

PĀRSKATS

par zinātniski pētnieciskā līgumdarba

Apses selekcijas pētījumi kvalitatīvas koksnes izaudzēšanai

izpildi



Izpildītājs **Latvijas Valsts Mežzinātnes institūts “Silava”**
Meža selekcijas, sēklkopības un ģenētikas darba grupa

Projekta vadītājs

Arnis Gailis

2005. gads



Kopsavilkums

Darba gaitā veikta produktīvāko un kvalitatīvāko apšu klonu atlase Meža pētīšanas stacijas Kalsnavas mežu novada klonu arhīvā. Uzmērīti un vērtēti hibrīdapses klonu produktivitāti un kvalitāti raksturojoši parametri – augstums, caurmērs, stumbra taisnums, trupes pazīmes, zaru resnums un zarojuma leņķis, stumbra vainas (saussāns un plaisas).

Noskaidroti labākie hibrīdapšu kloni, kas jāiekļauj *in vitro* kolekcijā – pavairošanas iespēju pārbaudei un pēcnācēju pārbaužu stādījumu ierīkošanai. Uzsākta atlasīto klonu ievadīšana *in vitro*, kā eksplantus izmantojot snaudošos pumpurus vasaras otrajā pusē.

Atlasīti seši rūpnieciskajai pavairošanai perspektīvākie hibrīdapšu kloni vērtējot pēc stumbra kvalitātes, produktivitātes un iespējām pavairot *in vitro* (4, 10, 16, 22, 23, 30'95).

Pēc J. Smilgas aprobētās tehnoloģijas uzsākta apšu hibrīdizācija starp Amerikas apsi (*Populus tremuloides* L.) un parasto apsi (*Populus tremula* L.). Hibrīdizācija veikta uz nogrieztiem zariem iegūstot sēklas, no kurām sekmīgi izaudzēti hibrīdapšu stādi.

Uzsākti pētījumi par hibrīdapšu klonu piemērotību pavairošanai ar sakņu spraudņu metodi, pirmie rezultāti ļauj secināt, ka arī tā varētu būt saimnieciski noderīga.

Turpināta hibrīdapšu klonu koksnes īpašību raksturošana, sagatavoti 23 klonu koksnes paraugi.

Sadarbībā ar LU speciālistiem formulētas tehniskās prasības LVM Sēklas un stādi Augu audu kultūru laboratorijas ierīkošanas projektēšanai, uzsākta darbinieku apmācība.

Darbs izpildīts datorsalikumā uz 27 lpp. ar 6 tabulām un 15 attēliem.

Saturs

| | |
|--|----|
| Kopsavilkums | 2 |
| Saturs | 3 |
| Ievads | 4 |
| 1. Apses izplatība un mežsaimnieciskā vērtība | 5 |
| 1.1. Apses izplatība un <i>Populus</i> ģints daudzveidība | 5 |
| 1.2. Apses selekcija Latvijā | 6 |
| 1.3. Krustošanas metodes | 6 |
| 1.4. Koksnes šķiedras īpašības | 7 |
| 1.5. Koksnes mehāniskās īpašības | 8 |
| 1.6. Hibrīdapšu plantācijas | 8 |
| 1.7. Slimības un kaitēkļi apšu plantācijās | 9 |
| 2. Produktīvāko un kvalitatīvāko apšu klonu atlase Meža pētīšanas stacijas Kalsnavas mežu novada klonu arhīvā | 10 |
| 2.1. Metodika | 10 |
| 2.2. Perspektīvāko klonu atlase un izvērtēšana | 11 |
| 2.3. Veģetatīvi pavairojamo klonu kolekcijas papildināšana | 17 |
| 2.4. Hibrīdapšu klonu pārbaude pavairošanas iespējām <i>in vitro</i> | 19 |
| 2.5. Apšu (<i>P. tremuloides</i> x <i>P. tremula</i>) hibrīdizācijas metožu apguve un hibrīdo sēklu iegūšana | 19 |
| 2.6. Hibrīdo apšu klonu piemērotība pavairošanai ar sakņu spraudņiem | 21 |
| 2.6.1. Pētījuma ierīkošana | 21 |
| 2.6.2. Rezultāti | 21 |
| 3. Klonu koksnes mehānisko un ķīmisko īpašību izpēte | 25 |
| 4. Konsultācijas audu kultūru laboratorijas izveidošanai Kalsnavas kokaudzētavā, darbinieku apmācība | 25 |
| Nozīmīgākās atziņas | 26 |
| Literatūra | 27 |

Ievads

Parastā apse ir izplatīts vietējās floras pārstāvis, kas aug jauktās audzēs ar priedi, egli, bērzu, un kura ilgu laiku tika uzskatīta par mazvērtīgu koku sugu. Šodien, saistībā ar jaunākajiem sasniegumiem celulozes rūpniecībā, pieaug apses koksnes pielietojšanas iespējas. Radīta tehnoloģija īpaši kvalitatīva papīra ražošanai, kā izejvielu izmantojot apses koksni. Tā kā apses koksnei ir specifiskas fizikāli ķīmiskās īpašības, jaunradītā papīra ražošanas tehnoloģija ir videi draudzīgāka nekā līdz šim zināmās.

Saistībā ar papīrrūpniecības attīstību, pieaug pieprasījums pēc kvalitatīvas apses koksnes. Līdz ar to pieaug nepieciešamība veidot apšu plantācijas, kuru stādīšanai nepieciešams viendabīgs, kvalitatīvs stādāmais materiāls.

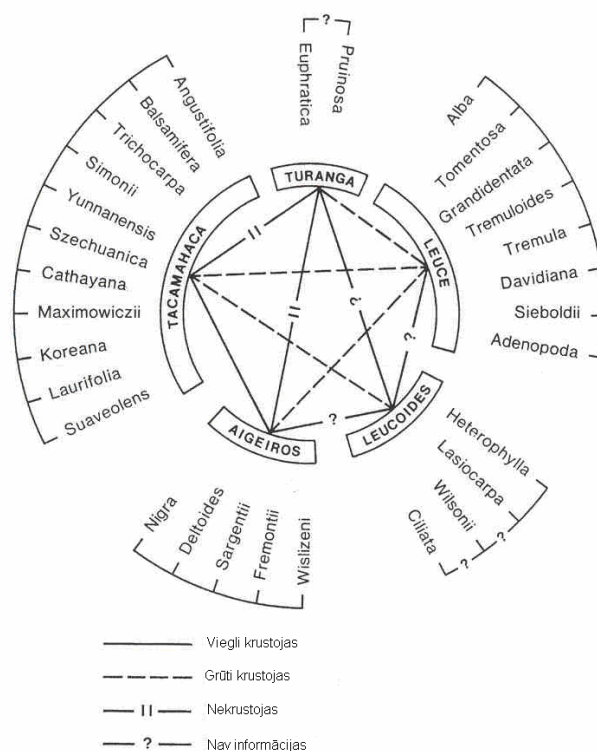
Tā kā interese par plantāciju ierīkošanu pieaug arī Latvijā, balstoties uz selekcionāra J. Smilgas paveikto pagājušā gs. 60. – 80. gados, tika atsākti parastās apses (*Populus tremula* L.) un hibrīdapšu (*Populus tremuloides* Michx. x *Populus tremula* L.) klonu pētījumi.

Ņemot vērā, ka apšu selekcijā bija pārtraukums, tika izvērtēts esošais materiāls un tā pielietojšanas iespējas turpmākajā selekcijas darbā un īscirtmeta plantāciju ierīkošanai.

1. Apses izplatība un mežsaimnieciskā vērtība

1.1. Apses izplatība un Populus ģints daudzveidība

Apse un papele pieder Populus ģintij, kas ietilpst Salicaceae dzimtā. Visas sugas ir divmāju. Gan papelēm, gan apsēm ir diploīds hromosomu skaits ($2n=38$). Populus ģints 35 sugas iedalītas 5 sekcijās. Lielākā daļa no tām ir savstarpēji krustojamas, bet ne visi teorētiski iespējamie krustojumu veidi ir pārbaudīti (1.1.att.). Ļoti reti ir sastopamas triploīdās formas, sākotnēji to konstatēja parastajai apsei (*P. tremula*) (OCED, Paris, 2000).



1.1. att. Krustošanas shēma Populus ģintij (Zsuffa, 1975)

Triploīdajām formām raksturīga lielāka izturība un ātraudzība (Smilga, 1968). Apsekojot un uzmērot jaunākos apšu stādījumus, kuros aug hibrīdā apse, parastā apse un arī tās triploīdā forma, konstatēts, ka 10 gadu vecumā apšu stādījumā hibrīdo apšu vidējā krāja ir par 60 m³/ha (2500 koki uz ha) lielāka kā triploīdo koku koksnes krāju. Piecu labāko klonu vidējā krāja ir 260 m³/ha.

Latvijā savstarpēji krustotas Amerikas apse (*P. tremuloides* Michx.) un parastā apse (*P. tremula* L.), kuru pēcnācēji uzrāda labākus augšanas rādītājus par vecākiem. Pārējie iespējamie krustojumu veidi starp 5 Populus ģints sekcijām nav veikti un grūti prognozēt to piemērotību Latvijas apstākļiem. Šobrīd Latvijā ir sastopamas dažas no papeļu sugām, bet tām nav mežsaimnieciskas nozīmes.

P. tremula un *P. tremuloides* savstarpēji var krustoties arī dabiskos apstākļos, taču to dabiskie areāli ir dažādos kontinentos, tie savstarpēji nepārklājas Nekontrolēta starpsugu hibrizācija notiek tikai tad, ja notikusi iejaukšanās dabiskajā vidē.

Parastajai apsei (*P. tremula* L.) ir ļoti plašs izplatības areāls, kas pārsniedz parastās priedes (*Pinus sylvestris* L.) izplatības areālu. (Qibin Yu, 2001) Tās areāls aptver visu Eiropu Āziju un Ziemeļāfriku. *P. tremuloides* aug Ziemeļamerikā. Salīdzinot F₁ hibrīdu morfoloģiskās un bioloģiskās īpašības tie vairāk līdzinās Amerikas apsei. (Vares A., Tullus A., Raudoja A., 2003) Kā valdošā suga apse aizņem 2.5% no visu mežaudžu platības, bet tās kopējā krāja 6.1% (Mangalis, 2004). Tā bieži sastopama piemistrojumā auglīgajos meža tipos.



1.2. att. Parastās apses (*P. tremula* L.) izplatības areāls.

1.2. Apses selekcija Latvijā

Apšu selekcija Latvijā tika sākta piecdesmitajos gados. Visā Latvijas teritorijā produktīvākajās un kvalitatīvākajās mežaudzēs tika atlasīti pluskoki sēklu plantāciju ierīkošanai. Laika posmā no 1965. gada līdz 1972. gadam tika izveidotas trīs apšu sēklu plantācijas: MPS Kalsnava, Žīguru MRS un Jēkabpils MRS. Šobrīd ir saglabājušās tikai divas – Kalsnavā ar 32 kloniem (klonu arhīvs) un Balvu rajonā ar 42 kloniem. Pavisam sēklu plantācijās ir pārstāvēti 60 kloni, no kuriem 37 ir sievišķie, 21 vīrišķais, 1 Amerikas apses klons un viens nezināms. Šajā skaitā arī 11 triploīdie apses kloni.

Pirmos apšu stādījumus Latvijā sāka ierīkot sešdesmito gadu sākumā, taču nesekmīgi, jo tos iznīcināja meža dzīvnieki. Pirmais iežogotais stādījums, izmantojot trīsgadīgus stādus, tika ierīkots 1966. gadā MPS Kalsnava 0,7 ha platībā. Šeit pārstāvētas 7 apšu proveniences, kuru sēklas iegūtas četros Latvijas reģionos, četras hibrīdās ģimenes (*P. tremuloides* x *P. tremula*) un viens kontrolētais krustojums (*P. tremula* x *P. tremula*). Amerikas apses (*Populus tremuloides* Michx.) krustošana ar parasto apsi (*Populus tremula* L.) tika uzsākta 1964 gadā. Līdz 1968. gadam iegūtas 9 hibrīdu ģimenes. 1972. gadā iegūtas vēl 4 hibrīdapsu ģimenes. Paralēli krustojumiem ar Amerikas apsi veikta kontrolēta krustošana starp vietējās izcelsmes apsem, un iegūti 12 krustojumi ar mērķi pārbaudīt dažādas pazīmes (Smilga J., 1981).

1.3. Krustošanas metodes

Ātraudzīgu apšu stādījumu ierīkošana balstās uz starpsugu hibrizāciju un klonu selekciju. Nekontrolēti veidojušies hibrīdi, kas pēc dažādām pazīmēm apsteidza vecākaugus, bija iemesls mākslīgu, ātraudzīgu F₁ hibrīdu radīšanai. Pastāv vairāki skaidrojumi, kādēļ starpsugu hibrizācijas ceļā ir iespējams iegūt heterozes efektu. Heterozes efekts veidojas viena vecāka nevēlamās recesīvās pazīmes izspiežot ar otra vecāka dominējošām pazīmēm F₁ paaudzē (Bailian Li, 1998).

No visiem papeļu un apšu hibrīdiem kā perspektīvākais un arī piemērotākais Latvijas apstākļiem ir Amerikas apses (*P. tremuloides* Michx.) krustojums ar parasto apsi (*P. tremula* L.). Abas sugas pārstāv Leuce sekciju (1.1. att.) un savā starpā brīvi krustojas, radot auglīgus pēcnācējus. Iegūtie apšu hibrīdi aug ātrāk par parasto apsi visā augšanas laikā.

Parastajai apsei veģetācija sākas aprīlī – maijā, augšanas kulminācija iestājas jūnija vidū un tad tā pakāpeniski samazinās. Arī hibrīdajai apsei augšanas kulminācija iestājas jūnija vidū, bet tad seko vēl viena augusta vidū. Hibrīdapses ļoti veiksmīgi spēj izmantot labvēlīgu laika apstākļu periodu vasaras beigās.

Hibrīdo apšu kloniem ir novērota stabila korelācija starp veģetācijas periodu un ražību, parastās apses kloniem tā nav konstatēta. Ražība ir kompleksa pazīme, kas atkarīga no

daudziem faktoriem. Pētījumi Somijā liecina, ka hibrīdās apses ātraudzību izskaidro ar salīdzinoši ilgāku veģetācijas periodu kā parastajai apsei (Qibin Yu, 2001). Latvijā šobrīd nav pētītas parastās un hibrīdās apses fenoloģiskās atšķirības. Somijā parastās apses veģetācijas periods vidēji ir 112 dienas, bet hibrīdajai, – no 143 līdz 158 dienām (pavasārī saplaukst vidēji par 8.8 dienām ātrāk, noņem lapas 31.6 dienas vēlāk). Literatūrā sastopami dati, ka veģetācijas periods apsēm Latvijā ir 145 dienas, bet šajā aprēķinā iekļauti arī hibrīdās apses kloni (Smilga 1985). Teorētiski pēc klonu augšanas īpatnībām varētu prognozēt to potenciālo ražību. Izanalizējot dažādus fizioloģiskos un anatomiskos parametrus (atvārsnīšu lielumu, izvietojumu, fotosintēzi, gāzu apmaiņu, transpirāciju, hlorofila daudzumu mizā) konstatētas nozīmīgas atšķirības starp parasto un hibrīdo apsi, tomēr nav konstatēta būtiska korelācija starp šiem rādītājiem un augšanas gaitu, kas ļautu šīs pazīmes izmantot selekcijā (Yu. et al., 2001).

Tomēr jāsecina, ka apšu hibrīdi ir pakļauti lielākam sala bojājumu riskam, jo vēlāk, pārtraucot aktīvo augšanu, tie var nepaspēt nobriest līdz sala iestāšanās brīdim. Sala bojātie audi kļūst uzņēmīgi pret dažādām sēnēm un baktērijām.

Analizējot apšu hibrīdos pēcnācējus noskaidrots, ka to produktivitāti, vitalitāti un citas īpašības nosaka vecāku koku īpašības (Mohrdiek, 1980). Eiropas selekcionāriem ir dažāda pieredze māteskoku izvēlē, savstarpēji krustojot parasto un Amerikas apsi. Latvijā iegūtie hibrīdi ir radīti, krustojot Amerikas māteskoku ar atlasītām, vietējās izcelsmes vīrišķajām apsēm. Lielākajā Eiropas daļā par māteskoku izmanto vietējās izcelsmes apses, apputeksnējot tās ar Amerikas apses putekšņiem. Abos krustošanas veidos iegūto apšu hibrīdu pēcnācēju analizē nav konstatētas būtiskas atšķirības produktivitātes un kvalitātes rādītājos (Bailian Li, 1998). Literatūrā ir minēts, ka krustojumam *P. tremuloides* x *P. tremula* krājas pieaugums skaidrojams ar lielākiem caurmēra pieaugumiem, kamēr *P. tremula* x *P. tremuloides*. ar garāku veģetācijas periodu (Bailian Li, 1998).

1.4. Koksnes šķiedras īpašības

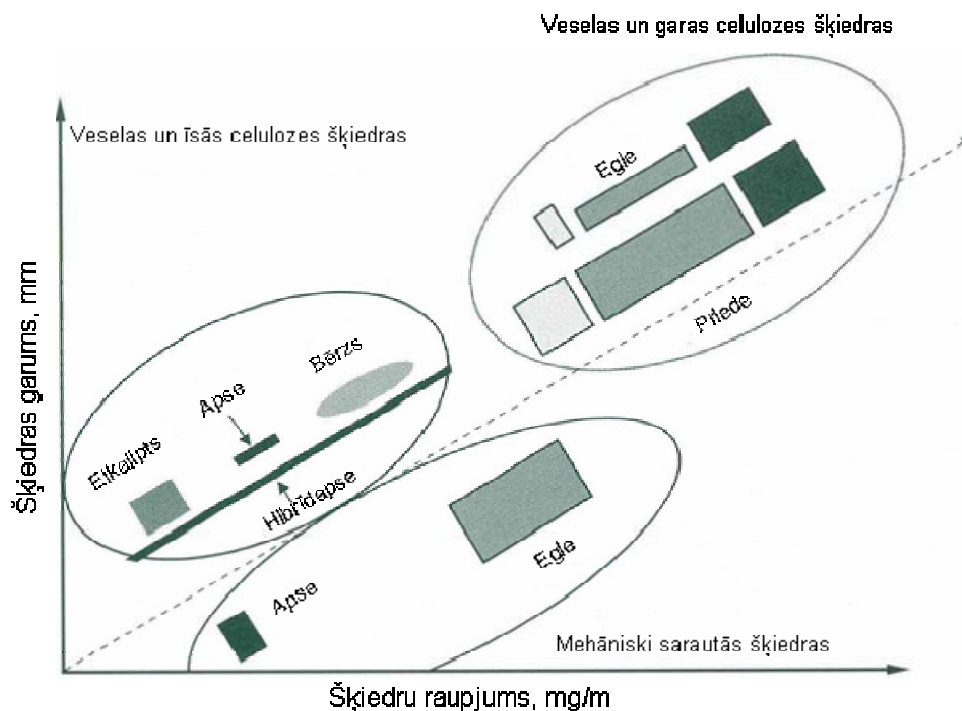
Apses koksne ir relatīvi balta, homogēna, ar neliela diametra smalku šķiedru, kas piemērota viegla, blīva, gluda un necaurspīdīga papīra ražošanai. Celulozes ražošanai piemērota koksne ar zemu lignīna saturu, lai nebūtu nepieciešama spēcīga vārīšana un balināšana. Tādejādi ražošanas process kļūst videi draudzīgāks.

Literatūrā atrodamas ziņas, ka papīra kvalitāti nosakošās šķiedras īpašības starp 800 hibrīdapšu un parasto apšu kloniem ir ļoti atšķirīgas. Hibrīdapšu kloniem šķiedras garums variē no 0,62 – 1,12mm, vidēji – 0,86 mm, parastās apses šķiedras garums 0,99 mm. No tā izriet secinājums, ka hibrīdapšu koksne ir piemērotāka kvalitatīva papīra ražošanai.

Ir noskaidrots, ka triploīdiem ir garākas koksnes šķiedras un lielāks koksnes blīvums. (Chairman. I. H., Marinkovič. P., Krstinič. A., Božič. J., Vratarič. P., Markovič. J., 1986) Šķiedru raupjums apšu hibrīdiem ir līdzīgs kā Amerikas apsei. Celulozes saturs hibrīdās apses koksne ir nedaudz lielāks nekā parastajai apsei (Qibin Yu, 2001).

Koksnes šķiedras garums ir ģenētiski noteikta īpašība, variējoša atkarībā no koka vecuma, augstuma un augšanas apstākļiem.

Ir negatīva atziņa: pieaugot klonu produktivitātei palielinās šķiedras garums (Qibin Yu, 2001), bet dabā vienmēr pastāv izņēmumi. Analizējot apšu klonu koksnes blīvumu un ķīmiskās īpašības (A.Gailis, 2004) konstatēts, ka klons 41 uzrāda ļoti labus produktivitātes rādītājus, ir relatīvi ar vislielāko koksnes blīvumu (0.46 g/cm³) no pārbaudītajiem kloniem un ar visīsāko vidējo svērto koksnes šķiedru garumu - 0.7mm. Tas norāda, ka ir iespēja atlasīt genotipus ar labvēlīgām kombinatīvām spējām un vēlamām īpašībām. Nākotnē būtu jānoskaidro sakarības starp audzēšanas apstākļiem (stādīšanas attālumi, rotācijas ilgums, mēslojums un augsnes sagatavošanas veids) un koksnes šķiedras garumu/raupjumu starp hibrīdās apses kloniem.



1.3. att. Šķiedru tehniskās īpašības dažādām koku sugām. (Vares A., Tullus A., Raudoja A., 2003)

1.5. Koksnes mehāniskās īpašības

Ar koksnes mehāniskajām īpašībām saprot koksnes spējas pretoties ārējo mehānisko spēku iedarbībai. Koksne ir ļoti nevienmērīgs materiāls, tās mehāniskās īpašības mainās atkarībā no atrašanās vietas stumbrā, gadskārtu platuma un koksnes vainām. Lai raksturotu koksnes mehāniskās īpašības par paraugu izmanto koksni bez vainām. Mehāniskās īpašības ir ļoti dažādas un atkarīgas no konkrētā materiāla pielietošanas veida. Koksni parasti raksturo ar diviem rādītājiem – lieci un spiedi. Hibrīdās apsēs koksnes mehāniskās īpašības ir maz pētītas, jo kā pamatmērķis audzēšanai ir celulozes iegūšana. Zinot to, ka apsēs koksne vēsturiski ir izmantota dažādiem mērķiem, tās iespējamo izmantošanas virzienu noteikšanai ir lietderīgi noskaidrot arī koksnes mehānisko īpašību amplitūdu.

J. Smilga (1988) ir noskaidrojis, ka Latvijas apstākļos pastāv cieša korelācija starp koksnes blīvumu un spiedi, stiepi, skaldi paralēli šķiedrām un statisko lieci. Apsēs koksnes blīvums variē atkarībā no augšanas apstākļiem (392 kg/m^3 līdz 500 kg/m^3). Apsēs koksnes blīvums, kā arī citas koksnes mehāniskās īpašības mainās no koka vecuma, ekoloģiskajiem un iedzimtības faktoriem, kā arī viena stumbra robežās. Stumbra virzienā uz galotni koksnes blīvums samazinās līdz stumbra vidum, tālāk palielinās, bet galotnes tuvumā atkal samazinās. Stumbra krūšaugstumā (1.3 m) virzienā no mizas uz serdi koksnes blīvums pieaug, bet serdes tuvumā samazinās. (J. Smilga, 1988) Pastāv viedoklis, ka ātrāk augošiem kokiem ir mazāks blīvums, bet tas ne vienmēr ir tā, jo koksnes blīvumu nosaka vēlīnās koksnes daudzums stumbrā.

Koksnes gadskārtā vēlīnās un agrīnās koksnes daudzums ir atkarīgs no klimatiskajiem faktoriem un veģetācijas perioda ilguma, kā arī no augsnes auglības un ģenētiskajām īpašībām.

1.6. Hibrīdapšu plantācijas

Lapu koku īscirtmeta plantācijas kopš 20. gs. vidus tiek ierīkotas daudzās valstīs. Par piemērotākajām plantāciju izveidei tiek atzītas *P. nigra*, *P. deltonoides*, *P. euroamericana*, kā arī dažādas vītoli un kārklu sugas. Ļoti plaši izplatītas ir papeļu īscirtmeta plantācijas, kuras

audzē Eiropas dienvidu daļā (Itālija, Francija, Vācija). Skandināvijas valstīs, kā arī Latvijā, kur klimatiskie apstākļi ir bargāki, īscirtmeta plantāciju ierīkošanai piemērota ir parastā apse. Zviedrijā darbs pie apšu selekcijas aizsākts jau 1940.-jos gados, kad tika atlasīti pirmie izcilie koki un veikti pirmie hibridizācijas mēģinājumi. Tika atlasīti ap 300 izcilo koku un ierīkoti to iedzimtības pārbaužu stādījumi (Stener, 2000). Tika konstatētas arī triploīdās apses. Pirmo reizi triploīdā apse tika konstatēta 1930.-jos gados Kanādā (OCED, Paris, 2000). Zviedrijā dažādās vietās ir ierīkoti daudzi nelieli izmēģinājuma stādījumi, kuros pārstāvēti 300 hibrīdo apšu kloni. Ņemot vērā, ka hibrīdā apse pēc nociršanas ļoti veiksmīgi atjaunojas ar sakņu atvasēm, Skandināvijas valstīs iesaka rotācijas ciklu no 25 līdz 35 gadiem, vidējo pieaugumu rēķina ap 15 m³/ha gadā, bet jaunākie pētījumi rāda, ka labākie kloni sasniedz ikgadējo pieaugumu ap 20m³/ha (Stener, 2000). Svarīgi ir apzināties, ka apse pēc nociršanas veido atvasāju, kas aug straujāk un parasti tā kvalitāte ir labāka – taisni stumbri, labāk atzarojas. Somijā kā optimālu iesaka 2 līdz 3 rotāciju ciklus, 20 līdz 30 gadus katrs, iegūstot ap 300 m³/ha (Beuker E., 2000). Otro un trešo rotācijas ciklu veido no atvasēm. Šādās platībās obligāti ir pasākumi pret meža dzīvnieku bojājumiem, komerciālās kopšanas neveic, tikai pirmo retināšanu, kad atstāj optimālo kociņu skaitu uz ha ~1000 gab. (Pullkinen, 2002). Lai arī sākotnējās izmaksas ir lielas, (dārgs stādāmais materiāls, aizsardzības pasākumi pret dzīvniekiem – žogs, aizsarg caurules), bet ņemot vērā, ka nākošās aprites atjaunojas dabiski, hibrīdapse tiek vērtēta kā viena no perspektīvākajām sugām plantāciju ierīkošanai (Hynynen, Karlsson, 2002).

Visiem iepriekšminētajiem līdzīgus rezultātus ir ieguvis J. Smilga, pētot hibrīdo apsi, kas 20 gadu vecumā pārsniedz pamatsugu (*P. tremula* L.) augstumā par 38% un caurmērā par 48% (СМИЛГА Я.Я., 1986.). Kalsnavas plantācijā vidējais garuma pieaugums ir 68 cm gadā, bet caurmēra pieaugums 0.92 cm, labāko hibrīdo klonu augstums sasniedz 20 m. Dažu hibrīdu pieaugumi atsevišķos gados pārsniedz 2 m (Smilga, 1981). Tik lielas atšķirības starp kloniem ļauj domāt, ka starp tiem var atrast perspektīvus šķirņu kandidātus.

1.7. Slimības un kaitēkļi apšu plantācijās

Kā visnopietnāko hibrīdo apšu slimību uzskata *Hypoxylon mammatum*, kas ir viena no lielākajām problēmām īscirtmeta apšu plantāciju ierīkošanā. Pagaidām Latvijā slimības pazīmes nav konstatētas. Šī slimība problēmas rada ne tikai Eiropā (Ilsted, Gullberg, 1993) bet arī ASV un Kanādā (OCED, Paris, 2000). Problēmas rada arī *Venturia populina*, kas 30.-jos gados nodarīja lielu postu Itālijas papeļu plantācijās. Šīs pašas ģints sēnes ir ļoti bīstamas kokaudzētavās, jauniem stādiem tās bojā pašreizējā gada dzinumus un zaros esošās lapas, kā arī izraisa visa auga nomeltnēšanu (Yu, 2001). Kokaudzētavās stādus var inficēt lapu rūsa *Melampsora magnusiana* (Liesebach et al, 1999).

70.-jos gados Itālijā *Populus* ģints monoklonālie stādījumi ļoti spēcīgi cieta no *Marssonina brunea*, tāpēc tika ieviesti nosacījumi likumdošanā, kas kontrolē monoklonālu stādījumu ierīkošanu un nepieciešamo klonu daudzumu. Zviedrijā un Vācijā ir noteikts minimālais klonu skaits, tas mainās no 20 līdz 100 kloniem, atkarībā no sugas un citiem apsvērumiem. (Yu, 2001)

Apšu stādījumus pirmajos gados pēc iestādīšanas apdraud peles un zaķi, vēlāk bīstami kļūst pārnadžu bojājumi (Liesebach et al, 1999).

2. Produktīvāko un kvalitatīvāko apšu klonu atlase Meža pētīšanas stacijas Kalsnavas mežu novada klonu arhīvā

Darba gaitā veikta inventarizācija Meža pētīšanas stacijas Kalsnavas apšu klonu arhīvā. Tika izvērtēti visi apšu stādījumi, ar nolūku atlasīt produktīvākos un kvalitatīvākos parastās un hibrīdās apsēs klonus turpmākai pavairošanai *in vitro* un jaunu hibrīdu iegūšanai.

2.1. Metodika

Pēc esošajām shēmām tika veikta augošo koku identificēšana un to parametru uzmērīšana: d.1,3 un H. Lai salīdzinātu klonus savā starpā kā kritērijs tika izmantots stumbra tilpums. Stumbra tilpumu aprēķina pēc I.Liepas formulas:

(1)

$$v = \psi * L^{\alpha} d^{\beta \lg + \varphi}$$

Kur: v stumbra tilpums, m^3
 ψ , α , β un φ ir no koka sugas atkarīgi koeficienti;
 L koka augstums, m.
 d stumbra caurmērs, cm. 1,3m augstumā.

2.1. tabula

| Klons | Skaits | D 1,3 | H | V m3 | Padēls % | Līkumainība | Trupes pazīmes | Vainags | Saussāns % | Plaisas % |
|-------|--------|-------|---|------|----------|-------------|----------------|---------|------------|-----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |

6. ailē. Konstatēs ir vai nav padēls un izteikts % katram klonam.

7. ailē. Līkumainība tika novērtēts stumbra taisnums ballēs no 1 līdz 3:

- 1 - koks taisns;
- 2 - koks nedaudz līks, līkumainība līdz 5%;
- 3 - koks līks, līkumi atkārtojas visa stumbra garumā.

8. ailē. Trupes pazīmes tika vērtētas ballēs no 1 līdz 3 pēc šādiem kritērijiem:

- 1 - kokam nav redzams neviens piepes auglķermenis;
- 2 - uz koka ir redzami no 1 līdz 3 piepju auglķermeņi;
- 3 - uz koka var saskaitīt vairāk par trim piepju auglķermeņiem.

9. ailē. Vainagā tika vērtēts zaru resnums un zarojuma leņķis un izteikts ballēs no 1 līdz 3:

- 1 - zari tievi un zarojuma leņķis ir tuvu 90°
- 2 - zari vidēji resni un zarojuma leņķis no 90° - 60°
- 3 - zari resni un zarojuma leņķis šaurāks par 60°

10. ailē. Saussāns* tika konstatēts ir vai nav un izteikts katram klonam %.

11. ailē. Plaisas tika konstatētas ir vai nav un izteiktas katram klonam %.

saussāns - koka stumbram izveidojies laukums, kas atsedz koksni.

2.2. Perspektīvāko klonu atlase un izvērtēšana

Izvērtējot hibrīdo apšu stādījumus MPS Kalsnavas mežu novadā tika atlasīti kloni, no kuriem nākotnē būs iespējams iegūt augstražīgus stādījumus ar noteiktām koksnes īpašībām. Izvērtējot atlasītos klonus pēc morfoloģiskajām pazīmēm (stumbra un zaru kvalitātes), tos nosacīti var iedalīt trīs grupās:

1. ar ļoti labām morfoloģiskajām pazīmēm, bet ar vidēju stumbra tilpumu;
2. viduvējām morfoloģiskajām pazīmēm, bet salīdzinoši lielu stumbra tilpumu;
3. ar lielu stumbra tilpumu, bet ar sliktām morfoloģiskajām pazīmēm.

Perspektīvākos klonus jāizvēlas no pirmās un otrās grupas. Atlasītie kloni ir ar labiem stumbriem, veselīgu vainagu un bez truses pazīmēm. Stumbra tilpums visiem ir virs 1 m³, tiem nav padēla un truses pazīmju. Dažiem kloniem ir sastopami saussāni un plaisas, bet to cēloni nav iespējams noteikt. Perspektīvo klonu raksturojums apkopots 2.2. un 2.3. tabulā. Turpmākajā darbā jāpārbauda to piemērotība veģetatīvajai pavairošanai un jāveic iedzimtības pārbaudes.

Tiem kloniem, kuri ir veģetatīvi pavairoti un kuriem ierīkoti pēcnācēju pārbaužu stādījumi, ir pievienots iepriekšējos gados veiktais pēcnācēju raksturojums (4. tabula). Klonu arhīva stādījumā bieži vien novēro padēlu, bet pēcnācēju pārbaužu stādījumos (apsekoti 2003. gadā) tas pagaidām nav konstatēts. No tā var secināt, ka padēls var nebūt iedzimta pazīme, bet novērojumi ir jāturpina, jo tas var parādīties arī vēlāk. Iespējams, ka padēla veidošanās ir saistīta ar kādu nelabvēlīgu biotisko vai abiotisko faktoru ietekmi. Salīdzinot konkrētā klona produktivitāti ar attiecīgā parauglaukuma vidējo rādītāju, vairākiem kloniem (12, 28, 36,) ievērojami atšķiras mātes koka produktivitātes (+12 - +36%) un pēcnācēju pārbaužu stādījumu vērtējums (-20, -28 un -18 līdz -42%). Klons Nr. 14 pēcnācēju pārbaužu stādījumos uzrāda ievērojami labākus rezultātus nekā mātes koks Kalsnavā (mātes koks -21%, bet iedzimtības stādījumā +23%). Iespējams, ka vērtējums pēcnācēju pārbaužu stādījumos nav precīzs, jo tie vēl ir salīdzinoši jauni, iespējams, ka pēcnācēji atšķirīgi reaģē uz dažādiem augšanas apstākļiem. Kloni, kuri jau šobrīd uzrāda straujus augšanas tempus un labu stumbra kvalitāti gan mātes kokam, gan pēcnācējiem, viennozīmīgi ir pielietojami rūpnieciskajai veģetatīvajai pavairošanai, bet ir nepieciešama to koksnes mehānisko un ķīmisko īpašību izpēte.

2.2. tabula.

Perspektīvāko hibrīdapšu klonu raksturojums

| Parauglaukuma Nr. | Rinda | Nr. | Klons | D1,3 | H | V m3 | Padēls | Līkumainība | Trupes pazīmes | Vainags | Saussāns | Plaisas |
|-------------------|-------|-----|-------|------|------|-------------|--------|-------------|----------------|---------|----------|---------|
| 4 | 9 | 3 | H 64 | 37,5 | 28,1 | 1,48 | nav | 1 | 1 | 1 | nav | ir |
| 4 | 5 | 19 | J | 35 | 31,9 | 1,46 | nav | 1 | 1 | 1 | nav | nav |
| 4 | 9 | 17 | M | 35,5 | 29,7 | 1,40 | nav | 2 | 1 | 1 | nav | nav |
| 5 | 1 | 19 | H 68 | 43 | 30 | 2,07 | nav | 2 | 1 | 1 | nav | nav |
| 5 | 7 | 3 | K 10 | 38 | 30,6 | 1,65 | nav | 2 | 1 | 1 | nav | nav |
| 5 | 9 | 1 | K 5 | 32,5 | 29 | 1,15 | nav | 1 | 1 | 1 | nav | nav |
| 4. 1-45 | 8 | 30 | H 64 | 40,5 | 29,9 | 1,83 | nav | 2 | 1 | 2 | ir | ir |
| 4. 1-45 | 2 | 20 | A | 39 | 30,7 | 1,75 | nav | 2 | 1 | 2 | nav | ir |
| Atk | 16 | 7 | VI | 38 | 31,4 | 1,69 | nav | 1 | 1 | 1 | nav | nav |
| 4 | 9 | 20 | M | 38 | 28,8 | 1,56 | nav | 2 | 1 | 1 | nav | nav |
| 4. 1-45 | 1 | 43 | H 64 | 35 | 34,1 | 1,56 | nav | 2 | 1 | 1 | nav | ir |
| 4. 1-45 | 1 | 40 | H 64 | 35,5 | 32,7 | 1,54 | nav | 2 | 1 | 1 | ir | nav |
| 4 | L | 14 | M | 35 | 33,6 | 1,53 | nav | 2 | 1 | 1 | nav | nav |
| 4. 1-45 | 8 | 33 | H 64 | 36,5 | 30,1 | 1,50 | nav | 2 | 1 | 2 | nav | nav |
| 4. 1-45 | 7 | 29 | B | 34,5 | 32,2 | 1,43 | nav | 2 | 1 | 1 | nav | nav |
| 4. 1-45 | 4 | 15 | K*G | 36 | 27,4 | 1,33 | nav | 2 | 1 | 2 | nav | ir |
| 4. 1-45 | 7 | 22 | B | 33,5 | 31,3 | 1,31 | nav | 2 | 1 | 1 | nav | nav |
| 4. 1-45 | 1 | 17 | H 68 | 35 | 28,5 | 1,31 | nav | 2 | 1 | 2 | nav | nav |
| 4. 1-45 | 5 | 37 | A | 32,5 | 33 | 1,30 | nav | 2 | 1 | 1 | nav | nav |
| 4. 1-45 | 8 | 25 | H 64 | 33,5 | 29,5 | 1,24 | nav | 1 | 1 | 1 | nav | nav |
| Atk | 1 | 1 | IV | 37 | 28,9 | 1,48 | nav | 1 | 1 | 1 | nav | nav |
| Atk | 16 | 9 | VI | 35,5 | 31,2 | 1,47 | nav | 2 | 1 | 1 | nav | nav |
| Atk | 23 | 4 | IV | 34,5 | 30,8 | 1,37 | nav | 2 | 1 | 1 | nav | nav |
| Atk | 1 | 9 | IV | 32,5 | 31,3 | 1,24 | nav | 1 | 1 | 1 | nav | nav |

2.2. tabulas turpinājums.

Perspektīvāko hibrīdapšu klonu raksturojums

| Parauglaukuma Nr. | Rinda | Nr. | Klons | D 1,3 | H | V m3 | Padēls | Līkumainība | Trupes pazīmes | Vainags | Saussāns | Plaisas |
|-------------------|-------|-----|-------|-------|------|-------------|--------|-------------|----------------|---------|----------|---------|
| 4 | L | 8 | M | 30 | 31,6 | 1,06 | nav | 1 | 1 | 1 | nav | nav |
| Atk | 23 | 2 | IV | 31 | 28,7 | 1,04 | nav | 1 | 1 | 1 | nav | nav |
| 4 | 9 | 20 | M | 38 | 28,8 | 1,56 | nav | 2 | 1 | 1 | nav | nav |
| 4 | L | 14 | M | 35 | 33,6 | 1,53 | nav | 2 | 1 | 1 | nav | nav |
| 4 | 8 | 12 | H 64 | 35 | 31,6 | 1,45 | nav | 2 | 1 | 2 | nav | nav |
| 4 | 9 | 14 | M | 35 | 28,3 | 1,30 | nav | 2 | 1 | 1 | nav | nav |
| 4 | L | 7 | M | 30 | 30,2 | 1,02 | nav | 1 | 1 | 1 | nav | nav |
| 4 | L | 8 | M | 30 | 31,6 | 1,06 | nav | 1 | 1 | 1 | nav | nav |
| 4 | L | 7 | M | 30 | 30,2 | 1,02 | nav | 1 | 1 | 1 | nav | nav |
| 4. 1-45 | 1 | 5 | H 68 | 36,5 | 29,3 | 1,46 | nav | 2 | 1 | 1 | ir | nav |
| 4. 1-45 | 2 | 43 | H 64 | 33,5 | 31,3 | 1,31 | nav | 2 | 1 | 1 | nav | nav |
| Atk | 4 | 3 | I | 36 | 30,6 | 1,48 | nav | 2 | 1 | 2 | nav | nav |
| Atk | 17 | 6 | I | 34,5 | 30,1 | 1,34 | nav | 2 | 1 | 2 | nav | nav |

2.3. tabula

Perspektīvāko hibrīdapšu klonu ar viduvējām morfoloģiskajām pazīmēm raksturojums

| Parauglaukuma Nr. | Rinda | Nr. | Klons | D 1,3 | H | V m3 | Padēls | Līkumainība | Trupes pazīmes | Vainags | Saussāns | Plaisas |
|----------------------|-------|-----|----------|-------|------|-------------|--------|-------------|-------------------|---------|----------|---------|
| 4 | 8 | 16 | M | 36 | 31,1 | 1,51 | ir | 1 | 1 | 1 | nav | nav |
| 5 | 3 | 23 | h.l.150 | 44 | 30,2 | 2,18 | ir | 2 | 1 | 1 | ir | nav |
| 5 | 1 | 3 | H 68 | 39 | 27,7 | 1,58 | ir | 2 | 1 | 1 | ir | nav |
| 5 | 5 | 4 | h.l. 137 | 36 | 31,4 | 1,52 | ir | 1 | 1 | 1 | nav | nav |
| 4. 1-45 | 7 | 15 | J | 39 | 31,1 | 1,77 | ir | 2 | 1 | 2 | nav | ir |
| Atk | 8 | 9 | VIII | 37 | 33,2 | 1,69 | ir | 2 | 1 | 1 | nav | ir |
| 5 | 3 | 20 | h.l.150 | 41 | 32 | 2,01 | ir | 2 | 1 | 1 | nav | nav |
| 5 | 1 | 18 | H 68 | 41 | 29,4 | 1,85 | ir | 1 | 1 | 1 | nav | nav |
| 5 | 5 | 11 | h.l. 137 | 40 | 29,4 | 1,76 | ir | 2 | 1 | 1 | nav | ir |
| 5 | 5 | 5 | h.l. 137 | 38 | 30,8 | 1,66 | ir | 2 | 1 | 1 | ir | nav |
| 4. 1-45 | 2 | 45 | H 64 | 37 | 33,2 | 1,69 | ir | 2 | 1 | 1 | nav | nav |
| 4. 1-45 | 8 | 38 | H 64 | 36 | 31,6 | 1,53 | ir | 2 | 1 | 3 | nav | nav |
| 4. 1-45 | 2 | 44 | H 64 | 35 | 33,1 | 1,51 | ir | 3 | 1 | 1 | nav | nav |

2.4. tabula

Klonu un to veģetatīvi pavairoto pēcnācēju raksturojuma salīdzinājums

| Klons | Pēcnācēju pārbaužu ierīkošanas vietas | Pēcnācēju pārbaužu vietas ar vērtēšanai pietiekamu saglabājušos koku skaitu | Produktivitāte | | Stumbrs | | Zari | | Kopējais novērtējums |
|-------|---------------------------------------|---|-----------------------------|---------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|---|
| | | | Mātes kokam | Pēcnācēju pārbaužu stādījumos | Mātes kokam | Pēcnācēju pārbaužu stādījumos | Mātes kokam | Pēcnācēju pārbaužu stādījumos | |
| 4 | Iecava, Rembate, Ukri | Iecava, Rembate, Ukri | Augstāka par vidējo (+9%) | augstāka par vidējo (+8 - +40%) | Līkumains, ir padēls | samērā taisns | vidēji | smalki | Izmantojams rūpnieciskajai pavairošanai, iekļaujams arī turpmākajās pārbaudēs. |
| 7 | Iecava | Iecava | Zemāka par vidējo (-30%) | zemāka par vidējo (-43%) | Līkumains | taisns | smalki | smalki | Iekļaujams turpmākajās pārbaudēs, bet šobrīd nav lietderīgi izmantot rūpnieciskajai pavairošanai. |
| 9 | Iecava, Rembate, Valmiera | Iecava | Augstāka par vidējo (+142%) | augstāka par vidējo (+33%) | Samērā taisns | līkumains | vidēji | resni | Produktivitātes dēļ iekļaujams arī turpmākajās pēcnācēju pārbaudēs, bet šobrīd nav lietderīgi izmantot rūpnieciskajai pavairošanai. |
| 11** | Iecava, Valmiera | Iecava | Zemāka par vidējo (-80%) | zemāka par vidējo (-59%) | Samērā taisns | samērā taisns | smalki | resni | Iekļaujams turpmākajās pārbaudēs, bet šobrīd nav lietderīgi izmantot rūpnieciskajai pavairošanai. |
| 12 | Iecava, Rembate | Iecava | Augstāka par vidējo (+12%) | zemāka par vidējo (-20%) | Līkumains ir padēls | taisns | resni | smalki | Iekļaujams turpmākajās pārbaudēs, bet šobrīd nav lietderīgi izmantot rūpnieciskajai pavairošanai. |
| 14 | Ukri | Ukri | Zemāka par vidējo (-21%) | augstāka par vidējo (+23%) | Līkumains | nav vērtēts | smalki | nav vērtēti | Izmantojams rūpnieciskajai pavairošanai, iekļaujams arī turpmākajās pārbaudēs. |

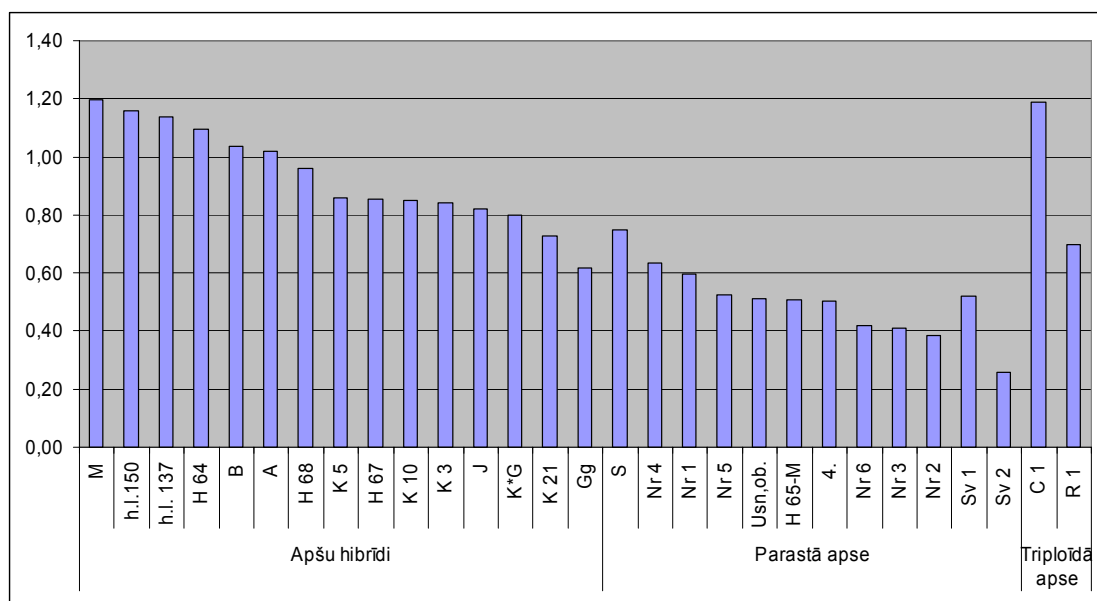
2.4. tabulas turpinājums

Klonu un to veģetatīvi pavairoto pēcnācēju raksturojuma salīdzinājums

| | | | | | | | | | |
|-------|---------------------------------|-----------------------|----------------------------|---|-------------------------|---------------|--------|--------|---|
| 27'95 | Valmiera | Valmiera | Augstāka par vidējo (+59%) | augstāka par vidējo (+13%) | Samērā taisns | samērā taisns | smalki | vidēji | Izmantojams rūpnieciskajai pavairošanai, iekļaujams arī turpmākajās pārbaudēs. |
| 28 | Iecava, Valmiera, Ukri | Iecava, Ukri | Augstāka par vidējo (+14%) | Iecava – zemāka par vidējo (-28%), Ukri – vidēja (-7%) | Samērā taisns | samērā taisns | smalki | smalki | Iekļaujams turpmākajās pārbaudēs, bet šobrīd nav lietderīgi izmantot rūpnieciskajai pavairošanai. |
| 34 | Iecava, Rembate, Valmiera | Iecava, Rembate | Augstāka par vidējo (+53%) | vidēja (+6 - +11%) | taisns | taisns | smalki | smalki | Izmantojams rūpnieciskajai pavairošanai, iekļaujams arī turpmākajās pārbaudēs. |
| 35'95 | Valmiera | Valmiera | vidēja (-5%) | zemāka par vidējo (-63%) | Taisns, ir padēls | taisns | smalki | smalki | Iekļaujams turpmākajās pārbaudēs, bet šobrīd nav lietderīgi izmantot rūpnieciskajai pavairošanai. |
| 36 | Iecava, Rembate, Valmiera, Ogre | Iecava, Rembate, Ogre | Augstāka par vidējo (+35%) | Ogre – augstāka par vidējo (+26%), Iecava, Rembate – zemāka par vidējo (-18 - -42%) | Samērā taisns ir padēls | samērā taisns | smalki | vidēji | Iekļaujams turpmākajās pārbaudēs, bet šobrīd nav lietderīgi izmantot rūpnieciskajai pavairošanai. |
| 41 | Iecava | Iecava | Augstāka par vidējo (+74%) | augstāka par vidējo (+29%) | Samērā taisns | taisns | smalki | vidēji | Izmantojams rūpnieciskajai pavairošanai, iekļaujams arī turpmākajās pārbaudēs. |

** - parastās apses pluskoka klons

Šobrīd viennozīmīgi nevar ignorēt arī trešajā grupā ietilpstošos klonus to lielā stumbra tilpuma dēļ, tāpēc papildus tika vērtētas tās ģimenes, no kurām atlasīti konkrētie kloni.



2.1. attēls. Apšu ģimeņu vidējie stumbra tilpumi m³.

2.5.tabula

Hibrīdapšu ģimeņu raksturojums

| Ģimene | Padēls % | Līkumainība | Trupes pazīmes | Vainags | Saussāns % | Plaisas % |
|----------|----------|-------------|----------------|---------|------------|-----------|
| M | 42 | 2,4 | 1,0 | 1,5 | 7 | 24 |
| H 64 | 27 | 2,0 | 1,0 | 1,4 | 17 | 27 |
| J | 31 | 2,2 | 1,0 | 1,1 | 17 | 31 |
| H 68 | 60 | 1,8 | 1,0 | 1,0 | 17 | 9 |
| h.l.150 | 67 | 2,0 | 1,0 | 1,0 | 40 | 20 |
| h.l. 137 | 82 | 2,1 | 1,0 | 1,2 | 36 | 18 |

Vadoties pēc ģimeņu vidējiem rādītājiem (2.5. tabula) un klonu vizuālā vērtējumu, dabā tika izvēlēti perspektīvākie kloni no sešām ģimenēm ar relatīvi sliktākām morfoloģiskajām īpašībām, bet lielu stumbra tilpumu. Hibrīdu ģimenēm M, H 64 un J ir salīdzinoši labākie rādītāji – padēla sastopamība ir līdz 42% (27 – 42%), bet stumbrs nedaudz līkumains. Hibrīdo apšu ģimenēs H 68, h.l.150 un h.l. 137 pastāv lielāks risks, ka atlasītajiem kloniem varētu būt tieksme uz padēla veidošanu.

2.3. Veģetatīvi pavairojamo klonu kolekcijas papildināšana

Tā kā hibrīdapses klonus selekcijas darbam jāsavairo maksimāli īsā laikā lielos daudzumos, pasaulē plaši tiek pielietota mikroklonālās pavairošanas metode (Somija, Zviedrija, Kanāda). Patreiz LVMI „Silava” Augu audu kultūru laboratorijas kolekcijā ir 50 hibrīdapšu, triploīdo un parasto apšu klonu. Izejmateriāls vākts Kalsnavas mežu novada klonu arhīvā.

Ievadīšanai *in vitro* tiek izmantoti pašreizējā gada dzinumi aktīvās augšanas fāzē ar latentiem sānpumpuriem. Dzinumi tiek ievākti no vainaga apakšējās daļas vai sakņu atvasēm; pēdējie ir juvenīli dzinumi. Tā rīkojas tādēļ, ka noēnotos un juvenīlos dzinumos pēc sterilizēšanas (izmanto sadzīves vajadzībām lietojamās dezinfekcijas un balināšanas līdzekļus), ievadīšanas kultūrā un novietošanas optimālos augšanas apstākļos (+23°C, gaisa mitrums 70%,

apgaismojums 3000 lx jeb 12 – 14 W/m²), fizioloģiskie un bioķīmiskie procesi noris daudz straujāk kā izteikti veselīgiem dzinumiem. Tas nozīmē, ka eksplants ātrāk sāk attīstību, straujāk nostiprinās kultūrā.

Pamatbarotne visiem apšu kloniem ir 0,5% MS (Murashige & Skoog, 1962) agarizēta barotne ar pievienotiem:

- ✓ vitamīniem (tiamīns, piridoksīns, nikotīnskābe, askorbīnskābe),
- ✓ aminoskābēm (glicīns, glutamīns),
- ✓ ogļhidrātiem (saharoze, glikoze, mezoīnozīts),
- ✓ fitohormoniem (auksīni, citokinīni)

Auksīni ir augu hormonu grupa, kas veicina eksplanta stiepšanos garumā, apsākņošanas. Citokinīni veicina latento sānpumpuru attīstību, līdz ar to, - proliferāciju (t.i. pavairošanos). Lai augi kultūrā attīstītos, augtu un vairotos, attiecīgi sabalansētās attiecībās tiek lietoti abu grupu fitohormoni. Hibrīdapšu proliferācijas procesa nodrošināšanai par vispiemērotāko atzīstams citokinīns BAP (6 – benzilaminopurīns); lieto 0,1 – 0,5 mg uz vienu litru barotnes. Pie BAP koncentrācijas 0,5 mg/l dažiem kloniem (23, 25, 28) pavairošanas koeficients ir 7 – 9, pat 11, bet tik spēcīgi hormonālā vidē augus eksperimentāliem nolūkiem drīkst audzēt tikai atsevišķas pasāžas, tādēļ šo skaitli pagaidām nevar pieņemt par rādītāju, plānojot saimnieciskas nozīmes pavairošanu, kur jāstrādā bez riska iegūt hormonāli izkropļotus, vitrificētus un kallusu veidojošus dzinumus. Saimnieciskas nozīmes pavairošanai vispiemērotākā citokinīna BAP koncentrācija ir 0,2 mg/l, pie kuras pavairošanas koeficients klonam 23 sasniedz 5 – 7.

Sakņu attīstību panāk, barotnei pievienojot auksīnus:

- ✓ IES (indoliletiķskābe, heteroauksīns);
- ✓ IBA (indolilsviestskābe);
- ✓ NES (naftiletiķskābe).

No eksplanta ievadīšanas brīža, līdz stabilas proliferējošas kultūras iegūšanai pāiet 8 – 10 nedēļas, ja eksplants ņemts no jauna (līdz 10 g.) koka. Eksplanti, kas ņemti no veciem kokiem attīstās ievērojami lēnāk. 2005. gada 20. augustā kultūrā ievadītie 40 gadīgas apses dzinumi līdz 15. decembrim nav sākuši proliferāciju.

Turpmāk visi atlasītie perspektīvākie hibrīdapšu kloni ir jāiekļauj *in vitro* kolekcijā un jāierīko to iedzimtības pārbaužu stādījumā. Piecos gados pēc iestādīšanas jau ir iespējams prognozēt to morfoloģiskās pazīmes un ātraudzību. Arī šķiedras īpašības ir iespējams noteikt jau salīdzinoši agrā vecumā – 3 līdz 5 gados. Galējo slēdzienu par hibrīdapšu klona īpašībām var veikt pēc 12 – 15 gadiem.



2.2. att. Apšu mikrospraudeņu sagatavošana

2.4. Hibrīdapšu klonu pārbaude pavairošanas iespējām *in vitro*

50% no kultūrā esošajiem kloniem viegli pakļaujas *in vitro* manipulācijām, vidējais pavairošanās koeficients 5. Taču pavairošanās koeficients atkarīgs arī no paša klona īpatnībām, *in vitro* manipulāciju precīzas izpildes (sterilitātes nodrošināšana), laboratorijas trauku, iekārtu, instrumentu piemērotības, iespējām nodrošināt optimālus gaismas, temperatūras apstākļus, pareizu gaisa relatīvo mitrumu audzēšanas telpā.

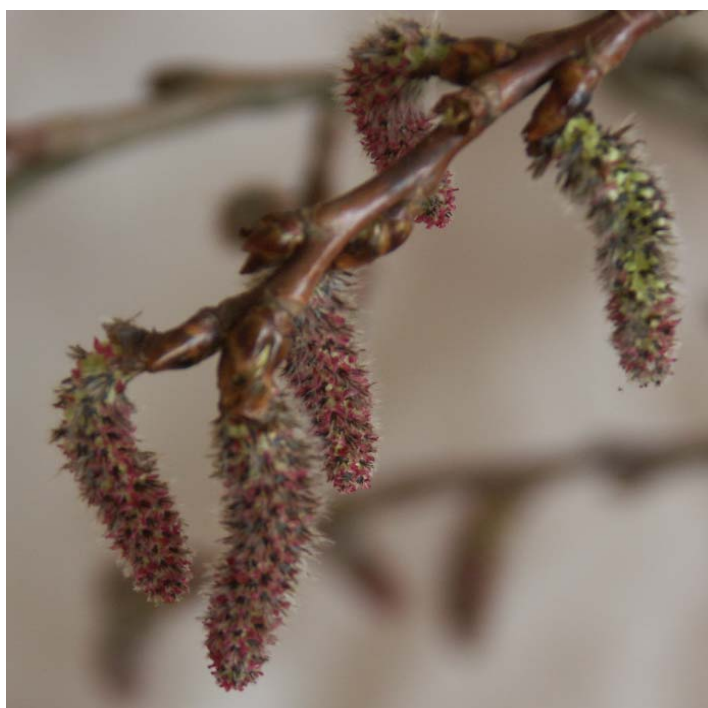
Vērtējot hibrīdapšu klonu piemērotību *in vitro* pavairošanai, kā labākie izdalāmi: 4, 10, 13, 15, 16, 22, 23, 25, 28, 30'95. Kultūrā visinertākie ir kloni 1, 2.

Ja klonus vērtē gan pēc stumbra tilpuma, gan pēc „uzvedības” kultūrā, kā labākie atzīmējami: 4, 10, 16, 22, 23, 30'95.

2.5. Apšu (*P. tremuloides* x *P. tremula*) hibridizācijas metožu apguve un hibrīdo sēklu iegūšana

2005. gada aprīlī veikta apšu hibridizācija uz nogriežtiem zariem pēc J.Smilgas aprobētās tehnoloģijas. Krustošanai izmantoti divi vīrišķie parastās apses (*Populus tremula* L.) kloni un viens Amerikas apses (*Populus tremuloides* Mich.) sievišķais klons.

No Kalsnavas sēklu plantācijas tika paņemti zari no klona J13, Katlešu sēklu plantācijā ievākti divu koku zari (Am un Sv1) ar nobriedušiem ziedpumpuriem. Zarus nogrieza vismaz 1 m garus un pēc iespējas resnākus, ar labi attīstītiem piezariem. Apskatot abās apšu sēklu plantācijās augošos kokus tikai dažiem bija nobrieduši ziedpumpuri, līdz ar to bija iespējams sakrustot tikai divus parastās apses klonus ar Amerikas apsi. Nogrieztie zari tika atvesti uz LVMI „Silava” telpām.



2.2. att. Ziedoša Amerikas apses sievišķā spurdze.

Vīrišķo koku zarus ievietoja traukos ar ūdeni atsevišķās izolētās telpās. Sievišķajiem Amerikas apses zariem ziedpumpuru plaukšana tika bremzēta novietojot zarus vēsā (+2; +3°C) un tumšā telpā. Zariem tika nolauzta daļa lapu pumpuru, atstājot uz katra piezara tikai vienu vai divus un 3 – 6 ziedpumpurus. Kad uz vīrišķajām spurdzēm parādījās pirmie putekšņi, blakus traukos ar ūdeni ievietoja sievišķos zarus. Sievišķās spurdzes sāka ziedēt otrā dienā pēc ievietošanas siltās telpās (+17-+20°). No vīrišķajām spurdzēm tika ievākti putekšņi

un ar mīkstas otiņas palīdzību viegli uzbirdināti uz sievišķajām spurdzēm, tādējādi veicinot apputeksnēšanos. Pēc divām dienām apputeksnēšanu atkārtoja, jo ziedi spurdzēs uzzied nevienmērīgi.

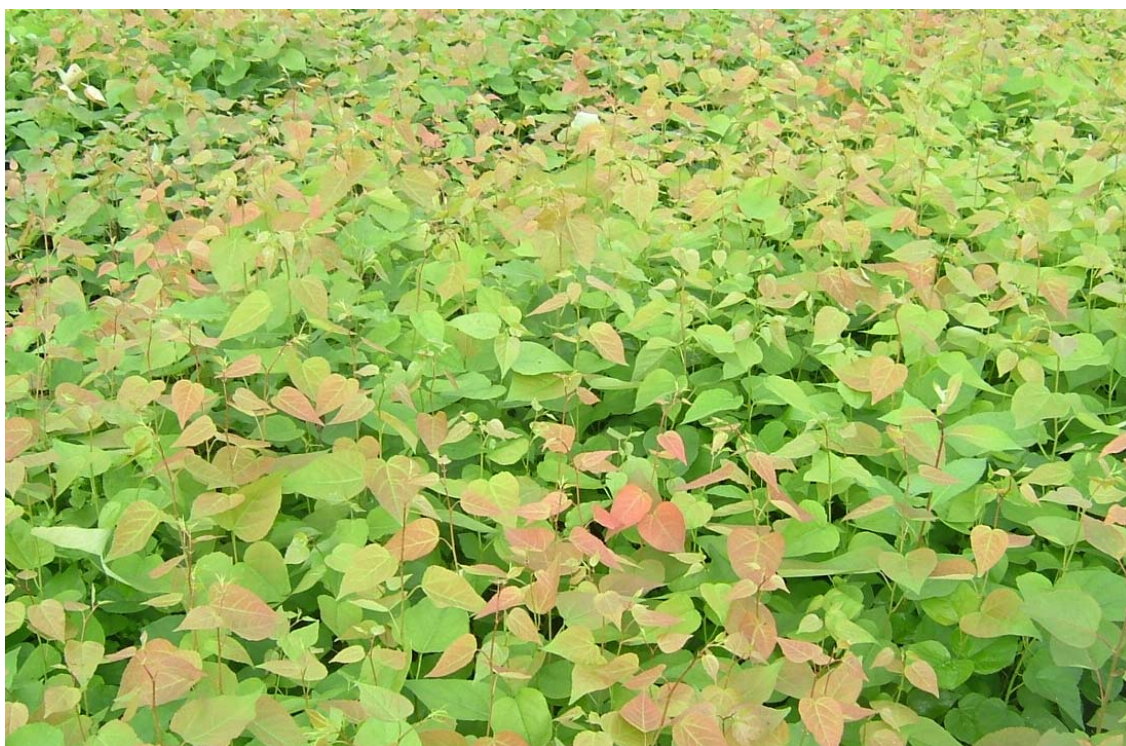
Lai novērstu ūdens apgādes traucējumus, ko izraisa zaru vadaudos iekļuvušie mikroorganismi, regulāri tika apgriezti zaru gali un mainīts ūdens. Pirmās 10 dienas ūdeni traukos un zaru galu griezumus atjaunoja ik pēc divām dienām, bet pēc tam katru dienu.

Pēc apšu spurdžu noziedēšanas, tās nomiglotas ar Fastak (2ml/10 litriem ūdens) pret spurdžu kaitēkļiem. Atkārtota miglošana veikta pēc sešām dienām.

Pēc 19 dienām Am x Sv1 hibrīdam parādījās pirmās lidpūkas ar sēklām. Ievāktās sēklas izsētas MPS eksperimentālās kokaudzētavas siltumnīcā uz mitra kūdras substrāta un pārklātas ar agroplēvi. Pirmās septiņas dienas veica intensīvu laistīšanu (smidzināšanu) 3 reizes dienā, pēc tam samazināja atkarībā no apstākļiem. Divas dienas pēc izsēšanas parādījās pirmie dīgsti.



2.3. att. Apses sēklu spurdze ar pogaļām



2.4. att. Hibrīdo apšu stādi MPS eksperimentālajā kokaudzētavā

Iegūtos dīgstus no sēklām pārpiķēja Lannen Plantex 25 konteineros kūdrās substrātā. Pēc pārpiķēšanas divas nedēļas audzēja siltumnīcā, tad pārvietoja uz audzēšanas poligonu. Atsevišķiem stādiem tika novērota galotņu kalšana, ko izraisa *Venturia* ģints sēņu slimības. Infekcijas avots ir apkārtējā vide, bet slimības attīstību veicina paaugstināts gaisa mitrums un nepietiekams mitrums sakņu zonā. Katru nedēļu tika dots papildmēslojums NPK (6-10-8), veikta laistīšana atkarībā no augsnes mitruma apstākļiem.

Augustā mēslošanas devas tika samazinātas, bet laistīšanu – septembra sākumā, lai veicinātu stādu ātrāku nobriešanu un sagatavošanos ziemai. Izaudzēta jauna hibrīdapšu ģimene ar 178 kvalitatīviem stādiem. Garumu atšķirības ir ļoti izteiktas, izcilākie sasniedza 1 m augstumu.

2.6. Hibrīdo apšu klonu piemērotība pavairošanai ar sakņu spraudņiem

Viens no hibrīdapšu veģetatīvās pavairošanas veidiem ir sakņu spraudņu tehnoloģija – mātesdārzā audzētu stādu sakņu gabaliņu apsākšana stādāmā materiāla audzēšanai. Tāpat kā būtiski atšķiras klonu pavairošanas koeficienti *in vitro* tehnoloģijā, arī sakņu spraudņu apsākšanās dažādiem kloniem ir atšķirīga. Darba gaitā ir iesākta atlasīto hibrīdapšu klonu piemērotības šai tehnoloģijai skaidrošana – 2004. gadā ir ierīkots neliels dažādu klonu mātesdārzs, šī gada pavasarī sagatavoti sakņu spraudņi, pētīta to apsākšanās intensitāte un uzsākta stādu audzēšana. Pētījumam izvēlēti 18 kloni – 14 hibrīdapšu, 3 triploīdie un viens parastās apses klons.

2.6.1. Pētījuma ierīkošana

Saknes pirms sagriešanas rūpīgi nomazgā ar ūdens strūklu, sīkās bārkšsaknes un nogriež tievās saknes ($d < 2$ mm). Spraudņu iegūšanai izmanto tikai veselas un nebojātas saknes ar caurmēru 2 – 10 mm, sagriežot tās 3 cm garos gabaliņos. Sakņu spraudņus šķiro pēc diametra, lai izlīdzinātu dzinumu veidošanās laiku, jo resnākie spraudņi dzinumus veido ātrāk. Vidēji no viena mātesauga tika iegūti ~100 spraudņi (35- 150).

Sagrieztos spraudņus ievieto audzēšanas kastēs, horizontāli, blīvi vienu pie otra, viegli iespiežot augsnē 0,5 cm dziļi un nosedzot ar plānu 2-3 mm kūdras - smilts maisījuma slāni. Audzēšanas kastes novieto miglas siltumnīcā uz apsildāmā pamata. Optimālā augsnes temperatūra, lai sekmīgi noritētu dzinumu veidošanās, ir $+20 - +30^{\circ}\text{C}$. Dzinumi veidojas ātrāk nekā saknes, - pirmie parādās jau pēc 4 diennaktīm, bet intensīva veidošanās notiek 2. - 6. augšanas nedēļā. Kad dzinumi sasnieguši 1-5 cm garumu, tos pārstāda Plantex-25 konteineros un novieto siltumnīcā. Pēc 10 dienām pārvieto lauka apstākļos. Izvietojot konteinerus ar stādiem lauka apstākļos, tos grupē pēc garuma, jo intensīvi augošiem hibrīdapšu stādiem veidojas lielas lapas, kas noēno mazākos stādus. Stādu mēslošanu uzsāk pēc 5 dienām. Ikreizējā mēslošanas deva $5-10 \text{ g/m}^2$ NPK. Mēslošanu veica 4 reizes augšanas sezonā. Augusta sākumā mēslošanas devas samazina. Ņemot vērā, ka apšu hibrīdiem ir garāks veģetācijas periods un tiem ir jāpaspēj nobriest, septembra sākumā samazina laistīšanu.

Oktobra beigās veikta stādu šķirošana un ievietošana maisos uzglabāšanai saldētavā -3 līdz -5°C . temperatūrā. Maza izmēra, kā arī līkos un slimos atšķiro (daļu no tiem var izmantot jauna mātes dārza ierīkošanai).

2.6.2. Rezultāti

Septiņi kloni uzrāda ļoti labus apsākšanās rezultātus – virs 60%. (2.5. att.) Triploīdie un parastās apses kloni apsākjas slikti (25- 41%).

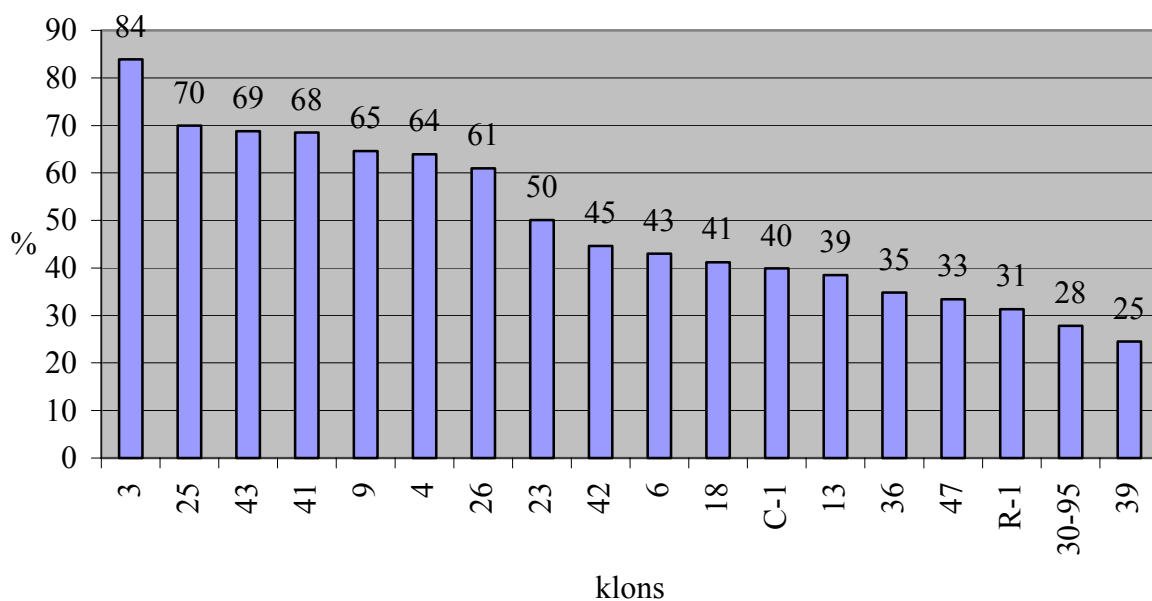
Hibrīdo apšu mātesaugu sakņu kakla caurmērs un sakņu masa korelē savā starpā (0,83), tādēļ ietekme uz sakņu spraudņu skaitu no viena mātes koka abiem faktoriem ir līdzvērtīga. Spraudņu skaits, ko var iegūt no viena mātesauga, mainās ne tikai no sakņu masas un sakņu kakla caurmēra, bet arī no tievo sakņu īpatsvara (2.6. attēls) Svarīgs rādītājs ir izmantojamo

sakņu daudzums. Labāk apsakņojas tievākie sakņu spraudēni, tādējādi vērtīgāki ir kloni, kuriem veidojas spēcīga, plaša, no salīdzinoši tievām saknēm veidota sakņu sistēma.

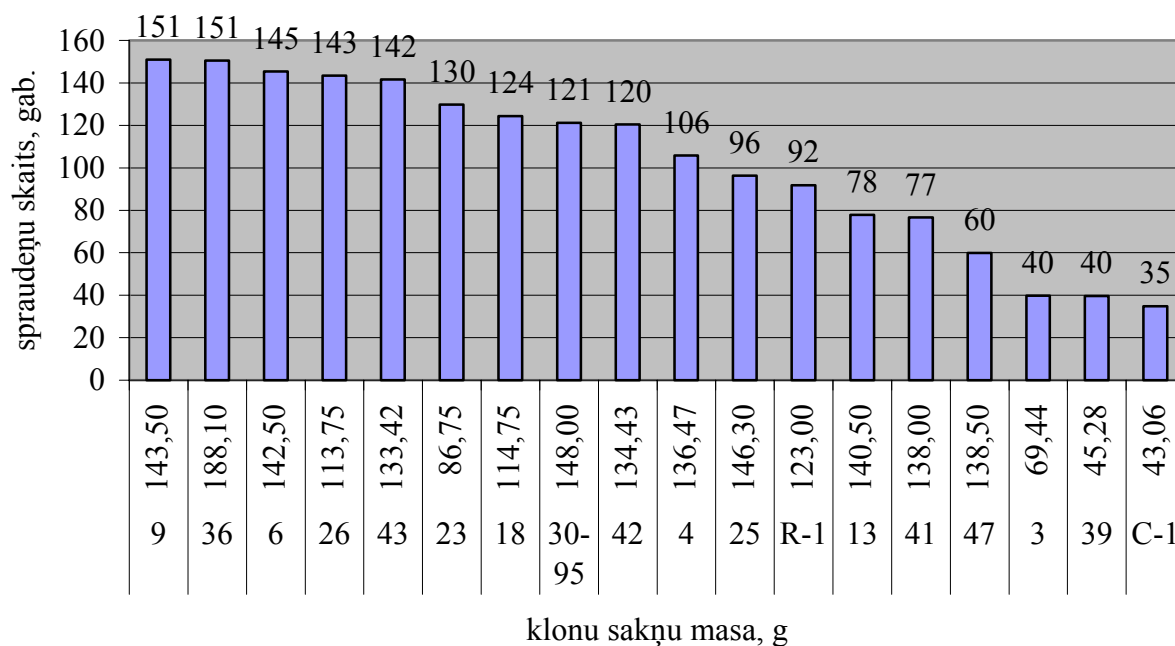
2.6. tabula

Klonu sakņu un iegūto spraudēņu raksturojums

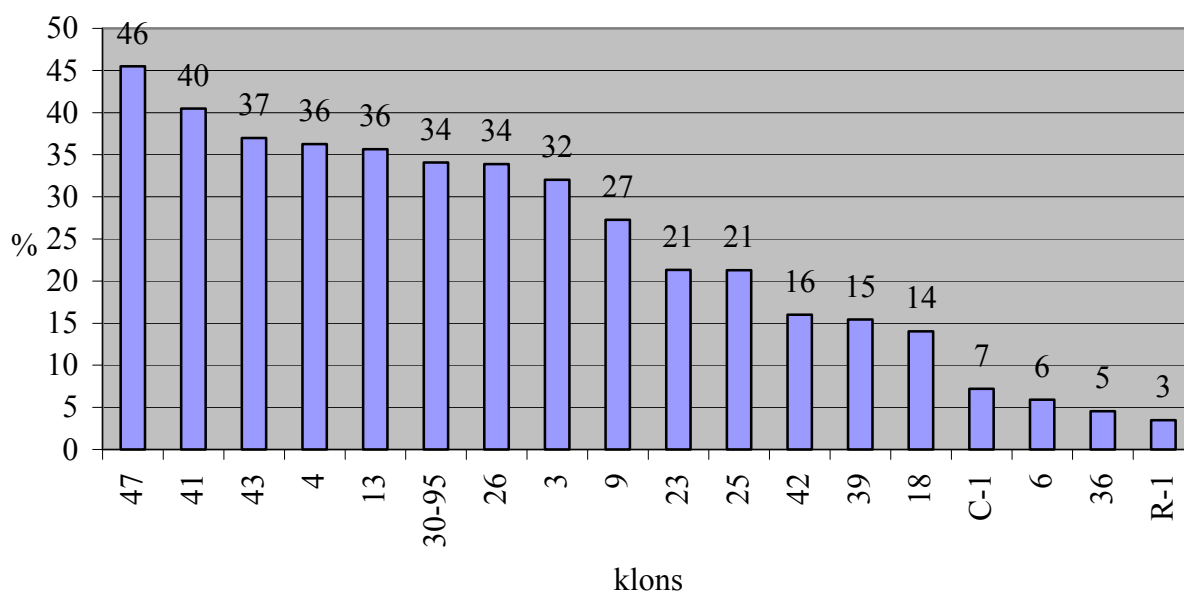
| Klons | Mātes- augu skaits, gab. | Iegūto spraudē ņu skaits, gab. | Vidējie mātesaugu raksturojošie lielumi | | | Apsakņojušos spraudēņu | | Atlasītie kvalitatīvie stādi | |
|-------|-----------------------------------|--|--|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------|----|---------------------------------|----|
| | | | sakņu masa, g | sakņu kakla caurmērs, mm | spraudēņu skaits, gab. | skaits, gab. | % | skaits, gab. | % |
| 42 | 20 | 2408 | 134,43 | 21,34 | 120 | 1075 | 45 | 172 | 16 |
| 23 | 20 | 2596 | 86,75 | 14,87 | 130 | 1300 | 50 | 277 | 21 |
| 30-95 | 20 | 2424 | 148,00 | 17,91 | 121 | 675 | 28 | 230 | 34 |
| 36 | 21 | 3161 | 188,10 | 20,67 | 151 | 1100 | 35 | 50 | 5 |
| 9 | 10 | 1509 | 143,50 | 17,69 | 151 | 975 | 65 | 266 | 27 |
| 4 | 17 | 1800 | 136,47 | 17,19 | 106 | 1150 | 64 | 417 | 36 |
| 13 | 20 | 1557 | 140,50 | 16,56 | 78 | 600 | 39 | 214 | 36 |
| 47 | 10 | 599 | 138,50 | 19,85 | 60 | 200 | 33 | 91 | 46 |
| 25 | 23 | 2215 | 146,30 | 16,61 | 96 | 1550 | 70 | 330 | 21 |
| R-1 | 20 | 1836 | 123,00 | 15,93 | 92 | 575 | 31 | 20 | 3 |
| 18 | 20 | 2487 | 114,75 | 17,72 | 124 | 1025 | 41 | 144 | 14 |
| 26 | 20 | 2869 | 113,75 | 17,60 | 143 | 1750 | 61 | 593 | 34 |
| 43 | 19 | 2690 | 133,42 | 18,45 | 142 | 1850 | 69 | 684 | 37 |
| C-1 | 18 | 626 | 43,06 | 11,82 | 35 | 250 | 40 | 18 | 7 |
| 6 | 10 | 1454 | 142,50 | 18,00 | 145 | 625 | 43 | 37 | 6 |
| 3 | 18 | 715 | 69,44 | 13,25 | 40 | 600 | 84 | 192 | 32 |
| 39 | 18 | 713 | 45,28 | 11,65 | 40 | 175 | 25 | 27 | 15 |
| 41 | 20 | 1533 | 138,00 | 18,54 | 77 | 1050 | 68 | 425 | 40 |



2.5.att. Spraudēņu apsakņošanās, %

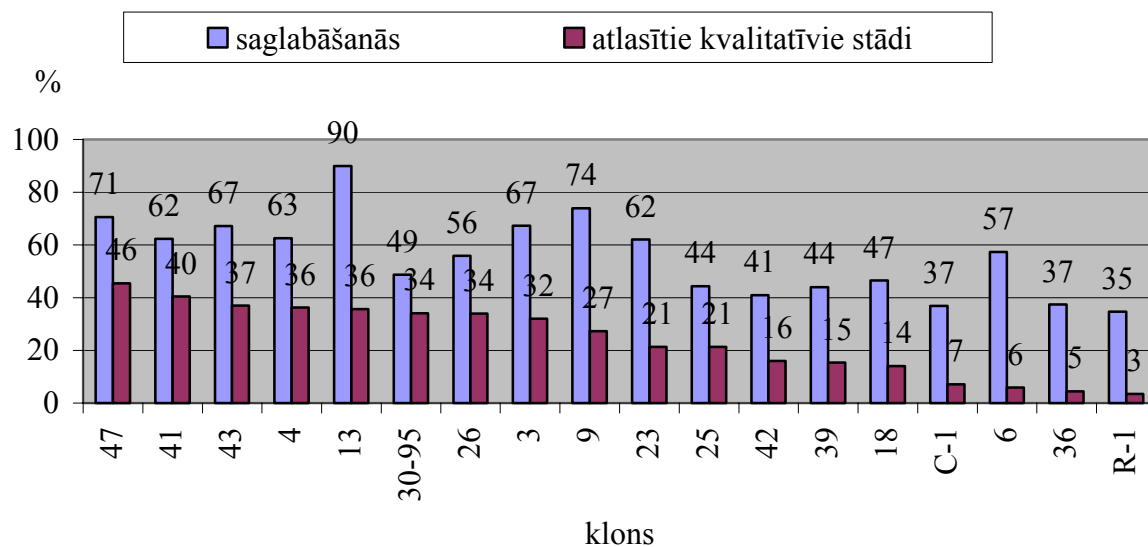


2.6.att. Iegūto spraudņu skaits atkarībā no māteskoka sakņu masas



2.7. att. Atlasītie kvalitatīvie stādi % no apsakņoto spraudņu skaita.

Lai arī apsākšanās rezultāti bija salīdzinoši labi (vidēji ~50%), tomēr līdz rudenim saglabājās tikai 30 % no sākotnējā spraudņu skaita. Saglabājas tendence – tiem kloniem, kuriem bija labi apsākšanās rezultāti, arī kvalitatīvo stādu daudzums ir augsts – vidēji 36% (2.7. attēls). Būtiski izceļas 13. klons, kuram ir ļoti laba saglabāšanās (~90%), (2.8. attēls) un augsts atlasīto kvalitatīvo stādu daudzums (36%). Iespējams, ka tas ir izturīgāks pret *Venturia* ģints sēņu darbību, kas jāpārbauda turpmākajos pētījumos.



2.8. att. Dažādu klonu sakņu spraudņstādu saglabāšanās (%) un atlasīto kvalitatīvo stādu īpatsvars (%)



...

3. Klonu koksnes mehānisko un ķīmisko īpašību izpēte

Klonu pēcnācēju pārbažu stādījumā pie Iecavas nozāģējot paraugkokus (koku vecums 10 gadi) sagatavoti paraugi koksnes mehānisko un ķīmisko īpašību izpētei. Paraugi sagatavoti 23 kloniem, no kuriem 22 ir apšu hibrīdi un viens parastās apses pluskoka klons. Paraugkoks katram klonam izvēlēts, lai būtu iespējams izzāģēt koksnes paraugu bez vainām (zariem, serdes, u.c.). Pirmais vienu metru garais paraugkoka stumbra nogrieznis netika ņemts, jo tas pēc koksnes uzbūves un sastāva vismazāk reprezentē visu koku. Koksnes ķīmisko īpašību noteikšanai no katra paraugkoka izvēlēts apmēram metru garš stumbra otrais nogrieznis. Visi sagatavotie paraugi nomizoti.

Koksnes mehānisko īpašību analīzēm paredzētos paraugus sazāģēja 50 cm garos dēlīšos. Uzsākta to žāvēšana, jo koksnes paraugu mitrumam mehānisko analīžu veikšanas laikā jābūt aptuveni 12%.

4. Konsultācijas audu kultūru laboratorijas izveidošanai Kalsnavas kokaudzētavā, darbinieku apmācība

Sadarbībā ar LU speciālistiem formulētas tehniskās prasības audu kultūru laboratorijas ierīkošanas projektēšanai un kā atsevišķs dokuments darba gaitā iesniegts pasūtītājam.

Darba gaitā jūlija, augusta un septembra mēnešos Augu audu kultūru laboratorijā tika apmācīts LU Bioloģijas Fakultātes maģistratūras students Maksims Fiļipovičs (4.1. attēls) un sagatavots darbam a/s LVM Sēklas un stādi.



4.1. att. Darbs laminārā

Nozīmīgākās atziņas

1. Starp apšu hibrīdiem pastāv ļoti lielas atšķirības, tās var novērot arī starp vienas hibrīdās ģimenes locekļiem. Tas dod iespēju starp daudziem hibrīdiem atlasīt produktīvākos, kā arī atlasīt klonus ar dažādām koksnes īpašībām.
2. Koksnes šķiedras garumu ietekmē klona ātraudzība: pieaugot koka ražībai palielinās koksnes šķiedras garums. Kvalitatīva papīra ražošanai ir nepieciešama koksne ar īsu šķiedru. Turpmākajā darbā jānoskaidro kāda ietekme ir mežkopības metodēm (stādīšanas attālums, cirstāšanas vecums, mēslošanu, u.c.) uz šķiedras garumu un raupjumu.
3. Jāveic apses un tās hibrīdu fenoloģiskos novērojumus. Tas nepieciešams no koka izpētes viedokļa saistībā ar produktivitāti un selekcijas pasākumu veikšanai.
4. 2005.g. pavasarī saktā hibrīdapšu klonu piemērotības izpēte pavairošanai ar sakņu spraudņu metodi, ļauj secināt, ka arī tā varētu būt saimnieciski noderīga. Skandināvijas valstīs tā jau tiek pielietota nelielu stādu partiju pavairošanai rūpnieciskiem nolūkiem.
5. Turpmākajā darbā:
 - ✓jāturpina pētījumi par kvalitatīvāko un produktīvāko klonu piemērotību šai pavairošanas tehnoloģijai;
 - ✓jāveic sakņu spraudņu tehnoloģijas nianšu precizēšana.
6. Starp izaudzētajiem hibrīdapšu ģimenes stādiem konstatētas nozīmīgas augstuma atšķirības. Līdzīgas atšķirības var novērot arī hibrīdapšu ģimeņu stādījumos MPS Kalsnavas klonu arhīvā 40 gadu vecumā, kas apstiprina perspektīvu klonu atlases iespējas.
7. Analizējot pirmos rezultātus par hibrīdapšu klonu piemērotību *in vitro* tehnoloģijai un salīdzinot ar klona produktivitātes un kvalitātes rādītājiem, kā perspektīvākos var izdalīt šādus hibrīdapšu klonus: 4, 10, 16, 22, 23, 30'95.



...

Literatūra

1. Beuker, E. (2000) Aspen breeding in Finland, new challenges. *Baltic Forestry*. 6(2):81-84.
2. Chairman, I.H., Marinkovič. P., Krstinič. A., Božič. J., Vratarič. P., Markovič. J. (1986) *Poplars and Willows in Yugoslavia*. 295:45-202.
3. Смилга Я.Я. (1986) Осина. Рига. Зинатне, с.238.
4. Dinus, R.J., Payne P., Sewell, M.M., Chiang V.L. and Tuskan G.A. (2001) Genetic modification of short rotation poplar wood: properties for ethanol fuel and fiber. *Critical Rev. Plant Sci*. 20(1):51-69.
5. Env/JM/MONO (2001)10. Consensus Document on The Biology of *Populus L.* (poplars) Series on Harmonization of Regulatory in Biotechnology No.16.
6. Gailis A. (2003) Apses hibrīdu plantāciju ierīkošanas zinātniski ekonomiskais pamatojums kvalitatīvas koksnes izaudzēšanai celulozes rūpniecības vajadzībām: Atskaite saskaņā ar līgumdarbu 2-C-ND.
7. Hynynen, J., Karlsson, K. (2002) Intensive management of hybrid aspen in Finland. In: Management and utilization of broadleaved tree species in Nordic and Baltic countries- birch, aspen and alder. Proceedings of the workshop held in Vantaa, Finland, May 16 to 18, 2001:99-100.
8. Ilstedt, B., Gullberg, U. (1993) Genetic variation in a 26- year old hybrid aspen trial in southern Sweden. *J. For. Res.* 8:185-192.
9. Li, B., Howe, G.T., Wu, R. (1998) Developmental factors responsible for heterosis in aspen hybrids (*Populus tremuloides* x *P. tremula*). *Tree Physiology* 18:29-36.
10. Liesebach, M., Wuehlisch, G., Muhs, H.-J. (1999) Aspen for short rotation on agricultural sites in Germany: Effect of spacing and rotation time on growth and biomass production of aspen progenies. *Forestry Ecology and Management* 121:25-39
11. Mangalis I. (2004) *Meža atjaunošana un ieaudzēšana*. Rīga 454 lpp.
12. Morhrdiek, O. (1980) Untersuchungen zur Eignung von Aspeneltern für die Kreuzungzüchtung. *Die Holzzucht* 34:5-9
13. Pulkkinen, P. (2002) Possibilities of controlling the wood properties of hybrid aspen. In: Management and utilization of broadleaved tree species in Nordic and Baltic countries birch, aspen, and alder. Proceedings of the workshop held in Vantaa, Finland, May 16 to 18, 2001:48-51.
14. Sedjo, A.R. (1999) Biotechnology and Planted Forests: Assessment of Potential and possibilities. Internets: <http://www.rff.org> 12.12.2005.
15. Smilga J (1988) Apses koksnes blīvums. *Jaunākais mežsaimniecībā*. 30:54-61.lpp.
16. Smilga J. (1976) Apses koksnes šķiedru garums. *Jaunākais mežsaimniecībā*. 19: 22-28.lpp.
17. Smilga J. (1981) Pirmās apšu kultūras Latvijā. *Jaunākais mežsaimniecībā*. 23:26-34. lpp.
18. Smilga J. (1985) Apses fenoloģija Latvijā. *Jaunākais mežsaimniecībā*. 27:3-9. lpp.
19. Smilga J. (1991) Apšu klonu ātraudzība juvenīlā vecumā. *Jaunākais mežsaimniecībā*. 33:4-12. lpp.
20. Smilga J. (1968) *Apse*. Zinātne: 200. lpp.
21. Stener, L.G. (2000) Broad-leaved breeding in Sweden In: Management and utilization of broadleaved tree species in Nordic and Baltic countries birch, aspen, and alder. Proceedings of the workshop held in Vantaa, Finland, May 16 to 18, 2001:45-47
22. Vares. Aivo., Tullus. A., Raudoja. A. (2003) Hübriidhaab ökoloogia ja majandamine. 97: 18-97.
23. Yu, Q. (2001) Can physiological and anatomical characters be used for selecting high yielding hybrid aspen clones. *Silva Fennica* 35(2):137-146
24. Yu, Q. (2001) Selection and propagation of hybrid aspen clones for growth and fiber quality. *Acad. Diss. For. Tree Breed. Helsinki*: 41.
25. Yu, Q., Tigerstedt, P.M.A., Haapanen, M. (2001) Growth and phenology of hybrid aspen clones (*Populus tremula L. x Populus tremuloides Michx.*) *Silva Fennica* 35(1):15-25.