reģenerējama apmēram 8-15 mēnešus, atkarībā no līnijas ģenētiskajām īpašībām. Ir tādas līnijas (Augu fizioloģijas laboratorijas praksē tāda varētu būt vietējā šūnu līnija: LV/Svente I:22:1), kas iedzimto īpašību rezultātā dīgļus veido tikai 2-3 mēnešus pēc nostabilizēšanas kultūrā, kā arī tādas, kas šo spēju nepārtrauktas kultivēšanas apstākļos saglabā ilgstoši (šādas līnijas piemērs varēt būt LV/Suntaži 10:1, kas tendenci veidot dīgļus uzrāda jau četrus gadus). Taču, lai pamatoti varētu spriest par dažādu šūnu līniju spējām veidot dīgļus, ir nepieciešamas prasmes iegūt pietiekami lielu skaitu dažādas izcelsmes šūnu līniju vienlaicīgi un jāveic turpmāki izmēģinājumi, kas noskaidro tieši šo procesu.

No Zviedrijas izcelsmes šūnu līnijām genotipu SE09:52:03 izdevies saglabāt, jo gan 2011. gan 2013. gadā no šīs līnijas embriogēnajiem audiem tika reģenerēti dīgļi, kas, savukārt, novietoti uz LVMI Silava izstrādātas embriogēno audu iniciācijas barotnes (SE pielietoto barotņu sastāvus skat. Mežzinātne, 15(48):60-67), atkārtoti veido kallusu. Izejot pavairošanas, nobriešanas fāzes, 2013. gada martā – aprīlī ir iegūti 1500 dīgļi. No tiem 500 tika iestādīti a/s Latvijas valsts meži Strenču kokaudzētavā, 1000 tika dziedēti un stādīti substrātā LVMI pieejamajā infrastruktūrā. Diemžēl jau trešo gadu pēc kārtas, tieši apsākšanas mēģinājumi ir neveiksmīgi. Ja laboratorijā no 1000 dīgļiem tika iegūti vismaz divdesmit augi, kas pašreiz pārziemo, tad Strenču kokaudzētavā nekāda apsākšanās nenotika. Nebūtu vainojami apsākšanās laikā nodrošinātie veģetācijas apstākļi (+22-+23⁰C, temperatūra, relatīvais gaisa mitrums apmēram 90%, marta nogales dabīgs apgaismojums veģetatīvai pavairošanai piemērotā siltumnīcā, kokaudzētavas piedāvātais substrāts skujukokiem pH5,6), bet gan kādas nepilnības barotņu kompozīcijā vai kādas neuztvertas niansētas detaļas darbu izpildes gaitā. Bez jau minētajiem SE protokoliem, eksistē vēl citi parastās egles SE attīstības posmus nodrošinoši protokoli, ko autori uzskata par pareiziem, bet ņemot vērā visai nelielās to atšķirības, kā arī laboratorijas darbu specifiku un etapu ilglaicīgumu (katrs no tiem aizņem vismaz 3 mēnešus, aklimatizācija 2 gadus), mūsu pētījumos tie vēl tikai tiks ietverti. No SE09:52:03 līnijas embriogēnajiem audiem dīgļi tiek reģenerēti arī atskaites tapšanas laikā.

Ļoti diskutabls ir jautājums par PEG (polietilēnglikols) pielietošanu nobriešanas barotnes osmotiskā līmeņa paaugstināšanai, bez kā dīgļi neveidojas vienmērīgi (Bozhkov P.V. et al, 1998²³; Mala J. et al, 2009²⁴). Bez PEG tie ir dažādās attīstības stadijās, jo arī embriogēno

²² von Aderkas P. et al, A novel method of cryopreservation without a cryoprotectant for immature somatic embryos of conifer, Plant Cell and Organ Culture (Online published 12 December 2010).

²³ Bozhkov P.V. et al, Polyethylene glycol promotes maturation but inhibits further development of Picea abies somatic embryos, Physiologia Plantarum, 1998, 104:211-224.

²⁴ Mala J. et al, Polyamines during Somatic embryo development in Norway spruce, Journal of Forest Science, 2009, 55:75-80

audu kopā jeb kallusā šūnas proliferē (savairojas) pakāpeniski. Šai vielai teorētiski būtu jānodrošina barotnes relatīvu osmotisku sausumu, kas nogalina nenobriedušas, par anatomiski pareiziem dīgļiem konvertēties nespējīgas šūnas, bet nobriedušās embriogēno audu šūnas „saprot”, ka iestājusies nākamā pakāpe attīstībā un par dīgļiem reģenerējas vienlaicīgi. Savukārt PEG pēcietekme izpaužas galvenās saknes augšanas bremsēšanā, saknes meristēmas kropļošanā vai pat atmiršanā. Šis ir viens no teorētiski iespējamajiem apskāņošanas neveiksmju cēloņiem, kam jāmeklē risinājums turpmākā darbā. Pēc Dr Y.S.Park ieteikumiem (personīga sarakste), PEG nobriešanas barotnēs ir aizstājams ar trīskāršu saharozes līmeņa paaugstināšanu līdz 60 gramiem litrā, bet mūsu praksē 2013.gadā tas nekādus uzlabojumus nav devis, drīzāk otrādi. Arī šī problēma pētāma turpmāk, pie kam ar pietiekami lielu līniju skaitu, lai tas būtu korekti.

2012. gadā iegādāta un uzstādīta vakuumfiltrēšanas iekārta, kas atvieglo embriogēno šūnu novietošanu uz barotnēm vienmērīgā plānā slānī. 300 mg kallusa tiek šķīdināti 15 ml pavairošanas barotnes šķīdumā želējošā aģenta (agars, fitogels, gelzans, gelrits), tad uzfiltrēti uz augstas caurlaidības filtrpapīra (piemēram: Watmann Nr.1) un ar visu filtrpapīru novietoti uz nobriešanas barotnes. Nelielā pieredze rāda, ka ne visas šūnu līnijas ir vienādi izturīgas pret mehāniskajām manipulācijām šķīdināšanas un filtrācijas laikā, tādēļ paralēli vakuumfiltrētajām šūnām, tiek novērota arī veselu šūnu kopu nobriešana. 2013. gadā turpinājām pilnveidot vakuumfiltrācijas tehnisko izpildījumu, kam nenoliedzami ir viena no izšķirošākajām nozīmēm tajā, vai izskalojot, izfiltrētā, nosusinātā šūnu masa sāks diferenciaciju par dīgļiem. Turpmāk atskaitē tiks norādīti kritēriji, pēc kuriem būtu jāvērtē embriogēno audu kultivēšanas lietderība, viena no kvalitatīva kallusa pazīmēm ir irdenums. Šo pazīmi iespējams izvērtēt tikai šķīdināšanas un filtrācijas laikā. Kvalitatīvs kallus izirst sagatavotajā filtrācijas šķīdumā, tas vienmērīgi noklājas uz filtrpapīra.

2013. gadā turpinājām pētīt nobriešanas procesus, starp šūnu pavairošanas un nobriešanas barotnēm ieviesām laika izteiksmē nedēļu ilgu starposmu. Tā ir barotne, kas nesatur pavairošanai nepieciešamos hormonus, ļauj šūnu dalīšanās procesam palēnināties vai vispār apstāties. Šajā barotnē ir tieši tās pašas barības vielas, kas pavairošanas barotnē, bet tā kā šūnām tās nav jāizmanto dalīšanās procesos, tās tiek akumulētas, šūnas labāk sagatavojas diferenciacijai. Šo niansi esam aizņēmušies no Upsalas universitātes Meža ģenētikas departamenta zinātnisko darbu protokoliem (Filonova L.H. et al, 2000.²⁵), jo cenšamies rast risinājumu tiem gadījumiem, kad mikroskopiski pārbaudītas šūnas, kurām ir viss potenciāls reģenerācijai, novietotas uz nobriešanas barotnes atmirst.

Otra metode, kā pārtraukt šūnu dalīšanos pirms nobriešanas fāzes, ir to izskalošana ar bezhormonālu barības vielu šķīdumu tieši filtrācijas procesā. Tas varētu būt perspektīvi, bet ierobežotais novērojumu daudzums vēl neļauj to teikt ar pārliecību.

Trešais variants, lai risinātu nobriešanas problēmu, ir dīgļu veidošanās iniciētājhormona abscisiskābes (ABA) lietošana paaugstinātā koncentrācijā (16 mg/l), kā tiek darīts strādājot ar Kanādas egli, bet mūsu pieredze liecina, ka Latvijas egles to neiztur. Ir tikai daži atsevišķi gadījumi, pie tam galīgi nesaistāmi un nesistematizējami, kad platēs barotnē ar šādu hormonu daudzumu, attīstās dīgļi.

Zviedru protokols paredz zema hormonu satura barotnes nomaiņu ik pēc 14 dienām. Esam veikuši arī šādu nelielu izmēģinājumu ar Latvijas egļu šūnu līniju Svente D:25:1. Atskaites nodošanas laikā novērojama dīgļu diferenciacijā, to vizuālais izskats zem 4x palielinājuma ir pareizs, bet korektus izmēģinājumus varēs veikt tad, kad embriogēno šūnu materiāls būs iegūstams pietiekošā daudzumā (masa) un dažādībā (šūnu līniju jeb genotipu skaits).

2013./2014. gadu mijā Augu fizioloģijas laboratorijā iniciācijas stadijā ir sekojošu klonu sēklas:

Svente F:19, Remte5/1915, Remte 7/1748, Remte 18/1832, Salaspils Botāniskais dārzs1. No katra klona ņemtas 50 sēklas, sterilizētas 96% etanolā un atbilstoši protokolam preparētas un novietotas uz iniciācijas barotnes pa 5 sēklām katrā Petri platē.

Proliferējošas ir sekojošas Latvijas egļu šūnu līnijas jeb genotipi:

Tadaine 7059:1,7059:2,

Suntaži 10:1, Limbaži:1, SE52:03:13 (Zviedrija),

²⁵ Filonova L.H. et al, Two waves of programmed cell death occur during formation and development of somatic embryos in the gymnosperm, Norway spruce, Journal of Cell Science, 2000, 113:4399-4411.

Svente D:2:1, D:16:1, D:16:2, D:25:1, D:25:2,
Svente F:3:1, F:6:1, F:9:1, F:9:2, F:9:2,F:9:3, F:9:6, F:10:1:13, F:11:1, F:23:1:13,
Remte 18/1832:3, 9/1919:1, 34/7001:1, 34/7001:2, 34/7001:3, 34/7001:4, 34/7001:5,
34/7001:6, 34/7001:7.

Uz dažādām nobriešanas barotņu kompozīcijām (tie ir priekšmēģinājumi, lai noteiktu aptuveni iespējamo pieļaujamo ABA daudzumu dīgļu attīstības laikā) atrodas 10 genotipu embriogēnie audi.

Ne visi genotipi būs piemēroti turpmākam darbam. Atlase kopš pagājušā gada tiek veikta pēc šādiem kritērijiem:

- proliferācijas temps: 150 mg embriogēno audu 7 dienu laikā ir jādubultojas līdz 300 mg,
- proliferācija ir vienmērīga, tā nesvārstās no pasāžas pasāžā,
- audu masu apskatot mikroskopiski, jāredz dīgļu aizmetņi,
- audu masā nav neraksturīgi veidojumi, tā ir balta vai krēmkrāsā, „pūkaina” (audu kopai pieliekot pinceti vai skalpeli, tā ļoti viegli saspiežama), viegli šķīstoša filtrācijas laikā,
- 300 mg audu masa jāveido vismaz 100 dīgļu.

Ja pirmos četrus no nosauktajiem kvalitātes kritērijiem esam izpildījuši, tad izmēģinājumi, lai noteiktu atsevišķu genotipu „ražību” vēl nav veikti.

2013. gada 22. martā Strenču kokaudzētavā iestādīti kopā 1500 Svente F:14:1=1000 augi.

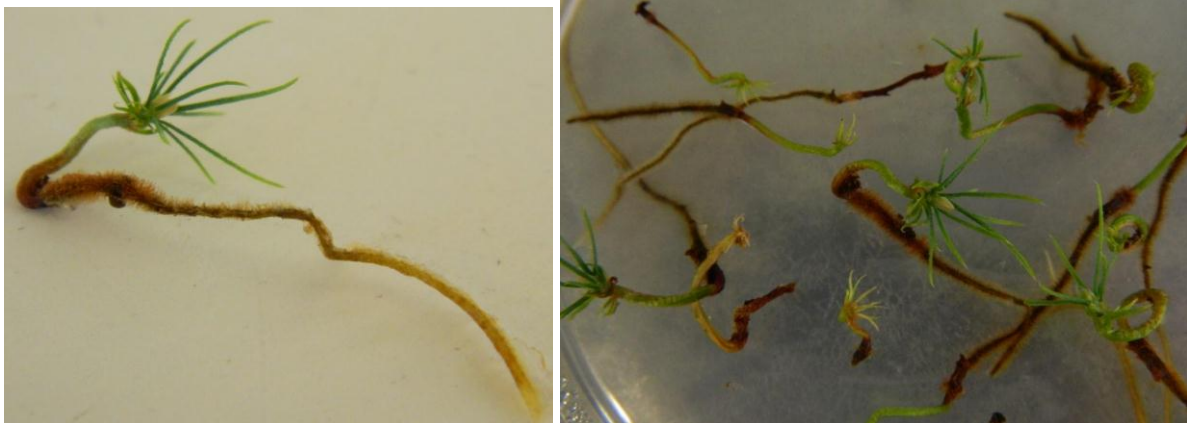
Diedzējot no glītiem anatomiski pareiziem dīgļiem sāka veidoties augi ar dažādām anomālijām.

Bez minētajiem genotipiem, 2013. gada pavasarī/ vasarā ievākti vēl sekojošu Latvijas egļu šūnu līniju embriji/dīgļi:

Svente F:14:1=230, F:23:1=130, Svente F:9:1=120, Svente F:9:3=80, Svente F:9:6=270,
Svente F:11:1=1300, Svente F:10:1=720, Svente I:22:1=100, Bot.d.=50, SE 52:03=900.

No diedzētajiem un iestādītajiem aptuveni 2000 dīgļiem nav izdzīvojušu, izņemot 20 Svente I:22:1 līnijas augus (4.8. attēls), pēc tam, kad pēc sakņu parādīšanās dažas plates ar dīgļiem uz 2 mēnešiem ievietotas ledusskapī +4°C temperatūrā. Šie augi pašreiz pārzīmo.

Aptuveni 1000 dīgļu pēc sakņu parādīšanās uz divām dažādām diedzēšanas barotnēm, pašreiz ir ievietoti +4°C, kur atradīsies vismaz 3 mēnešus, ar domu, ka augi iziet otrreizēju miera periodu un tas varētu sekmēt sakņošanu.



4.8. attēls. Klona Svente I:22:1 apsakņotie augi

Secinājumi:

1. Jāprecizē un jāuzlabo dažādos SE etapos pielietojamo barotņu sastāvs, iegūtā pieredze ļauj brīvāk rīkoties ar izmantojamajām fizioloģiski aktīvajām vielām.

2. Jāturpina darbs pie tā saucamā desikācijas posma, kad iegūtos dīgļus, pirms uzsēšanas uz barotnes sakņu diedzēšanai, iekaltē, imitējot sēklā dabīgi notiekošus procesus (von Aderkas P. et al, 2010). Ir pretrunīgi literatūras dati par šī posma nepieciešamību, bet pieredze liecina, ka parastajai eglei tas ir būtiski. Tā kā pierādījies tas, ka arī Latvijas egļu šūnu līnijas jeb genotipi dažādi reaģē uz SE manipulācijām, nav pamata domāt, ka visu līniju dīgļi vienādi iekaltējami. Ja tā, tad cik lielā mērā, ar kādām līnijām to drīkst darīt vai nedarīt? Šī ir problēma, kas tiek risināta kontaktējoties ar Dr. T. Aronen.

3. Turpināms darbs pie SE iniciācijas no veģetatīviem pumpuriem. Šo darbu veikt var tikai pēdējā aprīļa nedēļā, maija sākumā, atkarībā no veģetācijas sākuma dabā.

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 gadu. Mikroklonālā pavairošana ievērojami atvieglo un paātrina stādāmā materiāla sagatavošanu klonu izmēģinājumiem vai citāda veida stādījumu ierīkošanai, jo strādājot ar parastajām veģetatīvās pavairošanas metodēm spraudņu apsākšanu ir neapmierinoša.

Augu fizioloģijas laboratorijas *in vitro* kolekcijā 2013. gada decembrī ir 8 koksnes ķirši:

1. četru klonu Dānijas izcelsmes ķirši 1D, 2D, 3D, 4D,
2. divu klonu Zviedrijas izcelsmes ķirši 9(1:5)Z, 10(2:4)Z,
3. divi Ēdoles izcelsmes un vienas Saukas izcelsmes ķirsis.

Viens Alsungas un viens Ēdoles izcelsmes ķirsis no kolekcijas pagājušajā gadā ir izņemti, jo pavairot tos nebija iespējams. No fizioloģiski vecajiem kokiem ņemtie eksplanti labākajā gadījumā saglabājās *in vitro* kultūrā attiecībā 1:1. Labs pavairošanas koeficients ir Zviedrijas ķiršu klonam 10(2:4)Z. Pavairojot šo klonu uz audu kultūrās visplašāk pielietotās Murashige – Skoog (1962) barotnes ar pievienotu citokinīnu BAP (6benzylamniopurine) 1 mg/l, pavairošanas koeficients ir 1 : 3, šobrīd notiek šī klona vairošana izmēģinājumu stādījumiem.

Pārējo klonu un ģimeņu pavairošanās koeficienti ir zemi, īpaši Ēdoles izcelsmes ķiršiem. Tas ir ģenētiski nosacīti, jo zināms, ka koki, no kuriem iegūts vietējās izcelsmes izejmateriāls mikropavairošanai, ir veci. Viens no *in vitro* kultūru iniciācijas pamatlukumiem ir: jo vecāks mātesaugšs, jo lēnāka un ilgstošāka kultūras iniciācija un nostabilizēšana kultūrā, auga vecumam ir negatīva ietekme uz pavairošanas koeficientu.

4.3. Bērza mikropavairošanas iespēju izpēte

No 2011. līdz 2013. gada nogalei laboratorijas rīcībā ir bijuši 230 bērzu kloni, kas nepieciešami jauna selekcijas posma sākšanai. Neraugoties uz plaša literatūras klāstu un kontaktiem ar Somijas Mežzinātnes institūta Metla pētniekiem, darbu pie bērza mikropavairošanas nevar uzskatīt par veiksmīgu, jo no dažādos gadalaikos un uz ļoti dažādām barotnēm novietoti, iniciāciju uzsāka tikai 5% eksplantu. Tomēr šajos izmēģinājumos ir noskaidrots piemērotākais bērzu ievadīšanas laiks. Atšķirībā no hibrīdapses un hibrīdalkšņa, kuru kultūras visvieglāk iniciēt maija beigās jūnijā, bērzu kultūras jāuzsāk februārī/martā, kad augi dabā izgājuši miera periodu. To hormonālā sistēma šajā laikā sagatavojusies plaukšanai un spēj pretoties pumpuru segzvīņās koncentrētajiem inhibitoriem, kas citkārt pasargā augu no priekšlaicīgas plaukšanas. Ja šo zvīņu veidošanās notiek iniciāciju sākumā kultūrā, tas visbiežāk nozīmē sekojošu audu atmiršanu. Kāpēc tas tā, mums nav izskaidrojuma. Visdrīzāk tā ir kādu hormonālo komponentu nesabalansētība, kas izsauc auga aizsargreakciju ar barotņu fenolizāciju, melnēšanu, nediferencētu šūnu veidošanu eksplantu pamatnēs. Pie kam, neskatoties uz dažādu literatūrā pieejamu barotņu izmantošanu, to modificēšanu, īpašus uzlabojumus 2013. gadā neesam spējuši panākt.

Noskaidrota iniciācijas un kultūras stabilizēšanas barotne: tā ir LVMI Silava Augu fizioloģijas laboratorijā modificēta GERM barotne, par kuras autoriem var uzskatīt Vācijas un Somijas zinātnieku grupu un kura publicēta 2004. gadā Īrijā, National Council for Forest Research Development zinātniskās preses materiālos²⁶. Gan iniciācijas, gan stabilizācijas, gan proliferācijas fāzēs pamatbarotnei tiek pievienotas atšķirīgas hormonu koncentrācijas un attiecības, kas vēl ir optimizējamas.

Proliferācijas stadijā šobrīd laboratorijas kolekcijā ir sekojoši kārpainā bērza kloni: 20, 26, 148, Ka60, 4a, 3F1. Šie augi tiek vairoti klonu izmēģinājumiem, savairoto augu skaits būs precizējams 2014. gada maijā. No šiem kloniem pēc pašreizējiem novērojumiem pavairošanai visvieglāk pakļaujas kloni 148 un Ka60. Pēdējais ir pats pirmais laboratorijā *in vitro* kultūrā ievadītais klons.

Bez nosauktajiem kolekcijā ir vēl desmit klonu, kuri nīkuļo, tiem nav jaunu dzinumu, neskatoties uz regulāru pārstādīšanu svaigā barotnē. Šie kloni vispār nav sākuši proliferāciju

²⁶ The Improvement of Irish Birch. Niamh O'Dowd, National Council of Forest research Development, Belfield, Dublin 4, Ireland, COFORD (niamh.odowd@sfi.ie).

pēc ievadīšanas kultūrā un visticamāk to arī neuzsāks. Darbs pie bērzu klonu ievadīšanas in vitro tiek un tiks turpināts.

4.4. Parastās egles veģetatīvā pavairošana ar spraudeņiem

Kandidātu ar augstāku aditīvo ģenētisko vērtību atlase katram nākošajam selekcijas ciklam notiek izvērtējot pēcnācēju pārbaužu rezultātus. Būtiski ir saīsināt laiku, kas nepieciešams, lai kandidāti sasniegtu noteiktu vecumu, kurā iespējama salīdzinošā izvērtēšana. Tādas iespējas dod dažādas veģetatīvās pavairošanas metodes. **Augu veģetatīvā pavairošana** ir augu pavairošana izmantojot tā orgānus vai orgānu pārveidnes, kuras satur meristemātiskos audus. Tādejādi vairojot augus jaunais augs ir ģenētiski identisks mātes augam. Šobrīd pavairošana ar spraudeņiem un somatiskā embriogēze tiek uzskatītas par piemērotākajām veģetatīvās pavairošanas metodēm selekcijai un arī rūpnieciskai ražošanai vairākām skujkoku sugām, tai skaitā parastai eglei. Veģetatīvās pavairošanas metodes pielieto: kandidātu pārbaudēm selekcijas programmās, atlasīto ģimeņu masveida pavairošanai un uzlabotu augstvērtīgu klonu pavairošanai.

Egles pavairošana ar spraudeņiem ir pazīstama un pielietota daudzās valstīs, metodes pirmie apraksti meklējami 19.gs. sākumā (Pffiffering 1830, cited in Kleinschmit, 1973). Salīdzinot ar citām veģetatīvās pavairošanas metodēm, tā novērtēta kā izmaksu efektīva, iegūtie stādi labi veidotī. Tomēr - atzīmēti arī savi trūkumi: jāveic apsākšana; zems pavairošanas koeficients; lielas platības nepieciešamas mātesaugu (donoraugu) audzēšanai; novecošanās sarežģī klonu pārbaudes (Högberg, 2003). Metodika parastās egles veģetatīvai pavairošanai ar spraudeņiem Latvijā V. Ronas vadībā izstrādāta un pielietota jau 70 gadu vidū (kā daudzās Eiropas valstīs tajā laikā), sasniedzot pietiekoši augstus (80-100% dažādiem kloniem) apsākšanas rezultātus. Lielākie spraudeņu apsākšanas apjomi sasniegti 80 gadu vidū MPS „Kalsnava” - 115 tūkstoši apsāknotu egles spraudeņu gadā. Šajā periodā ierīkoti arī vairāki klonālie pēcnācēju pārbaužu stādījumi, kuros veikta agrīnā novērtēšana un atkārtota uzmērīšana, un kvalitāti raksturojošo pazīmju novērtēšana 2012. gadā. Izvērtējot rezultātus, izveidots veģetatīvi pavairojamo klonu saraksts.

Citu valstu pieredze spraudeņu apsākšanā un mātes augu rejuvenilizēšanā

Zviedrijā parastās egles klonālā mežsaimniecība uzsākta 1970. gadu vidū. Tās praktiskā izmantošana Dienvidzviedrijā devusi 15 – 20% ieguvumu, salīdzinājumā ar to pašu provenienču sējeņu izmantošanu. Egles spraudeņu apsākšana ir izmēģināta dažādos projektos, bet pielietotā metode apsākšanās spēju uzturēšanai nav bijusi sekmīga (Högberg et al, 1995).

Sonesson (2003) novērtējot situāciju Zviedrijas klonu mežsaimniecībā, kā galvenos neveiksmju cēloņus atzīmē – zemo apsākšanās procentu un augsto stādu plaģiotropijas pakāpi. Minētie faktori samazina saražoto stādu daudzumu pret sākotnēji apsākšanai sagatavoto spraudeņu skaitu, kas savukārt palielina ražošanas izmaksas. Mātesaugu apgriešana novecošanās aizkavēšanai vēl papildus palielina izmaksas. Högberg (2003) vērtē, ka pārbaudīto klonu spraudeņstādu ražošana ir par 100% dārgāka kā sējeņu ražošana un masveida spraudeņstādu ražošana no spraudeņiem, kas iegūti no juvenīliem mātesaugiem – par 60% dārgāka nekā sējeņu ražošana. Tāpēc šobrīd masveida komerciālu spraudeņstādu ražošanu Zviedrijā pielieto nelielos apjomos (Högberg, 2003).

Klonālās kopijas var pakļaut dažādiem stresa režīmiem un destruktīviem mērījumiem (kuru veikšanai augi tiek iznīcināti), kas palīdz iegūt daudzpusīgu vairāku pazīmju informāciju par kandidātiem nākošajam selekcijas ciklam. Pavairošana ar spraudeņiem ir dominējošā metode klonu materiāla pārbaudēm skuju kokiem.

Somijā klonu pārbaudes ar apsāknotiem spraudeņiem ieņem nozīmīgu vietu egles selekcijas 2. ciklā. F1 paaudzes kandidātus klonu pārbaudēm atlasa kokaudzētavā no pārbaudītu vecāku koku kontrolēto krustojumu sibu ģimeņu pēcnācējiem, dažkārt 5-7 gadus vecos brīvapputes ģimeņu pēcnācēju pārbaužu stādījumos (Haapanen, 2008). Haapanen (2008) atzīmē, ka klonu pārbaudes potenciāli var būt arī tendenciozas selekcijas piemērs tieši materiāla pavairošanas veida dēļ un neaditīvā ģenētiskā efekta eksponēšanas ar klonu kopijām dēļ.

Egles pavairošana ar spraudeņiem Somijas mežzinātnes institūtā Metla selekcijas

programmas atbalsta fonda ietvaros uzsākta pagājušā gadsimta 70 tajos gados (150-300 tūkst.gb/gadā), bet klonu pārbaudēm spraudņus sāka izmantot no 1982. gada (1900 kloni). Masveida egles spraudņstādu ražošanas mēģinājumi bijuši vairākkārt, taču klonu fizioloģiskās novecošanās dēļ, rezultāti nav bijuši daudzsološi. Egles spraudņu apsākšanas tehnoloģiju pilnveidošana turpināta ar nelieliem spraudņu apjomiem sākot ar 1980-tajiem gadiem. Ir izveidoti un reģistrēti daži klonu maisījumi, bet tie nav ražoti masveidā. 1990. gados radās interese par pārbaudītu kontrolēto krustojumu pussibu ģimeņu liela apjoma pavairošanu. Komerciāla egles spraudņstādu ražošana nav uzsākta, tomēr to vērtē kā iespējamu alternatīvu sējeņiem, ja sēklu ražošanu sēklu plantācijās jūtami ierobežo kaitēkļu un slimību izraisītās problēmas (Mikola, 2008).

Egles augstvērtīga materiāla pavairošana ar spraudņiem izmantota arī **Norvēģijā**. Spraudņi apsākoti un tālāk audzēti vienu sezonu bez pārstādīšanas, tad realizēti tirgū. Spraudņstādi vizuāli atšķirās no sējeņiem, novērots arī īslaicīgs plaģiotropisms. No viena sējeņa iegūto spraudņu skaits svārstās pa ģimenēm robežās no 21 līdz 38 spraudņiem, lielas svārstības spraudņu skaita ziņā konstatētas ģimeņu robežās. Dažādos substrātos, pielietojot miglveida rasiņāšanu, sasniegta 92% apsākšanās, bez būtiskām atšķirībām starp pielietotajiem substrātu veidiem (Johnsen, 1985).

Parastās egles veģetatīvā pavairošana, kā izmaksu efektīva un praktiska alternatīva sēklu plantāciju sēklu ražošanai, ir sevi pierādījusi **Vācijā** un citās valstīs (Kleinschmit et al, 1973; Kleinschmit, 1974; Kleinschmit and Schmidt, 1977).

Vēlamā rezultāta sasniegšana egles spraudņu apsākšanā ir atkarīga no virknes savstarpēji saistītu priekšnoteikumu ievērošanas un mijiedarbības. Apsākšanas procesā savas korekcijas var ienest, piemēram, **mātesaugu vecums un nobriešana (novecošanās)**.

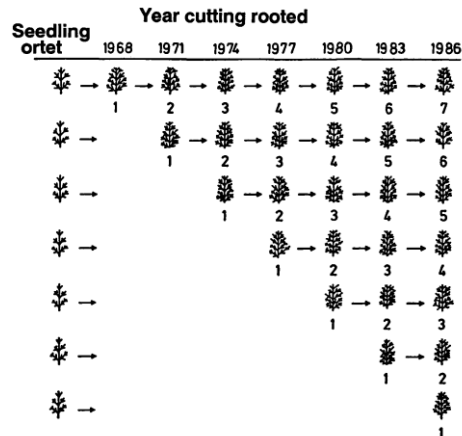
Zināms, ka koku nobriešana līdz ar vecumu, skujkoku ģintīm būtiski (dramatiski) ietekmē veģetatīvās pavairošanas sekmes. Visbiežāk selekcionāri dod priekšroku pluskoku atlasei cirtmeta vecumā, kas ir daudz par vēlu, lai sekmīgi varētu veikt spraudņu apsākšanu. Mātesaugu novecošanās dēļ samazinās ne tikai apsākto spraudņu skaits, bet kopumā palēninās arī apsākšanās process – sakņu sistēmas veidošanās spraudņiem noris ilgāk. Parastās egles spraudņu apsākšanās spējas strauji sarūk pēc 10 gadu vecuma (Roulund, 1975). Ja arī vecāka spraudņu materiāla apsākšana izrādās sekmīga, tad bieži stādiem ir tendence uz plaģiotropisku augšanu (Libby, 1983). Wuhlisch (1984) konstatējis - jo vecāks ortets, jo ilgāks laiks pēc apsākšanās pāiet, līdz ramets sāk augt vertikāli. Jo jaunāks ortets - vieglāka tā juvenilizēšana, jo tad nav jāatgriež atpakaļ tik apjomīgs ontoģenētiskās attīstības posms.

Augu novecošanai saskaņā ar Fortanier un Jonkers (1976) ir trīs aspekti: hronoloģiskais, ontoģenētiskais un fizioloģiskais. Ontoģenētiskā novecošanās (nobriešana) ir ģenētiski ieprogrammēts koka attīstības fāžu maiņas process. Nobriešanai ir morfoloģiskas, fizioloģiskas, bioķīmiskas un ģenētiskas konsekvences. Vairumam skuju koku sugu šai procesā iesaistītā ģenētiskā komponente (ģēnu aktivitātes izmaiņas) ir neatgriezeniska (Dekker-Robertson and Kleinschmit, 1990). Attīstības fāžu maiņa kokaugiem nesaistās tikai ar izmaiņām augšanas gaitā - uzvedībā, bet arī ar pieaugošām grūtībām atlasīto indivīdu veģetatīvā pavairošanā. Greenwood (1987) kokaugu nobriešanas pētīšanā, uzsver metodes, kas šo procesu darītu atgriezenisku, iekļaujot augšanas regulatoru un audu kultūru izmantošanu. Tā kā nobriešanai raksturīgas augšanas gaitas, lapu morfoloģijas, reproduktīvās kompetences izmaiņas un rinda citu pazīmju, tad rejuvenilizēšanas metožu efektivitāte ir jāizvērtē attiecībā uz visām mainīgajām pazīmēm. Fortanier, Jonkers (1976) secina, ka novecošanai un vecumam ir ontoģenētiski un fizioloģiski cēloņi. Ontoģenētiskā novecošana ir ģenētiski ieprogrammēta un lokalizēta meristēmās, tā nav saistīta ar spēku izsīkumu un nav viegli reversējama (atgriežama). Fizioloģisko novecošanos korelatīvi ietekmē pieaugošais spēku izsīkums un dezorganizācija un tā nav lokalizēta meristēmās. Ja fizioloģiskā novecošanās netiek sekmēta - ir iespējams atgriezenisks process. Vecums visbiežāk attiecās uz fizioloģisko novecošanos, bet iespējams uz tā ontoģenētisko dabu.

Novecošanās procesu kavēšanai, ne apturēšanai, izstrādātās metodes ietver mežsaimniecisko un ķīmisko mātesaugu apstrādi, atkārtotu pārpotēšanu, audu kultūras, apgiešanu un sērijveida pavairošanu (St. Clair et al., 1985).

Mikropavairošanas ceļā, ar tai sekojošu somatisko embriju kriosaldēšanu, genotipus var uzglabāt juvenilā stāvoklī nākotnes selekcijas vajadzībām, līdz ir pieejami klonu pārbaudē

rezultāti (Jørgensen, 1990). Tehnoloģijas dārdzība gan liedz to izmantot plašā mērogā. Klonu augšanas gaitas izpēte un novērtēšana bieži prasa vismaz 10 gadus, kuru laikā mātesaugu nobriešana (novecošanās) arvien pieaug. **Lejassaksijas meža pētīšanas institūtā** kopš 1968. gada parastai eglei pielietota **sērijveida apsakņošanas** metode (Kleinschmit et al., 1973) - jauni rami no katra klona tika apsakņoti ik pēc 3 gadiem, tādējādi vecākie kloni līdz 1990. gadam izgāja 7 pavairošanas ciklus. Tas liecina par metodes ievērojamām izmaksām (Dekker-Robertson and Kleinschmit, 1990) (4.9. att.).



4.9.attēls. Parastās egles spraudņu sērijveida apsakņošanas shēma (Dekker-Robertson and Kleinschmit, 1990).

Eksperimentā kā orteti izmantoti 4 gadīgi sējeņi; 1. pavairošanas fāze - spraudņi griezti no sējeņiem, 2. fāze – spraudņi griezti no apsakņotajiem spraudņiem, kas iepriekš griezti no sējeņiem, utt. Pēdējā 7. fāzē apsakņotie spraudņi izrakti, lai novērtētu nobriešanas pakāpi un stādu kvalitāti, ko raksturo novērtējot: apsakņošanās procentu, augstumu, sakņu kakla diametru, pirmās un otrās pakāpes zaru skaitu, augšanas veidu, tropismu, formu, sakņu raksturojumu, svaigu sakņu, stumbra un zaru svaru un kaltētu sakņu, stumbra, zaru un skuju svaru. Pakāpeniska augstuma un sakņu kakla diametra samazināšanās, tāpat kā citas vērtētās pazīmes rāda, ka katrā vēlākajā pavairošanas ciklā parādās arvien augstāka nobriešanas pakāpe un tiek zaudēta ātrā sākotnējā augšanas spēja, kāda raksturīga sējeņiem kokaudzētavā un palielinās plaģiotropisma tendence. Konstatētas statistiski būtiskas atšķirības gan starp dažādām apsakņošanas fāzēm, gan starp kloniem vienā fāzē. Saskaņā ar Schaffalitzky de Muckadell (1959) un Robinson un Wareing (1969) atziņām, ka nobriešanu kontrolē dzinuma galotnē notiekošie fizioloģiskie procesi, tad iespējams, ka sērijveida apsakņošana palēnina, bet neaptur novecošanos tāpēc, ka katrā pavairošanas ciklā dzinuma galotne tiek pilnībā transformēta par jaunu augu (Dekker-Robertson and Kleinschmit, 1990).

Līdzīga sērijveida apsakņošanas metode novecošanās aizkavēšanai ir izmantota arī Vācijā. Spraudņstādu augšanas formas izmaiņām būtiski ilgāks laiks ir nepieciešams primārajiem spraudņiem, salīdzinot ar sekundārajiem. Šāda ietekme nav konstatēta trešā cikla spraudņiem salīdzinot ar otrā cikla (sekundārajiem) spraudņiem tajā pašā vecumā. Apsakņošanās potenciāls ir labāks sekundārajiem un trešās kārtas spraudņiem salīdzinājumā ar primārajiem, jo ortetiem ir labāki priekšnosacījumi (Kleinschmit and Schmidt, 1977). Augiem, kas iegūti vairākkārt apsakņojot spraudņus no spraudņiem, konstatēta labāka augšana garumā, augšanas ortotropisms, radiāls skuju un zaru izvietojums. Izmaiņas augšanā kloniem, kas apsakņoti no 12 gadus veciem mātesaugiem, izraisa topofīze (zaram raksturīga augšana) un apikālās meristēmas nobriešana (angliski – cyclophysis – the process of maturation of the apical meristems), un to atgriešanās sējeņa fāzē ir maz ticama (Wuhlisch, 1984).

Pētījumi rāda, ka pieaugot vecāku koka vecumam, līdz ar augšanas pazīmju pasliktināšanos, samazinās arī spraudņu vitalitāte un spēja piemēroties vides faktoriem (sals, stress). Izdzīvojušie stādi ir fizioloģiski nestabili un to kvalitāte ir sliktāka kā mātesaugiem. Jāņem vērā, ka apsakņošanās kapacitāte atšķiras arī pa kloniem. Nodrošinot identiskus apstākļus, apsakņošanās procents var būt 30-40%, vai pat 100%.

Viena no rejuvenilizēšanā izmantotām metodēm ir **potēšana**. Pētītas vairākas skujkoku sugas: *Pinus radiata* D. Don, *Pinus taeda* L., *Larix laricina* (Du Roi) C. Koch; *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco un konstatēts, ka, pieaugot orteta vecumam, augšana garumā, diametra pieaugums un zaru skaits uz stumbra garuma vienības samazinās, pie kam,

visizteiktākais samazinājums vērojams laikā starp 1. un 4. gadu (Greenwood 1984, Greenwood et al. 1989). Nobrieduša potzara savienošana ar juvenīlu potcelmu nedod auga rejuvenilizēšanos, jo dažas nobriešanas pazīmes saglabājas vēl vairākus gadus pēc potēšanas. Potējumu izpētē konstatēts, ka nobriešana izpaužas apikālās meristēmas augšanas ieradumu (growth habit) izmaiņās, kas neizzūd pat tad, ja nobriedusī meristēma (potzars) tiek pakļauta jaunam augam (potcelms) raksturīgam fizioloģiskajam stāvoklim. Meristēmas savā ziņā „uzvedas” līdzīgi individuāliem organismiem. Potzara nobriedusī meristēma ir zināmā mērā autonoma un pretojas izmainītās apkārtējās vides ietekmei. Tādejādi augu (potējumu) var uzskatīt par pusautonomu meristēmu kopumu, kas vienlaikus konkurē viena ar otru, tajā pat laikā arī kalpo augam, mainot tā uzvedību (Greenwood, 1995).

Augu juvenilitātes uzturēšana un atjaunošana nav vienīgie faktori, kas ietekmē spraudēņu sakņošanās spējas un kvalitāti. Lielā mērā apsakņošanas sekmes ietekmē mātesaugu vitalitāte. Kombinējot apgriešanu, mēslošanu un apgaismojuma nodrošināšanu var sekmēt atbilstošus morfoloģiskos un fizioloģiskos nosacījumus mātesauga dzinumos (Leakey, 2004).

Mātesaugu apgriešana

Mātesaugu spēcīga apgriešana un „garās dienas” režīms pielietoti dzinumu stiprināšanai, lai uzlabotu sakņošanas, sakņu kvalitāti – lielāks piesakņu skaits vienam spraudēņstādam un pēc apsakņošanās normāls (ortotropisks) augšanas veids. Mātesaugiem spēcīgi apgriezot galotnes un sānu dzinumus, uzturot tos 30-40 cm garus līdz 7 - 8 gadu vecumam. Spraudēņi no šādi apgrieztiem mātesaugiem sakņojas daudz labāk, tiem ir lielāks sakņu skaits, samazinās plaģiotropisms salīdzinot ar kontroli. Spēcīgā apgriešana samazina atšķirības starp ģimenēm un apsakņošanas gadiem, nodrošina mātesauga izmantošanu spraudēņu ieguvei 8 - 10 gadu garumā (Johnsen, 2003). Tomēr, par spīti intensīvai apgriešanai, plaģiotropija dažos gadījumos tomēr tika novērota un, kā uzskata Johnsen un Skrøppa (1992), acīmredzot tam ir ģenētisks pamats. Pateicoties šai atziņai radās hipotēze, ka dienas garums, kādā aug mātesaugi ietekmē spraudēņa sakņošanas un turpmāko augšanas veidu. Ja pirms spraudēņu griešanas un tās laikā mātesaugiem nodrošina 22 stundu garu dienu, spraudēņi sakņojas labāk, auga garāki un normālas formas, nekā no mātesaugiem, kam tika nodrošināta īsāka diena (19, 16 un 15 stundas). Spraudēņi no dienviņu proveniencēm sakņojas labāk un auga garāki nekā no ziemeļu proveniencēm visos eksperimentā izmantotajos fotoperioda apstākļos. To iespējams ietekmē divi faktori: garākā diena nodrošina garāku, tievāku un spēcīgāku dzinumu ar lielāku audu platību adventīvo sakņu (piesakņu) veidošanai. Īsā diena veicina augšanas apstāšanos un izraisa miera perioda iestāšanās procesus, kas kavē šūnu aktīvo dalīšanos, meristēmas veidošanos un diferencēšanos funkcionālajās piesaknēs. Tā kā skuju aizmētņi daļēji veidojas pirms, daļēji arī sakņošanās laikā, funkcionālās saknes samazina stresu un uzlabo barības vielu uzņemšanu, ātrāka un labāka sakņošanās uzlabo spraudēņstādu augšanu pirmajā augšanas sezonā pēc apsakņošanas. Tas ļauj secināt, ka mātesaugi ir jāaudzē garās dienas apstākļos un spraudēņu griešana ir jāveic pirms miera perioda sākuma. Šādi apstākļi ļauj sasniegt egles spraudēņu vēlamu sakņošanas un augšanas gaitu (Johnsen and Tronstad 1998).

Izmantojot juvenīlu materiālu spraudēņu ieguvei, pāreja no zaram raksturīga augšanas veida uz ortotropisku augšanu parasti neprasa vairāk kā divus gadus. Pieaugot vecumam apsakņošanās potenciāls samazinās, laiks, kas nepieciešams fizioloģiskai pārejai no zaram raksturīgas uz ortotropisko augšanu pieaug un augšana garumā šajā pārejas fāzē samazinās (Kleinschmit and Schmidt, 1977).

Eksperimentā 10 parastās egles sērijveidā ar spraudēņiem pavairotu klonu mātesaugi, kuru hronoloģiskais vecums 14 gadi, tika dažādi apstrādāti: 1) kontrole – mātesaugi nav apgriezti; 2) mātesaugi ar nogrieztu galotnes dzinumu; 3) mātesaugi nav apgriezti, bet divu augšējo mieturu visi zari „piespiesti” augt vertikāli; 4) mātesaugam nogriezta galotnes dzinums un divu augšējo mieturu visi zari „piespiesti” augt vertikāli. No mātesaugiem ievākti spraudēņi 4 dažādās vainaga vietās (spraudēņa tips), apsakņoti un novērtēti to apsakņošanās %, galveno sakņu skaits, piesakņu skaits, plaģiotropisms, galvenā dzinuma skuju simetrija un augšana. Eksperimenta 3. un 4. variantā spraudēņiem izteiktāka plaģiotropiska augšana, bet augstāks apsakņošanās %, vairāk piesakņu un tie labāk auga salīdzinot ar 1. un 2. variantu. Konstatēts, ka genotipam ir būtiska ietekme uz sakņošanas. Galveno sakņu skaitu būtiski ietekmēja genotips un spraudēņa tips, bet neietekmēja mātesauga apstrādes veids. Skuju simetriju galotnes dzinumam samērā vāji ietekmēja genotips un spraudēņa tips neskatoties uz

mātesauga apstrādi. Klona ietekme uz galvenā dzinuma augšanu ir būtiska (Bengt G. Bentzer, 1988).

Vainaga daļa, kurā griezti spraudeņi

Izmēģinājumu stādījumā Dienvidzvidrijā 10 gadus veciem parastās egles spraudeņstādiem, kas iegūti no 4 gadīgiem sējeņiem, vērtējot čiekuru aizmešanos novērotas lielas atšķirības, ko izskaidro ar atšķirīgām pārejas pakāpēm starp kloniem no juvenīlās fāzes uz ziedēšanas fāzi. Apsakņošanās un augšanas gaita pirmajā gadā (galvenā dzinuma garums, tā veidošanās un plaģiotropisms) pētīta spraudeņiem, kas griezti vainaga augšējā un apakšējā daļā 15 kloniem ar bagātīgu čiekuru aizmešanos un 15 kloniem bez čiekuru aizmetņiem. Vainaga apakšējās daļas dzinumu apsakņošanās procents ir būtiski lielāks, bet čiekuru esamība neietekmē nevienu no analizētajiem variantiem. Rezultāti liecina, ka ziedēšanas spēja un apsakņošanās kapacitāte ir savstarpēji neatkarīgi, ar auga vecumu saistīti procesi, kas norāda, ka klonu atlase pēc augstas apsakņošanās kapacitātes nesamazina ziedēšanas kompetenci. Tam ir liela ietekme uz parastās egles selekciju, jo gan agra ziedēšana, gan augsta apsakņoties spēja ir būtiskas selekcijas cikla ilguma samazināšanā (Hannerz, Almqvist, and Ekberg, 2001).

Pētījumā ar *Picea mariana* (Mill.) B.S.P. spraudeņi iegūti dažādās vainaga daļās gan no jau ziedošiem, gan vēl dzimumvairošanai nenobriedušiem 9 gadus veciem sējeņiem. Relatīvi lielais mātesaugu vecums nebija šķērslis apmierinošiem apsakņošanās rezultātiem. Būtiski lielāks ($p < 0.01$) apsakņošanās % bija spraudeņiem, kas griezti apakšējā vainaga trešdaļā nekā spraudeņiem no vainaga vidusdaļas un augšējās trešdaļas - attiecīgi 53%, 36% un 29%. Apsakņošanās procesā spraudeņi no vainaga augšdaļas uzrādīja stabilas nobriešanas pazīmes, no lejasdaļas - gandrīz juvenīlas. Spraudeņi no ziedošiem kokiem apsakņojās labāk ($p < 0.10$), nekā no dzimumnenobriedušiem (48% un 30%), tomēr konstatētas lielas un būtiskas atšķirības starp indivīdiem abās grupās. Nav konstatēta būtiska ietekme starp dzimumbriedumu, vainaga daļu, kurā griezti spraudeņi, un apsakņošanās % (Tousignant et al., 1995).

Atkarībā no vainaga daļas, kurā griezti spraudeņi, atšķirības sakņošanās kapacitātē literatūrā bieži uzsvērtas. Leaky (1983, 2004) konstatējis, ka no vainaga augšdaļas griezto spraudeņu sakņošanās spēju uzlabošanu var veicināt nogriežot vainaga apakšējās daļas zarus, to pamatojot ar dažādās vainaga daļās atrodošos zaru savstarpēju konkurenci, kas rada atšķirības sakņošanās spējā. Tomēr, ja gan augšējās, gan apakšējās vainaga daļas zari atrodas vienlīdzīgos gaismas apstākļos, tad to sakņošanās spējas ir ļoti līdzīgas. Jauniem augiem atšķirības starp dažādās vainaga daļās grieztiem spraudeņiem ir niecīgas, bet vecākiem augiem tās ir vairāk saskatāmas (Kleinschmit, 1974). Spethmann (1997) secinājis, ka ievāktā spraudeņa atrašanās vietai koka vainagā nozīme pieaug, pieaugot koka vecumam. Viņš arī iesaka spraudeņus griezt tuvāk koka stumbram, jo to reakcija ir juvenīlāka (Jurásek, Martincová, 2004). Hauck un Volná (1989, 1990) detalizēti pētījuši novietojuma vainagā ietekmi uz apsakņošanās kvalitāti spraudeņiem no 8 gadus veciem egles stādiem un konstatējuši, ka vainaga daļa starp 3. un 6. mieturi ir vislabākā spraudeņu griešanai, tātad tā vainaga daļa, kurā attīstījušies jau 3. kārtas zari. Vainaga augšdaļā grieztiem spraudeņiem veidojās mazāk sakņu, tās arī vājāk zarojas. Ja salīdzina klonus ar labu un vāju apsakņošanos, tad novietojuma vainagā ietekme uz sakņošanās spēju būtiskāka ir kloniem ar vāju apsakņošanos (Jurásek, Martincová, 2004). Šis secinājums saskan ar Geneve (1995) konstatēto, ka spraudeņa novietojuma vainagā ietekme ir būtiskāka sugām ar vāju apsakņošanās spēju, nekā sugām, kas labi apsakņojas. Kopumā parastās egles spraudeņus ieteicams griezt no saules labi izgaismotiem zariem vainaga lejasdaļā. Hartmann (2001) egles spraudeņu griešanai iesaka izmantot zaru galotnes, jo spraudeņi no pamata zariem sakņojas labi, bet vēlāk augiem novēro stumbra deformācijas vai vairākas galotnes. Spraudeņi no mātesauga apakšējās trešdaļas sakņojas 2 reizes labāk kā no augšējās, bet no vidusdaļas – vidēji labi. Apsakņoto spraudeņu plaģiotropisms nav atkarīgs no vainaga daļas, kurā tie griezti, tas var būt vienāds visiem.

Spraudeņu griešanas laiks

Spraudeņa fizioloģiskais stāvoklis tā griešanas laikā, lielā mērā ietekmē apsākņošanās kvalitāti. Līdz ar orteta vecuma un apkārtējās vides apstākļiem, ietekme ir arī spraudeņu ievākšanas laikam un novietojumam vecāku koka vainagā. Zavadil (1979) uzskata, ka apsākņošanās atšķirības, ko bieži uzskata par ģenētiski nosacītām, daļēji var būt vecāku koku fizioloģiskā stāvokļa izraisītas. Savukārt ģenētiski fiksētās īpašības var modificēties, mainoties orteta fizioloģiskajiem apstākļiem (Spethmann, 1997).

Dažādu autoru viedokļi un pieredze par piemērotāko laiku spraudeņu griešanai ir ievērojami atšķirīgi, tomēr to ievākšana pavasarī pirms pumpuru plaukšanas pēdējā laikā tiek atzīta par labāko. Šis laiks ir kompromiss starp bioloģisko un ekonomisko aspektu (Jurásek, Martincová, 2004). Ducháč (1981) konstatējis, ka spraudeņu griešanas laiks no janvāra līdz maijam neietekmē parastās egles apsākņošanās %, tāpat kā to neietekmē vecāku koku plaukšanas laiks (Jurásek, Martincová, 2004).

Vairākos pētījumos konstatēts, ka piemērotākais laiks spraudeņu griešanai ir miera periodā, bet ir atšķirības, vai tie griezti miera perioda sākumā, vidū vai beigās. Somijā veiktā izmēģinājumā spraudeņi griezti novembrī, decembrī no siltumnīcā audzētiem mātesaugiem un tūlīt arī sprauti substrātā apsākņošanai regulējama klimata apstākļos. Spraudeņi, apsākņošanai lecektīs bez substrāta un gaisa sildīšanas, uzglabāti līdz spraušanai aprīlī -3° līdz -5°C temperatūrā (Lepisto, 1973). Senā – 40. gados Kanādā veiktā pētījumā konstatēts, ka no egles spraudeņiem, kas griezti miera periodā un iesprauti apsākņošanai neapsildāmās lecektīs novembra mēnesī, 25% nākamā gada jūnija beigās veidoja kallusu un 80% jūlija vidū bija apsākņojušies. Apsākņošanās % pieauga pakāpeniski, septembra sākumā sasniedzot 95%. Galvenās saknes garums 20 dienu laikā no 18. jūlija līdz 7. augustam pieauga par 400%, sakņu augšana beidzās ap 23. septembri, bet 84% no kopējās sakņu apjoma bija izauguši līdz augusta beigām (Grace, Farrar, 1945). Veicot spraudeņu griešanu ik pēc 4 nedēļām no oktobra līdz janvāra beigām, Farrar (1945) konstatējis, ka vislabāk sakņojas (89%) decembra vidū grieztie spraudeņi bez apstrādes ar augsni - indolilsviestskābi, pie kam spraudeņi griezti 40 gadu vecā stādījumā. Pētījumā arī konstatēts, ka jo vēlāk griezti spraudeņi (laika periodā no oktobra līdz janvāra vidum), jo ātrāk plaukst pumpuri un aug jaunie dzinumi. Farrar (1945) uzskata, ka pumpuru atrašanās miera periodā ir viens no faktoriem, kas ietekmē spraudeņu apsākņošanās rezultātus.

Čehijā veiktā izmēģinājumā savstarpēji salīdzināta augšanas gaita spraudeņiem, kas griezti:

1) miera periodā; 2) miera perioda beigās, kad pumpuri ir piebrieduši, bet nav sākuši plaukt, un 3) pumpuru plaukšanas laikā. Rezultātā - miera periodā grieztie spraudeņi ātri sāka plaukt un gandrīz visi no tiem veidoja jaunus dzinumus. Jaunus dzinumus veidoja arī plaukšanas laikā grieztie spraudeņi. Lēnāka plaukšana un mazāk spraudeņu, kas veido jaunus dzinumus, novēroja spraudeņiem, kas griezti miera perioda beigās, kad pumpuri vēl nebija sākuši plaukt. Kopumā nav konstatēta sakarība starp spraudeņu virszemes daļas attīstību un sakņošanās kvalitāti. Savukārt Fojtik (1982) konstatējis, ka spraudeņi, kas griezti jau sākuši plaukt, nav piemēroti apsākņošanai (Jurásek, Martincová, 2004).

Mātesaugu audzēšana siltumnīcā ievērojami atvieglo spraudeņu griešanas procesu, jo laika apstākļi (gaisa temperatūra, nokrišņi) to var ietekmēt negatīvi. Niiranen (1980) uzsver, ka apsākņošanas sekmes un ātrums, kā arī klonu apjoms palielinās mātesaugus audzējot siltumnīcā, arī spraudeņu vākšana ir vieglāka kā lauka apstākļos.

Spraudeņu garums un veids

Būtisks apsākņošanas ietekmējošs faktors ir ne tikai griešanas laiks, bet arī spraudeņu garums. Daudzviet tiek praktizēts sākotnēji nogriezt garākus zarus, no kuru pēdējā gada dzinumiem sagatavo spraudeņus tieši pirms spraušanas substrātā. Griež slīpā griezumā sānu dzinumu galus ar labi attīstītu gala pumpuru. No trīsgadīga stāda var sagatavot 25, bet no četrgadīga apmēram 25-50 spraudeņus (Rone, 1975).

1940. gados Grace un Farrar aprakstīta eksperimentā pielietotā spraudeņu garuma amplitūda ir no 4 līdz pat 25 cm, grupējot attiecīgi no 4-8 cm, no 8-15 cm un no 15-25cm garos spraudeņos. Tomēr vislabāk sakņojušies 8 – 15 cm garie spraudeņi (Girouard, 1973). Niiranen (1980) kā optimālo garumu iesaka 7-8 cm, bet V. Rones (1975) izstrādātajā egles spraudeņu apsākņošanas tehnoloģijā spraudeņu garums ir rekomendēts 5-7 cm. Nelielā skaitā pētījumu labus rezultātus devuši 10 cm un garāki spraudeņi, bet galvenokārt izmēģinājumos

izmantoti 5-8 cm gari spraudeņi (Girouard, 1973), Somijā sagatavo egles spraudeņus 4-10 cm garumā (Lepisto, 1973). Apsakņošanai var izmantot 2 veidu spraudeņus: 1) ar gludu griezuma vietas virsmu, vai 2) ar „pēdu”- spraudeni iegūst to noplēšot no mātes auga ar vecās koksnes un mizas gabaliņu pie spraudeņa pamatnes. Šo otru metodi pielieto sugām, kas grūti sakņojas (Hartmann, 2010). Konstatēts, ka parastai eglei „pēda” kavē spraudeņu sakņošanas. Bez tam, sveķi, kas aizsargā griezuma vietu no baktērijām un sēnēm, labāk izdalās, ja spraudenis nogriezts nekā noplēsts. Sākotnēji garo spraudeņu izmantošana, lai apsakņojot iegūtu lielāka izmēra stādus, nav attaisnojusies, jo, kaut arī tie sakņojas pat labāk kā īsie, tomēr pēc tam iet bojā (Farrar, 1940). Tā kā spraudeņus vāc miera periodā un līdz spraušanai uzglabā, tad pirms spraušanas ieteic atjaunot griezuma vietu, bet tas nav obligāti (Hartmann et al. 2002). Visas skujuas pie spraudeņa pamatnes atstāj neskartas (nenorautas), jo tām ir labvēlīga ietekme uz apsakņošanas (Girouard, 1973). Uzsverot, ka mitrums ir apsakņošanas formulas kritiskā komponente, Girouard (1973) min pētījumu datus, kas liecina, ka ļoti svarīgi spraudeņiem uzturēt optimālus mitruma apstākļus uzglabāšanas laikā - laikā no to atdalīšanas no mātesaugiem līdz iespraušanai apsakņošanas substrātā.

Apsakņošanās stimulēšana

Ķīmiskā apstrāde. Augšanas stimulatoru pielietošana adventīvo sakņu veidošanās veicināšanai dažādām skujkoku sugām ir labi zināma vairākus desmitus gadu. Atkarībā no sugas izmanto dažādu koncentrāciju indolilētiķskābes (IAA), indolilsviestskābes (IBA) vai naftalīnskābes (NAA) ūdens šķīdumus vai IBA un talka pulvera maisījumu spraudeņu griezuma vietas apstrādei īslaicīgi (ātri) iegremdējot šķīdumā vai pulverī tieši pirms spraudeņa ievietošanas augšanas substrātā, vai uz vairākām stundām (20-24) šķīdumā iemērcot spraudeni pilnībā, vai apsmidzinot ar IAA šķīdumu tūlīt pēc iespraušanas. Apstrādi ar augšanas stimulatoriem var kombinēt ar spraudeņa pamatnes ievainošanu - piemēram, noraujot skujuas ap to, kas arī veicina sakņu attīstību. Ķīmiskā stimulēšana plaši tiek pielietota dažādu *Pinus* sugu, lapegļu, tūju, ciprešu, duglāziju spraudeņu apsakņošanā (Ragonezi et al. 2010). Literatūrā atrodami vairāki gan pozitīvi, gan gluži pretēji rezultāti auksīnu pielietošanai egles spraudeņu apsakņošanā. Girouard (1973) uzskaitījis dažādu autoru pētījumus vairākās valstīs, kas liecina, ka egles apsakņošana ir sekmīga bez auksīnu pielietošanas. Farrar (1940) konstatējis, ka parastās egles spraudeņu materiālam IBA pielietošana tieši pirms iespraušanas substrātā izrādījies neefektīva. Neskaidrības auksīnu un citu ķīmiskās stimulēšanas līdzekļu efektīvā pielietošanā izraisa apsakņošanās fizioloģisko procesu secības nepietiekoša pārzināšana (Girouard, 1973). Arī savulaik MPS „Kalsnava” praktizētajā V. Rones (1975) izstrādātajā parastās egles spraudeņu apsakņošanas tehnoloģijā netika izmantota ķīmiskā spraudeņu apstrāde un sasniegta 80-100% apsakņošanās (vidēji 90%), kopējais apsakņoto spraudeņu daudzums 1986.gadā 110 tūkst.gab. Högberg (2003) analizējot parastās egles veģetatīvās pavairošanas ar spraudeņiem rezultātus secinājis - ja mātesaugi ir veseli un nav sasnieguši vecumu, kurā apsakņošanās spējas sāk zust, tad hormonu pielietošana nav nepieciešama.

Substrāts

Literatūrā atrodams, ka daudzus gadu garumā spraudeņu apsakņošanai kā standartsustrāts izmantota rupja smilts. Jau 1930. gados konstatēts, ka, pievienojot labi sadalījušos grīšļu vai sfagnu kūdru, substrāta kvalitāte ievērojami uzlabojas.

Grace un Farrar (1940a, b) kā ideālo maisījumu atzīst – divas daļas smilts pret vienu daļu kūdras. Farrar (1945) atzīmē, ka kūdras – humusa - smilts maisījumā egles spraudeņu apsakņošanās sasniedz 80%. 1950. gadu sākumā izmēģinājumos ar svaigām sfagnu sūnām, tās mulčējot vai sajaucot ar smilti, iegūti labi rezultāti. Skandināvijas valstīs spraudeņu apsakņošanai populārs ir svaigu sfagnu un smilts maisījums attiecībā 1:1, bet apsakņošanai āra apstākļos – lecektīs, sfagnu kūdra sajaukta ar smilti atzīta par labāku nekā perlīts vai sūnu kūdras un smilts maisījums (Girouard, 1973). Sakņošanas substrātam jābūt pietiekoši porainam, lai nodrošinātu labu aerāciju intensīvas laistīšanas periodā, kāds ir apsakņošanas procesa sākumā (Högberg, 2003). Spraudeņu apsakņošanai siltumnīcā visplašāk izmantotā ir kūdra ar piejaukumiem - granti, smilti, perlītu, skaidām - dažādās proporcijās. Egle labi sakņojas arī citos substrātos, piemēram, minerālvatē un sfagnos, bet rekomendē izmantot tīru smilti vai 1:1 perlīta un sfagnu kūdru maisījumu (Hartmann et al. 2002). Apsakņošanai izmantotā substrāta varianti ir dažādi. Somijā - grants ar graudu raupjumu 4 – 10 mm (Niiranen, 1980), arī tīra sūnu kūdra vai sūnu kūdras un komposta maisījums (Lepisto, 1973),

Čehijā apsakņošanai konteineros izmantots smilts un kūdras maisījums attiecībā 3:2 (Jurásek, Martincová, 2004). Wühlisch (1984) atzīst, ka kūdras pievienošana substrātam ievērojami paātrina apsakņošanu un iesaka kūdras, perlīta un smilts maisījuma proporcijas 50:40:10%, jo šādā substrāta kombinācijā apsakņošanās sasniegusi pat 100%, salīdzinot ar smilts, perlīta maisījumā (50:50%) sasniegto - 38% apsakņošanu parastai eglei. Libby (1973) uzsver, ka apsakņošanas vide – dažādas tekstūras dažādās proporcijās, ir nozīmīga gan apsakņošanas rezultātam, gan sekojošai sakņu sistēmas veidošanai, tāpēc tai veltāma īpaša uzmanība. Substrāta slānim jābūt tādā biezumā, lai zem iespraustā spraudeņa gala būtu ~ 2,5 cm substrāta vai vairāk, tam jābūt vienmērīgi samitrinātam (Hartmann et al. 2002). Pēc V. Rones (1975) tehnoloģijas, spraudeņu apsakņošanai siltumnīcā, substrātam lieto frēzkūdru ar pH 3,8-4,0, slāņa biezums 7-9 cm. Substrātā dobē tiek iestrādāts superfosfāta mēslojums 150g/m² + 600g dolomītmilti, lai uzturētu substrāta pH (4-5 robežās), bet ar kāliju vai kālija – fosfora mēslojumu spraudeņus piebaro pēc sakņu parādīšanās (1,5-2 mēn. pēc iespraušanas), pielietojot tādas pat normas, kā viengadīgu egles sējeņu mēslošanai siltumnīcās.

Būtiski spraudeņu apsakņošanas vides aspekti ir **gaisa un substrāta temperatūra**.

Somijas pieredze rāda, ka spēcīgi un veseli egles dzinumi var apsakņoties arī bez substrāta sildīšanas un pat arī bez gaisa sildīšanas miglas siltumnīcā, taču tad sakņošanās notiek lēnāk un prasa vairāk laika nekā apsildītā siltumnīcā, kur saknes sāk parādīties aptuveni trīs nedēļas pēc iespraušanas. MPS „Kalsnava” bez substrāta sildīšanas (1977.g.) spraudeņu apsakņošanās sasniegta 60%, saglabāšanās pēc pārskološanas – 50%. Attiecīgie rādītāji siltumnīcas režīmā ar substrāta sildīšanu – 80 un 90% (Rone, 1977). Lai nodrošinātu optimālus apstākļus, gaiss un augsne parasti tiek sildīti. Optimālā substrāta temperatūra mērenā klimata sugu spraudeņu apsakņošanai ir +18°C līdz +25°C. Parastai eglei iesaka gaisa temperatūru no +10 līdz +15°C, bet substrāta no +18°C līdz +24°C (Hartmann et al. 2002). Somijā, kur apsakņošanu uzsāk marta beigās, substrāta temperatūru siltumnīcā dienā uztur no +20°C līdz +25°C, naktī +10°C līdz +15°C (Lepisto, 1973), Niiranen (1980) iesaka +20°C substrātam, bet gaisam - par 5°C zemāku. Galvenais princips, kas jāievēro - gaisa temperatūrai jābūt zemākai (~5°C) nekā substrāta, lai stimulētu spraudeni veidot saknes un kavētu pumpuru plaukšanu. Ja gaiss ir siltāks nekā substrāts, tad, pateicoties augstajam gaisa mitrumam (90-100%), sākas pumpuru plaukšana un spraudeņa virszemes daļas augšana, sakņu veidošanās nenotiek. Ja substrāta temperatūra nebūs pietiekoša, tiks kavēta vai pārtraukta sakņu veidošanās un augšana, bet pārāk augsta (<+25°C) - spraudenim rada stresu. Augsta substrāta temperatūra savienojumā ar lielu mitrumu savukārt rada patogēnu problēmas. Tāpēc ir šis optimālās temperatūras intervāls, kurā nodrošina spraudeņa galotnes daļai vēsāku, bet pamatnes daļai siltāku režīmu (Libby, 1973). Jāņem vērā, ka apsakņošanas sākumā substrāta temperatūrai jābūt augstākai, lai veicinātu sakņu veidošanos, bet vēlāk - zemākai, lai veicinātu sakņu attīstību un augšanu.

Spraudeņu sekmīgai apsakņošanai nepieciešams paaugstināts **gaisa mitrums**, kuru nodrošina ar pilieneida vai miglas laistīšanas sistēmu siltumnīcā, vai ar plastplēves tuneļiem, ar kuriem siltumnīcā nosedz substrātā iespraustos spraudeņus. Gaisa relatīvo mitrumu apsakņošanas laikā dažādi autori rekomendē uzturēt robežās no 65-95%. Hartmann (2002) atzīmē, ka ja spraudeņi kaut īsu brīdi cieš no mitruma trūkuma, tie nesakņojas arī tad, ja mitruma līmenis tiek atjaunots. Savukārt Niiranen (1980) konstatējis, ka nenozīmīgas un neilgas gaisa temperatūras un mitruma apstākļu izmaiņas nav bīstamas. Svarīgi, lai laistīšanas sistēma veidotu vienmērīgu pārklājumu (Rone, 1975).

Spraušanas laiks

Nodrošinot nepieciešamos apstākļus, apsakņošanu var uzsākt jau marta sākumā (Niiranen, 1980). Trīs nedēļas pēc iespraušanas veidojas kallus un pirmās saknes. Pēc apsakņošanās spraudeņus nedrīkst ilgi atstāt miglas siltumnīcā, jo tas pasliktina to kvalitāti. Miglošana ir jāpārtrauc, kad sākas sakņu veidošanās, vai pieļaujama vēl sekundāro sakņu veidošanās laikā, bet obligāti pārtraucama intensīvā sakņu augšanas periodā. Migla sevišķi kaitīga ir dzinumam veidošanās laikā (Hartmann, 2002). Miglošanu pārtrauc pakāpeniski pagarinot atstarpes starp miglošanas reizēm vai sašīnot miglošanas ilgumu vienā reizē. Apsakņotos spraudeņus pārstāda maijā – jūnijā kokaudzētavā dobēs vai konteineros.

Literatūra

Bentzer, B. (1988) Rooting and early shoot characteristics of *Picea abies* (L.) Karst. Cutting originating from shoots with enforced vertical growth. Scandinavian Journal of forest research 3: 481-491.

St. Clair, J. B. , Kleinschmit, J. Svolba, J. (1985) Juvenility and serial vegetative propagation of Norway spruce clones (*Picea abies* Karst.). *Silvae Genetica* 34(1): 42-48.

Dekker-Robertson, D.I. and Kleinschmit, J. (1991) Serial propagation in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst): Results from later propagation cycles. *Silvae Genetica* 40(5/6): 202-214.

Fortanier, E.J. and Jonkers, H. (1976) Juvenility and maturity of plants as influenced by their ontogenetical and physiological ageing. *Acta Hort. (ISHS)* 56: 37-44.

Girouard, R. M. (1974) Propagation of spruce by stem cuttings. *New Zealand Journal of Forestry Science* 4 (2):140-149.

Greenwood, M. (1995) Juvenility and maturation in conifers: current concepts. *Tree Physiology* 15: 433-438.

Hartmann H.T., Kester D.E., Davies F.T., Geneve R.L. (2011) *Plant propagation Principles and Practices* 7th ed. New Jersey: Prentice Hall, 880 pp.

Hannerz, M., Almqvist, C., Ekberg, I. (2001) Rooting success of cuttings from young *Picea abies* in transition to flowering competent phase. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14(6): 498-504.

Haapanen, M. (2008) Clones in Finnish tree breeding. In Abstracts from a conference of the Nordic meeting Vegetative propagation of conifers, in Punkaharju, Finland, 10 th- 11 th September, 2008, p.4.

Högberg, K-A. (2003) Possibilities and limitations of vegetative propagation in breeding and mass propagation of Norway spruce. Doctoral thesis. Swedish university of Agricultural sciences, Uppsala. 39 pp.

Högberg, K-A., Eriksson, U. and Werner, M. (1995) Vegetative Propagation and Clonal Forestry: Focus on Norway spruce. Redogorelse No 2. SkogForsk, Uppsala, 38 pp. (In Swedish with English summary)

Hannerz, M., and Wilhelmsson, L. (1998) Field performance during 14 years' growth of *Picea abies* cuttings and seedlings propagated in containers of varying size. *Forestry* 71: 373–380.

Hannerz, M. (2003) Superiority of Norway spruce cuttings - not only a matter of genetics. In Abstracts from a conference of the Nordic Goup for the Management of Genetic Resources of Trees in Barony Castle, Scotland, 4-7 September, 2002, pp. 27-30.

Johnsen, Ø. (2003) Hard pruning and long day treatment of stock plants improve rooting and early growth habit of Norway spruce cuttings. In Abstracts from a conference of the Nordic Goup for the Management of Genetic Resources of Trees in Barony Castle, Scotland, 4-7 September, 2002, pp. 20-21.

Johnsen, O. (1985) Successive bulk propagation of juvenile plants from full-sib families of Norway spruce. *Forest Ecology and Management* 11(4):271-282

Jurásek, A., Martincová, J. (2004) Possibilities of influencing the rooting quality of Norway spruce (*Picea abies* (L.) karst.) cuttings. *Journal of forest science* 50 (10): 464-477.

Kleinschmit, J., Schmidt, J. (1977) Experiences with *Picea abies* cutting propagation in Germany and problems connected with large scale application. *Silvae Genetica* 26(5-6): 197-203.

Kleinschmit, J. (1974) Use of vegetative propagation for plantation establishment and genetic improvement. A programme for large- scale cutting propagation of norway spruce. *New Zealand Journal of Forestry Science* 4(2): 359-366.

Leakey, Roger RB (2004) Physiology of vegetative reproduction. In: *Encyclopaedia of Forest Sciences*. Academic Press, London, UK, pp. 1655-1668.

Lepistö, M. (1973) Successful propagation by cuttings of *Picea abies* in Finland. *New Zealand Journal of Forestry Science* 4 (2): 367-370.

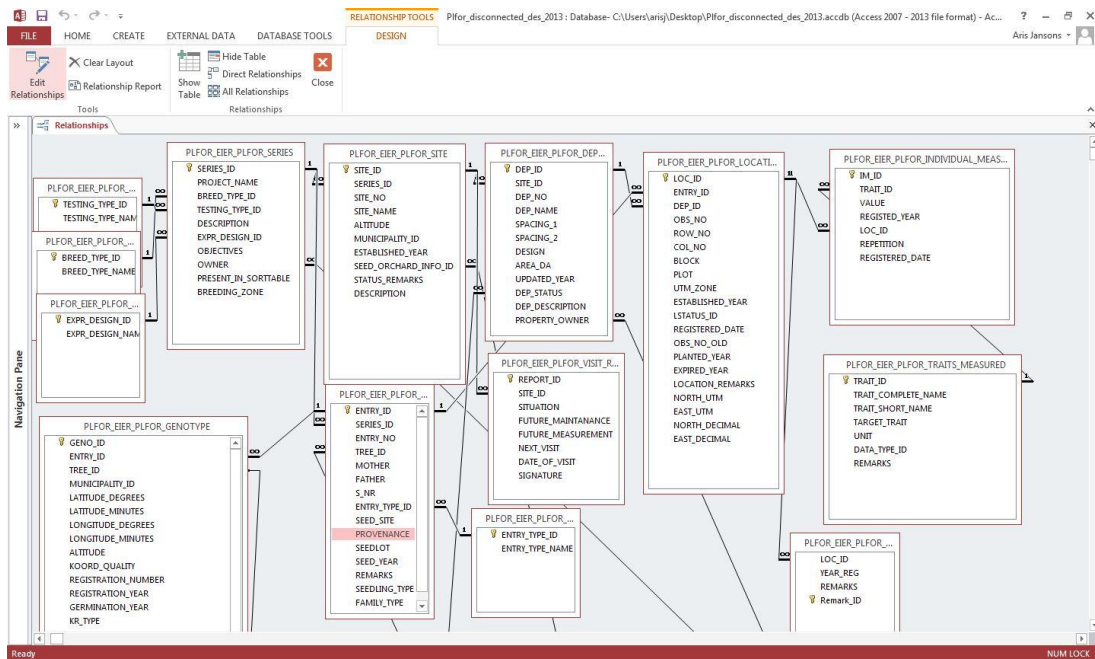
Libby, W.J. (1973) A summary statement on the 1973 vegetative propagation meeting in Rotorua, New Zealand. *New Zealand Journal of Forestry Science* 4 (2): 454-458.

- Mikola, J.** (2008) Successes and failures in forest tree cutting production in Finland. Working papers of the Finnish Forest Research Institute 114: 39-43.
- Niiranen, J.** (1980) Methods used in cutting propagation of forest trees in Finland. *Silva Fennica* 14(1): 59-62.
- Roulund, H.** (1975) The effect of the cyclophysis and the topophysis on the rooting ability and behaviour of Norway spruce cuttings. *Acta horticulturae* 54: 39-50.
- Sonesson, J.** (2003) Results and experiences from the central Swedish clonal forestry program. In Abstracts from a conference of the Nordic Group for the Management of Genetic Resources of Trees in Barony Castle, Scotland, 4-7 September, 2002, pp. 38
- Sonesson, J., Stahl, P., Bradshaw, R., Lindgren, D.** (2003) Ecological evaluation of clonal forestry with cutting-propagated Norway spruce. In Abstracts from a conference of the Nordic Group for the Management of Genetic Resources of Trees in Barony Castle, Scotland, 4-7 September, 2002, pp. 45-46.
- Tousignant, D., Villeneuve, M., Rioux, M., Mercier, S.** (1995) Effects of tree flowering and crown position on rooting success of cuttings from 9-year-old black spruce of seedling origin. *Canadian Journal of Forest Research*. 25 (7): 1058-1063.
- Wuhlich, G. v.** (1984) Propagation of Norway spruce cuttings free of topophysis and cyclophysis effects. *Silvae Genetica* 33 (6): 215-219. ISSN 0037-5349

5. Kopējas selekcijas objektu informācijas datu bāzes izstrāde

Pārskata periodā uzsākta vienotas meža selekcijas datu bāzes izveide ar mērķi nodrošināt tās standartizētu uzglabāšanu un vienkāršu pieejamību specifisku analīžu (piemēram, stumbra plaisu veidošanās iedzīmstamības koeficienta aprēķins) veikšanai, kā arī iespēju izmantot visu pieejamo datu kopu kompleksā analīzē, atlasot gan selekcijas populācijai, gan sēkļu plantāciju izveidei augstvērtīgākos genotipus. Ievadot arī iepriekšējo mērījumu datu bāzē tiks izveidota unificētā apzīmējumu struktūra, novēršot iespējamās kļūdas tālākā datu apstrādē un rezultātu interpretācijā. Vienlaikus ar datu bāzi tiks izveidoti arī algoritmi ģenētisko parametru aprēķinam bezmaksas statistiskās analīzes programmā (R), kas tiks sasaistīta ar datu bāzi.

Programmā MS Access ir izstrādāta datubāzes pamatstruktūra (5.1.attēls.)



5.1.attēls. Selekcijas daru bāzes pamatstruktūra.

Pārskata periodā izstrādāts algoritms vienkāršāko ģenētisko parametru (h^2 , h^2_f , r_a , r_b) aprēķināšanai, kas testēts dažādiem eksperimentiem, salīdzinot rezultātus ar iepriekš izstrādāto SAS programmas algoritmā iegūstamo un konsultējoties ar kaimiņvalstu (Somijas, METLA, Zviedrijas, Skogforsk) speciālistiem par iespējamām neprecizitātēm. Turpmākajā datu bāzes pilnveidošanas procesā paredzēts veikt analīzi, lai saprastu, vai tās struktūrā nepieciešami papildinājumi, vai arī nepieciešams izslēgt kādas no sadaļām. Tāpat tiks pārskatīti atsevišķu tabulu un datu rindu nosaukumi, lai tie būtu pašizskaidrojoši un nerastos pārpratumi tālākas datu ievades vai apstrādes laikā. Jāņem vērā, ka pašreizējā datubāzes struktūra īpaši pielāgota konkrētiem izmēģinājumu formātiem, tāpēc jāpārdomā, vai struktūra jau sākotnēji atbilst visiem potenciāli pieejamajiem datiem, lai jau datubāzes izveides sākuma posmā būtu iespējams identificēt un novērst datubāzes struktūras trūkumus.

Ir izveidotas aizpildāmas datu formas, norādītas savstarpējās saiknes starp dažādām datu tabulām (attēlā redzama daļa no izveidotajām tabulām un to savstarpējām saiknēm), kā arī definēta tabulu savstarpējās integritātes pārbaude, kas nodrošinās lietotājus pret iespējamām kļūdām, kas saistītas ar datu ievadi un izvadi (piemēram, nebūs iespējams ievadīt kāda stādījuma mērījumus, ja šis stādījums nebūs atrodams stādījumu uzskaites tabulā).

Vizītes laikā Norvēģijā tika iepazītas arī iespējas datubāzi veidot uz citām platformām (piemēram, Oracle), tāpat pārrunātas arī iespējas, ko sniedz datubāzes vadība ar trešās puses programmām (kā R), kuras nodrošina iespēju ne tikai ērtāk vadīt datubāzes datu ievadi un izvadi un integrēti veikt dažādas statistiskās analīzes, bet arī veidot atskaites un vizuālus uzskatus materiālus (kopsavilkumu tabulas, grafikus, utt.).

6. Ziedēšanas stimulēšana parastās egles (*Picea abies* (L.) Karst) sēklu ieguves plantācijās

Viena no sēklu ieguves plantāciju galvenajām funkcijām ir sēklu ražošana, tomēr līdz ar selekcijas attīstību, arvien lielāka nozīme ir arī pievienotajai vērtībai - ģenētiskajam ieguvumam. Sēklu plantācijās iegūtās sēklas ir nozīmīgs resurss meža ilgtspējas nodrošināšanai cīņā ar globālo sasilšanu. Pēdējās desmitgadēs ir uzkrāta jauna pieredze un zināšanas sēklu plantāciju apsaimniekošanā.

Parastās egles ziedēšana ir atkarīga no laika apstākļiem, kādi valda periodā no jūnija vidus līdz jūlija vidum, jo šajā laikā, beidzoties dzinumam augšanai garumā, veidojas nākamā gada pumpuri. Ja minētajā laika periodā ir karsts un sauss laiks, tad veidojas ģeneratīvie pumpuri (ziedpumpuri), ja vēss un mitrs, tad veģetatīvie pumpuri. Parasti dabā laika apstākļi ģeneratīvo pumpuru veidošanai ir labvēlīgi 1 reizi 5-7 gados (Preshar, 2013). Sēklu ražu periodiskuma cēlonis egles sēklu plantācijās ir vairāku faktoru mijiedarbība, kuru izziņāšana dod apsaimniekotājam iespēju zināmā mērā ietekmēt šo procesu sev vēlamajā virzienā.

Ziedēšanas stimulēšanas mērķi un metodes. Ziedēšanas stimulēšanas mērķi ir: 1) saīsināt juvenīlo augšanas fāzi un panākt agrīnu ziedēšanu vēl nenobriedušiem kokiem, kas dotu priekšrocības selekcijā un sēklu ražošanā (dabiski sēklu ražošana eglei sākas 20-25 gadu veciem, briedumu sasniegušiem kokiem; 2) veicināt lielāku skaitu ģeneratīvo pumpuru veidošanos jau reproduktīvi nobriedušiem kokiem, lai palielinātu elites sēklu ražu.

Tradicionālās metodes sēklu ražas uzlabošanai ietver apstrādes procedūras, kuras ļauj manipulēt ar vecāku koku fizioloģisko stāvokli un ar kuru palīdzību uzlabojas ziedēšana. Pastiprināta ziedēšana tiek sasniegta radot kokiem fizisku stresu - izmainot koka barošanās apstākļus, pielietojot dažādus neorganiskos mēslojumus vai pielietojot augšanas regulatorus, piemēram, giberelīnu. Koku fiziskai apstrādei tiek pakļauti stumbrs un zari (galotņu griešana, gredzenošana - izdarot iegriezumus, gredzenošana ar stiepli,) vai saknes (apgriešana, ierobežošana, strūklveida laistīšana). Kombinēta metožu pielietošana uzlabo katras atsevišķās metodes iedarbības efektu. Skujkokiem visefektīvākā ir augšanas regulatoru pielietošana. Augi dzīves laikā neizbēgami ir pakļauti dažādiem nelabvēlīgiem apstākļiem vai stresiem. Visbiežākā auga reakcija uz to - veidot vairāk ziedus un tātad arī vairāk sēklas. Pētījumiem, kuru mērķis veicināt ziedēšanu ir samērā gara vēsture, tomēr centieni radīt universālu ziedēšanu stimulējošu mehānismu vai substanci nav bijuši sekmīgi. Koku ziedēšanas process ir komplekss, kuru iespējams kontrolēt vairāki faktori. Augšanas hormoniem ir svarīga loma ziedēšanu iniciējošo faktoru radīšanā vai to līdzsvarošanā ilgtermiņā (Kong, Aderkas, 2004).

Eksogēno augu hormonu vai augšanas regulatoru pielietošana ziedēšanas stimulēšanā skujkoku sugām aizsākās 1950. gadu vidū, kad čiekuru inducēšanai *Cupressaceae* un *Taxodiaceae* dzimtas augiem sekmīgi tika izmantots giberilīns GA₃. Pēc tam ziedēšanas veicināšanai giberelīni tika izmēģināti jau daudzām skujkoku sugām. Zināmus, tomēr ierobežotus sasniegumus devuši arī citi augšanas stimulatori, pielietojot tos atsevišķi vai izmantojot kombinēti. Ir pieci galvenie augšanas hormonu tipi: giberelīni, citokinīni, auksīni, abscisskābe un etilēns.

Giberelīni ir augu hormonu grupa, kas regulē augšanu un ietekmē dažādus auga attīstības procesus – sēklu dīģšanu, auga augšanu garumā, miera periodu, ziedēšanu, ziedu dzimumu, enzīmu veidošanos, lapu un augļu novecošanu. Ir atklāti vairāk kā 110 giberelīni, kuri atšķiras pēc to radītajiem bioloģiskajiem efektiem. Giberelīni GA₄, GA₇ un GA₉ izrādījušies visefektīvākie ziedēšanas stimulēšanā *Pinaceae* dzimtas sugām (Pharis, 1991). Viena vai otra giberelīna priekšroka pielietošanai kādai noteiktai dzimtai nav atkarīga tikai no giberelīna stabilitātes, bet arī no giberelīna aprites ātruma auga audos notiekošajos metabolisma procesos. Giberelīnus var pielietot dažādi – apsmidzinot koka mizu, apstrādājot pumpurus, izdarot injekcijas pumpuru pamatnē, izdarot injekcijas stumbrā. Katrai koku sugai ir kāda vispiemērotākā metode, kura dod vislabāko efektu. Parastai eglei tā ir giberelīna GA_{4/7} injicēšana stumbrā, kas veicina sievišķo ziedu veidošanos lielākā skaitā, bet vīrišķo ziedu daudzumu neietekmē (Fogal et al, 1996).

Citokinīni ir fitohormoni, kam ir svarīga nozīme auga šūnas cikla regulēšanā un attīstībā, tie veicina šūnas dalīšanos - citokinēzi, orgānu attīstību, sānu pumpuru veidošanos, kavē novecošanos. Citokinīni ir pārstāvēti visos auga audos, bet lielāka to koncentrācija ir sakņu galos, pumpuros un nenobriedušās sēklās. Ārēja citokinīnu pielietošana rosina pumpuru

veidošanos un arī kontrolē pumpuru atvēršanos. Konstatēts, ka ārēji pielietojot citokinīnu, paaugstinās auga iekšējo citokinīnu līmenis. Pavasarī citokinīnu līmenis saknēs pieaug un caur ksilēmu (koksni) tiek transportēts uz atvasēm, un ietekmē auga augšanu. Dažādās auga daļās dominē dažādi citokinīnu savienojumi. Čiekuru inducēšanai citokinīnus var pielietot atsevišķi vai kopā ar citiem augšanas regulatoriem. Smith un Greenwood (1995) konstatējuši, ka atsevišķa sintētiskā citokinīna benzilaminopurīna (BAP) pielietošana agrīnā pumpuru attīstības stadijā devusi drīzāk negatīvu rezultātu – samazinājusi ziedēšanu *Picea mariana*. Parastai eglei citokinīnu pielietošana netiek rekomendēta.

Auksīni - fitohormonu grupa, kas aktivizē šūnu dalīšanos un augšanu (stiepšanos), stimulē sekundāro augšanu, regulē augu atbildes reakciju uz dažādiem kairinājumiem. Skujkoku reakcija uz auksīniem ir atšķirīga dažādām sugām. Pharis et al (1980), atzīmējis vienu no auksīnu - naftilēnetiķskābes (NAA) pielietošanu kopā ar giberelīniem, lai uzlabotu giberelīnu iedarbības efektu. Šādā kombinācijā zemas koncentrācijas NAA pielietošana sekmēja sievišķo ziedu veidošanos, bet augstas koncentrācijas NAA – stimulēja vīrišķo ziedu veidošanos duglāzijai. Atsevišķa NAA pielietošana savukārt samazināja sievišķo ziedu veidošanos *Pinus contorta* un *Pinus tabulaeformis*, bet sekmēja vīrišķo ziedu veidošanos *Pinus tabulaeformis*. Auksīnu pielietošana ziedēšanas stimulēšanai parastai eglei netiek rekomendēta.

Abscisskābe (ABA) – sākotnēji tika atklāta tās loma lapu nobiršanā rudenī. ABA ir galvenais regulējošais faktors daudzās fizioloģiskās reakcijās, ieskaitot transpirāciju, reakciju uz stresu, sēklu dīgšanu un embriogēzi. ABA ietekmē augu augšanu un attīstību, bet bieži mijiedarbībā ar citiem auga hormoniem. Auga augšanas nodrošināšanai nepieciešams optimāls ABA līmenis, ja tā nav, augs nīkuļo. ABA darbojas kā starpnieks auga adaptācijai dažādu stresu apstākļos. Fizisks stress ietekmē auga iekšējo ABA koncentrācijas līmeni. Pilate et al (1990) konstatējis, ka duglāzijai ārējā apstrāde ar GA_{4/7} sekmē ziedēšanu un apstrādātajiem kokiem iekšējā ABA koncentrācijas dubultošanās, salīdzinājumā ar kontroli. Tomēr plašu pētījumu par ABA lomu ziedēšanas procesā nav, vien dažī eksperimenti. Tomsett (1977) konstatējis, ka ārēji pielietota ABA samazināja ziedēšanas efektu Sitkas eglei, kas bija iegūts pielietojot giberelīnu. Rekomendāciju ABA pielietošanai ziedēšanas stimulēšanā parastai eglei nav.

Etilēns ir gāzveidīgs augu hormons., kas labi pazīstams pateicoties tā lomai augļu nobriešanas procesā. Etilēna biosintēze notiek augam reaģējot uz ūdens, audu ievainošanas vai augstas temperatūras radītu stresu, kas ir tradicionālās metodes, ko parasti pielieto ziedēšanas stimulēšanai. Nelieli panākumi tikuši sasniegti izmantojot etilēnu *Pinaceae* dzimtas koku sugu čiekuru inducēšanai. 1970. gados veikti testi ar etilēnu dažādām sugām. Parastai eglei izdevies panākt sievišķo čiekuru skaita dubultošanos, bet duglāzijai nav sasniegts gaidītais efekts (Kong, Aderkas, 2004).

Fizioloģisko procesu ietekme uz ziedu dzimumu. Lai arī augšanas regulatoru pielietošana ziedēšanas stimulēšanā skujkokiem ir devusi labus rezultātus, tomēr, lai sekmīgi to izmantotu plantāciju sēklu ražas veidošanā un apsaimniekošanā, ļoti svarīgi ir saprast koka iekšējo fizioloģisko procesu, kuri regulē noteikta ziedu dzimuma izpausmi, nozīmi. Skujkoku vainagā un arī atsevišķi tā zaros ir labi pamanāms ziedu dzimuma zonējums, kas visticamāk ir saistīts ar iekšējo hormonālo un barības vielu līmeni. Apstrāde ar giberelīniem vai auksīniem, vai noteikti kopšanas pasākumi, kas paši par sevi jau ietekmē koka iekšējo hormonu līmeni un arī ir primārie, kas nosaka (ietekmē) vīrišķo vai sievišķo ziedēšanu, atkarībā no apstrādātā zara atrašanās vietas koka vainagā un ziedu aizmetņu attīstības stadijas ķīmiskās apstrādes veikšanas laikā, var dot dažādus rezultātus. Eksogēno giberelīnu pielietošanas laiks dzimuma aizmetnī var veicināt vai nu vīrišķo, vai sievišķo ziedēšanu, vai arī turpinātu veģetatīvo attīstību. Konstatēta arī fotoperioda nozīme – īsākas dienas sekmē sievišķo, bet garākas – vīrišķo ziedu veidošanos, tomēr tas nav viennozīmīgi attiecināms uz visām skujkoku sugām (Ross, Pharis, 1987).

Skujkokiem sievišķo un vīrišķo ziedu veidošanās vietas tendences vainagā ir atkarīgas no koka vecuma un ir līdzīgas lielākai daļai skuju koku. Kokam pieaugot un nobriestot, sievišķie strobili vispirms diferencējas uz galvenajiem zariem (pamatzariem) vainaga augšdaļā. *Picea* un *Pseudotsuga* dzimtām raksturīgi, ka sievišķie strobili pirmām kārtām veidojas uz galveno zaru tekošā gada dzimuma mazāk spēcīgiem sānu zariem un uz galotnes dzimuma pretēji novietotiem pirmās pakāpes sānu zariem. Vecumam palielinoties, sievišķās ziedēšanas zona

vainagā paplašinās uz leju un uz iekšpusi, ietverot spēcīgākos pamata zaru sānzarus. Tomēr koka vecumam vēl pieaugot, sievišķās ziedēšanas zona atkal pārvietojas uz vainaga ārpusi un aptver vien dažus spēcīgākos zarus. Vīrišķo strobilu zonas izmaiņas vainagā, pieaugot koka vecumam, ir pretējas. Jaunākiem kokiem vīrišķie strobili veidojas mazāk spēcīgo apakšējo zaru daļā tālāk no stumbra. Pieaugot vecumam, vīrišķo strobilu veidošanās aptver vainagu augstāk un dziļāk, visbiežāk beidzoties vainaga vidusdaļā. Vainagā parasti ir t.s. pārejas zona, kurā uz viena un tā paša zara ir abu dzimumu strobili, tikai sievišķie strobili ir izvietoti tālāk no stumbra – zaru galos. Dzimumu zonējums spilgti izteikts galvenokārt vāji ziedošiem indivīdiem vājas ziedēšanas gados. Labas ziedēšanas gados, kā arī sekmīgas ziedēšanas stimulēšanas gadījumos, sievišķās ziedēšanas zona paplašinās uz vainaga leju un uz iekšu, bet vīrišķā – uz augšu un uz āru (Ross, Pharis, 1987). Parastai eglei abu dzimumu strobili parādās aptuveni vienā un tajā pašā zaru dzimumu attīstības stadijā. Neskatoties uz to, vīrišķās ziedēšanas stimulēšanai optimālais laiks iestājas agrāk kā sievišķās ziedēšanas stimulēšanai. To pamato tā, ka vīrišķie strobili biežāk diferencējas uz vājākiem sānzariem vainaga lejasdaļā, kuri savu attīstību augšanas sezonas laikā beidz agrāk kā spēcīgie vainaga augšdaļas dzinumi, uz kuriem raksturīga sievišķo strobilu diferencēšanās (Ross, Pharis, 1987).

Ziedēšanas hormonālais mehānisms. Izmantojot dažādas augu augšanas regulatoru kombinācijas, selektīvu vainaga retināšanu, apstrādes laika un/vai foto perioda kontroli iespējams manipulēt ar ziedu dzimuma izpausmi (sex expression). Spektrometrijas metodes deva iespēju izpētīt augu endogēno hormonu darbību un skujkoku fizioloģijas īpatnējo raksturu. Giberelīnu inductīvā loma skujkokiem ir unikāla (Kong, Aderkas, 2004), līdz ar to, tikai ar praktiskiem eksperimentiem var virzīties uz gaidīto rezultātu, jo izmantot pieredzi, kas iegūta pētot giberelīnu ietekmi uz citām koku sugām, piemēram, apsēm vai bērziem, nav iespējams. Tas tāpēc, ka segsēkļiem giberelīns darbojas kā inhibitors, kas ir gluži pretēji kā skuju kokiem (kailsēkļiem). Tomēr arī katrai skujkoku dzimtai ir „savi” giberelīni, uz kuriem tā reaģē vislabāk – *Pinaceae* tas ir $GA_{4/7}$, bet *Taxodiaceae* un *Cupressaceae* – GA_3 . Giberelīnu sīkāka izpēte atklāja, ka atšķirības starp vāji ziedošiem un labi ziedošiem kloniem korelē ar atšķirībām endogēno giberelīnu metabolismā: labajiem kloniem trūkst GA_1 , bet vāji ziedošajiem kloniem savukārt ir GA_3 pārpilnība, tāpat konstatēts, ka GA_9 un GA_1 proporcija labi ziedošajiem ir apmēram 10 reizes augstāka kā vāji ziedošajiem (Kong, Aderkas, 2004). Pastāv dažādas hipotēzes par to, kādi endogēnie procesi regulē čiekuru veidošanos, bet nepietiekama lielākās daļas hormonu izpēte neļauj izdarīt viennozīmīgus secinājumus, kā katras atšķirīgās klases hormoni – citokinīni, auksīni, abscisskābe un etilēns, mijiedarbojas ar dažādiem giberelīniem. Ilgs izmēģinājumu periods bija nepieciešams, līdz noskaidrojās BAP ietekme uz ziedpumpuru veidošanos un spēju izraisīt to dzimuma maiņu. Tas savukārt bija par pamatu hipotēzei, ka proporcija starp citokinīniem un auksīniem ziedpumpuru diferencēšanās laikā var ietekmēt ziedu dzimumu, t.i. proporcionāli lielāka sievišķo un mazāka vīrišķo ziedu skaita veidošanos. Turklāt konstatēts, ka sievišķo strobilu skaits negatīvi korelē ar veģetatīvo dzinumu garumu *Picea sitchensis*, *Pinus caribaea*, *Pinus radiata* un *Pinus contorta*. Lielāks dzinumu garums iespējams ir lielākas endogēno auksīnu koncentrācijas rezultāts. Ja tā, tad samazinoties citokinīnu/auksīnu proporcijai tiek apspiesta (apslāpēta) sievišķo ziedu veidošanās, taču šāda hipotēze vēl eksperimentāli jāapstiprina (Kong, Aderkas, 2004).

Būtiski, ka stimulējot sievišķo vai vīrišķo ziedu diferencēšanos, svarīgs ir ne tikai apstrādes veids, bet arī pumpuru attīstības pakāpe apstrādes veikšanas laikā. Pielietojot vienu un to pašu augu augšanas regulatoru, iespējams sasniegt dažādus rezultātus dažādos pumpuru attīstības periodos, tāpēc nepieciešams noteikt pumpura attīstības stadijas, kurās tie ir visjutīgākie attiecībā uz augšanas regulatoru pielietošanu. Reakcija uz stimulēšanas procedūrām ir atšķirīga gan starp sugām, gan pielietotajiem augšanas regulatoriem. Giberelīnus pielieto pirms vai arī ziedpumpuru iniciācijas fāzes laikā, ar mērķi palielināt ziedēšanu, kamēr citokinīnus, kā BAP, lieto ziedu diferencēšanās stadijā, lai izmainītu dzimuma ekspresiju no vīrišķās uz sievišķo. Ja BAP augiem pielieto pirms vai iniciācijas stadijas laikā, tas neietekmē dzimumu, bet veicina veģetatīvo augšanu. Ja BAP pielieto pārāk vēlu, t.i. pēc diferencēšanās stadijas, tad netiek panākts vispār nekāds efekts. Kong un Aderkas (2004) uzsver, ka pareizi izvēlēts apstrādes laiks ir pat svarīgāks kā apstrādes ar augšanas regulatoru pielietošanas biežums.

Fenoloģisko novērojumu nozīme. Liels skaits pētījumu liecina, ka sievišķās un vīrišķās ziedēšanas asinhronitāte (ne vienlaicīgums) ir nopietna problēma vairākām mērenās joslas

skuju koku sugām – *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco; *Picea sitchensis* (Bong.) Carr.; *Pinus radiata* D. Don; *Pinus taeda* un *Pinus nigra* Arnold (Nikkanen, 2001), arī *Picea abies* (L.) Karst. Sekmīgai ziedēšanas stimulēšanai ir svarīgi prognozēt laiku (datumu), kad, atkarībā no mērķa, tiks sasniegta apstrādei vispiemērotākā auga attīstības fāze. Šādu informāciju dod fenoloģiskie novērojumi. Reproductīvās fenoloģijas pētījumu parastai eglei nav īpaši daudz. Somijā Sarvas (1968) pētījis ziedēšanu un sēklu ražošanu mežaudzēs, Erikson et al (1973) – ziedēšanu 4 gadus vecā klonu izmēģinājumu stādījumā un Luomajoki (1993) – egles piemērošanas klimata izmaiņām Somijā, bet trūkst ziedēšanas fenoloģijas pētījumu egles sēklu ieguves plantācijās (Nikkanen, 2001). Laika apstākļi var gan veicināt, gan kavēt auga attīstības procesus. Noteiktas attīstības stadijas sasniegšanai nepieciešama attiecīgas aktīvo temperatūru summas sasniegšana (iestāšanās), bet tās iestāšanās pa gadiem ir atšķirīga. Nikkanen (2001) izvērtējot 12 gadu ilgu novērojumu datus egles sēklu plantācijā Heināmāki Somijā (ierīkota 1968. gadā, pārstāvēti 67 kloni, kuru izcelsme ir Ziemeļsomijā no 64- 67°N, platība 13,2 ha), izslēdzot gadus, kuros bijusi ļoti vāja apputeksnēšanās, pēc septiņu atlikušo gadu datiem konstatē, ka ziedēšanas maksimums pa gadiem svārstās laikā no 15. maija līdz 6. jūnijam, kad efektīvo temperatūru summa savukārt ir no 122 – 159° C, vidēji 141° C. Tādejādi sievišķās un vīrišķās ziedēšanas sinhronitāte (vienlaicīgums) variē pa gadiem. Atkarībā no laika apstākļiem – tā var būt pilnīgi vienlaicīga ļoti siltos laika apstākļos, kad ziedēšana ir īsa un atšķirības starp dažādiem kloniem ļoti nelielas. Citu gadu ziedēšana ir ilgāka un atšķirības starp kloniem ir lielākas, un sievišķie strobili spēju uztvert putekšņus (receptivitāti) sasniedz straujāk nekā sākas putekšņu izlidošana. Piemēram, Nikkanen (2001) konstatē, ka 1993. gadā Heināmāki egles sēklu plantācijā atsevišķiem kloniem receptivitāte beidzās vēl pirms dažiem kloniem vispār sākās putekšņu izlidošana. Tas nozīmē, ka arī klonu skaits, kas piedalās ražas veidošanā plantācijā ir atšķirīgs pa ražas gadiem. Nejausi izvēlētiem kloniem, kuru rameti auga pēc reljefa un augsnes atšķirīgās Heināmāki sēklu plantācijas daļās, būtiskākas atšķirības ziedēšanas fenoloģijā novērotas vīrišķajiem nekā sievišķajiem strobiliem, tātad vides faktors spēcīgāk ietekmē vīrišķo nekā sievišķo fenoloģiju. Netika konstatētas korelatīvas sakarības starp klonu sievišķo un vīrišķo ziedu fenoloģiskajiem novērojumiem un ģeogrāfisko izcelsmi, bet statistiski būtiska korelācija konstatēta starp potējumu vainaga lielumu (apjomu) un apputeksnēšanās sākuma laiku ($r = 0,52$, $p = 0,016$) - kloniem ar lielu vainagu ziedēšana sākas vēlāk. Putekšņu izlidošana vainaga augšējās daļās (> 4 m) strobiliem sākas agrāk nekā no vainaga zemākās daļas. Bez tam, apakšējās vainaga daļas strobilus ietekmē arī vainaga ekspozīcija (Nikkanen, 2004). Pētījumā Heināmāki plantācijā konstatēts, ka lielāks attālums starp potējumiem veicina agrāku putekšņu izlidošanu, arī potējumiem, kas auga nogāzes dienvidu pusē ir līdzīgs efekts un saīsinās atšķirības laikā starp putekšņu izlidošanu un to uztveršanas spēju. Pakkanen et al (2000) konstatējis, ka putekšņu piesārņojums plantācijas retinātajā daļā ir zemāks kā neretinātajā. Tas liek secināt, ka egles sēklu plantācijās ir būtiski svarīgi, lai potējumiem būtu iespēja saņemt vairāk saules radiāciju un labāku ventilāciju vainaga apakšējai daļai. Atbilstoša retināšana var tikt pielietota agrākas putekšņu izlidošanas veicināšanai un putekšņu piesārņojuma samazināšanai, tādejādi sekmējot reproductīvo sinhronizāciju un paaugstinot sēklu plantācijas ģenētisko efektivitāti. Viss pasākumu komplekss - savlaicīga plantācijas kopšana, ja nepieciešams - retināšana, mēslošana un paralēla ziedēšanas stimulēšana ar ķīmiskām (giberelīni) un arī mehāniskām (galotņu apgriešana, sakņu apgriešana, stumbra gredzenošana) metodēm paaugstina sēklu plantācijas ražību.

Citu valstu pieredze ziedēšanas stimulēšanā. Augšanas regulatoru pielietošanas metodes ir dažādas – izsmidzināšana uz lapām, apstrāde ar pastām, pumpuru injekcijas, stumbra injekcijas un parasti kādas no tām pielietošana tiek kombinēta ar citām metodēm - kā gredzenošana, apgriešana, sausums un/vai mēslošana. Piemēram, Pharis (1976) un Bhumibhamon (1978) atzīst, ka iespējams vienlaicīgi izmantot augsnes gatavošanu un mēslošanu, kas labvēlīgi ietekmē potējumu attīstību, un arī augšanas hormonu pielietošanu. No augšanas hormoniem, kuri tiek lietoti skuju koku ziedēšanas veicināšanai, par „viscerīgākajiem” uzskatāmi giberelīni. Lai gan dažādu orgānu diferencēšanos un augšanu skuju koki veicina augsni, apstrāde ar eksogēnajiem augsniem (tādiem kā indolilētiķskābe (IES), naftilētiķskābe (NES) izrādījās rezultatīva un deva nozīmīgu ziedu veidošanās efektu vienīgi tad, ja tos lietoja kopā ar giberelīniem (Pharis 1976). Arī augšanas inhibitori, tādi kā dihloretīlēns, ir efektīvi ziedēšanas veicinātāji skuju koku sugām, tikai, ja lietoti pēc giberelīna

pielietošanas (Bleymüller, 1978). Giberelīnu lomu veģetatīvās un reproduktīvās augšanas veicināšanā skujkokiem detalizēti pētījuši Pharis un Kuo (1977) un secinājuši, ka katrā ziņā visiem pētītajiem skujkokiem endogēnie giberelīni kontrolē dzinumumu augšanu, bet nav atrasta tieša saistība starp endogēno giberelīnu līmeni un kambija augšanas aktivitāti.

Francijā laikā no 1985. – 2002. gadam sēklu plantācijās veikti vairāk kā 80 ziedēšanas stimulēšanas izmēģinājumi, ar mērķi - novērtēt dažādu stimulēšanas tehniku efektivitāti vainagā, izkopt vislabāko no tām, tālāk noteikt tās ietekmi uz sēklu ģenētisko kvalitāti un ražošanas izmaksām (Philippe, 2004). Mērķa sugas: *Pseudotsuga menziesii*, *Larix decidua* un *Larix Kaempferi*, *Pinus pinaster* un *Picea abies*. Konstatēts, ka vislabāko efektu dod kombinēta metožu pielietošana. Salīdzinot metodes, kurās ievēroti dažādi atšķirīgi nosacījumi, izstrādātas rekomendācijas attiecībā uz metodes lietošanas laiku, tehniku un lietojamās aktīvās vielas daudzumu. Pētījumi liecina, ka apstrāde 2 reizes gadā varētu nebūt savienojama ar ilgtspējīgu ražošanu, īpaši lapeglei un duglāzijai, tāpēc iesaka vienus un tos pašus kokus plantācijā apstrādāt tikai katru trešo gadu. Parastai eglei rekomendēts pielietot gredzenošānu trīs nedēļas pirms veģetatīvo pumpuru plaukšanas, kombinējot ar GA_{4/7} injekcijām vienu nedēļu pēc plaukšanas. Gredzenošānu iesaka izdarīt ar zāģi veicot pāris iegriezumus mizā 1/2 no stumbra apkārtmēra, bet ne visapkārt stumbram. Ieteiktā giberelīna deva ir 10 mg uz 1 stumbra augstuma metru (0,5 mg/cm² stumbra šķērslaukuma 15 gadus veciem kokiem) (Philippe, 2004). Novērots arī, ka apstrādātajiem kokiem ir tendence veidot mazāka izmēra čiekurus nekā kontroles kokiem, kas samazina potenciālo sēklu ražu no čiekura, tomēr tiek uzskatīts, ka čiekuri ir mazāki, jo pēc apstrādes to ir vairāk un, ka tas nav uzskatāms par tiešo apstrādes izraisīto efektu. Philippe (2004) arī uzsver, ka sēklu plantācijas tiek veidotas ar mērķi ražot sēklas ar augstu ģenētisko vērtību un, vai ir iespējams šo kvalitāti savienot ar kvantitāti, tas ir diskutabls jautājums. No vienas puses tiek uzskatīts, ka stimulēšanas pasākumi veicina panmiksiju (visas iespējamās krustojumu kombinācijas var notikt ar vienādu varbūtību.), jo palielinās ziedošo koku skaits, līdz ar to arī vecāku koku skaits, kas iesaistīti sēklu ražas veidošanā (Wheeler et al, 1985). No otras puses, Sweet un Krugman (1977) pētījumos konstatēts, ka ziedēšanas stimulēšana īpaši veicina genotipus, kuriem jau piemīt labas ziedēšanas spējas. Tādā gadījumā pastāv risks, ka stimulēšana izjauc vecāku koku līdzsvaru un samazina panmiksiju. Apstrādes ietekmi uz iegūto sēklu ģenētisko kvalitāti raksturo atšķirības starp genotipu skaitu stimulētajās un kontroles populācijās, kas salīdzinātas izmantojot ražības indeksu - neradniecīgo un neradniecīgi krustojušos vecāku koku skaits, izteikts % no kopējā vecāku koku skaita:

$$F\% = F * 100 / N = (1 / S P_1^2) * 100 / N, \text{ kur}$$

$P_i = i$ vecāka gametu ($\sigma + \varphi$) dalība (kontribūcija); N = vecāku skaits populācijā.

F% variē no 0% līdz 100%, jo tas ir augstāks, jo viendabīgāka vecāku koku dalība apputeksnēšanā. Konstatēts, ka parastai eglei šis indekss vienmēr ir augstāks ar GA stimulētajās populācijās nekā kontroles populācijās. Tas apstiprinājies gan vājas, vidējas, gan bagātas ziedēšanas gados (Philippe, 2004). Iespēja, ka ziedošie kloni savstarpēji krustosies ir atkarīga no vairākiem faktoriem – klona fenoloģijas, attāluma starp kloniem, apputeksnēšanās efektivitātes, kas savukārt atkarīgi no apstrādes metodes un iespējami viendabīgākas gametu līdzdalības, lai varētu notikt panmiksija. Bez tam, stimulēšanā panāktajai pastiprinātai putekšņu ražošanai jābūt tik lielai, lai samazinātu gan svešapputes, gan arī pašapputes iespēju. Tādejādi ziedēšanas stimulēšanas pasākumi plantācijas apsaimniekotājam nodrošinās lielāku iespēju iegūt gaidīto ģenētisko ieguvumu, respektējot pieņēmumus, kas iegūti no teorētiskajiem ģenētiskā ieguvuma aprēķiniem. Philippe (2004) secina, ka ziedēšanas stimulēšanas izmēģinājumos iegūtie rezultāti apstiprina, ka nav konflikta starp sēklu ražošanu, sēklu ģenētisko kvalitāti un izmaksu efektivitāti, un plantācijas apsaimniekotājam vajadzētu būt ieinteresētam ziedēšanas stimulēšanas pasākumu pielietošanā.

Kanādā veikti izmēģinājumi vairākām skujkoku sugām reproduktīvās attīstības stimulēšanai ar giberelīniem: *Picea glauca* (Moench) Voss; *Picea abies* (L.) Karst un *Pinus banksiana* Lamb. Egles tika apstrādātas ar GA_{4/7} 60:40, lietojot 1,53 mg GA_{4/7} uz 1cm² stumbra šķērslaukuma krūšu augstumā dzinumumu augšanas beigu fāzē (19. un 20. jūnijā), stumbrā injicējot šķidrums, vai ievadot GA_{4/7} kapsulu implantus. Vienas injekcijas kapsulas sastāvs – 20 mg GA_{4/7} un 3 ml patentēta šķīdinātāja; implantu kapsulas pildītas ar 22 mg GA_{4/7} aktīvās vielas un 78 mg kukurūzas cietes. Caurumi abu veidu kapsulu ievadīšanai tika ieburti tieši virs sakņu kakla, bet potējumiem – zem potējuma vietas. Ievadīto injekciju vai kapsulu

skaitis atkarīgs no koka izmēriem un attiecīgi nepieciešamā $GA_{4/7}$ daudzuma. Izmantotas divas dažādas giberelīna devas - 0,76 un 1,53 mg uz 1cm^2 stumbra šķērslaukuma krūšu augstumā. Lai noteiktu vajadzīgās $GA_{4/7}$ devas kokam, tiek izmantots šķērslaukums krūšu augstumā, bet ne koku diametrs. Tas ļauj drošāk izvairīties no iespējas pārdozēt devu mazākiem kokiem, vai noteikt nepietiekamu lielākiem kokiem (Fogal et al, 1996). Parastās egles stādījumā, kas ierīkots 1970. gadā lēzenā (7°) austrumu nogāzē ar 3 gadīgiem sējeņiem, stādīšanas attālumi $1,8 \times 1,8$ m, audzes vainagi saslēgušies un stumbri atzarojušies līdz 2 m augstumam. 1989. gadā tika atlasīti 80 labi augoši, labas formas koki, to vidējais augstums un krūšaugstuma caurmērs 19 gadu vecumā bija attiecīgi $10,7 \pm 0,4$ m un $13,9 \pm 0,7$ cm. 16 pēc nejaušības principa izvēlēti koki (8 koki katrā variantā) tika atstāti kontrolei – netika apstrādāti, pārējie, kad 70-80% no vainaga vidusdaļas zaru galotnes dzinumiem bija sasnieguši augšanas garumā beigu fāzi (19. un 20. jūnijā), apstrādāti ar $GA_{4/7}$. Bez apstrādes ar stimulatoriem viena parastā egle ražoja 8 ± 6 sievišķos un 59 ± 22 vīrišķos strobilus, kas ir relatīvi ievērojams vīrišķo strobilu pārsvars. Apstrādes rezultātā: statistiski būtiski ($P < 0.05$) pieauga sievišķo strobilu skaits pielietojot gan mazāko ($0,76$ mg $GA_{4/7}/\text{cm}^2$) gan lielāko ($1,53$ mg $GA_{4/7}/\text{cm}^2$) preparāta devu. Pielietojot injekcijas stumbrā, sievišķo strobilu skaits vidēji pieauga līdz 42 ± 17 ar zemāko preparāta devu, ar lielāko devu – vidēji līdz 21 ± 5 sievišķajiem strobiliem uz 1 koku. Implantanti ar $1,53$ mg $GA_{4/7}/\text{cm}^2$ lielu giberelīna devu būtiski ($P < 0.05$) palielināja sievišķo strobilu skaitu – 16 ± 6 vienam kokam. Vidējais vīrišķo strobilu skaita pieaugums bija statistiski nebūtisks ($P > 0.05$). Veģetatīvo dzinumu attīstība (skaits) ievērojami samazinājās gan ar zemāko, gan augstāko $GA_{4/7}$ injekcijas devu: no 1537 ± 186 uz attiecīgi 955 ± 135 un 623 ± 99 , bet ar implantantiem - nē. Nedzīvo pumpuru skaita ievērojams pieaugums no 98 ± 34 neapstrādātajiem kontroles kokiem, līdz 174 ± 25 kokiem, kuriem izdarītas injekcijas un būtiski samazinājās no 37 ± 15 kokiem, kuriem ievietoti implantanti (6.1. attēls). Nevienā eksperimenta variantā netika novērota skuju atmiršana vai hloroze (Fogal et al, 1996).

Šo eksperimentu rezultāti ļauj secināt, ka vienreizēja, pareizā laikā izdarīta stumbra injekciju procedūra, kas veikta dzinumu augšanas beigu fāzē, var statistiski būtiski palielināt sēklu, nevis putekšņu strobilu skaitu Kanādas un parastai eglei. Stimulēšanai optimālais laiks parastai eglei ar injekcijām ir 1 vai 2 nedēļas pirms dzinumu augšanas pārtraukšanās, kad 80% sānu dzinumu augšana ir beigusies (Dunnberg et al, 1983). Novērots, ka implantu pielietošana parastai eglei izrādījās efektīva vienīgi ar augstāko preparāta devu, bet ne Kanādas egles (*Picea glauca* (Moench) Voss) potējumiem. To izskaidro ar iespējamām transporta funkciju anomālijām, jo urbumi implantu ievietošanai tika izdarīti zem potējuma vietas.

Vislielākā praktiskā pieredze giberelīnu pielietošanā ziedēšanas stimulēšanai šobrīd ir zināma Zviedrijā. Dunberg (1980) veiktajos ziedēšanas stimulēšanas izmēģinājumos ar GA_4 , GA_7 , GA_3 , GA_9 un sintētisko augsni naftiletiķskābi konstatēts, ka novērojamas lielas atšķirības starp kloniem pa gadiem un arī pa gadiem klonu robežās, kā arī klonu reakcijā uz pielietotajiem preparātiem. Visefektīvākā izrādījies apstrāde ar GA_4 un GA_7 maisījumu, bet ar GA_3 un GA_9 neefektīga. Naftiletiķskābes izmantošana nav devusi rezultātus. Uz šo pētījumu pamata izstrādātas pirmās rekomendācijas giberelīnu pielietošanai ziedēšanas stimulēšanai egles sēklu plantācijās, gan uzsverot, ka pozitīvu efektu visiem kloniem pielietotā metode nedod. Metodes praktiska pielietošana uzsākta 2005. gadā, veicot stimulēšanas izmēģinājumus 4 egles sēklu plantācijās Zviedrijas dienvidos (Almqvist, 2007) (6.2. attēls). Divas no izvēlētajām plantācijām bija tuvu ekspluatācijas laika beigām, divas - sēklu ražošanas sākuma fāzē. Sēklu plantāciju raksturojums un izmēģinājumus iekļauto potējumu skaits apkopots 6.1.tabulā (Almqvist 2007).

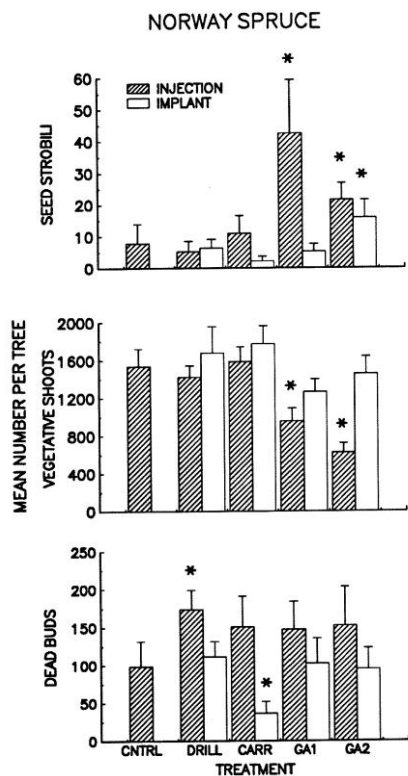


Fig. 3. Mean number (\pm SE) of seed strobili, vegetative shoots, and dead buds in relation to treatments for Norway spruce. CNTRL, control; DRILL, drill control; CARR, GA_{4/7} carrier control; GA1, GA_{4/7} at 0.76 mg/cm²; GA2, GA_{4/7} at 1.53 mg/cm²; *Significantly different from CNTRL at $P \leq 0.05$ (least significant difference test).

6.1. attēls no Fogal et al (1996).

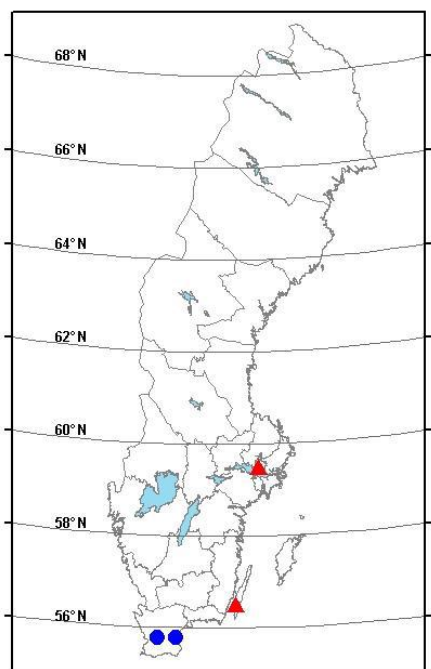


Figure 1. Locations of the seed orchards. Blue circles show the locations of the two old orchards: 52 Maglehem and 68 Slogstorp. Red triangles show the locations of the two young orchards: 501 Bredinge on the island of Öland and 504 Ålbrunna, outside Stockholm.

6.2. attēls no Almqvist (2007). Eksperimentā iekļauto sēklu plantāciju atrašanās vietas.

Izmēģinājumos ar GA_{4/7} iekļauto sēklu plantāciju raksturojums, apstrādes laiks 2005. gadā
un pētījumā iekļauto potējumu un paraugu skaits.

	504 Ålbrunna	501 Bredinge	52 Maglehem	68 Slogstorp
Established Ierīkošanas gads	1984	1983	1958	1965
Seed orchard managers Sēklu plantācijas apsaimniekotājs	Bergvik Skog AB	Södra Odlarna AB	Svenska skogsplantor AB	Svenska skogsplantor AB
Size (ha) Platība (ha)	25	26	5	19
Number of clones Klonu skaits	137	100	36	45
Spacing (m) Stādīšanas shēma	7 × 4	7 × 3.5	5 × 5	7 × 3.5
GA _{4/7} treatment dates in 2005 Apstrādes laiks 2005. gadā	July 6–8	June 30 –July 2	July 7	July 4–5
No. grafts, flower score Potējumu skaits, kuriem uzskaitīti ziedi	1600	243	363	400
No. grafts, cone count Potējumu skaits, kuriem uzskaitīti čiekuri	210	99	100	-
No. samples, seed quality Paraugu skaits sēklu kvalitātes vērtēšanai	9	4	2	-
DBH (mm) of grafts in cone count. Min – mean – max Potējumu, kuriem uzskaitīti čiekuri, krūšaugstuma caurmērs: min – vid. - max	73 – 171 – 278	126 – 185 – 298	111 – 290 – 445	-

Katrs potējums rindā apstrādāts ar GA_{4/7} devu (6.2. tabula), kas aprēķināta ņemot vērā stumbra diametru krūšu augstumā. Katra otrā potējumu rinda atstāta neapstrādāta – kontrolei. Apstrādē izmantota GA_{4/7} pielietošanas standartmetode – izdarot ieburumu koksnē un tad ar mikropipeti ievadot GA_{4/7} šķīdumu. Plantācijā 504 Ålbrunna lietota standartmetode un arī GA_{4/7} ievadīšana izmantojot ArborSystem (6.3.attēls).



6.3. attēls no Almqvist (2007). The Wedgle™ Direct-Inject™ tree injection unit from ArborSystems (Omaha, USA) tested in 504 Ålbrunna.

Vīrišķo un sievišķo ziedu uzskaitē izvēlētiem paraugkokiem veikta 2006. gadā, ziedēšanas laikā uzskaitot ziedus visās četrās plantācijās. Ziedēšana vērtēta 10 baļļu sistēmā, no 0 (nav ziedu) līdz 9 ballēm, atbilstoši ziedēšanas intensitātei katrā no plantācijām. 2006. gada rudenī veikta čiekuru uzskaitē trijās plantācijās. Katra klona visiem potējumiem (rametiem) nolasīti visi (gan vitālie, gan kaitēkļu bojātie) čiekuri, lai novērtētu koka sēklu ražošanas potenciālu. Jaunākajās plantācijās vērtēta arī sēklu kvalitāte, paraugam ņemot sēklas no 30 čiekuriem. Almqvist (2007) konstatē būtiski pozitīvu GA_{4/7} pielietošanas efektu

vīrišķās ziedēšanas palielināšanā jaunajās plantācijās, bet ne vecajās. Sievišķo ziedu uzskaitē liecina par būtiski pozitīvu efektu GA_{4/7} pielietošanai 3 no 4 izmēģinājumā iekļautajām plantācijām. Potējumiem, kuri bija apstrādāti ar GA_{4/7}, nosakot 1000 sēkļu svaru, konstatēts, ka sēklas ir nedaudz vieglākas salīdzinājumā ar neapstrādāto potējumu sēklām, bet konstatētās atšķirības nebija statistiski būtiskas. Almqvist (2007) secina, ka parastās egles apstrāde ar GA_{4/7} palielina gan sēkļu ražas apjomu, gan tās ģenētisko daudzveidību sēkļu plantācijās un ekonomiskie aprēķini liecina, ka šī metode uzskatāma par lētu un izdevīgu paņēmieni egles plantāciju ražas palielināšanai pat tad, ja tikai viena no 7 izdarītām stimulēšanas procedūrām izrādās veiksmīga. Tomēr līdz 2012. gadam Zviedrijā egles plantāciju stimulēšana izmantota vien selekcijas programmās, bet ne kā standarta procedūra sēkļu plantāciju apsaimniekošanā, jo GA_{4/7} nebija reģistrēts un apstiprināts lietošanai sēkļu plantācijās (Almqvist, 2012). Selekcijas programmu ietvaros izmantoja pašu gatavotu GA_{4/7} pulvera šķīdumu spirtā (~ 150 mg/ml). Kopš 2012. gadā ir reģistrēts un Zviedrijā atļauts lietot preparātu Gibb Plus Forest (koncentrācija ir 10 mg/ml, analogs tam, ko izmanto augļu dārzos ābeļu un bumbieru ražas stimulēšanai), SKOGFORSK uzsācis tā plašāku izmantošanu. Preparāta Gibb Plus Forest lietošana šobrīd ir atļauta līdz 2019. gadam. Almqvist (2013) iesaka paralēli giberelīnu pielietošanai veikt arī sakņu apgriešanu, kas eglēm plantācijā rada sausuma stresu un pastiprina giberelīnu radīto efektu.

6.2. tabula no Almqvist (2007)

Apstrādes ar GA_{4/7} punktu skaits un GA_{4/7} devas katram potējumam sēkļu plantācijā

Graft diameter at breast height (cm) Potējuma diametrs krūšaugstumā (cm)	GA _{4/7} dose (mg/graft) GA _{4/7} deva mg/1 potējumam	Number of application points (drilled holes using the standard method or injection points using the injection method) Ķīmiskās apstrādes ar GA _{4/7} punktu skaits
< 7	15	1
7–15	30	2
15–20	45	3
20–25	60	4
> 25	100	5

Uzņēmums SVENSKA SKOGSPLANTOR 2011. un 2012. gadā egles plantāciju ziedēšanas stimulēšanā strādāja ar komandām 2 cilvēku sastāvā un organizēja darbu secību sekojoši: 1) novērtē koka diametru, lai noteiktu preparāta devu, 2) atzaro stumbra daļu, kurā paredzēts injicēt preparātu. 3) injicē preparātu GA_{4/7} stumbrā vairākās vietās krūšu augstumā, iepriekš izdarītā urbumā. Praktiskā pieredze liecināja, ka šādi iespējams apstrādāt 50-60 kokus stundā. 2013. gadā plānoja izmēģināt arī komandas 3 cilvēku sastāvā, kur viens sagatavo koku, otrs injicē preparātu, trešais izņem injekcijas adatas, šāda komanda var apstrādāt ap 90 kokiem stundā. Preparāta devas nosaka atbilstoši koka diametram krūšu augstumā (6.3. tabula), giberelīna GA_{4/7} cena Zviedrijā ir 230 € par 1 litru. 2013. gadā SVENSKA SKOGSPLANTOR laikā no 24. jūnija līdz 5. jūlijam plānoja ar GA_{4/7} apstrādāt 145 ha egles plantāciju, strādājot 15 trīs cilvēku brigādēm. Ja pēc izvērtēšanas šāds 3 cilvēku komandās organizēts darbs izrādīsies efektīvs, tad plānots to pieņemt par standarta procedūru egles plantāciju apsaimniekošanā (Preshar, 2013).

6.3. tabula

Preparāta Gibb Plus Forest devas un izmaksas (Preshar, 2013)

Tree diameter, cm Koka diametrs, cm	Dose, ml Preparāta deva, ml	Cost/tree, € 1 koka apstrādes izmaksas, €
7 -15	2	0,46
15 – 20	4	0,92
20 – 25	6	1,38
25 - 30	8	1,84
etc, utt.	etc, utt.	etc, utt.

Zviedrijas kompānijas Skogsplantor AB sēklu un kvalitātes pārvaldnieks Dr. Finvid Presher (2013) uzskata, ka sēklu plantācijas ir izmaksu visefektīvākais ceļš meža produktivitātes palielināšanai nākotnē. Plantācijas ierīkošanas izmaksas Zviedrijā ir 25 tūkst.€/ha, 1 ha plantācijas apstrādes ar GA_{4/7} izmaksas ir: 490 koki/ha → vidēji 5,2 ml/koku → 0,23 €/koku → 586 €/ha. Stimulēšana ļauj iegūt 22 kg sēklu/ha, sēklu cena 49 €/kg. Salīdzinājumam: ja plantācija ražo 1x 3 gados, tad sēklas izmaksā 147 €/kg;

1x 5 gados,

245 €/kg;

1x 7 gados,

343 €/kg (Presher, 2013).

Iespējamie riski: pārāk liela preparāta deva var izraisīt koka bojāeju (Presher, 2013); savukārt gredzenošana, ievainojot koka mizu, veicina tā nolūšanu, tāpēc plantācijās to izmantot tomēr neiesaka (Almqvist, 2013).

Literatūra:

Almqvist, C. (2007) Practical use of GA_{4/7} to stimulate flower production in *Picea abies* seed orchards in Sweden. Proceedings of the TREEBREDEX conference on Seed Orchards, Umeå, Sweden, 26-28 September, 2007. pp. 16-24.

Almqvist, C. (2013) Methods to stimulate flowering and seed production in spruce seed orchards. Presentation in workshop Improving seed production from forest seed orchards in the Baltic Sea region countries- establishment, flowering stimulation and protection, April 5, Riga, Latvia.

Chalupka, W. (1991) Usefulness of hormonal stimulation in the production of genetically improved seeds. *Silva Fennica*, 25 (4), pp. 235-240.

Dunberg, A. (1980) Stimulation of flowering in *Picea abies* by gibberellins. *Silvae Genetica* 29(2), pp. 51-53.

Dunberg, A., Malmberg, G., Sassa, T., Pharis, R.P. (1983) Metabolism of Tritiated Gibberellins A₄ and A₉ in Norway Spruce, *Picea abies* (L.) Karst. *Plant Physiol.*, 71, pp. 257-262.

Fogal, W H. Jobin, G. Schooley, H O. Coleman, S J. Wolynetz, M S. (1996) Stem incorporation of gibberellins to promote sexual development of white spruce, Norway spruce, and jack pine. *Can. J. For. Res.* 26, pp. 186-195.

Kong, L., von Aderkas, P. (2007) Plant growth regulators and cone induction in *Pinaceae*. Centre for Forest Biology, Department of Biology, University of Victoria, 3800 Finnerty Rd., Victoria, BC V8W 3N5 Canada, p.27

Luukkanen, O., Johansson, S. (1980) Flower induction by exogenous plant hormones in Scots pine and Norway spruce grafts. *Silva Fennica*, 14 (1), pp. 95-105.

Nikkanen, T. (2001) Reproductive Phenology in a Norway spruce Seed Orchard. *Silva Fennica*, 35 (1), pp. 39-53.

Nikkanen, T., Pakkanen, A., Heinonen, J. (2002) Temporal and spatial variation in airborne pollen and quality of seed crop in a Norway spruce seed orchard. *Forest Genetics* 9(3), pp. 243-255.

Nikkanen, T., Routsalainen, S. (2000) Variation in flowering abundance and its impact on the genetic diversity of the seed crop in a Norway spruce seed orchard. *Silva Fennica*, 34(3), pp. 205-222.

Nikkanen, T., Routsalainen, S., Haapanen, M. (2004) Relation between flowering of seed orchard clones and field-test performance of their open-pollinated offspring in Norway spruce. In: B. Li, S. McKend (eds.) *Forest Genetics and Tree Breeding in the Age of Genomics - Progress and Future: proceeding of IUFRO Joint Conference of Division 2*, November 1-5, 2004, Charleston, South Carolina, USA, pp. 225-227.

Philippe, G. (2004) Flower Stimulation Helps to Produce More Seeds of Better Genetic Quality at a Lower Cost. In: B. Li, S. McKend (eds.) *Forest Genetics and Tree Breeding in the Age of Genomics - Progress and Future: proceeding of IUFRO Joint Conference of Division 2*, November 1-5, 2004, Charleston, South Carolina, USA, pp. 218-220.

Prescher, F. (2013) Flower stimulation in seed orchards – now a standard procedure in Sweden? Presentation in International Conference of the European Seed kilns, 4-7 June 2013, Bernkastel-Kues, Germany.

Ross, S. D., Pharis, R. P. (1987) Control of sex expression in conifers. *Plant Growth Regulation*, 6, pp. 37-60.

7. Pamatojuma sagatavošana augstvērtīgu meža reproduktīvā materiāla ieguves avotu atestācijai

7.1. Klonu raksturošana, vērtēšana un identifikācija sēklu plantācijā „Misa”, „Brenģuļi”, „Liuza”

Pārskata periodā veikta saskaņā ar projektu, ievērojot atbilstošos klonu izvietojuma principus, ierīkotu sēklu plantāciju „Misa”, „Brenģuļi”, „Liuza” sastāvdaļu – klonu raksturošana ar molekulārās pasportizācijas metodi (2.3. nodaļa). Kloni šo plantāciju ierīkošanai atlasīti saskaņā ar tradicionālajā mežsaimniecībā lietotajiem pluskoku atlases principiem un tajās iegūtais meža reproduktīvais materiāls būs piemērots izmantošanai tradicionālajā mežsaimniecībā. Plantāciju izcelsme – vietējā. Plantācijā „Misa” un „Brenģuļi” iegūtais reproduktīvais materiāls ir piemērots meža atjaunošanai un ieaudzēšanai parastās priedes Austrumu ieguves apgabalā, bet nepieciešamības gadījumā lietojams arī Rietumu ieguves apgabalā. Plantācijā „Liuza” iegūtais reproduktīvais materiāls ir piemērots meža atjaunošanai un ieaudzēšanai parastās egles Austrumu ieguves apgabalā, bet nepieciešamības gadījumā lietojams arī Centrālajā un Rietumu ieguves apgabalā.

Parastās priedes (*Pinus sylvestris* L.) sēklu plantācija „Misa” Ķekavas novada Ķekavas pagastā (kadastra Nr. 80700160065, platība 5,45 ha) ierīkota 1998. gadā. Plantācijā pārstāvēti 133 kloni, pluskoki atlasīti ģenētisko resursu mežaudzē Misas priede gan pēc fenotipa, gan pēc nācēju pārbaužu rezultātiem. 2013. gadā veikta klonu identifikācija ar molekulārās pasportizācijas metodi, lai nodrošinātu šajā plantācijā iegūtā meža reproduktīvā materiāla identifikāciju jebkurā tā ražošanas, tirdzniecības vai izmantošanas stadijā. Genotipēšanai ievākti 512 paraugi. Kloni 513 un 530 plantācijā pārstāvēti tikai ar 1 rametu, klona 513 genotipēšanas rezultāts neveiksmīgs. Kopā identificēti 467 rameti, kas bija pietiekami 131 klona molekulārās pases sastādīšanai.

Parastās priedes (*Pinus sylvestris* L.) sēklu plantācija „Brenģuļi” Beverīnas novada Brenģuļi pagastā (kadastra Nr. 9484009012; 96460080132, kopējā platība 26,83). Plantācijas atjaunošana uzsākta 2001. gadā izmantojot Sāvienas priežu sēklu plantācijas Smiltenes bloka klonus. Visu plantācijā augošo 88 klonu genotipēšanai kopā ievākti 380 paraugi. Identificēti 325 rameti, kas bija pietiekami 84 klonu identifikācijai un molekulārās pases sastādīšanai. Analizējot DNS paraugus, izdalīti 4 klonu pāri ar savstarpēji vienādu genotipu: Sm 1=Sm 4; Sm 25=Sm 28; Sm 101=Sm 108; Cpop16=CPop 8 (7.5. pielikums). Šo klonu paraugi papildus analizēti ar vēl 6 mikrosatelītu kodola DNS praimeriem, kuri tāpat neuzrādīja atšķirības klonu pāros. Iegūtie rezultāti salīdzināti ar attiecīgo klonu genotipēšanas rezultātiem Sāvienas priežu sēklu plantācijā. Konstatētās atšķirības klonu genotipos starp plantācijām liecina, ka plantācijā „Brenģuļi” klonu skaits varētu būt samazinājies par 4 kloniem (5%) (spriežot pēc genotipēto rametu rezultātiem) un šobrīd plantācijā **nav** pārstāvēti kloni: Sm 4, Sm 28, Sm 101 un Cpop. 16. Šo klonu genotipētie rameti turpmāk attiecīgi uzskatāmi par Sm 1, Sm 25, Sm 108, Cpop. 8.

Parastās egles (*Picea abies* (L.) Karst.) sēklu plantācijas „Liuza” Rēzeknes novada Lendžu pagastā (kadastra Nr. 78660010121, 78660010131, 78660010120, 78660010102, 78660010154, platība 20,78 ha) ierīkošana uzsākta 2003. gadā. Saskaņā ar 2013. gadā veikto inventarizāciju, plantācijā pārstāvēti 216 kloni ar atšķirīgu īpatsvaru (no 0,03 % līdz 0,81 %), t.sk. 125 Rēzeknes, 86 Maltas un 3 Rušonas kloni, pluskoki atlasīti ģenētisko resursu mežaudzēs Rēzeknes egle un Maltas egle. 2013. gadā veikta plantācijā pārstāvēto klonu identifikācija ar molekulārās pasportizācijas metodi, lai nodrošinātu šajā plantācijā iegūtā meža reproduktīvā materiāla identifikāciju jebkurā tā ražošanas, tirdzniecības vai izmantošanas stadijā. Genotipēšanai ievākti 1211 paraugi, t.sk. 164 paraugi (42 kloni) no Vecumu plantācijas klonu identitātes salīdzināšanai starp plantācijām. Iegūtie rezultāti bija pietiekami 208 klonu identifikācijai un molekulārās pases sastādīšanai. 5 kloni, kas sākotnēji pārstāvēti ar 1 rametu - gājuši bojā un šobrīd plantācijā nav pārstāvēti.

Ievērojot iepriekš veiktos pētījumus un klonu atlases principus, parastās priedes sēklu plantācijas „Misa” un „Brenģuļi” atbilst ieguves avota atestācijas prasībām kategorijas „pārāks”, bet parastās egles sēklu plantācija „Liuza” – kategorijas „uzlabots” reproduktīvā materiāla ieguvei.

Genotipēšanas rezultāti:

- 1) Priedes sēklu plantācijas „Misa” identificēto klonu molekulārā pase (7.1. pielikums);
- 2) Priedes sēklu plantācijas „Misa” identificēto klonu rametu saraksts (7.2. pielikums);
- 3) Priedes sēklu plantācijas „Misa” identificēto klonu rametu izvietojuma shēma (7.1. pielikums, elektroniski);
- 4) Priedes sēklu plantācijas „Brenčuļi” identificēto klonu molekulārā pase (7.3. pielikums);
- 5) Priedes sēklu plantācijas „Brenčuļi” identificēto rametu saraksts (7.4. pielikums);
- 6) Priedes sēklu plantācijas „Brenčuļi” savstarpēji sakrītošo klonu saraksts (7.5. pielikums);
- 7) Priedes sēklu plantācijas „Brenčuļi” identificēto klonu rametu izvietojuma shēma;
- 8) Egles sēklu plantācijas „Liuza” identificēto klonu molekulārā pase un identificēto rametu saraksts (7.6. pielikums);
- 9) Egles sēklu plantācijas „Liuza” identificēto klonu rametu izvietojuma shēma.

7.2. Pasūtītāja iesniegto skuju paraugu no identificēto klonu rametiem sēklu plantācijās „Brenčuļi”, „Misa” un „Liuza” pārbaude ĢRC

Plantāciju klonu genotipēšanas metodes pārbaude - tika analizēti paraugi no trim plantācijām – Brenčuļu priedes sēklu plantācija (32 paraugi); Misas priedes sēklu plantācija (32 paraugi); Liužas egles sēklu plantācija (48 paraugi). Priedes paraugi tika analizēti ar trim marķieriem, egles paraugi ar četriem marķieriem. Papildus marķieri netika izmantoti. Paraugi tika analizēti izmantojot agrāk aprakstīto metodiku. Iegūtie genotipi tika salīdzināti ar plantācijas klonu ģenētiskām pasēm. Rezultātā tika atlasīti viens vai vairāki kloni, ar kuriem pārbaudes paraugi sakrita (7.7.; 7.8.; 7.9. pielikums).

Kopsavilkums:

Brenčuļu priedes sēklu plantācija. Analizēti 32 pārbaudes paraugi. 17 paraugiem pareizi identificēts viens klons, 8 paraugiem identificēti vairāki iespējamie kloni, no kuriem viens bija pareizais klons. 7 paraugiem tika nepareizi identificēti kloni. Analizējot nepareizi identificētos klonus, secināts, ka 1 gadījumā klonam (Sm15) bija klonu pasē ierakstīts 158/166 (marķieris 3107), bet paraugam (4.) bija 158/158, un tad tas pilnībā sakrita ar klonu Sm153. Citiem nepareizi identificētiem kloniem tika atrastas atšķirīgas alēles klonu pasēs un pārbaudes paraugu genotipos. Šajos gadījumos būtu nepieciešams precizēt klonu pases un/vai pārbaudes paraugus. Iespējam, ka 2 pārbaudes paraugi (2. un 5.) nepareizi atšifrēti, jo 2. pārbaudes paraugs pēc genotipa sakrita ar Sm122, bet pēc saraksta tam vajadzēja būt Sm134. 5. pārbaudes paraugs pēc genotipa sakrita ar Sm134, tāpēc sarakstā tam vajadzēja būt Sm122.

Misas priedes sēklu plantācija. Analizēti 32 pārbaudes paraugi. 22 paraugiem pareizi identificēts viens klons, 3 paraugiem identificēti vairāki iespējamie kloni, no kuriem viens bija pareizais klons. 7 paraugiem tika nepareizi identificēti kloni. Analizējot nepareizi identificētos klonus, secināts, ka 5 gadījumos nesakrītības bija skaidrojamas ar hetero- vai homozigotiskiem genotipiem klonu pasēs vai pārbaudes paraugos. Diviem nepareizi identificētiem kloniem tika atrastas atšķirīgas alēles klonu pasēs un pārbaudes paraugu genotipos. Šajos gadījumos būtu nepieciešams precizēt klonu pases un/vai pārbaudes paraugus.

Liužas egles sēklu plantācija. Analizēti 48 pārbaudes paraugi. 28 paraugiem pareizi identificēts viens klons, 10 paraugiem identificēti vairāki iespējamie kloni, no kuriem viens bija pareizais klons. 10 paraugiem tika nepareizi identificēti kloni. Analizējot nepareizi identificētos klonus, secināts, ka visiem nepareizi identificētiem kloniem tika atrastas atšķirīgas alēles klonu pasēs un pārbaudes paraugu genotipos. Šajos gadījumos būtu nepieciešams precizēt klonu pases un/vai pārbaudes paraugus.

Secinājumi:

Izmantojot papildus marķierus būtu palielinātas iespēja atlasīt pareizos klonus, tādos gadījumos, kad nepareizās identifikācijas bija skaidrojamas ar hetero- vai homozigotiskiem genotipiem klonu pasēs vai pārbaudes paraugos. Citos gadījumos būtu nepieciešams precizēt klonu pases un/vai pārbaudes paraugus.

8. Secinājumi un rekomendācijas

1. Veicot parastās priedes selekcijas materiāla kontrolēto krustošanu konstatēts, ka vidēji gadā iegūstamo (4 gadu periodā) sekmīgo kombināciju skaits ir nedaudz mazāks nekā plānots. Selekcijas programmas izpildei 2014. gadā nolemts krustošanā palielināt kombināciju skaitu, veikt krustošanai nepieciešamo klonu, kuru krustošana dažādu iemeslu dēļ nav iespējama vai lietderīga sēklu plantācijā, potēšanu bagātīgi ziedošu klonu vainagos vienā sēklu plantācijā, dažu gadu laikā panākot to ziedēšanu un dalību krustošanā.
2. Veicot parastās egles pēcnācēju pārbaužu vērtēšanas rezultātu analīzi precizēts klonu kandidātu (atlases intensitāte 5 – 10%) saraksts Rietumu provenienču reģionam piemērotas sēklu plantācijas ierīkošanai un sagatavots klonu saraksts Centrālajam provenienču reģionam piemērotas sēklu plantācijas ierīkošanai. Rekomendēts sēklu plantāciju ierīkošanai izmantot 30 klonus apvienojot augstvērtīgāko 2. un 3. kārtas materiālu un plānojot to proporcionālu pārstāvniecību. Atlasīti augstvērtīgi, veģetatīvajai pavairošanai piemēroti kloni (21).
3. Veicot kārpainā bērza pēcnācēju pārbaužu vērtēšanas rezultātu analīzi sagatavoti klonu saraksti Rietumu un Austrumu provenienču reģionam piemērotu 3. kārtas sēklu plantāciju ierīkošanai. Atlasīti 150 kandidāti turpmākajam selekcijas darbam selekcijas populāciju veidošanai.
4. Sagatavots rūpnieciskajai pavairošanai reģistrēto apšu hibrīdu klonu produktivitātes un kvalitātes salīdzinošs raksturojums, rekomendēti augstvērtīgākie kloni rūpnieciskajai pavairošanai un sagatavoti priekšlikumi Meža reproduktīvā materiāla ieguves avotu reģistra aktualizācijai.
5. Apkopota informācija par parastās egles augstvērtīgu klonu veģetatīvo pavairošanu ar spraudņiem un sēklu ražošanas stimulēšanu sēklu plantācijās.
6. Sagatavota atestācijai nepieciešamā informācija par sēklu plantāciju „Misa”, „Brenģuļi”, „Liuza” ierīkošanu un to sastāvdaļu identitāti.

Pielikumi

Priedes plantācijās identificētie kloni kontrolēto krustojumu veikšanai

klons	sēklu plantācija																			identificēto klona rametu skaits	pavisam ievāktu paraugu skaits	analizēto plantāciju skaits	
	Kurmale	Dravas	Valdemārpils	Ozolkalni	Ziemeļi	Avotkalns	Salaca	Garozā	Allaži	Mežole	Jugla	Ranka	Inčukalns	Sāviens	Iedzēni	Katvari	Klabīši	Īle	Amula				Ziņģeri
	Plantācijā identificēto rametu skaits																						
Ai 2	2		2	4																	8	8	3
Al 12					3																3	7	1
Al 15					3																3	7	1
Als 25	2																				2	2	1
Ba 11		2	3																		5	7	2
Ba 15	3					1															4	10	2
Ba 17						4	3														7	10	2
Ba 28	7																				7	7	1
Ba 29		5																			5	6	1
Cē 17	4							2	3												9	18	5
Do 8																					6	9	2
Do 19						5					4										9	9	2
Du 19		5																			5	7	1
Du 20	4	3					4														11	13	3
Du 7		4			3																7	8	2
Du 9		6																			6	8	1
Gu 14										3	3										6	10	2
Gu 3											6										6	7	1
In 14					5	2							2								9	10	3
In 2											2										8	8	2
Jel 11							5														5	7	1
Jel 2								3													3	7	1
Jel 4								7													7	7	1

klons	sēklu plantācija																				identificēto klona rametu skaits	pavisam ievākto paraugu skaits	analizēto plantāciju skaits
	Kurmale	Dravas	Valdemārpils	Ozolkalni	Ziemeļi	Avotkalns	Salaca	Garozā	Allaži	Mežole	Jugla	Ranka	Inčukalns	Sāvienu	Iedzēni	Katvari	Klabīši	Īle	Amula	Ziņģeri			
	Plantācijā identificēto rametu skaits																						
Ja 11				5										3							8	11	2
Ja 14				6										3							9	10	2
Ja 16				4										4							8	8	2
Ja 18			4											4							8	8	2
Ja 19														5							5	5	1
Ja 30	3		1											3							7	9	3
Ja 8	1													4							5	6	2
Jel 14							3														3	7	1
Jē 11														4	4						8	9	2
Jē 15							2				6										8	9	2
Jē 18														7							7	8	1
Jē 19	3									1											4	6	2
Jē 9										2				4							6	9	3
Ka 12	4					3															7	10	2
Ka 17	1		3			4					3										11	16	4
Ka 18						4								3							7	9	2
Ka 23	3					4															7	9	2
Ka 27			4								2										7	10	3
Ka 28	3						1														5	7	2
Ka 5	3						2							3							8	8	3
Ko 12	3										2										9	13	3
Ko 6												7									7	7	1
Ko 8	4					4															8	8	2
Ku 15	3	3																			6	8	2
Ku 7	4	3																			7	7	2
Ku 21	4	4																			8	8	2
Lub 18	5																				5	6	1

klons	sēklu plantācija																				identificēto klona rametu skaits	pavisam ievākto paraugu skaits	analizēto plantāciju skaits
	Kurmale	Dravas	Valdemārpils	Ozolkalni	Ziemeļi	Avotkalns	Salaca	Garozā	Allaži	Mežole	Jugla	Ranka	Inčukalns	Sāviens	Iedzēni	Katvari	Klabīši	Īle	Amula	Ziņģeri			
	Plantācijā identificēto rametu skaits																						
Lub 23	6																				6	7	1
Lub 28	4					4															8	9	2
Ma 16	3						3														6	8	2
Ma 18						4	4														8	11	2
Ma 22											3					4					7	8	2
Ma 6						4				3			4								11	13	3
RJ 11		4					4														8	8	2
RJ 12	4	3					1														8	9	3
RJ 33		3				5															9	11	3
RJ 31										2			4								6	12	2
RJ 6		2				6															8	10	2
Sm 11		6												4							10	10	2
Sm 14														4							4	4	1
Sm 17														5							5	7	1
Sm 20														3							3	4	1
Sm 26														3							3	4	1
Str 13															1			5	3		9	12	3
Str 17																		6			6	7	1
Str 18															3				4		7	9	2
Str 2																					7	7	1
Str 29																					4	7	1
Ta 1			6																		6	9	1
Ta 14			5																		5	7	1
Ta 22			3							3											6	8	2
Tu 9		3																			7	13	3
Tu 10		4																			8	8	2
Tu 12		2											3								6	9	3

klons	sēklu plantācija																			identificēto klona rametu skaits	pavisam ievākto paraugu skaits	analizēto plantāciju skaits	
	Kurmale	Dravas	Valdemārpils	Ozolkalni	Ziemeļi	Avotkalns	Salaca	Garozā	Allaži	Mežole	Jugla	Ranka	Inčukalns	Sāviena	Iedzēni	Katvari	Klabīši	Īle	Amula				Ziņģeri
Plantācijā identificēto rametu skaits																							
Tu 13		3																			3	6	2
Tu 14		3											1								3	9	3
Tu 15		3											2								1	9	3
Tu 16		4																			2	7	2
Tu 18							3														2	11	2
Tu 21		3																			2	8	2
Tu 22																					5	6	1
Tu 25																					7	7	1
Ug 2	4		2																			7	2
Ug 9	3								2													6	2
Ve 4																				6	7	1	
Ve 25																				5	7	1	
Ve 28																				4	7	1	
kopā																				580			

Klonu genotipu atšķirības starp sēklu plantācijām*

klons	Sēklu plantācija																						
	Ziemeļi	Jugla	Dravas	Katvari	Kurmale	Ranka	Klīve	Taigas	Avotkalns	Garozā	Salacā	Allaži	Inču- kalns	Sāviens	Ozol- kalni	Valdemārpils	Iedzēni	Mežole	Tadaine	Klabīši	Īle	Amula	
Al 12	3 2																						
Al 15	3 2																						
Al 16	4 3																						
Al 5	2 1	2	1																				
Al 7	1 1 1 1 1																						
Als 13			5 2 1																				
Als 18				4	4																		
Als 21					4	2 1																	
Ba 1							2 5	1 3															
Ba 20										2 2 5													
Ba 26	1 1										1 1 1 1												
Ba 5							3 1			3 1													
Ba 6			2						6		2 2												
Do 8						6				2 1													
Du 16			4		5						3												
Du 8			2 2 5																				
In 15		4 1										3											
In 5		3										4											
In 6		1 2										2											
Ja 12					3									3	3								
Ja 25															1	2 3 1 1							
Ja 9					3			5									3						
Jē 1					2 4																		
Jē 10				4													3 3 2 1	1 1 1 1 1					
Jē 2		1 1			1						1 1				2								
Jē 5		4									1				3								
Jē 7									2										2 1 1				
Ka 14	4				3										2								
Ka 19			1 1	3												1							
Ka 3			2	3											2 2								
Ku 13			4	2 1 1	1 1 1																	1	
Lub 4							4	4															
RJ 4		2 2									4				1 2				3				
RJ 5			4								3 2												
Sm 24			3 1												4 2								
Sm 25			3												3								
Sm 7			3												4								
Str 28		2 2									2 1 1												
Tu 1			3 1 1								4				3 3 1							3	3
Tu 3				3							4												
Tu 28			3																				2
Tu 9			3												3 1								4
Ug 13															2								
Ug 8																	7						

* klona robežās vienā krāsā iekrāsotie lodziņi apzīmē savstarpēji sakrītošo genotipu skaitu dažādās plantācijās. Krāsojums starp kloniem nav salīdzinām

Priedes sēklu plantācijas „Misa” identificēto klonu molekulārā pase*

N. p. k.	Klons	Marķieri											
		PtTX3107		PtTX4001		PtTX4011		SPAC 11.6		SPAC12.5		PtTX2146	
		1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle
1	44	158	164	216	216	262	267	147	147	148	148	220	220
2	52	158	164	216	218	262	267			150	160	192	192
3	55	164	164	216	218	262	280						
4	62	158	160	206	216	262	262						
5	63	156	162	220	226	262	262						
6	106	164	164	218	220	260	262						
7	108	158	164	216	216	262	262	151	167	150	170	183	220
8	131	162	166	206	216	260	267						
9	146	158	164	216	216	262	262	151	151	146	146	183	193
10	158	164	164	206	218	262	262						
11	196	158	158	216	220	262	267						
12	198	164	164	206	216	262	267						
13	202	164	164	218	218	262	267	161	161	146	164	195	220
14	401	152	158	200	218	262	262						
15	402	152	152	206	210	262	262						
16	403	152	152	206	216	262	267	161	161	150	172	220	234
17	404	164	164	206	206	262	267						
18	405	152	152	216	216	262	262	171	171	143	162	192	220
19	406	152	152	206	216	262	262	171	171	148	168	192	192
20	407	160	164	200	218	262	264						
21	408	158	158	206	218	262	267			134	155	183	220
22	409	164	164	206	216	262	280			150	160	183	220
23	410	160	164	216	218	260	260	149	149	144	174	183	220
24	411	158	158	216	218	262	262	155	155	144	146	220	226
25	412	158	158	206	218	262	262	153	153	148	170	183	200
26	413	152	152	206	216	262	267	155	155	164	164	183	183
27	414	158	158	216	218	262	267	151	151	155	170	194	194
28	415	158	164	206	216	262	262						
29	416	158	166	214	216	267	280						
30	417	158	158	210	218	260	262						
31	418	164	164	216	216	262	264						
32	419	164	164	218	218	262	267	183	183	146	164	195	220
33	420	152	164	216	216	262	262						
34	421	158	172	216	218	267	267						
35	422	152	152	214	216	262	267						
36	423	158	164	216	216	262	262	159	161	155	160	226	232
37	424	158	158	216	218	267	267	161	183	158	160	183	220
38	425	158	158	202	218	262	280						
39	426	160	164	206	206	262	262						
40	427	166	166	206	216	262	267	147	147	160	182	193	193
41	428	152	152	214	218	262	262						
42	429	164	164	216	216	264	264						
43	430	164	164	204	216	262	267						
44	431	160	160	216	218	267	267						
45	432	156	158	214	216	262	267						
46	433	172	172	206	216	262	262						
47	434	164	164	206	216	262	262			153	164	142	204

N. p. k.	Klons	Marķieri											
		PtTX3107		PtTX4001		PtTX4011		SPAC 11.6		SPAC12.5		PtTX2146	
		1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle
48	435	158	164	216	216	267	267	165	165	150	168	220	220
49	436	152	166	216	218	262	267						
50	437	166	166	218	224	262	262						
51	438	158	164	216	226	262	262	147	153	155	166	183	193
52	439	152	152	216	228	262	264						
53	440	152	158	206	216	262	267						
54	441	152	158	206	216	262	262						
55	442	154	166	218	218	262	267						
56	443	152	158	202	218	262	262						
57	444	152	154	206	218	260	262						
58	445	164	170	206	216	262	262						
59	446	164	172	216	216	262	267						
60	447	152	158	214	218	260	262						
61	448	164	164	218	222	262	262						
62	449	152	172	216	218	262	262						
63	450	158	164	216	222	262	267						
64	451	166	166	216	218	260	262	147	153	155	167	220	220
65	452	158	164	206	218	262	280						
66	453	164	164	206	214	262	267						
67	454	158	170	206	216	262	264						
68	455	158	158	218	218	262	264						
69	456	164	166	216	216	260	262	147	153	150	172	192	220
70	457	158	158	206	218	262	267			148	168	183	193
71	458	164	166	216	218	262	262	153	157	162	180	183	220
72	459	160	164	214	218	262	262						
73	460	158	164	206	218	262	262						
74	461	158	166	214	218	262	267						
75	462	158	158	214	216	262	267	153	161	150	150	183	220
76	463	164	166	216	218	262	262	171	171	148	172	220	247
77	464	154	154	214	216	262	267						
78	465	158	164	216	216	260	264						
79	466	166	170	206	216	262	262			150	155	202	220
80	467	158	160	216	216	260	262						
81	468	154	154	206	216	262	267						
82	469	166	166	206	216	262	267	153	153	150	168	220	220
83	470	152	158	200	216	262	262						
84	471	164	164	206	216	260	262						
85	472	164	172	216	218	262	267						
86	473	164	170	206	216	262	280						
87	474	152	164	216	216	267	267						
88	475	158	164	206	214	262	262						
89	476	152	152	218	218	262	280						
90	477	158	164	216	216	262	262	151	151	164	168	193	226
91	478	166	166	216	218	260	260	147	147	155	167	220	220
92	479	154	158	218	224	267	267						
93	480	160	160	214	218	262	262						
94	481	164	164	204	216	260	262						
95	482	152	166	218	218	262	262						
96	483	158	164	218	226	262	280						

N. p. k.	Klons	Marķieri											
		PtTX3107		PtTX4001		PtTX4011		SPAC 11.6		SPAC12.5		PtTX2146	
		1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle
97	484	158	158	216	216	260	262						
98	485	158	158	216	218	260	262	155	155	146	164	179	183
99	486	158	158	216	216	262	262	153	157	152	164	183	194
100	487	164	164	216	216	262	267	169	169	146	160	185	202
101	488	158	166	216	226	262	267						
102	489	158	158	206	216	262	262						
103	490	158	158	206	218	260	262	151	167	148	182	183	226
104	491	166	166	214	216	262	262						
105	492	152	160	202	216	262	267						
106	493	160	166	216	216	260	262						
107	494	170	170	206	216	262	267			158	170	194	220
108	495	158	164	216	226	260	262	147	147	150	164	183	193
109	496	158	164	216	216	260	267						
110	497	164	166	216	218	267	267			134	146	183	220
111	498	152	164	204	218	262	267						
112	499	158	160	206	218	262	262						
113	500	164	170	218	226	262	262						
114	501	164	164	206	218	262	267	155	175	125	146	181	192
115	502	158	164	214	216	262	262						
116	503	152	164	204	216	267	267						
117	504	154	158	216	216	262	262						
118	505	166	166	202	216	262	262						
119	506	164	164	216	216	262	267	165	165	170	179	183	194
120	507	158	158	206	218	262	280						
121	508	152	158	216	226	260	267						
122	509	154	170	216	222	262	264						
123	510	164	164	216	224	262	267						
124	511	160	164	216	218	260	260	173	173	134	170	183	183
125	512	150	152	216	218	260	262	146	171	156	178	192	202
126	514	172	172	216	218	262	264						
127	515	152	152	216	218	262	267						
128	516	158	158	214	216	262	262	147	165	170	182	220	220
129	517	158	166	206	218	262	280						
130	518	158	172	216	218	262	267						
131	519	158	158	216	218	262	280						

* - alēles var būt gan homozigotā, gan heterozigotā stāvoklī

Priedes sēklu plantācijas „Misa” identificēto klonu rametu saraksts

Klons	stādvieta bloks									
	1. stādv. nr.*	2. stādv. nr.	3. stādv. nr.	4. stādv. nr.	5. stādv. nr.	6. stādv. nr.	7. stādv. nr.	8. stādv. nr.	9. stādv. nr.	10. stādv. nr.
44			1115	1815	1125	2425			1141	
52	1210		1220	2414		2530				
55			1215		1225			2535		
62	1305		1315				1335			
63			1320		1330	2630				
106		1505		1515	0225		0235			
108		1605		1615	0325					
131	0505	2405			0525					
146			0615							1941
158	0705	2005				2025; 2729				
196					0825		1240			
198	0905		0915		0925			2235		
202	1005	2305	1015					2335		
401	1001		1415		1425		1435			
402		1501	0211		0221		0231			
403			0311		0321			1631		
404			0411			1721	0431	1731		
405	0501					1821	0531			
406		1901	0611	1911		1921	0631			
407			0711		0721	2021				
408	0801		0811	2111		2121				
409			0911	2211	0121		0931			
410			1011	2311				2331		
411		2401			1121					
412				2511		2521		2531		
413	1301		1311				1331			
414			1411				1431	2731		
415	0202	1502		1512						
416	0302		0312		0322			1632		
417							0432		0443	1743
418	0502	1802	0512				0532			
419					0622	1922	0632	1932		
420		2002	0712	2012				2032		
421	0802				0822	2122		2132		
422	0902		0912		0922			2232		
423	1002		1012		1022	2322				
424	1102		1112	2412	1122					
425			1212		1222		1232			
426	1302		1312					2632		
427					1422	2722		2732		
428	0203	1503	0213							
429				1613	0323		0333			
430				2620						
431				1713	0423	1723				
432						1823	0533	1833		
433	0603	1903	0613	1913						

Klons	stādvieta bloks									
	1. stādv. nr.*	2. stādv. nr.	3. stādv. nr.	4. stādv. nr.	5. stādv. nr.	6. stādv. nr.	7. stādv. nr.	8. stādv. nr.	9. stādv. nr.	10. stādv. nr.
434				2013	0723	2023				
435	0803	2103		2113				2133		
436	0903			2213	0923	2223				
437	1003		1013	2313						
438			1113		1123		1133			
439			1213			2523	1233			
440	1303			2613				2633		
441	1403		1413		1423			2733		
442				1514		1524	0234			
443	0304		0314					1634		
444		1704		1714		1724		1734		
445				1814	0524	1824	0534			
446			0614	1914				1934		
447				2014	0724	2024		2034		
448	0804		0814			2124				
449	0904		0914		0924					
450	1004	2304			1024	2324				
451	1104				0126	2824		2434		2445
452			1214		1224			2534		
453	1304		1314			2624				
454			1414					2734	1445	
455	0206	1506				1526		1536		
456		2510			1125					
457		1606	0316		0326	1626				
458	0406	1706	0416							
459	0506	1806	0516		0526					
460	0606	1906		1916			0636			
461		2006					0736	2036		
462		2106		2116	0826	2126				
463	0906			2216		2226	0936			
464					1026	2326	1036			
465	1106		1116		1126		1136			
466			1216		1226	2526	1236			
467	1306	2606	1316		1326					
468	1406	2803			1426					
469		1507			0227		0237	1537		
470		1607	0317		0327					
471	0407	1707	0417		0427					
472			0517				0537		0547	1847
473	0607	1907			0627					
474		2007				2027	0737			
475	0807	2107	0817	2117				2137		
476		2207	0917	2217	0927		0937			
477	1007	2307		2317						
478			1117				1137	2437		
479	1207				1227			2537		
480	1307		1317		1327		1337		1347	
481					1427		1437	2737		
482				1518	0228		0238	1538		

Klons	stādvieta bloks									
	1. stādv. nr.*	2. stādv. nr.	3. stādv. nr.	4. stādv. nr.	5. stādv. nr.	6. stādv. nr.	7. stādv. nr.	8. stādv. nr.	9. stādv. nr.	10. stādv. nr.
483		1608	0318		0328	1628				
484	0103; 1105		0119							
485	0408			1718	0428		0438			
486	0105		0518			1828	0538	1838		
487	0608	1908		1918			0638			
488		2008				2028	0738	2038		
489	0808	2108	0818			2128				
490	0908	2208			0928		0938			
491		2308				2328		2338		
492		2408					1138	2438		
493		2508	1218				1238	2538		
494	1308	2608	1318		1328					
495		2708					1438			
496					0229	1529	0239			
497	0309	1609	0319		0329	1629				
498	0409	1709	0419		0429					
499		1809	0519		0529	1829	0539			
500		1909	0619	1919		1929				
501			0719	2019	0729	2029				
502				2119	0829	2129				
503	0909	2209	0919			2229				
504	1009	2309	1019							
505	1109				1129	2429		2439		
506	1209		1219	2519			1239			
507	1309	2609	1319							
508	1410		1420			2730		2740		
509	0209	1510	0220					1540		
510		1610	0320					1640		
511	0410	1710			0430					
512	0510	1810	0520							
514	0610	1910	0620		0630					
515	0710	2010	0720	2020	0730		0740			
516		2110	0820		0830					
517	0910	2210	0920				0940			
518	1010	2310	1020			2330	1040			
519	1110	2410		2420	1130	2430	1140			

* stādvieta nr. pirmie divi cipari – rindas nr., otrie divi cipari – kolonnas nr. plantācijas klonu izvietojuma shēmā (7.1. pielikums, elektroniski). Piemēram, 0910 nozīmē – devītā rinda desmitā kolonna.

Priedes sēklu plantācijas „Brenģuļi” identificēto klonu molekulārā pase *

N. p. k.	Klons	Marķieri																	
		PtTX3107		PtTX4001		PtTX4011		SPAC11.6		SPAC12.5		PtTX2146		PtTX3116		SPAG7.14		PtTX2123	
		1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle
1	Cpop 16**	152	158	206	216	262	267	220	220	155	158	161	161	161	174	207	227	190	190
2	Cpop 2	164	166	216	218	262	264												
3	Cpop 8**	152	158	206	216	262	267	220	220	155	158	161	161	161	174	207	227	190	190
4	Pop 11	152	158	206	216	260	267			155	155	220	220						
5	Pop 12	158	158	216	216	262	262	132	149	168	170	220	220						
6	Pop 15	158	162	218	220	260	260												
7	Pop 2	164	164	216	216	260	262												
8	Pop 21	170	170	206	214	262	280												
9	Pop 22	152	170	202	216	260	262												
10	Pop 5	158	164	216	218	260	262												
11	Sm 1**	158	158	206	218	260	260			134	168	220	220	161	165	194	223	194	194
12	Sm 2	164	166	216	216	267	280												
13	Sm 3	158	170	216	216	260	260												
14	Sm 4**	158	158	206	218	260	260			134	168	220	220	161	165	194	223	194	194
15	Sm 6	152	164	216	220	262	262												
16	Sm 7	152	152	200	228	262	262												
17	Sm 8	166	170	216	216	262	262												
18	Sm 9	166	166	202	216	262	267												
19	Sm 10	164	164	216	224	260	262												
20	Sm 11	164	164	216	218	262	267			129	148	202	220						
21	Sm 12	158	166	202	216	262	267												
22	Sm 13	162	164	216	216	262	262												
23	Sm 14	158	170	206	218	260	262	155	161	148	155	185	220						
24	Sm 15	158	166	216	218	262	267			150	160	183	220						
25	Sm 17	166	176	206	216	260	262												
26	Sm 20	152	152	216	218	267	267												
27	Sm 24	164	166	216	224	262	264												
28	Sm 25**	158	158	202	226	260	262	167	177	125	150	183	220	161	168	194	218	194	194
29	Sm 26	152	152	206	216	262	262												

N. p. k.	Klons	Marķieri																	
		PtTX3107		PtTX4001		PtTX4011		SPAC11.6		SPAC12.5		PtTX2146		PtTX3116		SPAG7.14		PtTX2123	
		1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle
30	Sm 28**	158	158	202	226	260	262	167	177	125	150	183	220	161	168	194	218	194	194
31	Sm 30	158	164	218	218	262	262												
32	Sm 101**	160	164	216	218	262	262	165	173	146	160	183	183	155	155	218	227	190	194
33	Sm 102	158	166	202	206	260	264												
34	Sm 103	152	164	216	216	260	267												
35	Sm 104	158	158	206	216	267	280												
36	Sm 105	164	166	216	218	260	262												
37	Sm 106	152	164	216	218	262	267												
38	Sm 107	158	158	206	218	262	264	169	169	158	164	224	224						
39	Sm 108**	160	164	216	218	262	262	165	173	146	160	183	183	155	155	218	227	190	194
40	Sm 109	152	168	206	206	260	262			158	164	183	193						
41	Sm 110	160	164	216	216	262	262			146	150	183	220						
42	Sm 111	164	164	214	216	262	267												
43	Sm 112	152	152	204	206	260	260												
44	Sm 113	164	164	216	218	267	267												
45	Sm 114	158	160	216	216	262	262												
46	Sm 115	152	158	214	216	267	267												
47	Sm 116	158	166	200	206	262	262												
48	Sm 117	164	164	216	218	264	264												
49	Sm 118	164	164	216	218	262	267			146	158	192	220						
50	Sm 119	164	164	216	216	262	264												
51	Sm 120	160	164	216	216	267	267												
52	Sm 121	152	152	216	224	262	262												
53	Sm 122	160	164	216	216	260	262			160	160	220	220						
54	Sm 123	164	164	206	218	262	267												
55	Sm 124	158	160	206	216	260	262												
56	Sm 125	166	166	202	228	260	260												
57	Sm 126	164	164	218	226	260	264												
58	Sm 127	158	164	216	216	262	267			148	150	182	202						
59	Sm 128	158	158	216	222	262	267												
60	Sm 129	158	170	206	218	262	262	169	175	162	164	220	220						

N. p. k.	Klons	Marķieri																	
		PtTX3107		PtTX4001		PtTX4011		SPAC11.6		SPAC12.5		PtTX2146		PtTX3116		SPAG7.14		PtTX2123	
		1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle
61	Sm 130	152	158	216	218	260	267												
62	Sm 131	164	166	202	218	260	267												
63	Sm 132	158	158	216	216	260	262			150	158	202	224						
64	Sm 133	158	158	216	216	262	262	132	153	150	158	220	220						
65	Sm 134	158	166	206	216	262	262												
66	Sm 135	154	166	202	218	264	267												
67	Sm 136	158	158	200	218	267	267												
68	Sm 137	158	158	206	218	262	262	155	179	150	162	192	192						
69	Sm 138	158	158	202	216	260	260												
70	Sm 139	156	156	216	216	262	262												
71	Sm 140	158	158	218	218	260	262												
72	Sm 141	164	164	206	220	260	267												
73	Sm 142	170	170	200	218	260	262												
74	Sm 143	156	166	206	216	262	262												
75	Sm 144	166	166	206	216	234	262												
76	Sm 145	152	154	216	216	260	262												
77	Sm 146	152	158	214	216	262	264												
78	Sm 147	152	164	218	218	262	262												
79	Sm 148	158	158	216	218	260	262												
80	Sm 149	152	154	202	218	262	267												
81	Sm 150	158	166	206	214	260	262												
82	Sm 151	158	170	216	226	262	262												
83	Sm 152	152	166	216	216	262	267			130	160	130	160						
84	Sm 153	158	158	216	218	262	267			154	158	220	220						
85	Sm 154	160	166	216	218	267	267												
86	Sm 155	154	166	216	216	260	262												
87	Sm 156	156	158	200	216	260	262												
88	Sm 157	164	164	216	216	267	267			146	146	182	182						

* - alēles var būt gan homozigotā, gan heterozigotā stāvoklī; ** - kloni ar savstarpēji vienādiem genotipiem (sk. 7.5. pielikumu)

Priedes sēklu plantācijas „Brenčuļi” identificēto klonu rāmetu saraksts

Klons	Identificēto rāmetu atrašanās vieta plantācijas shēmā***
Cpop 16**	18; 26; 27; 28
Cpop 2	14; 15; 16; 18
Cpop 8**	25; 26; 27; 28
Pop 11	51; 53; 54
Pop 12	25; 26; 28
Pop 15	26; 27; 28
Pop 2	25; 26; 27; 28
Pop 21	52; 52-1; 53; 53-1
Pop 22	26; 27; 28
Pop 5	18; 27; 28; 51
Sm 1**	52; 53; 54; 63
Sm 2	23; 24; 25; 26
Sm 3	26; 27; 28; 54
Sm 4**	25; 27; 28
Sm 6	26; 51; 52
Sm 7	16; 17; 18; 52
Sm 8	52; 53; 54
Sm 9	52; 53; 54
Sm 10	18; 51; 53; 54
Sm 11	16; 17; 51
Sm 12	16; 51; 52
Sm 13	16; 18; 52; 53
Sm 14	17; 52; 54
Sm 15	16; 17; 18; 53
Sm 17	25; 26; 27; 28
Sm 20	26; 27; 28
Sm 24	17; 18; 53; 54
Sm 25**	23; 24; 25; 27
Sm 26	25; 26; 27; 28
Sm 28**	25; 26; 27; 28
Sm 30	26; 27; 28; 51
Sm 101**	17; 18; 27
Sm 102	25; 26; 27; 28
Sm 103	25; 26; 27; 28
Sm 104	23; 24; 25; 26; 27; 28
Sm 105	51; 52; 53
Sm 106	25; 26; 27; 28
Sm 107	25; 26; 27; 28
Sm 108**	25; 26; 27
Sm 109	27; 28; 53
Sm 110	27; 28; 52; 53
Sm 111	25; 26; 27; 51
Sm 112	25; 27; 28; 52
Sm 113	25; 26; 27; 28

Klons	Identificēto rāmetu atrašanās vieta plantācijas shēmā***
Sm 114	26; 27; 28
Sm 115	25; 26; 27
Sm 116	23; 24; 25; 27; 28
Sm 117	25; 26; 27; 28
Sm 118	25; 26; 27; 28
Sm 119	25; 26; 27; 51; 53; 54
Sm 120	52; 54; 64
Sm 121	25; 27; 28
Sm 122	25; 27; 28
Sm 123	18; 26; 27; 28
Sm 124	25; 26; 27; 51; 54; 61
Sm 125	16; 17; 18; 27; 28
Sm 126	25; 26; 27; 28
Sm 127	18; 25; 53; 54
Sm 128	17; 26; 27
Sm 129	23; 24; 26
Sm 130	25; 26; 27; 28
Sm 131	25; 26; 27; 28
Sm 132	26; 27; 28
Sm 133	25; 26; 27; 28
Sm 134	17; 18; 25; 27
Sm 135	16; 53; 54
Sm 136	25; 26; 27; 28
Sm 137	27; 51
Sm 138	26; 27; 28
Sm 139	25; 26; 27; 28
Sm 140	25; 26; 27; 28
Sm 141	16; 26; 27; 28
Sm 142	26; 27; 28
Sm 143	25; 26; 28; 51
Sm 144	25; 26; 27; 28
Sm 145	16; 18; 53
Sm 146	26; 27; 28
Sm 147	25; 26; 27; 28
Sm 148	27; 51; 53
Sm 149	25; 26; 27; 28
Sm 150	25; 26; 27; 28
Sm 151	25; 26; 27; 28
Sm 152	25; 27; 51
Sm 153	14; 15; 16; 17; 25
Sm 154	25; 26; 28
Sm 155	18; 52; 53
Sm 156	25; 26; 27; 51
Sm 157	17; 24; 28

*** vietas numura pirmais cipars – atkārtojuma nr.; otrais cipars – bloka numurs. Piemēram, 25 nozīmē otrā atkārtojuma piektais bloks. Plantācijas shēma 7.2. pielikums, elektroniski.

** - kloni ar savstarpēji vienādiem genotipiem (sk. 7.5. pielikumu)

Priedes sēklu plantācijas „Brenčuļi” savstarpēji sakrītošo klonu saraksts

Klons	Marķieri																		Identificēto rametu atrašanās vieta plantācijas shēmā ¹
	PtTX3107		PtTX4001		PtTX4011		SPAC11.6		SPAC12.5		PtTX2146		PtTX3116		SPAG7.14		PtTX2123		
	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	
Cpop 16	152	158	206	216	262	267	220	220	155	158	161	161	161	174	207	227	190	190	18; 26; 27; 28
Cpop 8	152	158	206	216	262	267	220	220	155	158	161	161	161	174	207	227	190	190	25; 26; 27; 28 *
Sm 1	158	158	206	218	260	260			134	168	220	220	161	165	194	223	194	194	52; 53; 54; 63
Sm 4	158	158	206	218	260	260			134	168	220	220	161	165	194	223	194	194	25; 27; 28 **
Sm 25	158	158	202	226	260	262	167	177	125	150	183	220	161	168	194	218	194	194	23; 24; 25; 27
Sm 28	158	158	202	226	260	262	167	177	125	150	183	220	161	168	194	218	194	194	25; 26; 27; 28 ***
Sm 101	160	164	216	218	262	262	165	173	146	160	183	183	155	155	218	227	190	194	17; 18; 27
Sm 108	160	164	216	218	262	262	165	173	146	160	183	183	155	155	218	227	190	194	25; 26; 27 ****

* šie uzskaitītie rameti identificēti kā Cpop 16; ** - šie uzskaitītie rameti identificēti kā Sm 1; *** - šie uzskaitītie rameti identificēti kā Sm 25; **** - šie uzskaitītie rameti identificēti kā Sm 101; ¹ - vietas numura pirmais cipars – atkārtojuma nr.; otrais cipars – bloka numurs. Piemēram, 25 nozīmē otrā atkārtojuma piektais bloks. Plantācijas shēma 7.2. pielikums, elektroniski.

Egles sēklu plantācijas „Liuza” identificēto klonu molekulārā pase* un identificēto klonu rametu saraksts

N. p. k.	Klons	Markieris												Identificēto rametu stādvieta nr. plantācijas shēmā ¹
		UAPgAG150F		UAPgAG150R		WS0033.A18FR		WS0022.B15FR		PAAC17FR		paGB3FR		
		1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	
1	M 1	125	125	149	149	168	168	179	191					1146;1222; 2422; 2734
2	M 10	125	125	141	147	164	166	200	204					1152; 1540; 2740; 3120; 1564
3	M 101	125	125	143	145	174	174	190	204					3420; 0448
4	M 103	125	125	143	147	166	166	202	206					3421; 0449
5	M 104	125	127	145	153	168	168	206	206					3213;3516;1767
6	M 107	125	131	151	151	162	166	204	206					3517;3626;2320
7	M 109	125	131	145	151	168	168	179	179					3518;3809;1083
8	M 11	125	131	147	149	168	172	194	198					1153; 1541; 2741; 3011; 3121
9	M 12	125	125	141	149	164	176	202	202					1154; 1542; 3012
10	M 113	125	125	149	151	168	168	194	200					1721; 2015; 3627; 3819; 4220;
11	M 114	125	125	145	147	168	168	200	206					3520; 0377; 0541
12	M 116	125	131	147	147	164	166	179	202					1554; 1630; 1942; 3142; 3412; 3521
13	M 117	125	125	145	151	168	168	191	191					3908; 1386; 0794; 2074
14	M 118	125	131	149	149	168	168	179	202					0543; 0475
15	M 119	125	127	149	153	164	164	191	191					1555; 1943; 3413; 3143
16	M 120	125	127	145	147	164	164	202	210					1944; 3144; 3416;3617
17	M 122	125	125	147	147	166	168	202	204	150	150	113	117	1557; 1633; 1945; 2833; 3145; 3618
18	M 123	125	125	149	151	168	176	179	208					1722; 1746; 2034; 2922; 3234; 3620
19	M 125	125	125	141	147	166	166	194	194					1723; 1747; 2035; 2923; 3235; 3505
20	M 127	125	131	145	147	168	168	179	202					1817**; 2417; 3621; 3728
21	M 13	125	131	145	147	164	166	191	200					1155; 1543; 2743**; 3013
22	M 130	125	125	145	145	168	168	186	202					1818; 2418; 3724
23	M 132	125	125	145	147	168	168	196	210					3717; 0547; 0574
24	M 134	125	125	147	151	166	166	179	191					1819; 3730; 4221**; 4230
25	M 137	127	131	145	147	168	168	181	202					3718; 0380; 0548; 0576
26	M 14	125	125	147	149	166	166	191	194					1156; 1544; 2744; 3014; 3302
27	M 140	125	127	143	145	168	168	194	194					3504; 0778; 1670
28	M 143	125	125	145	147	164	168	179	191					2645; 4115; 3719; 3533
29	M 144	125	125	145	151	166	174	191	196					3721; 0550

N. p. k.	Klons	Markieris												Identificēto rametu stādvieta nr. plantācijas shēmā ¹
		UAPgAG150F		UAPgAG150R		WS0033.A18FR		WS0022.B15FR		PAAC17FR		paGB3FR		
		1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	
30	M 145	125	125	147	149	166	168	191	206					3105; 1271; 1659
31	M 146	125	127	145	147	168	168	204	206					1820; 2420; 3149; 3726; 3731
32	M 147	125	129	143	143	168	168	186	191					3209; 1375; 0483
33	M 15	125	131	145	147	162	172	200	202					1545; 2357; 2745; 3303
34	M 150	125	131	147	149	168	168	202	206					1821; 2421; 2708; 3727; 3732; 3916
35	M 16	125	127	143	145	168	168	179	206					1246; 1322; 2834; 2522
36	M 17	125	125	145	149	168	168	191	202					1247; 1323; 1635; 2523; 2835
37	M 18	127	127	147	149	164	166	196	212					1636; 2548; 2836
38	M 19	125	131	147	149	168	168	179	196					1249; 1637; 2525; 2837; 3107
39	M 2	125	131	145	145	164	166	208	214					1147; 1535; 2735; 3117; 3622
40	M 20	125	125	143	145	168	168	179	194					1250; 1326; 1638; 2838; 3108; 3501
41	M 21	125	125	145	147	168	168	191	202					1251; 1327; 1639; 2527; 2839; 3109; 3502
42	M 22	125	125	149	151	166	166	181	194					2528; 2552; 3110; 1328; 2840; 1640
43	M 23	125	125	147	147	168	168	202	204	139	147	113	117	1253; 1329; 1641; 2529; 2841; 3111; 3503
44	M 24	125	131	145	147	166	166	188	202					1330; 1642; 2842; 3112; 1254
45	M 25	125	125	147	151	166	168	200	204					1255; 1331; 1643; 2531; 2843**; 3113
46	M 26	125	127	145	147	168	168	179	194					1256; 1332; 1644; 2844
47	M 27	125	125	147	153	168	168	188	191					1257; 1333; 1645**; 2533; 2845; 3115; 3821**
48	M 28	125	127	145	145	168	168	179	191					1346; 2934; 3204; 3701; 1734
49	M 29	125	125	145	147	166	164	194	200					1423; 1735; 2623; 2935; 3205; 1347
50	M 3	125	127	145	147	164	168	191	191	158	158	113	115	1717; 2012; 2317; 3623; 3628; 4217
51	M 30	125	127	143	147	174	174	179	208					1736; 2936; 3206; 3703
52	M 31	125	127	149	149	168	168	179	194					1349; 1737; 2937; 3207
53	M 32	125	125	143	153	164	166	179	200					1350; 1738; 2938**; 3208
54	M 33	129	131	145	147	164	168	179	181					1351; 1427; 2627; 2651; 2939
55	M 34	125	131	143	145	168	176	200	208					1352; 1428; 174; 2628; 2652; 2940; 3210
56	M 35	125	131	145	147	164	168	179	179					1353; 1429; 1741; 2629; 2941; 3211
57	M 36	125	127	145	149	166	168	191	191	137	155	113	117	1354; 1430; 1742; 2630; 2942; 3212
58	M 37	125	131	149	151	166	168	194	198					1355; 1431; 1743; 2631; 2943
59	M 38	125	125	145	145	166	166	200	204					1356; 1432; 2944; 3214; 3902
60	M 39	125	125	145	153	168	168	191	198					1357; 1433; 1745; 2633; 2945; 3215; 3903
61	M 4	125	125	143	145	164	168	191	191					1148; 1224; 1536; 2424; 2448; 2736; 3006
62	M 40	125	125	147	151	168	166	200	208					1522; 1546; 1834; 2722; 3034; 3304

N. p. k.	Klons	Markieris												Identificēto rametu stādvieta nr. plantācijas shēmā ¹
		UAPgAG150F		UAPgAG150R		WS0033.A18FR		WS0022.B15FR		PAAC17FR		paGB3FR		
		1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	
63	M 41	125	127	197	163	182	182	198	202					3625; 3630; 3818; 4228**
64	M 42	125	125	147	149	168	166	186	204					1447; 1523; 1835; 2723; 3035; 3305
65	M 43	125	131	147	149	166	166	196	202					1448; 1524; 1836; 3036
66	M 44	125	125	143	145	168	168	202	206					1525; 2725; 3037; 3216; 3307
67	M 45	129	131	141	143	168	170	202	212					1450; 1526; 2726; 3218**; 3308
68	M 46	127	127	149	149	168	168	188	194					1451; 3039; 3219; 3309; 3822
69	M 47	125	127	145	149	168	168	191	191	157	157	113	117	1528; 1840; 2728; 2752
70	M 49	125	125	143	149	168	168	191	202					1454; 1530; 1842; 3042; 3221; 3312
71	M 5	125	125	151	151	166	172	181	181					1149; 1537; 2737; 3007; 3816
72	M 50	125	125	145	147	168	168	191	210					1455; 1531; 1843; 2731; 3313; 3316
73	M 51	125	127	145	147	168	168	186	196					1532; 1844; 3044; 3314; 3318
74	M 52	125	129	145	145	166	166	200	206					1457; 1533; 1845; 3045; 3315; 3319
75	M 53	125	129	147	151	168	168	181	202					1622; 1646; 1934; 3134; 3320; 3404
76	M 54	125	125	143	151	166	166	191	200					1647; 1935; 3135; 3321; 3405
77	M 55	125	127	145	147	168	168	188	202	141	150	112	116	1548; 1936; 2824; 3136; 3406; 3416
78	M 56	125	127	145	147	168	168	202	208					1549; 1625; 1937; 2825; 3407; 3417
79	M 57	125	127	145	147	164	168	186	200					1550; 1626; 3138
80	M 58	125	125	143	145	168	168	188	191					1627; 1939; 2827; 2851; 3139; 3409
81	M 59	125	131	145	153	168	168	191	194					1552; 1628; 1940**; 3140; 3410
82	M 6	125	125	143	149	168	168	181	208					1718; 3624; 3629; 3817; 4218; 4227**
83	M 60	125	127	145	153	168	168	179	188					1553; 1629; 3141; 3411; 3419
84	M 7	125	127	143	151	164	166	200	200					2738; 3008; 1538; 3118
85	M 8	125	127	149	157	164	168	181	194					3053; 3119; 1171; 1559
86	M 9	125	127	147	149	168	168	191	198					1151; 1539; 2739
87	R 1	125	131	145	145	164	168	191	204					1748; 2036; 2924; 3236; 3506; 4121
88	R 10	125	131	147	151	162	168	194	196					1918; 2113; 2518**; 2709; 3824; 3829; 3917
89	R 100	127	131	141	143	168	168	204	206					2326; 2350; 2638; 3526
90	R 101	125	125	147	147	164	168	194	204					1047; 2327; 2351; 2639; 3527; 4109
91	R 102	125	127	147	149	162	166	191	191					4010; 0896
92	R 103	127	131	145	145	168	168	179	188					2351; 2640; 3528; 4110
93	R 104	125	125	147	149	166	168	202	216					2641**; 2715; 3529
94	R 105	125	125	145	151	168	168	179	181					2330; 2354; 2642; 2716; 3530; 4112
95	R 106	125	125	145	151	164	166	179	210					2311; 2721; 4027; 4032; 4116

N. p. k.	Klons	Markieris												Identificēto rametu stādvieta nr. plantācijas shēmā ¹
		UAPgAG150F		UAPgAG150R		WS0033.A18FR		WS0022.B15FR		PAAC17FR		paGB3FR		
		1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	
96	R 107	125	125	145	145	166	166	181	204					2255; 2331; 3531; 4113
97	R 11	125	131	145	145	168	168	181	191					3825; 3830; 1919; 3918
98	Ru 11	125	125	145	147	168	168	206	206					4111; 4120
99	R 12	125	125	145	147	164	166	191	200					1732; 2932; 3514; 4216
100	R 13	125	125	143	145	168	170	196	200					0933; 1920; 2520; 2711; 3826; 3831
101	R 14	125	131	145	151	166	168	179	181					1028; 1921; 2116; 2712; 3832; 3920
102	R 15	125	131	145	147	166	166	200	202					2933; 3245; 3515
103	R 16	125	125	149	153	168	168	179	179					1822; 3022; 3334
104	R 17	125	125	145	153	164	168	181	198					2617; 3923; 3928
105	R 18	125	125	147	151	174	174	181	191					1186; 0982; 1874
106	R 19	125	125	143	145	164	166	191	194					2135; 3023; 3335
107	Ru 19	125	125	143	147	168	168	191	202					4131; 4119; 2911; 2220
108	R 2	125	131	145	147	168	168	186	198					1725; 2037; 2925; 3237
109	R 20	125	125	145	147	164	168	181	204					1033; 2018**; 3924; 3929
110	R 201	125	131	143	147	164	168	181	191					3827
111	R 204	125	131	145	145	168	168	191	191					2217; 2313; 4117; 4123; 4128**
112	R 205	125	127	145	145	168	168	181	204					2813; 2818; 3639; 3647; 4129
113	R 207	125	127	143	145	164	166	204	208					2910; 4118; 4125**; 4130
114	R 208	125	131	145	147	168	168	194	198					3644; 2814
115	R 209	125	131	149	151	162	166	191	198					4014; 1492
116	Ru 21	127	131	147	147	168	168	188	200					2221; 2316; 4127
117	R 21	125	127	141	145	168	168	196	200					2619; 3925; 3930; 2019
118	R 213	127	127	143	145	166	166	198	202					2913
119	R 217	127	131	143	147	168	168	191	208					2914
120	R 219	125	125	145	149	166	166	198	208					2644**; 3532; 4114
121	R 22	125	127	145	147	166	168	181	210					1124; 3509; 4224**
122	R 223	125	125	143	145	168	168	198	200					2916; 3646
123	R 226	125	125	143	145	168	168	194	204					2917
124	R 229	125	131	141	143	168	168	191	202					2918; 3704
125	R 23	125	125	145	147	166	166	181	191					1824; 2136; 3024; 3336; 3606**
126	R 232	125	125	145	145	168	168	206	206					2920; 3648
127	R 234	125	125	143	145	162	176	191	206					3017; 3605
128	R 239	125	127	147	149	168	168	191	194					3114; 3650**

N. p. k.	Klons	Markieris												Identificēto rametu stādvieta nr. plantācijas shēmā ¹
		UAPgAG150F		UAPgAG150R		WS0033.A18FR		WS0022.B15FR		PAAC17FR		paGB3FR		
		1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	
129	R 24	125	125	159	163	168	168	181	212					1126; 2020; 2213; 2620; 3926; 4017; 3931
130	R 25	125	127	145	147	168	168	179	186					1127; 4322; 0841
131	R 26	125	125	149	149	166	178	181	188					2137; 3025; 3337; 3607**, 4021
132	R 27	125	125	145	147	164	168	200	210					1128; 1826; 2138; 3026; 3338; 3608
133	R 28	125	127	145	147	168	168	188	191					1751; 1827; 3027; 3339; 3609
134	R 29	125	127	145	147	168	168	179	202					1129; 2021; 2214; 3927; 3932; 4018
135	R 3	125	125	143	151	164	168	198	206					1650; 1726; 2926
136	R 30	125	127	145	147	164	166	181	204					1752; 2140; 3340; 3610
137	R 31	125	127	145	145	168	166	194	198					1829; 2141; 3029; 3341; 3611
138	R 32	125	125	145	147	166	168	191	204					1830; 3030; 3342; 3612
139	R 33	127	131	145	147	166	166	188	212					1755; 2143; 3031; 3343
140	R 34	125	131	145	147	164	164	198	212					1756**, 2144; 3032; 3614
141	R 35	125	131	149	151	166	166	191	194					1757; 3033; 3615
142	R 36	125	127	147	151	166	166	181	204					1946; 2234; 3122; 3434
143	R 37	125	125	143	147	178	180	194	204					1923; 1947; 2235; 3123; 3435; 3705
144	R 38	125	127	143	151	166	166	206	212					1948; 2236; 3436; 3124; 3706
145	R 39	125	127	147	151	164	164	186	208					1949; 2237; 3125; 3437; 3707
146	R 4	127	125	143	145	166	168	202	210					0833; 1651; 1727; 2927; 3239
147	R 40	125	125	145	149	168	168	191	208					1420; 2117; 2215; 4019; 4023; 4028; 2717
148	R 41	125	125	143	147	166	174	181	202					1421
149	R 42	125	125	143	145	170	170	191	200					1519; 4523
150	R 43	125	127	147	147	166	166	188	191					1926; 1950; 3126; 3438
151	R 44	125	127	145	147	168	166	181	191					1520; 1927; 2239; 3127; 3439; 3709
152	R 45	125	125	145	151	166	166	202	208					1852; 3440; 3710
153	R 46	125	129	147	153	168	168	191	194					1853; 1929; 2241; 3129; 3441; 3711
154	R 47	125	127	143	145	168	168	191	191					1854; 2242; 3130; 3442; 3712
155	R 48	125	131	145	147	166	166	179	200					1855; 3443; 0987; 2067; 1931
156	R 49	125	127	145	151	166	166	200	202					1619; 1856; 1932; 2244; 3132; 3444; 3714
157	R 5	125	125	143	145	168	168	191	198					0929; 1652; 2040; 2928; 3240
158	R 50	125	125	143	145	168	168	191	194					2118; 2718; 4024; 4029
159	R 51	125	127	145	147	168	168	191	200					1621; 1857; 1933; 2245; 3715; 4621**, 1341
160	R 52	125	131	145	147	168	170	194	194					2022; 2046; 2334; 3222; 3804
161	R 53	125	127	143	145	168	166	188	202					2023; 2047; 2335; 3223

N. p. k.	Klons	Markieris												Identificēto rametu stādvieta nr. plantācijas shēmā ¹
		UAPgAG150F		UAPgAG150R		WS0033.A18FR		WS0022.B15FR		PAAC17FR		paGB3FR		
		1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	
162	R 55	125	125	141	143	172	172	179	181					2119; 2719; 4025
163	R 56	125	127	145	147	168	168	202	202	150	164	112	118	2336; 3224; 3806
164	R 57	125	125	145	147	168	168	179	191					2025; 2049; 2337; 3225
165	R 58	125	125	143	145	162	164	181	200					2338; 3226; 3808
166	R 59	125	127	145	147	164	168	191	191	174	174	113	115	1914; 2027; 2339; 3227
167	R 6	125	125	143	143	168	168	204	208					1653; 2041; 2929; 3241
168	R 60	125	127	145	151	168	172	191	202					1915; 1952; 2028; 2340; 3228; 3810
169	R 61	125	127	145	147	166	166	181	202					1916; 1953; 3229; 3811
170	R 62	125	125	149	151	166	168	191	202					1954; 2342; 3230; 3812
171	R 64	125	125	145	147	168	168	194	202					1955; 2031; 2110; 2343; 3231; 3813
172	R 65	125	125	145	151	168	168	191	191					1956; 2032; 2210; 2344; 3232; 4628
173	R 66	125	125	147	147	166	168	181	191					1957; 2033; 3815**; 4629
174	R 68	125	127	145	151	164	168	179	191	135	135	111	117	2122; 2146; 2310; 2434; 3904; 4721**
175	R 69	125	125	147	147	164	172	186	194					2147; 2435; 3323; 3905
176	R 7	127	131	145	151	162	166	181	206					1654; 2042; 3242; 3512
177	R 70	125	131	145	151	168	168	191	210					2124; 2148; 2436; 3324; 3906
178	R 71	125	127	147	151	168	168	181	204					2125; 2149; 2410; 2437; 3325; 3907
179	R 72	125	131	143	145	168	168	191	200					2126; 2438; 2150; 2411; 3326
180	R 73	125	125	143	143	166	166	179	181					2413; 4725**
181	R 74	125	131	145	147	166	168	191	208					2127; 2151; 2414; 2439; 3327; 3909
182	R 75	125	131	147	159	166	166	181	202					2128; 2152; 2415; 2440; 3328; 3910
183	R 76	127	125	145	147	164	166	191	206					2129; 2441; 3329; 3911
184	R 77	125	127	147	151	164	176	204	204					2130; 2416; 3330
185	R 78	125	127	145	147	162	164	186	208					2055; 2443; 3331; 3913
186	R 79	125	131	147	147	168	168	179	204					52121; 69136; 70121; 1676
187	R 8	125	127	145	149	166	166	186	200					1655; 2043; 3243; 3513
188	R 80	125	131	145	147	164	166	194	206					2056; 2444; 3332
189	R 81	125	131	147	151	168	174	206	208					3915**; 0853; 2133
190	R 82	125	125	147	153	164	168	179	196					2222; 2246; 2534; 3422; 4004; 2508
191	R 83	125	125	141	147	168	166	191	208					2223; 2247; 2535; 3423; 4005
192	R 84	125	127	159	159	162	166	191	206					2224; 2248; 3424; 4006
193	R 85	125	125	147	149	166	166	179	202					2249; 2537; 3425; 4007
194	R 86	127	129	149	151	164	166	179	200					2250; 2510; 2538; 3426; 4008

N. p. k.	Klons	Markieris												Identificēto rametu stādvieta nr. plantācijas shēmā ¹
		UAPgAG150F		UAPgAG150R		WS0033.A18FR		WS0022.B15FR		PAAC17FR		paGB3FR		
		1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	1. alēle	2. alēle	
195	R 87	127	131	145	151	168	174	200	210					2227; 2251**; 2511; 2539; 3427
196	R 88	125	129	145	149	166	166	196	196					2228; 2252; 2540; 3428
197	R 89	125	129	147	151	166	166	191	204					2253; 3429; 4011
198	R 9	127	131	145	147	168	174	181	202					0931; 1917**; 3246; 3823; 3828; 4215
199	R 90	127	127	147	147	166	174	181	204					2230; 3430; 4012
200	R 91	129	125	145	147	166	166	191	194					2155; 2231; 2514; 2543
201	R 92	125	125	145	147	166	166	196	198					2156; 2232; 2544; 3432
202	R 93	125	127	143	151	168	168	204	210					2157; 2233; 2516; 2545**; 3433; 4015**
203	R 94	125	127	143	147	162	166	186	204					2322; 2346; 2615; 2634; 3522; 4104
204	R 95	125	131	145	145	164	166	186	198					2323; 2347; 2616; 2635; 3523; 4105
205	R 96	127	129	147	151	168	178	191	204					2324; 2348; 2636; 3524; 4106
206	R 97	125	125	145	149	168	168	179	204					2637; 3525
207	R 98	125	127	145	149	168	166	202	204					2120; 2216**; 2707; 2720**; 4020**; 4031
208	R 99	125	125	145	145	168	168	188	200					1581; 0689

* - alēles var būt gan homozigotā, gan heterozigotā stāvoklī

**rameti, kas identificēti, bet gājuši bojā 2013. gada vasarā

¹ – stādvieta numura pirmie divi cipari – rindas numurs, otrie divi cipari – kolonnas numurs (sēklu plantācijas „Liuza” shēma)

Sēklu plantācijas „Brenčuļi” pārbaudes materiāla analīzes rezultāti

pārbaudes paraugs	sakritība ar pasēm	Marķieri						piezīmes
		PtTX3107		PtTX4001		PtTX4011		
		1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	
1	1	154	166	216	216	260	262	pareizs
1	Sm 155	154	166	216	216	260	262	
2	2	160	164	216	216	260	262	nepareizs
2	Sm 122	160	164	216	216	260	262	
5?	5?	158	166	206	216	262	262	
2	Sm 134	158	166	206	216	262	262	
3	23	152	158	206	216	262	267	vairāki, bet pareizs
3	Cpop 8	152	158	206	216	262	267	
3	Cpop 16	152	158	206	216	262	267	
4	4	158	158	216	218	262	267	nepareizs
4	Sm 153	158	158	216	218	262	267	
4	Sm 15	158	166	216	218	262	267	
5	5	158	166	206	216	262	262	nepareizs
5	Sm 134	158	166	206	216	262	262	
2?	2?	160	164	216	216	260	262	
5	Sm 122	160	164	216	216	260	262	
6	6	164	164	216	218	262	267	vairāki, bet pareizs
6	Sm 118	164	164	216	218	262	267	
6	Sm 11	164	164	216	218	262	267	
6	Cpop 2	164	164	216	218	262	267	
7	7	152	152	204	206	262	262	vairāki, bet pareizs
7	Sm 26	152	152	206	216	262	262	
7	Pop 11	152	158	206	216	262	262	
7	Sm 109	152	168	206	218	262	262	
7	Sm 112	152	152	204	206	260	260	
7	Sm 134	158	166	206	216	262	262	
8	8	158	170	216	216	260	260	pareizs
8	Sm 3	158	170	216	216	260	260	
9	9	164	164	214	216	262	267	pareizs
9	Sm 111	164	164	214	216	262	267	
10	10	158	158	218	218	260	262	pareizs
10	Sm 140	158	158	218	218	260	262	
10	16	158	158	218	218	260	262	
11	11	158	158	202	218	267	267	pareizs
11	Sm 136	158	158	200	218	267	267	
12	12	158	166	202	206	262	262	pareizs
12	Sm 116	158	166	200	206	262	262	
13	13	164	164	206	218	262	267	pareizs
13	Sm 123	164	164	206	218	262	267	
14	14	158	158	216	216	262	262	pareizs
14	Sm 131	164	166	202	218	260	267	
15	15	166	166	206	216	234	262	pareizs
15	Sm 144	166	166	206	216	234	262	
16	16	158	158	218	218	260	262	pareizs
16	Sm 140	158	158	218	218	260	262	
16	10	158	158	218	218	260	262	
17	17	158	166	206	214	260	262	pareizs

pārbaudes paraugs	sakritība ar pasēm	Marķieri						piezīmes
		PtTX3107		PtTX4001		PtTX4011		
		1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	
17	Sm 150	158	166	206	214	260	262	
18	18	152	164	202	218	262	267	vairāki, bet pareizs
18	Sm 149	152	154	202	218	262	267	
18	Sm 106	152	164	216	218	262	267	
19	19	150	164	218	218	262	262	pareizs
19	Sm 147	152	164	218	218	262	262	
20	20	158	158	216	216	262	262	vairāki, bet pareizs
20	Sm 133	158	158	216	216	262	262	
20	Pop 12	158	158	216	216	262	262	
20	33	158	158	216	216	262	262	
20	22	158	158	216	216	262	262	
21	21	158	170	216	226	262	262	pareizs
21	Sm 151	158	170	216	226	262	262	
22	22	158	158	216	216	262	262	nepareizs
22	Sm 133	158	158	216	216	262	262	
22	Pop 12	158	158	216	216	262	262	
22	33	158	158	216	216	262	262	
22	Sm 139	150	156	216	216	262	262	
23	23	166	166	202	228	260	260	pareizs
23	Sm 125	166	166	202	228	260	260	
24	24	152	158	214	216	264	267	nepareizs
24	Sm 115	152	158	214	216	267	267	
24	Sm 146	152	158	214	216	262	264	
25	25	170	170	202	218	260	262	vairāki, bet pareizs
25	Sm 142	170	170	200	218	260	262	
25	Pop 22	152	170	202	216	260	262	
27	27	158	158	206	218	260	260	vairāki, bet pareizs
27	Sm 4	158	158	206	218	260	260	
27	Sm 1	158	158	206	218	260	260	
28	28	158	164	218	218	262	262	pareizs
28	Sm 30	158	164	218	218	262	262	
29	29	152	158	216	218	260	267	nepareizs
29	Sm 130	152	158	216	218	260	267	
29	Sm 28	158	158	202	226	260	262	
30	30	160	166	216	218	267	267	pareizs
30	Sm 154	160	160	216	218	267	267	
31	31	164	164	206	220	260	267	pareizs
31	Sm 141	164	164	206	220	260	267	
32	32	158	164	216	226	262	262	nepareizs
32	Sm 127	158	164	216	216	262	267	
32	Pop 5	158	164	216	218	260	262	
32	Sm 17	166	176	206	216	260	262	
33	33	158	158	216	216	262	262	vairāki, bet pareizs
33	Sm 133	158	158	216	216	262	262	
33	Pop 12	158	158	216	216	262	262	
33	20	158	158	216	216	262	262	
33	22	158	158	216	216	262	262	

pārbaudes paraugs	sakritība ar pasēm	Marķieri						piezīmes
		PtTX3107		PtTX4001		PtTX4011		
		1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	
	vairāki, bet 8 pareizs 7 nepareizs	78%						
		22%						

Sēklu plantācijas „Misa” pārbaudes materiāla analīzes rezultāti

pārbaudes paraugs	sakrītība ar pasēm	Marķieri						piezīmes
		PtTX3107		PtTX4001		PtTX4011		
		1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	
1	415	158	164	206	216	262	262	pareizs
1	1	158	164	206	216	262	262	
2	428	152	152	214	218	262	262	pareizs
2	2	152	152	214	218	262	262	
3	443	152	158	202	218	262	262	pareizs
3	3	152	158	202	218	0	0	
4	433	172	172	206	216	262	262	pareizs
4	4	172	172	206	216	262	262	
5	448	164	164	218	222	262	262	pareizs
5	5	164	164	218	222	0	0	
6	496	158	164	216	216	260	267	nepareizs
6	465	158	164	216	216	260	264	
6	435	158	164	216	216	267	267	
6	6	158	164	216	216	260	260	
8	437	166	166	218	224	260	262	pareizs
8	8	166	166	218	224	0	0	
9	478	166	166	216	218	260	260	nepareizs
9	451	166	166	216	218	260	262	
9	9	166	166	216	218	260	260	
10	202	164	164	218	218	262	267	pareizs
10	10	164	164	218	218	262	267	
11	484	158	158	216	216	260	262	pareizs
11	11	158	158	216	216	260	260	
12	62	158	160	206	216	262	262	pareizs
12	12	160	160	206	216	262	262	
13	464	154	154	214	216	262	267	nepareizs
13	468	154	154	206	216	262	267	
13	13	154	154	214	216	262	267	
14	480	160	160	214	218	262	262	pareizs
14	14	160	160	214	218	262	262	
15	465	158	164	216	216	260	264	pareizs
15	15	158	164	216	216	260	264	
16	438	164	164	216	216	262	262	nepareizs
16	487	164	164	216	216	262	267	
16	506	164	164	216	216	262	267	
16	418	164	164	216	216	262	264	
16	429	164	164	216	216	262	264	
16	477	158	164	216	216	262	262	
16	16	164	164	216	216	0	0	
17	497	164	166	216	218	267	267	vairāki, bet pareizs
17	458	164	166	216	218	262	262	
17	463	164	166	216	218	262	262	
17	17	164	166	216	218	262	267	
18	475	158	158	206	214	262	262	pareizs
18	18	158	158	206	214	262	262	
19	473	164	170	216	216	262	280	

pārbaudes paraugs	sakitība ar pasēm	Marķieri						piezīmes
		PtTX3107		PtTX4001		PtTX4011		
		1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	
19	19	164	170	216	216	264	280	pareizs
20	459	160	164	214	218	262	262	pareizs
20	20	160	164	214	218	262	262	
21	471	164	164	206	216	260	262	pareizs
21	21	164	164	206	216	260	262	
22	484	158	158	216	216	260	262	nepareizs
22	490	158	158	206	218	260	262	
22	417	158	158	210	218	260	262	
22	485	158	158	216	218	262	262	
22	22	158	158	216	218	260	260	
23	497	164	166	216	218	267	267	pareizs
23	23	162	166	216	218	267	267	
24	511	160	164	216	218	260	260	pareizs
24	24	160	164	216	218	260	260	
25	518	158	172	216	218	262	267	nepareizs
25	514	172	172	216	218	262	262	
25	25	158	172	216	218	262	264	
26	407	160	164	200	218	262	264	pareizs
26	26	160	164	200	218	262	264	
27	490	158	158	206	218	260	262	vairāki, bet pareizs
27	517	158	166	206	218	262	280	
27	27	158	166	206	218	260	262	
28	410	160	164	216	218	260	260	pareizs
28	28	160	164	216	218	260	260	
29	424	158	158	216	218	267	267	pareizs
29	29	158	158	216	218	267	267	
30	426	160	164	206	206	262	262	pareizs
30	30	160	164	206	206	262	262	
31	424	158	158	216	218	267	267	nepareizs
31	414	158	158	216	218	262	267	
31	31	158	158	216	218	267	267	
32	490	158	158	206	218	260	262	vairāki, bet pareizs
32	507	158	158	206	218	262	280	
32	452	158	164	206	218	262	280	
32	517	158	166	206	218	262	280	
32	32	158	158	206	218	260	280	
33	519	158	158	216	218	262	280	pareizs
33	33	154	158	216	218	262	280	

22 pareizs
vairāki, bet
3 pareizs 78%
7 nepareizs 22%

Sēklu plantācijas „Liuza” pārbaudes materiāla analīzes rezultāti

Pārbaudes paraugs	Sakritība ar pasēm	Markieri								Piezīmes
		UAPgAG150F		UAPgAG150R		WS0033.A18F R		WS0022.B15F R		
		1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	
1	M 28	125	127	145	145	168	168	179	191	pareizs
1	1	125	127	145	145	168	168	179	191	
2	M 14	125	125	147	149	166	166	191	194	pareizs
2	2	125	127	149	149	166	166	191	194	
3	R 60	125	127	145	151	168	172	191	202	nepareizs
3	M 21	125	125	145	147	168	168	191	202	
3	3	125	127	0	0	168	168	191	202	
4	M 39	125	125	145	153	168	168	191	198	pareizs
4	4	125	127	145	153	168	168	190	198	
5	M 30	125	127	143	147	174	174	179	208	pareizs
5	5	127	129	145	149	174	174	179	208	
6	R 94	125	127	143	147	162	166	186	204	pareizs
6	6	127	127	143	147	162	168	186	204	
7	R 49	125	127	145	151	166	166	200	202	nepareizs
7	M 49	125	125	143	149	168	168	191	202	
7	R 68	125	127	145	151	164	168	179	191	
7	7	127	127	145	151	164	166	0	0	
8	R 229	125	131	143	143	168	168	191	202	pareizs
8	8	125	131	143	143	168	168	191	202	
9	M 140	125	127	143	145	168	168	194	194	vairāki, bet pareizs
9	R 31	125	127	145	145	168	168	194	198	
9	9	125	127	145	145	168	168	194	194	
10	M 40	125	125	147	151	168	168	200	208	pareizs
10	10	125	127	147	151	168	168	200	208	
11	M 145	125	125	147	149	166	168	191	206	pareizs
11	11	125	125	147	149	166	168	191	206	
12	M 42	125	125	147	149	168	166	186	204	pareizs
12	12	125	127	149	149	168	170	186	204	
13	M 125	125	125	141	147	166	166	194	194	pareizs
13	13	125	127	143	149	166	166	194	194	
14	R 37	125	125	143	147	178	180	194	204	pareizs
14	14	125	127	145	145	178	180	194	204	
15	R 69	125	125	147	147	164	172	186	194	pareizs
15	15	125	127	147	147	166	174	186	194	
16	R 95	125	131	145	145	164	166	186	198	pareizs
16	16	127	131	145	145	164	166	186	198	
17	R 1	125	131	145	145	164	168	191	204	nepareizs
17	R 32	125	125	145	147	166	168	191	204	
17	R 96	127	129	147	151	168	178	191	204	
17	17	129	131	147	147	168	168	191	204	
18	R 84	125	127	159	159	162	166	191	206	pareizs
18	18	125	127	159	159	168	168	191	206	
19	M 50	125	125	145	147	168	168	191	210	vairāki, bet pareizs
19	R 70	125	131	145	151	168	168	191	210	
19	19	125	127	145	151	168	168	191	210	
20	R 38*	125	127	143	151	166	166	206	212	

Pārbaudes paraugs	Sakritība ar pasēm	Marķieri								Piezīmes
		UAPgAG150F		UAPgAG150R		WS0033.A18F R		WS0022.B15F R		
		1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	
20	R 93*	125	127	143	151	168	168	204	210	vairāki, bet pareizs
20	20	125	127	143	151	168	168	206	212	
21	M 55	125	127	145	147	168	168	188	202	pareizs
21	21	125	127	145	147	168	168	188	202	
22	M 30	125	127	143	147	174	174	179	208	pareizs
22	22	127	127	145	149	174	174	179	208	
23	R 98	125	127	145	149	168	166	202	204	nepareizs
23	23	127	127	147	151	166	166	202	204	
24	R 71	125	127	147	151	168	168	181	204	vairāki, bet pareizs
24	M 5	125	125	151	151	166	172	181	181	
24	24	127	127	151	151	168	168	181	181	
25	M 19	125	131	147	149	168	168	179	196	pareizs
25	25	131	131	149	149	168	168	179	196	
26	M 44	125	125	143	145	168	168	202	206	vairāki, bet pareizs
26	R 56*	125	127	145	147	168	168	202	202	
26	M 104	125	127	145	153	168	168	206	206	
26	26	125	127	145	145	168	168	202	206	
27	M 56	125	127	145	147	168	168	202	208	pareizs
27	27	125	127	147	147	168	168	202	208	
28	R 39	125	127	147	151	164	164	186	208	pareizs
28	28	125	127	145	149	166	166	186	208	
29	R 71	125	127	147	151	168	168	181	204	pareizs
29	29	125	127	147	147	168	168	181	204	
30	R 86	127	129	149	151	164	166	179	200	pareizs
30	30	131	131	151	151	164	166	179	200	
R 68*	R 68	125	127	145	151	164	168	179	191	vairāki, bet pareizs
R 60*	R 60	125	127	145	151	168	172	191	202	
M 117	M 117	125	125	145	151	168	168	191	191	
R 65	R 65	125	125	145	151	168	168	191	191	
31	31	125	127	145	151	168	168	191	191	nepareizs
32	R 58*	125	125	143	145	162	164	181	200	
32	32	125	127	145	145	164	174	179	202	
33	R 27	125	125	145	147	164	168	200	210	pareizs
33	33	125	125	145	147	164	164	200	210	
34	M 45	129	131	141	143	168	170	202	212	pareizs
34	34	129	131	143	143	170	170	202	212	
35	M 20	125	125	143	145	168	168	179	194	vairāki, bet pareizs
35	M 26	125	127	145	147	168	168	179	194	
35	35	125	125	145	145	168	168	179	194	
36	R 49	125	127	145	151	166	166	200	202	nepareizs
36	M 7	125	127	143	151	164	166	200	200	
36	36	125	127	145	151	166	166	200	202	
37	M 150	125	131	147	149	168	168	202	206	pareizs
37	37	125	131	149	149	168	168	202	206	
38	R 10	125	131	147	151	162	168	194	196	

Pārbaudes paraugs	Sakritība ar pasēm	Markieri								Piezīmes
		UAPgAG150F		UAPgAG150R		WS0033.A18F R		WS0022.B15F R		
		1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	1.alēle	2.alēle	
38	38	125	131	147	147	168	168	194	196	pareizs
39	M 147	125	129	143	143	168	168	186	191	vairāki, bet pareizs
39	R 204	125	131	145	145	168	168	191	191	
39	39	125	131	145	145	168	168	186	191	
40	M 58*	125	125	143	145	168	168	188	191	vairāki, bet pareizs
40	R 28*	125	127	145	147	168	168	188	191	
40	40	125	125	145	145	168	168	188	191	
41	R 22	125	127	145	147	166	168	181	210	pareizs
41	41	125	125	147	147	168	168	181	210	
42	R 23	125	125	145	147	166	166	181	191	nepareizs
42	R 66*	125	125	147	147	166	168	181	191	
42	R 42	125	125	143	145	170	170	191	200	
42	42	125	125	145	147	166	166	181	191	
43	M 109	125	131	145	151	168	168	179	179	pareizs
43	43	125	131	145	151	168	168	179	179	
44	M 28	125	127	145	145	168	168	179	191	vairāki, bet pareizs
44	R 103	127	131	145	145	168	168	179	188	
44	44	127	127	145	145	168	168	179	191	
45	R 107	125	125	145	145	166	166	181	204	nepareizs
45	R 75*	125	131	147	159	166	166	181	202	
45	45	125	125	145	149	166	166	181	202	
46	R 45	125	125	145	151	166	166	202	208	nepareizs
46	46	125	125	145	151	170	170	202	208	
47	R 30*	125	127	145	147	164	166	181	204	pareizs
47	47	125	127	145	149	164	166	181	204	
48	Ru 19*	125	125	143	147	168	168	191	202	nepareizs
48	48	125	127	145	147	166	166	191	202	

28 pareizs

vairāki, bet

10 pareizs

79%

10 nepareizs

21%