

## FYRIRLESTRASAMANTEKTIR

Ráðstefnan “LÍF EÐA DAUÐI UNDIR FROSTMARKI”

Rannsóknir á þoli lífvera við stýrðar aðstæður

Akureyri 12. januar 2001

Bjarni E. Guðleifsson, Rala: Saga kalrannsóknna á Möðruvöllum

Aðalsteinn Sigurgeirsson, Mógilsá: Klónabreytileiki í vorfrostþoli alaskaaspar

Brynjar Skúlasson, S.r.: Samanburður á kvæmum og systkynahópum sitkagrenis, hvítgrenis og sitkabastarðs, með tilliti til frostþols að vori og hausti

Þröstur Eysteinnsson, S.r.: Notkun frostþolsprófana við skammval í trjákyrbótum

Bjarni E. Guðleifsson, Rala: Vetrarþolsprófanir á frumurækt

Sigríður Dalmannsdóttir, Rala: Samanburður á vetrarþoli hvítsmárastofna

Einar Mäntylä, Líftæknistofa, Keldnaholti: Plöntuhormónið ABA , kuldi og kjarnsýrur

Björn Lárus Örvar, Líftæknistofa, Keldnaholti: Erfðatækni og frostþol plantna

Guðmundur Halldórsson, Mógilsá: Frostþol sitkalúsar

Hrefna Jóhannesdóttir, Mógilsá: Myrkvun trjáplantna í gróðrarstöð og áhrif þess á frostþol

Øyvind Meland Edvardsen, Mógilsá: Frostþol fjallaþins, *Abies lasiocarpa*

Hreinn Óskarsson, Mógilsá: Samspil næringarástands og frostþols hjá nýgróðursettum trjáplöntum

## SAGA KALRANNSÓKNA Á MÖÐRUVÖLLUM.

Bjarni E. Guðleifsson, Rala Möðruvöllum

---

Fyrstu athuganir á kalskemmdum á Möðruvöllum mun Stefán Stefánsson kennari hafa gert 1887. Athuganir á kalskemmdum á Norðurlandi voru síðan gerðar af starfsmönnum Ræktunarfélags Norðurlands en sú starfsemi hófst 1903 og síðar á vegum Tilraunastöðvarinnar á Akureyri. Árið 1974 flyst sú starfsemi að Möðruvöllum og síðan hafa rannsóknir á kalskemmdum verið eitt af verkefnum þar.

Rannsóknirnar hafa aðallega beinst að kalskemmdum á túngrösum og þá helst vallarfoxgrasi. Megináherslan er lögð á svellkal, en svell eru meginorsök kalskemmda í túnum. Helstu viðfangsefni hafa verið (1) að útskýra hvernig kalskemmdir verða, (2) að skýra hvaða veðurfarsþættir helst valda kalskemmdum, (3) að kanna hlutverk örvera í kalskemmdum, (4) að sýna fram á áhrif ræktunar og nytja á þol grasa, (5) að rannsaka hvernig megi ná bestum árangri við endurræktun eftir kal, (6) að þróa aðferðir til mælinga á svellþoli, (7) að leggja mat á frost- og svellþol tegunda og stofna af grösom og vetrarkorni og (8) að mæla öndun grasa undir svelli.

### KLÓNABREYTIÐ Í VORFROSTÞOLI ALASKAASPAR

Aðalsteinn Sigurgeirsson

Rannsóknastöð Skógræktar, Mógilsá

---

Alaskaösp (*Populus trichocarpa* Torr. & Gray) barst fyrst hingað til lands árið 1944. Næstu tvo áratugi voru ræktaðir hér ýmsir klónar af einu kvæmi sem óx áfallalaust um mestallt land. Í hreti sem gerði 9. apríl 1963 í kjölfar langvarandi hlýindakafla galt alaskaösp víða mikið afhröð, einkum um sunnanvert landið. Sama haust, í kjölfar hretsins, var safnað efni af mun fjölbreyttari uppruna. Sumir þeirra klóna sem þá söfnuðust hafa verið uppistaðan í þeirri asparskógrækt sem stunduð er á sunnanverðu landinu undanfarinn áratug.

Í tilraun sem fór fram á Mógilsá í byrjun árs 1993 var kannað frostþol hjá átján klónum alaskaaspar af fjölbreyttum uppruna, með því að líkja eftir snöggu hreti og kanna áhrif þess á lífslíkur og vaxtarþrótt einstakra klóna. Markmið tilraunarinnar var fjórþætt:

að þróa einfalda og ódýra aðferð við skammval á asparklónum sem eru frostþolnir að vori.

að kanna á hvaða tíma vors munur milli klóna m.t.t. vorfrosts kemur skýrast í ljós.

að finna klóna sem eru frostþolnir að vorlagi og því minnst hætt við vorkali.

að kanna á hvaða tíma vetrar og við hvaða hitastig er hentugast að safna og geyma vetrargræðlinga alaskaaspar.

Tilraunin fólst í því að safna 50 sprotum af hverjum klóni á tveggja vikna fresti frá því í miðjum janúar fram í byrjun maímánaðar. Sprotarnir voru frystir samdægurs, helmingur (25 stk.) við  $-3^{\circ}\text{C}$  og hinn helmingurinn við  $-18^{\circ}\text{C}$ . Um vorið voru sprotar teknir úr frystikystum og þeim stungið í mold, í fjölpottabökkum í gróðurhúsi. Lifun sprota var metin út frá laufgun þremur vikum eftir stungu. Í lok sumars var aftur athuguð lifun og jafnframt mæld hæð lifandi plantna.

Niðurstöður gefa til kynna mikinn breytileika meðal klóna alaskaaspar, hvað snertir dvalalosun og kalhættu að vorlagi. Breytileiki í lifun klóna kom einkum fram þegar sprotar voru frystir við  $-18^{\circ}\text{C}$  í síðari hluta marsmánaðar eða við  $-3^{\circ}\text{C}$  í síðari hluta aprilmánaðar. Frysting of síðla vors dró ekki aðeins úr lífslíkum sprotanna, heldur einnig úr vexti þeirra plantna sem uxu upp af þeim græðlingum sem lifað höfðu af frystingu. Breytileiki innan kvæma í vorfrostþoli klóna var mikill, jafnt innan kvæma frá stönd Alaska og innan kvæma innar af meginlandi Alaska, en frostþolnustu klóna virtist vera að finna innan strandkvæma, t.d. hjá klónunum `Brekkan`, `Keisara` og `Hauki`, af kvæminu Copper River Delta. Þessar niðurstöður benda til að hentugt sé að beita frostþolsprófunum við skammval og kynbætur á asparklónum, til ræktunar á þeim svæðum þar sem hættan á vorkali er mest, svo sem á svæðum sem liggja nálægt sjó sunnanlands.

Af niðurstöðum má einnig ráða, að óhætt sé mæla með söfnun vetrargræðlinga flestra asparklóna frá áramótum og fram í lok marsmánaðar og geymslu þeirra við vægt frost ( $-3^{\circ}\text{C}$ ). Séu vetrargræðingar geymdir í talsverðu frosti ( $-18^{\circ}\text{C}$ ), verður að gæta þess að söfnun fari fram eigi síðar en í febrúarmánuði.

#### **SAMANBURÐUR Á KVÆMUM OG SYSTKYNAHÓPUM SITKAGRENIS, HVÍTGREINIS OG SITKABASTARÐS, MEÐ TILLITI TIL FROSTÞOLS AÐ VORI OG HAUSTI**

Brynjar Skúlason, Aðalsteinn Sigurgeirsson, Bjarni Guðleifsson og Öyvind Meland Edvardsen

---

#### **Inngangur**

Haustkal hjá sitkagreni er verulegt vandamál, og sums staðar næsta árviss uppákoma, einkum á unglöntustiginu, meðan plöntur eru að vaxa í hitaskiptalaginu næst jörðu. Í hörðu frosti í byrjun septembermánaðar árið 1994 skemmdist eða dó mestallt það sitkagreni sem var í ræktun í gróðrarstöðvum á Norðurlandi og Fljótshéraði, og flestar nýgróðursettar plöntur þessarar tegundar dóu í sama frosti á þessum slóðum. Í sama frosti urðu skemmdir á hvítgreni og sitkabastarði (a.m.k. sumum kvæmum) hins vegar óverulegar. Skemmdir af völdum vorfrostanna eru sjaldgæfari, en geta þó valdið meiri usla þegar þær gerast. Þann 9. apríl 1963 varð eitt mesta áfall sem orðið hefur í íslenskri skógræktarsögu. Eftir tveggja mánaða hlýviðriskafla gerði snögg frost, sem olli verulegum skemmdum og afföllum á sitkagreni og fleiri trjátegundum frá Norður-Ameríku. Tjón af völdum þessa hrets varð mest á vetrarmildum svæðum meðfram suðurströndinni. Í þessu hreti virðast skemmdir hafa dreifst misjafnlega á fyrrnefndar grenitegundir. Þannig þurrkaðist hvítgreni og sitkabastarður að mestu út meðfram suðurströndinni, en sitkagreni skemmdist víða, þótt skemmdir og afföll væru víðast hvar minni en hjá hinum tegundunum.

Á árunum 1987-1988 fór fram umfangsmikil fræsöfnun í Alaska sem kostað var af Samvinnunefnd um Norrænar Skógarannsóknir (SNS), í samvinnu við Dr. John Alden, skógerfðafræðing í Fairbank í Alaska.

Af hverju kvæmi var fræi haldið aðskildu eftir móðurtrjám til þess að auðvelda markvissar rannsóknir á erfðafræði þessara tegunda. Þessi efniviður hefur nú verið gróðursettur í úttilraunir vítt og breitt um Noreg, Svíþjóð, Finnland og Ísland. Stór hluti þessa efniviðar var frostþolsprófaður í þeirri tilraun sem hér er lýst, nánar tiltekið 35 kvæmi sem samanstóðu af 141 fjölskyldu. Sáð var til plantnanna um vorið 1994.

Plönturnar voru í fjölpottabökkum og höfðu vaxið tvö sumur um vorið 1996 en þrjú sumur um haustið 1996 þegar frysting fór fram.

Helstu markmið rannsóknarinnar voru:

- að kanna breytileika meðal „fjölskyldna“ (afkvæma einstakra móðurtrjáa) innan kvæma með tilliti til frostþols að vori og hausti, og að finna hve mikill hluti breytileika dylst innan kvæma.
- að kanna breytileika meðal kvæma með tilliti til frostþols að vori og hausti.
- að kanna hvaða áhrif erfðasamruni (*introgression*) sitkagrenis og hvítgrenis hefur á losun dvala á vorin og herðingu að hausti.
- að kanna hvort hægt sé að beita skammvali (*early selection*) við úrval á frostþolnum kvæmum, fjölskyldum og arfgerðum sitkagrenis.

## Aðferðir

Klipptir voru sprotar af pottaplöntunum til frystingar í stað þess að frysta plönturnar sjálfar. Til að fá fram sem besta aðgreiningu kvæma og fjölskyldna var fryst tvisvar að vori og tvisvar að hausti. Fryst var bæði við -12 og -18 °C til þess að auka líkurnar á góðri aðgreiningu arfgerða á annars mjög fjölbreyttum efnivið. Við frystinguna var hitinn lækkaður um 2°C / klst. þar til -12 og -18 °C var náð.

Þiðnun fór fram við lágt hitastig (-2 og 5 °C) til að ekki yrðu skemmdir í sprotunum vegna of hraðrar þiðnunar. Sprotunum var síðan stungið í fjölpottabakka og komið fyrir í ræktunarbekk inni í gróðurhúsi og geymdir þar í 14 daga við hátt rakastig. Sprotarnir voru skornir á langs og skemmdir á brumum og vef metið hvort fyrir sig.

## Helstu niðurstöður og umræða

Breytileiki meðal kvæma og fjölskyldna í vorfrostþoli:

**Tafla 1. Vorfrysting – samanburður á kvæmum með tilliti til frostskeppda – aðferð Student Newman-Keuls (SvG=svartgreni, BG=blágreni, SG=sitkagreni, SB=sitkabastarður, HG=hvítgreni).**

| Kvæmi                        | Fjöldi | Meðaltal | Staðal-skekkja | Student-Newman-Keuls |
|------------------------------|--------|----------|----------------|----------------------|
| 60: Soldotna (SvG)           | 32     | 11,219   | 2,160          | A                    |
| 29: Yakutat (SG)             | 32     | 13,687   | 2,160          | AB                   |
| 35: Tumastaðir (SG)          | 32     | 14,187   | 2,160          | AB                   |
| 36: Stálpastaðir (SG)        | 32     | 15,969   | 2,160          | ABC                  |
| 57: Rio Grande (BG)          | 32     | 16,937   | 2,160          | ABCD                 |
| 47: Porcher Island (SG)      | 32     | 17,812   | 2,160          | ABCD                 |
| 32: Taraldsöy (SG)           | 32     | 18,422   | 2,160          | BCDE                 |
| 20: Cordova (SG)             | 320    | 19,266   | 0,683          | BCDEF                |
| 17: Portage to Girdwood (SG) | 160    | 19,300   | 0,966          | BCDEF                |
| 34: Ártúnsbrekka (SG)        | 32     | 19,359   | 2,160          | BCDEF                |
| 4: Chinitna Bay (SG/SB)      | 288    | 20,364   | 0,720          | BCDEF                |
| 5: Port Chatham (SG)         | 192    | 21,440   | 0,882          | CDEF                 |
| 12: Cooper Lake (SB/SG)      | 160    | 22,197   | 0,966          | CDEF                 |
| 46: Queen Charlotte (SG)     | 32     | 22,437   | 2,160          | CDEF                 |
| 26: Haines Highway (SG)      | 96     | 22,573   | 1,247          | CDEF                 |

|                            |     |        |       |       |
|----------------------------|-----|--------|-------|-------|
| 28: Dyea (SG)              | 32  | 22,594 | 2,160 | CDEF  |
| 30: Cordova-bulk (SG)      | 32  | 22,875 | 2,160 | CDEF  |
| 33: Sitka (SG)             | 32  | 23,156 | 2,160 | CDEF  |
| 6: Homer (SG)              | 288 | 23,750 | 0,720 | CDEFG |
| 8: Kenai City (HG)         | 192 | 23,776 | 0,882 | CDEFG |
| 3: Iniskin Bay (SG/SB)     | 288 | 23,879 | 0,720 | CDEFG |
| 48: Rennell Sound (SG)     | 32  | 23,906 | 2,160 | CDEFG |
| 2: Duck Mountain (SG)      | 224 | 24,013 | 0,816 | CDEFG |
| 19: Valdez (SG)            | 320 | 24,722 | 0,683 | DEFG  |
| 10: Nash Road              | 224 | 24,855 | 0,816 | DEFG  |
| 9: Resurrection River (SG) | 128 | 25,840 | 1,080 | EFG   |
| 1: Chiniak (SG)            | 192 | 26,255 | 0,882 | EFG   |
| 18: Girdwood (SG)          | 192 | 26,391 | 0,882 | EFG   |
| 7: Ninilchik (SB/HG)       | 320 | 26,783 | 0,683 | FG    |
| 11: Kenai Lake (SB)        | 128 | 27,273 | 1,080 | FG    |
| 31: Tatiklek (SG)          | 32  | 27,359 | 2,160 | FG    |
| 13: Moose Pass (SB/SG)     | 48  | 27,469 | 1,871 | FG    |
| 21: Icy Bay (SG)           | 88  | 29,047 | 1,323 | GH    |
| 58: Bluejoint Mtn. (BG)    | 32  | 33,875 | 2,160 | H     |

Miðast við 5 % vilmörk

Mikill og marktækur munur kom fram meðal kvæma í skemmdum við mismunandi dagsetningar (18. apríl og 1. maí) og hitastig (-12 og -18°C). Skemmdir komu einkum fram meðal kvæma sitkabastarðs og hvítgrenis en voru mismiklar hjá kvæmum sitkagrenis. Í nokkrum tilvikum virtust „íslensk“ kvæmi (svo sem Taraldsøy, Tumastaðir, Stálpastaðir og Ártúnsbrekka) fá betri útreið en flest hinna sitkagrenikvæmanna. Það er athyglisvert að öll móðurtré þau sem íslenskt fræ var safnað af lifðu af skemmdir í hretinu 9. Apríl 1963. Flest trén sem valin voru í frægarð Íslendinga í Taraldsøy í Noregi voru m.a.s. valin sérstaklega m.t.t. þess hvernig þau fóru út úr hretinu, og fræsöfnunarreitirinn á Tumastöðum á sér svipaða forsögu. Þetta gæti bent til að úrval hafi þegar orðið í fyrstu kynslóð íslenskra sitkagrenitrjáa gagnvart frostþoli að vori.

Frostþol svartgrenis (Soldotna) er athyglisvert í ljósi þess að tegundin er vel þekkt fyrir mikið frostþol yfir vaxtartímann. Í austurhluta Kanada er tegundin tekin fram yfir hvítgreni í skógrækt á stöðum sem hætt er við frosti yfir vaxtartímann, t.d. næturfrostum (O'Reilly & Parker 1982).

Í þeim kvæmum þar sem voru til staðar fjölskyldur (hópur afkvæma stakra móðurtrjáa) innan kvæma voru áhrif fjölskyldna innan kvæma mjög marktæk. Þetta rennir frekari stöðum undir þá skoðun, að erfðafræðilegur breytileiki sé umtalsverður innan kvæma, og því sé úrval gagnvart vorfrosti fýsilegur kostur við kynbætur sitkagrenis gagnvart íslenskum aðstæðum. Svo virðist sem hart frost snemma vors (s.s. -18°C þ. 18. apríl) eða vægara frost síðar um vorið (s.s. -12°C þ. 1. maí) séu hentugustu aðstæður til þess að „greina hafrana frá sauðunum“.

Tvö þeirra fjögurra kvæma sem ekki sýndu mun milli fjölskyldna innan kvæma (Chiniak og Duck Mountain) eru frá einangruðum úthafseyjum við vesturjaðar útbreiðslusvæðis sitkagrenis.

Rannsóknir á stofngerð kvæma á þessum eyjum með samsætuensímum hafa bent til að þar sé til staðar afar þröngur erfðagrunnur vegna innræktunar (John Alden, munnleg heimild), og má túlka þann óverulega breytileika sem kemur fram í þessari rannsókn á sama veg.

Þótt sitkagrenikvæmin virðist að öðru jöfnu frostþolnust að vorlagi, er mjög mikinn breytileika að finna meðal sitkabastarðskvæma og margar fjölskyldur þeirra því meðal þeirra 20 fjölskyldna sem eru frostþolnust að vorlagi.

Breytileiki meðal tegunda, kvæma og fjölskyldna í haustfrostþoli:

**Tafla 2. Haustfrysting – samanburður á kvæmum með tilliti til frostsKemmda – aðferð Student Newman-Keuls (SvG=svartgreni, BG=blágreni, SG=sitkagreni, SB=sitkabastarður, HG=hvítgreni).**

| Kvæmi                        | Fjöldi | Meðaltal | Staðal-skekkja | Student-Newman-Keuls |
|------------------------------|--------|----------|----------------|----------------------|
| 60: Soldotna (SvG)           | 31     | 1,451    | 2,116          | A                    |
| 8: Kenai City (HG)           | 192    | 7,701    | 0,849          | B                    |
| 7: Ninilchik (SB/HG)         | 319    | 14,587   | 0,659          | C                    |
| 11: Kenai Lake (SB)          | 128    | 16,676   | 1,040          | C                    |
| 17: Portage to Girdwood (SG) | 160    | 24,634   | 0,930          | D                    |
| 4: Chinitna Bay (SG/SB)      | 288    | 25,392   | 0,693          | D                    |
| 13: Moose Pass (SB/SG)       | 32     | 26,656   | 2,080          | DE                   |
| 3: Iniskin Bay (SG/SB)       | 288    | 27,512   | 0,693          | DEF                  |
| 6: Homer (SG)                | 304    | 28,405   | 0,676          | DEFG                 |
| 29: Yakutat (SG)             | 32     | 30,063   | 2,080          | DEFGH                |
| 15: Hope Road (SB)           | 128    | 30,445   | 1,040          | DEFGH                |
| 12: Cooper Lake (SB/SG)      | 96     | 30,531   | 1,201          | DEFGH                |
| 19: Valdez (SG)              | 320    | 32,880   | 0,658          | EFGHI                |
| 32: Taraldsöy (SG)           | 32     | 33,859   | 2,080          | FGHIJ                |
| 20: Cordova (SG)             | 320    | 34,134   | 0,658          | GHIJ                 |
| 18: Girdwood (SG)            | 151    | 36,707   | 0,963          | HIJK                 |
| 30: Cordova-bulk (SG)        | 32     | 36,719   | 2,080          | HIJK                 |
| 1: Chiniak (SG)              | 192    | 37,417   | 0,849          | IJK                  |
| 34: Ártúnsbrekka (SG)        | 32     | 37,656   | 2,080          | IJK                  |
| 10: Nash Road                | 192    | 37,672   | 0,849          | IJK                  |
| 2: Duck Mountain (SG)        | 224    | 40,196   | 0,786          | JK                   |
| 5: Port Chatham (SG)         | 110    | 40,334   | 1,138          | KL                   |
| 21: Icy Bay (SG)             | 32     | 41,500   | 2,080          | KL                   |
| 33: Sitka (SG)               | 32     | 45,781   | 2,080          | L                    |
| 36: Stálpastaðir (SG)        | 28     | 46,823   | 2,246          | L                    |

Miðast við 5 % vikmörk

Við fervikagreningu komu fram mikil og marktæk áhrif fyrir kvæmi, dagsetningu frystingar og hitastig við frystingu að haustlagi. Mest áhrif komu þó fram fyrir áhrif kvæmis, og virtust áhrif kvæmis mun skýrari fyrir haustfrostsKemmdir en fyrir vorfrostsKemmdir.

Tegundamunur var mun greinilegri fyrir haustfrostsskemmdir en áður höfðu komið fram fyrir vorfrostsskemmdir. Sitkagreni virðist almennt mun viðkvæmara fyrir haustfrostum en hvítgreni. Sitkabastarður er mjög breytilegur innbyrðis (meðal fjölskyldna innan kvæma) og meðal kvæma. Þau sitkabastarðskvæmi sem best þoldu  $-18^{\circ}\text{C}$  frost þ. 5. september (Ninilchik og Kenai Lake) eru einnig þau sem eru útlitslega séð og skv. DNA-greiningu mun nær því að vera hvítgreni en sitkagreni. Svartgreni (Soldotna) tók öllu öðru fram í frostþoli að hausti.

Fervikagreining sýndi marktæk áhrif „fjölskyldu innan kvæmis“ á haustfrostskemmdir, auk þess sem allir aðrir tilraunabættir voru marktækir við  $p = 0,005$ . Frostþolnustu fjölskyldurnar var einkum að finna meðal kvæma hvítgrenis og sitkabastarðs, og aðeins í undantekningartilvikum meðal kvæma sitkagrenis. Hægt var þó að finna fjölskyldur sitkagrenis með hátt frostþol við flest skilyrði.

Samband á milli skemmda í gróðrastöð haustið 1994 og skemmda í tilraunum 1996 Gott samband sem reyndist milli óháðra mælikvarða á frostþol einstakra fjölskyldna (toppkal 1994 og frostskemmdir 1996) benda til þess að aðferð sú sem reynd hefur verið í þessari rannsókn sé afar vænleg til skammvals (early selection) á frostþolnum fjölskyldum og einstaklingum sitkagrenis og hinna grenitegundanna. Besta fylgnin milli þessara óháðu breyta kom fram við frýstingu við  $-12^{\circ}\text{C}$  þ. 5. september. Samkvæmt því er þetta sú meðferð sem beita skal við skammval á ungum greniplöntum. Hins vegar þarf að endurtaka frostþolsprófun á sömu fjölskyldum eftir nokkur ár til þess að fá staðfestingu á því að samhengi það sem virðist vera fyrir hendi „eldist“ ekki af trjánnum.

## **NOTKUN FROSTÞOLSPRÓFANA VIÐ SKAMMVAL Í TRJÁKYNBÓTUM**

Pröstur Eysteinnsson

Skógrækt ríkisins

---

Ýmislegt er hægt að gera til að stytta feril trjákyrbóta. Stytta má tímann frá vali á foreldrum til blómgunar niður í 3-5 ár með því að staðsetja frægarð í gróðurhúsi og beita ýmsum brögðum. Þá er spurningin hvort ekki sé einnig hægt að stytta tímann sem fer í afkvæmapróf til þess að hægt sé að byrja fyrr að taka lakari foreldra úr umferð í frærækt og bæta þar með meðaleiginleika efniviðarins úr frægarðinum. Þetta fer þó eftir eiginleikanum sem verið er að meta. Mat á eiginleikum ungplantna, s.s. 'lifun', er mjög fljótlegt en oftast hafa menn áhuga á eiginleikum fullvaxinna trjáa s.s. vaxtarhraða, vaxtarformi, viðargæðum eða sjúkdómsspoli. Fylgni milli eiginleika ungplantna og eldri trjáa hefur verið könnuð hjá flestum helstu nytjatrjátegundum, en sjaldan hefur tekist að sýna fram á slíka fylgni.

Hér á Íslandi er dálítið önnur forgangsröðun á eiginleikum sem sóst er eftir við val á efniviði til skógræktar. Fyrir allar tegundir, nema e.t.v. íslenskt birki, er aðlögun að veðurfari efst á lista yfir mikilvæga eiginleika, síðan koma vaxtarlag og vaxtarhraði. Aðlögun að veðurfari, vaxtarlag og vaxtarhraði eru vissulega tengd fyrirbæri.

Gott vaxtarlag (til timburframleiðslu) er m.a. háð hröðum hæðarvexti á ungaaldri, sem er að verulegu leyti háður góðri aðlögun að veðurfari. Tré sem sífellt veður fyrir skakkaföllum, t.d. af völdum vor- og haustfrosta, vex hvorki hratt né vel.

Það vill svo til að aðlögun að haust- og vorfrostum eru atriði sem skipta miklu máli á ungaaldri vegna lifunar og vaxtarhraða og halda áfram að skipta máli vegna vaxtarlags. Þá nægir ekki að velja annað hvort m.t.t. frostpols að vori eða að hausti heldur þarf að gera hvort tveggja.

Frostpolspróf eiga að vera hluti af ferli hraðaðra kynbóta. Á grundvelli þeirra væri hægt að finna þá klóna sem geta af sér óvenju viðkvæm afkvæmi og taka þá úr umferð sem fræmæður eða beina gróðursetningu afkvæma þeirra í ákveðna landshluta. Á sama hátt ætti að prófa áhugaverða aspar- og víðiklóna og öll ný kvæmi þeirra tegunda sem ræktaðar eru upp af innfluttu fræi. Við værum þá ekki að flytja sama kvæmi inn í mörg ár ef það reynist viðkvæmt. Þetta flokkast e.t.v. frekar undir vöktun en tilraunir. Til þess að vöktunin skili sér er þó þörf á nokkrum rannsóknum. Fyrst þarf að taka saman upplýsingar um tíðni, tímasetningu, hitasummu og skaðsemi vor- og haustfropa á allmörgum stöðum til að frostpolspróf nálgist að líkja eftir náttúrlegum aðstæðum. Þetta er mikil vinna, en Brynjar Skúlason er þegar kominn áleiðis með hana fyrir Norðurland.

Annað sem vert er að athuga er fylgni frostpols milli ungplantna og eldri trjáa, t.d. milli foreldra og afkvæma þeirra, en þá væri e.t.v. hægt að nota frostpolspróf sem tæki við val á klónum til undaneldis. Áhugaverðara er að bera saman frostpól milli misgamalla einstaklinga úr sömu afkvæmahópum. Þar með væri ekki aðeins hægt að tengja frostpól ungplantna við lifun ungplantna heldur einnig hugsanlega frostpól ungplantna við vaxarlag eða vaxtarhraða eldri plantna. Slíkt væri vísindalega mikilvægt á heimsmaelikvarða ef það tækist.

Í haust sem leið fékkst fræ af öllum rússalerki fræmæðrunum í fræhöllunni á Vöglum eða samtals um 50 afkvæmahópar. Þessir afkvæmahópar verða væntanlega gróðursettir í tilraunareiti vorið 2002 en um leið er hægt að leggja grunn að tilraun með samanburð á frostpóli ungplantna við mikilvæg einkenni eldri trjáa. Þá væri um leið hægt að kanna fylgni milli frostpols fræmæðra og afkvæma. Prófanir á vorfrostpóli lerkis úr fræhöllinni á Vöglum gætu gefið vísbendingar um hvort afkvæmi einhverra fræmæðra henti til ræktunar á Suður- og Vesturlandi. Einnig er hægt að kanna hvort hin “norsku” eftiráhrif séu að setja strik í reikninginn við frærækt í gróðurhúsum.

Hér hef ég fjallað um lerkni en það sama er hægt að gera með birki, sitkagreni eða stafafuru úr frægörðum eða fræreitum ef áhugi er fyrir hendi. Frostpolsprófun efniviðar getur komið í veg fyrir mistök, sem sum hver reynast dýr. Skammval með frostpolsprófun getur orðið mikilvægt tæki þó það komi aldrei alfarið í stað hefðbundinna afkvæmatilrauna. Hversu mikilvægt tæki það verður fer eftir niðurstöðum rannsókna eins og þeirra sem hér hefur verið getið.

## VETRARÞOLSPRÓFANIR Á FRUMURÆKT

Bjarni E. Guðleifsson, Rala Möðruvöllum

---

Rannsóknir á kalskemmdum hafa lengst af verið stundaðar utandyra, og eru þær tilraunir mjög háðar dutlungum veðráttunnar. Til að mæta þessu hafa verið gerðar tilraunir á túnum á Möðruvöllum þar sem búin hafa verið til svell og þau síðan varin með einangrunarplasti fyrir þiðnun í hlákum. Sérbúnar frystikistur sem teknar voru í notkun á Möðruvöllum 1984 gerðu mögulegt að prófa betur frostþol og svellþol innandyra. Voru í upphafi teknir hnausar úr túnum og þol grasanna í þeim mælt. Til að auka nákvæmni voru síðar hafnar tilraunir þar sem plöntur voru aldar upp innandyra, hertar og síðan frystar eða svellaðar. Skemmdir voru metnar á einstökum plöntum eftir að plönturnar höfðu síðan vaxið í nokkra daga við herbergishita. Síðar hefur verið horfið frá því að rækta plöntur innandyra og þær yfirleitt ræktaðar úti og látnar harðna þar. Þær eru síðan teknar úr moldinni, rætur þvegnar og plönturnar svellaðar í plastbikurum. Kalskemmdir eru svo metnar á einstökum plöntum eftir að þær hafa vaxið í nokkra daga við herbergishita. Stundum voru skemmdir metnar á mismunandi vefjum með TTC litun. Þannig hafa rannsóknirnar færst af velli inn á rannsóknastofu og hafa þær breyst þannig að nú eru skemmdir metnar á einstökum plöntum eða vefjum í stað mats á skemmdum á stóru svæði úti á túni.

Vetrarþol ræðst að miklu leyti af frumufræðilegum eiginleikum, og í flestum tilvikum er það frumuhimnan sem skemmist. Deyi frumurnar þá deyr plantan. Frostþolið ræðst af eiginleikum frumuhimnunnar og því hvort frymið frýs, en svellþolið hefur verið talið ráðast af öndun frumunnar. Því eru frostþol og svellþol í eðli sínu taldir mismunandi eiginleikar, sem þó báðir ákvarðast í frumunni. Enda þótt ýmsir lífeðlisfræðilegir eiginleikar, svo sem vaxtartaktur, vaxtarlag og hörðnum hafi einnig áhrif á vetrarþol plöntunnar, þá er líklegt að mæla megi þol plantna með því að mæla frostþol og svellþol frumna. Gerðar hafa verið athuganir á því að bera saman svellþol vallarfoxgrasstofna í frumurækt. Var frumuræktin hert við 4°C og síðan svelluð í tilraunaglösum. Stofnarnir röðuðu sér eins í þessari tilraun eins og í fyrri tilraunum með heilar plöntur. Vekur þetta vonir um að prófa megi svellþol og væntanlega einnig frostþol á frumuræktun ýmissa plantna. Gæti þetta flýtt mjög prófunum á umfangsmiklum nýjum efniviði. Slík prófun er auðvitað háð því að hægt sé að frumurækta umræddar tegundir.

## SAMANBURÐUR Á VETRARÞOLI HVÍTSMÁRASTOFNA

Sigríður Dalmannsdóttir<sup>1</sup>, Áslaug Helgadóttir<sup>1</sup> og Bjarni E. Guðleifsson<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Keldnaholti, 112 Reykjavík

<sup>2</sup>Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Möðruvöllum, 603 Akureyri.

---

Ræktun belgjurta, og þar með talið hvítsmára, á sér langa sögu í Mið-Evrópu. Fyrstu tilraunir með ræktun belgjurta á Íslandi voru gerðar af Ólafi Jónssyni hjá Ræktunarfélagi Norðurlands um 1930. Aðaltilgangur belgjurtaæktunar er að auðga jarðveginn af N-samböndum og byggja upp frjósamari jarðveg.

Tilraunir með hvítsmára til fóðurframleiðslu hófust á RALA fyrir tæpum 15 árum. Prófaðir hafa verið stofnar og yrki frá ýmsum löndum og niðurstöður hafa sýnt að hvítsmárastofnar sem notaðir eru erlendis til fóðurframleiðslu eiga erfitt uppdráttar hér á landi vegna harðra vetra. Þykir því þörf á að rannsaka hvaða þættir hafa áhrif á vetrarþolið til þess að hægt sé að kynbæta fyrir auknu vetrarþoli hvítsmára. Nú eru helstu vonir um aukna ræktun hvítsmára hér á landi bundnar við ný norsk hvítsmárayrki.

Rannsóknir þær sem hér er sagt frá eru hluti af verkefni sem styrkt hefur verið af Rannís og er unnið í evrópsku samstarfi innan hvítsmárahóps COST 814 um „Aðlögun nytjaplantna að köldu og röku loftslagi í Evrópu”. Fylgst var með breytingum á ýmsum lífeðlisfræðilegum eiginleikum plöntunnar í tengslum við vetrarþolið.

Tilraunirnar voru gerðar veturinn 1998-1999 og notaðir þrjár stofnar af hvítsmára. Norskur stofn HoKv9238, efniviður úr kynbótaverkefni í Noregi; velskt yrki AberHerald, annars vegar var notað upprunalegt yrki og hins vegar úrval eftir ræktun í eitt ár hér á landi. Alls voru 20 arfgerðir af hverjum stofni.

Plöntur voru ræktaðar í fjölpottabökkum fyrst inni í gróðurhúsi en síðan hafðar úti. Tekin voru sýni af smærunum þrisvar yfir árið fyrst í september, síðan í janúar og loks í apríl. Í þeim var mælt frostþol, svellþol, magn og samsetning sykra og fitusýra. Norskri stofninn reyndist mun vetrarþolnari en AberHerald stofnarnir, hafði bæði meira frostþol og svellþol og auk þess hærri þurrefnisprósentu. Heildarmagn fitusýra var mest hjá HoKv9238 sem skýrist aðallega af meira magni 18:2 fitusýrunnar (línólsýru). Samkvæmt bandarískum tilraunum hefur 18:2 fitusýran mest áhrif á hve fljótandi frumuhimnan er. Í september var meira af sterkju í smærum HoKv9238 enn AberHerald. Í janúar hafði sterkjuinnihaldið minnkað verulega vegna niðurbrots, sérstaklega hjá HoKv9238. Af vatnsleysanlegum sykrum var mest af súkrósa. Í september mældist svipað magn af súkrósa í öllum stofnunum en í janúar mældist minna af súkrósa í AberHerald stofnunum.

Þegar AberHerald stofnarnir eru bornir saman kemur í ljós að úrvalsstofninn var bæði frost- og svellþolnari en upprunalegt yrki að hausti. Einnig hafði úrvalsstofninn meira magn 18:2 fitusýrunnar.

Samkvæmt niðurstöðu þessara tilrauna þykir ljóst að framleiðsla 18:2 fitusýrunnar og súkrósa er tengd vetrarþoli hvítsmára.

Nánar verður sagt frá niðurstöðum í riti ráðunautafundar 2001.

## PLÖNTUHORMÓNID ABA, KULDI OG KJARNSÝRUR

Einar Mäntylä

Líftæknistofu Keldnaholti

Rannsóknastofnun landbúnaðarins og Iðntæknistofnun Íslands

---

Eiginleikar vorskriðnablóms (*Arabidopsis thaliana*) hafa gætt hana slíkum kostum til erfðafræðirannsókna að beiting hennar í rannsóknarstofum um heim allan hefur skilað byltingarkenndri aukningu í þekkingu á líffræði plantna á rúmum áratug. Við hana er stuðst hvort sem viðfangsefnið er blómgunartími trjáa, sjúkdómsspol nytjaplantna eða frostþol hveitis. Það hefur sannast að þekkingu sem fengin er fram með stökkbrigðum eða einangrun erfðavísa frá vorskriðnablómi má auðveldlega yfirfæra yfir á nytjaplöntur sem eru mun erfiðari viðfangs.

Frostskemmdir einar eru taldar valda árlegum afföllum um heim allan sem nemur 14 milljörðum bandaríkjadollara. Plöntur mæta lækandi hitastigi og/eða vatnsskorti með aðlögunarferli sem felur í sér uppsöfnun sérstakra streitutengdra próteina og osmótískt virkra smásameinda, svo kallaðra osmólýta. Nýmyndun próteina hefur sýnt sig vera skilyrði fyrir ferlinu sem leiðir til kulda- og þurrkherðingar plantna.

Plöntuhormónið abscisín sýra (ABA) hefur einnig verið kallað streituhormón plantna. Til þess að rannsaka hlutverk og vægi ABA í kuldaherðingunni var ABA innihald plantna mælt samhliða kuldaherðingu. Frostþol plantna sem voru meðhöndlaðar með ABA var mælt ásamt þoli þekktra stökkbrigða vorskriðnablóms sem ýmist eru ófærar um að framleiða ABA eða eru ónæmar fyrir verkun hormónsins. Áhrif ABA á genatjáningu var könnuð.

Kynntar verða nýjar öflugar aðferðir sem byggja á vorskriðnablóminu og stökkbrigðagreiningu sem vænlegar eru til að auka mjög við þekkingu manna á þeim boðskiptaferlum sem stýra aðlögun plantna að óhagstæðum vaxtarskilyrðum.

## ERFÐATÆKNI OG FROSTPOL PLANTNA

Björn Lárus Örvar

Líftæknistofu Keldnaholti

Rannsóknastofnun landbúnaðarins og Iðntæknistofnun Íslands

---

Frostskemmdir valda oft miklu tjóni í landbúnaði og frostþol nytjaplöntunnar oft ákvarðandi þáttur í uppskeru og útbreiðslu hennar (Steponkus et al. 1998). Frostskemmdir í plöntum stafa fyrst og fremst af myndun ískristalla í utanfrumurými (extracellular freezing) sem eykur styrk uppleystra efna í utanfrumuvökva sem veldur flæði vatns út úr frumunni. Þessar aðstæður geta leitt til röskunar á eðlilegri starfsemi hennar, endaðótt frostmark hennar hafi lækkað (Chen et al. 1995). Sumar plöntur geta notað lækandi hitastig (<12°C) til að kveikja á ferli er kallast “kuldahersla” (cold acclimation) en hún hefur tvennan tilgang: Í fyrsta lagi að aðlaga hin ýmsu efnaferli í frumunni að lækkuðu hitastigi og í öðru lagi að auka frostþol plöntunnar (Guy 1990). Þar til nýlega var lítið vitað um þau “boðferli” (signal transduction pathways) sem plöntufruman notar til að kveikja á og stjórna kuldaherslu, en þó var vitað að plöntuhormónið ABA, sem talið er gegna mikilvægu hlutverki í boðferli við þurrkálág, gat haft sömu áhrif á kuldaherslu og lágt hitastig (Chen et al. 1983).

Með rannsóknum á alfalfa (er einnig má herða með ABA) og *A. thaliana* hefur verið sýnt fram á að kuldahersla er háð tímabundnu kalsíum-innflæði (Monroy og Dhindsa 1995; Knight et al. 1991) og hömlun á virkni svokallaðs “phosphatase 2A”, stýrt af kalsíum-innflæðinu (Monroy et al. 1998). Nýlega hefur verið sýnt fram á að kalsíum-innflæðið, tjáning kuldagensins *cas30* og kuldaherslan sjálf er háð endurskipulagningu á aktín-frumugrindinni (Örvar et al. 2000). Endurskipulagning aktín-frumugrindarinnar er síðan háð “hörðnun” (membrane rigidification) frumuhimnunnar (Örvar et al. 2000). Endaðótt þekking okkar á boðferli kuldaherslunnar hafi þannig aukist verulega hin síðustu ár er minna vitað um hvaða eiginleikar eða gen skipti máli fyrir þessa aukningu í frostþolinu. Mælst hefur aukning í andoxunar-getu (antioxidant scavenging capacity) plöntufrumunnar við kælingu (Prasad et al. 1994) og eins virkni svokallaðra “desaturases” sem umbreyta mettuðum fitusýrum í lípíðum í ómettaðar fitusýrur (Khetarpal og Williams 1996). Mörg hinna svokölluðu “kuldagena” tilheyra þó flokki “dehýdrína” en bygging þeirra bendir til að helsta hlutverk þeirra sé að vernda byggingu próteina og himna við álag er hlýst af hækkuðum innanfrumustyrk uppleystra efna (Campell og Close 1997) er fylgir m.a. frostálagi. Ekki hefur þó tekist að sanna þetta hlutverk þeirra með tilraunum en þau eru einnig tjáð við þurrkálág og seltuálág (Campell og Close 1997). Tjáning sumra dehýdrín-kuldagena sýnir sterka jákvæða fylgni við frostþol plantna (Danyluk et al. 1994; Mohapatra et al. 1989) en er mjög háð kælingu (Örvar et al. 2000).

Talið er að einungis 1-2°C aukning í frostþoli geti haft mikil áhrif á framleiðslugetu og arðsemi í landbúnaði (Steponkus et al. 1998). Hins vegar hefur gengið erfiðlega að auka frostþol nytjaplantna með hefðbundnum kynbótum, m.a. vegna þess að frostþol er fjölgena eiginleiki; t.d. eru bestu hveitiafbrigðin í dag nánast með sama frostþol og þau afbrigði sem búin voru til í upphafi 20. aldar (Limin og Fowler 1991). Vegna þessa hefur athygli kynbótamanna beinst í auknum mæli að möguleikum plöntulíftækninnar til að bæta þoleiginleika nytjaplantna, m.a. frostþol, en á seinustu árum hefur orðið mikil bylting í notkun plöntulíftækni í hefðbundnum landbúnaði.

Að sumra mati getur þessi nýja tækni haft úrslitabýðingu í að leysa mjög aðkallandi fæðuvandamál samfara örtvaxandi mannfjölda, m.a. með því að búa til afbrigði af nytjaplöntum sem þola meiri þurrk, hærri seltu og meiri kulda (Herrera-Estrella 1999; Serageldin 1999).

Með þessari tækni væri hægt að auka við það ræktarland sem nú er í notkun og þegar er þrautpínt (Holmberg og Bulow 1998). Talið er að heimsmarkaðurinn fyrir líftækni í landbúnaði eigi eftir að 40-faldast á næstu 12 árum (James 1998) en árið 1997 voru erfðabreyttar nytjaplöntur ræktaðar á 27 milljónum hektara. Þó nokkrar tilraunir hafa verið gerðar til að auka frostþol í plöntum með erfðatæknilegum aðferðum og hafa tvær ólíkar nálganir verið þar hafðar að leiðarljósi. Í fyrsta lagi hefur verið reynt að yfirtjá ýmis “kuldagen” sem geyma upplýsingar um prótein sem kynnu sjálf að vinna gegn frostálagi. Dæmi um þetta eru erfðabreyttar alfalfa plöntur sem yfirtjá andoxunarensímið “Mn-superoxide dismutase”. Þessar plöntur sýna lítilsháttar aukningu í frostþoli (McKersie et al. 1993). Annað dæmi er yfirtjáning á kuldageninu *cor15a* í *A. thaliana* er jók frostþol í einangruðum grænuhornum og veggjalausum frumum (prótóplöstum), en þó ekki í plöntunni sjálfri (Artus et al. 1996).

Galli þessarar nálgunar er fyrst og fremst sá að einungis eitt eða fá kuldagen eru yfirtjáð og því allt eins líklegt að árangurinn (aukið frostþol t.d.) verði takmarkaður ef álagsþolið byggir á tjáningu margra. Í öðru lagi er hægt að grípa inn í stjórnun kuldaherslunnar t.d. með því að yfirtjá kínasa er taka þátt í boðflutningi í kuldaherslu eða með því að yfirtjá svokallaða umritunarþætti (transcriptional activator) en þessi prótein taka þátt í lokastjórnun á genatjáningu. Hugmyndin með þessu er að genaferjun á einu geni geti leitt til yfirtjáningar á mörgum öðrum genum sem kunna að vinna gegn viðkomandi álagi. Dæmi um þetta er yfirtjáning á kuldasérvirkum umritunarþætti CBF1 í *A. thaliana* er leiddi til yfirtjáningar á mörgum kuldagenum samtímis og jók verulega frostþolið í þessum plöntum (Jaglo-Ottesen et al. 1998). Gallinn við þessa nálgun er m.a. sá að plantan verður að “skilja” boðskiptaleiðina og líklegt er að þessi nálgun henti ekki við plöntur sem geta ekki kuldaherst (sbr. tómatplantan eða tóbaksplantan).

- Artus, N.N., Uemura, M., Steponkus, P.L., Gilmour, S.J., Lin, C. og Thomashaw, M.F. (1996) P.N.A.S. 93:13404-13409.
- Campbell, S.A. og Close, T.J. (1997) New Phytol. 137:61-74.
- Chen, T.H.H., Burke, M.J. og Gusta, L.V. (1995) Í: Biological ice nucleation and its applications. APS Press, St. Paul.
- Chen, T.H.H., Li, P.H. og Brenner, M.L. (1983) Plant Physiol. 71:362-365.
- Danyluk, J., Houde, M., Rassart, E. og Sarhan, F. (1994) FEBS Letter 344:20-24.
- Guy, C.L. (1990) Annu. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol. 41:187-223.
- Herrera-Estrella (1999) P.N.A.S. 96:5978-5981.
- Holmberg, N. og Bulow, L. (1998) Trends Plant Sci. 3:61-66.
- Jaglo-Ottesen, K.R., Gilmour, S.J., Zarka, D.G., Schabenberger, O. og Thomashaw, M.F. (1998) Science 280:104-106.
- James, C. (1998) Biotechnology and Development Monitor 35: 9-12. Field Crops Res. 27:201-218.
- Khetarpal, R. og Williams, J.P. (1996) Abstract ASII-15; Joint Meeting of the Canadian Society of Plant Physiologist and the Canadian Society for Plant Molecular Biology, June 9 – 12, Québec City.
- Knight, M.R., Campell, A.K., Smith, S.M. og Trewavas, A.J. (1991) Nature 352:524-526.
- Limin, A.E. og Fowler, D.B. (1991) Field Crops Res. 27:201-218.
- McKersie, B.D., Chen, Y., de Beus, M., Bowley, S.R., Inzé, C., D'Halluin, K. og Botterman, J. (1993) Plant Physiol. 103:1155-1163.
- Mohapatra, S.S., Wolfrain, L., Poole, R.J. og Dhindsa R.S. (1989) Plant Physiol. 89:375-380.
- Monroy, A.F. og Dhindsa, R.S. (1995) Plant Cell 7:321-331.
- Monroy, A.F., Sangwan, V. og Dhindsa, R.S. (1998) Plant J. 13:653-660.
- Prasad, T.K., Anderson, M.D., Martin, B.A. og Stewart, C.R. (1994) Plant Cell 6:65-74.
- Serageldin, I. (1999) Science 285:387-389.
- Steponkus, P.L., Uemura, M., Joseph, R.A., Gilmour, S.J. og Thomashaw, T.F. (1998) P.N.A.S. 95:14570-14575.
- Örvar, B.L., Sangwan, V., Omann, F. og Dhindsa, R.S. (2000) Plant J. 23:1-12.

## FROSTPOL SITKALÚSAR

Guðmundur Halldórsson, Mógilsá

---

Sitkalús er það meindýr sem hér veldur langmestu tjóni á greni. Hún er upprunnin í Evrópu og Asíu og er tiltölulega nýlega komin hingað til lands. Hennar varð fyrst vart í Reykjavík haustið 1959 og hefur hún að öllum líkindum borist hingað með innfluttum jólatrjám, en það haust var einmitt mikill sitkalúsarfaraldur í norðurhluta Evrópu. Hún hefur breiðst hratt út og hana er nú að finna í öllum landshlutum. Síðan lúsinn barst hingað til lands hafa orðið hér sex stórir sitkalúsarfaraldrar og tveir staðbundnir faraldrar.

Fullvaxin sitkalús er tæpir 2 mm að lengd, yfirleitt óvængjuð, fagurgræn með rauð augu. Erlendis fjölga henni ýmist með kynæxlun eða kynlausri æxlun, eins og raunin er með margar blaðlús. Hér á landi virðist henni þó einvörðungu fjölga með kynlausri æxlun. Hún fæðir unga, en verpir ekki eggjum. Hver lús eignast um það bil 15 unga um æfina og við 15°C ná þeir fullum þroska á tæpum þrem vikum.

Sitkalús heldur sig mest á eldri nálum neðantil í trjám gjarnan inni í þéttum lundum. Hún tekur til sín næringu úr sáldæðum greninála. Hún situr neðan á nálum og stingur munnlimum inn um varaop og inn í sáldæð. Stungan veldur eitrun í nálinni og skemmdir verða því meiri því oftast sem lúsinn stingur. Sáldæðar sitkagrenis eru vel varðar og lúsinn á erfitt með að stinga inn í æðina og þarf oftast margar stungur til áður en það tekst. Á rauðgreni gengur þetta mun auðveldar. Þetta er ástæðan til þess að sitkagreni fer mun verr út úr lúsafaröldrum en rauðgreni.

Sitkalús leggst ekki í dvala á veturna, ólíkt flestum skordýrum hér á landi enda er hún mjög frostþolin. Þannig hafa tilraunir hér sýnt að 13-15 stiga frost þarf til að slá verulega á lúsina. Frostþolið er mismunandi eftir því á hvaða aldursskeiði lýsnar eru og nýfæddar lýs eru mun frostþolnari en þær sem eldri eru, þótt einkennilegt megi virðast og þola yfir 20 gráðu frost. Á köldum vetrum fækkar lúsinni þó mikið og sitkalúsarfaraldrar hafa aldrei orðið eftir kalda vetur. Sé veturinn mildur er hinsvegar jafnan töluvert um lús að vorinu. Henni fer þó ekki að fjölga að ráði fyrr en vexti trjáa lýkur að haustinu, því sitkalús þrífst illa á trjám í vexti. Hér á landi eru sitkalúsarfaraldrar því yfirleitt í hámarki að haustinu eða fyrripart vetrar.

Í tilraunaðstöðunni á Möðruvöllum hafa farið fram athuganir á frostþoli sitkalúsar frá 1993. Þessar tilraunir voru fyrst í tengslum við norrænt rannsóknarverkefni um sitkalús (Sitkalusens populationsbiologi i atlantiske klimaomraader i Norden; SNS-47), en síðar í tengslum við evrópskt rannsóknarverkefni (RESFORAPHID; FAIR3-PL96-1792). Vitað er að vetrarhiti ræður úrslitum um vöxt og viðgang sitkalúsarstofna og að lúsafaraldrar koma eingöngu upp eftir milda vetur. Tilgangur þessara rannsókna er að ákvarða nánar hversu mikið frost þurfi til að höggva veruleg skörð í stofn lúsarinnar. að þeim niðurstöðum fengnum er síðan mögulegt að spá fyrir um tíðni faraldrar í mismunandi landshlutum, en það er mikilvæg forsenda þess að unnt sé að spá fyrir um vöxt sitkagrenis á hverjum stað eins og rannsóknir hér hafa sýnt. Hluti af niðurstöðum hefur þegar verið birtur, en aðrar bíða birtingar.

## MYRKVUN TRJÁPLANTNA I GRÓÐRARSTÖÐ OG ÁHRIF ÞESS Á FROSTÞOL

Hrefna Jóhannesdóttir

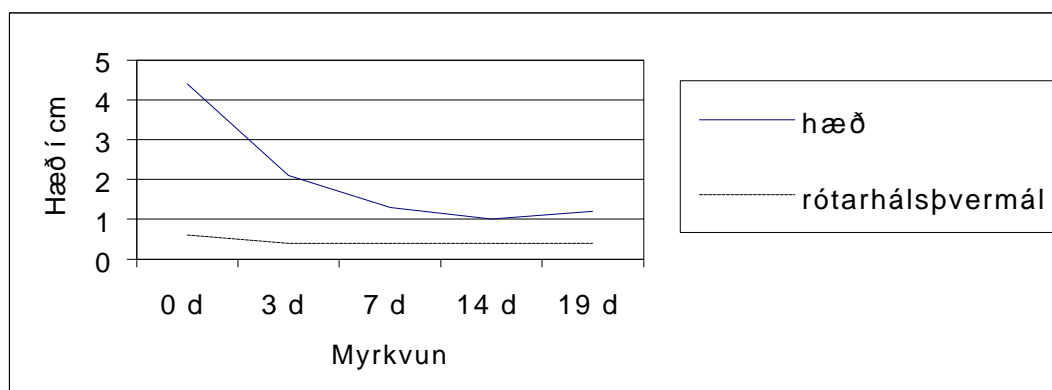
Samantekt úr aðalritgerð við norska landbúnaðarháskólann - Kortdagsbehandling av lerk, sitkagran, sitkaor og vanlig gran, 2000.

Frost veldur miklu tjóni á gróðri á okkar norðlægu breiddargráðum. Kalskemmdir í gróðrarstöðinni og á víðavangi eru stórt vandamál og afgerandi fyrir gæðin á plöntunum. Kalskemmdir eru í fyrsta lagi vegna lélegs þroska á sprotunum um haustið og í öðru lagi vegna tíðarfars á veturnar.

Mismunandi tímalengdir og byrjunartímar fyrir myrkvun á 1/0 plöntum voru rannsakaðir til þess að finna besta tímann sem myndi auka lifun við haustgróðursetningu. Lerki (*Larix sibirica* Led.), sitkagreni (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.), sitkaelri (*Alnus sinuata* (Regel) Rydb.) og rauðgreni (*Picea abies* (L.) Karst.) var ræktað í 40 gata fjölpottum. Myrkvæð var í 16 klst. í 0 (viðmið), 3, 7, 14 og 19 daga. Upphaf tilraunar var í fyrsta lagi þann 26. júlí og í öðru lagi þann 10. ágúst. Frostþol plantnanna var svo rannsakað með því að frysta þær við  $-8^{\circ}\text{C}$ ,  $-12^{\circ}\text{C}$ ,  $-16^{\circ}\text{C}$  og  $-20^{\circ}\text{C}$ . Eftir þíðingu voru þær ræktaðar við  $20^{\circ}\text{C}$  og stöðugt ljós í 2 vikur. Áhrif ljósloftunnar á frostþol var síðan dæmt sjónrænt út frá skemmdum í kambium, nálum og brumi plantnanna. Minitab og GLM (general linear model) í SAS var notað við tölfræðivinnu.

Tilraunin sýndi í samræmi við erlendar rannsóknir, að myrkvun flýttir fyrir vaxtarstöðvun. Það var hinsvegar ekki hægt að sýna fram á að myrkvun hefði nein áhrif á þvermál við rótarhál (sjá töflu 1). Myrkvuðu plönturnar voru því lægri en þær sem enga meðferð fengu, en jafn sverar við rótarhál.

Tafla 1. Hér má sjá hvaða áhrif myrkvun hefur á hæð trjáplantna og þvermál við rótarhál. Y-ás sýnir hæðaraukningu og X-ás sýnir aukningu í þvermáli við rótarhál eftir að myrkvun hefst.



Plönturnar voru ekki frystar allar samtímis og það var því ekki hægt að meta hvor byrjunartíminn hentaði betur. LSMeans prófið gaf aftur á móti minna marktækan mun á milli meðferðanna við seinna prófið. Með öðrum orðum var minni munur á milli ómyrkvuðu plantnanna og hinna.

Plöntur sem voru aðeins myrkvaðar í 0 eða 3 daga urðu fyrir meiri skemmdum en þær sem búið var að myrkva lengur. Myrkvun í 7 daga hafði að öllu jöfnu nógu góð áhrif á lerkið og þetta var yfirleitt ekki marktækt mismunandi frá meðferð í 14 og 19 daga. Við seinna prófið var 7 daga meðferðin ekki marktækt mismunandi frá myrkvun í 3 daga hvað hæðarvöxt og vaxtarlagsskemmdir varðaði. Það gaf í báðum tilfellum besta raun að myrkva sitkagreni í 14 daga. Við seinna prófið var ekki marktækur munur á myrkvun í 14 og 19 daga. Með tilliti til hæðarvaxtar stöðvaði viðmiðið hæðarvöxtinn marktækt seinna en plönturnar sem búið var að myrkva. Myrkvun í 14 daga sýndist einnig gefa bestan árangur fyrir sitkaelri, þessi meðferð var þó aðeins marktækt betri enn hinar meðferðirnar með tilliti til vaxtarlagsskaða og TSI (total skade indeks). Annars var 14 daga meðferð ekki marktækt betri en myrkvun í 19 daga og sjaldan betri en myrkvun í aðeins 7 daga. Það voru fáar plöntur af rauðgreni með í tilrauninni. Það var því erfitt að túlka niðurstöðurnar. Við fyrra prófið gaf 19 daga meðferð bestan árangur og er marktækt betri en myrkvun í 7 og 14 daga með tilliti til TSI. Við seinni frostþolsprófunina í miðjum septemgber, hefur myrkvunin engin áhrif á plönturnar, þær eru í djúpri hvíld.

#### Ályktanir:

Myrkvunin hefur skjót áhrif á hæðarvöxt en hefur engin bein áhrif á þvermál við rótarháls.

-16°C og -20°C er of mikið frostálag fyrir plönturnar í miðjum september.

Lerki ætti að myrkva í 7 daga. Engu að síður sýndu niðurstöður seinni frostþolstilraunarinnar að myrkvun í 3 daga gaf ekki marktækt mismunandi niðurstöður frá myrkun í 7 og 14 daga.

Sitkagreni og sitkaelri ætti að myrkva í 14 daga.

Erfitt var að túlka niðurstöður myrkvunar á rauðgreni vegna þess hversu fáar plöntur voru með í tilrauninni.

## **FROSTPOL FJALLAÞINS**

Øyvind Meland Edvardsen, Rannsóknarstöð Skógræktar ríkisins

---

### **SNS-verkefni**

Á Íslandi er vaxandi áhugi á ræktun jólatrjáa. Í þessu samhengi er mikilvægt að rækta tré sem hafa eiginleika á borð við barrheldni, barrþéttleika, rétta lögun og frískan lit. Trén mega heldur ekki vaxa of hratt. Einn helsti ókostur rauðgrenis sem er jafnframt algengasta íslenska jólatréð síðustu áratugi er léleg barrheldni. Innflutningur normannspins frá Danmörku hefur verið vaxandi undanfarin ár. Hann er barrheldinn en er of erfiður í ræktun við íslenskar aðstæður. Fjallaþinur er einnig mjög barrheldinn, fallegur sem jólatré og er tegund sem gæti gengið ágætlega í ræktun víða hérlendis

Tilraunirnar sem lýst er hér á eftir eru hluti af þriggja ára samnorrænu verkefni undir nafninu “Jólatrjáaframleiðsla af fjallaþin”. Þátttakendur í verkefninu er sérfræðingar frá Íslandi, Noregi, Danmörku og Finnlandi.

## **Mörg undirverkefni**

Niðurstöðum úr verkefninu er ætlað að gefa upplýsingar um þætti sem hafa áhrif á framleiðslu fyrsta flokks jólatrjáa (og jólagreina) af fjallapin:

- Umhverfisþættir sem hafa áhrif á breytileika jólatrjáa
- Val á kvæmum fyrir mismunandi svæði
- Áhrif af mismunandi aðferðum við illgresiseyðingu
- Þol gegn illgresiseitri (glyphosate)
- Breytileiki kvæma í mikilvægum jólatrjáeiginleikum
- Áhrif af mismunandi gerðum og magni af tilbúnum áburði
- Áhrif af mismunandi plöntugerðum og útplöntunartíma
- Breytileiki í nálafestu og lit eftir kvæmum, uppskerutíma og meðferðum
- Breytileiki í frostþoli kvæma

Fyrstu opinberar niðurstöður verða birtar árið 2002

## **Mikið úrval kvæma**

Náttúruleg útbreiðsla fjallapins er í Norður-Ameríku frá 32°N í Arizona og Nýju Mexíkó, Bandaríkjunum til 64° 30' N í Yukon Territory, Kanada. Í Klettafjöllunum myndar fjallapinur trjámörk ásamt blágreni í alt að 3658 metrum yfir sjávarmáli.

Í verkefninu er notaður efniviður frá 32°26'N Coronado N.F. Arizona, Bandaríkjunum, norður til 61°50'N Yukon Territory, Kanada. Mesta hæð yfir sjávarmáli er í San Isabel N.F., Colorado.

Efniviður er frá norski og danski fræsöfnun á árunum '92, '93, '94 og '95

## **Frostþolsprófarnir 1999 (forverkefni)**

Vorið 1999 voru sprotar af þriggja ára plöntum í Bergen frostþolsprófaðir í þrígang. Markmiðið var að öðlast reynslu af frostþolsprófun fjallapins fyrir prófun á stærra safni árið 2001. Laufgunarstig var skráð í Bergen og sprotarnir sendir í kæli með flugi til Akureyrar.

### Tilraunaskipulag:

- 3 frostþolsprófanir ( 8., 15. og 25. mars)
- 3 hitastig(2 mism.frostálag og viðmiðun)
- 9 kvæmi
- 10 sprotar pr. kvæmi (einungis einn sproti frá hverri plöntu)
- 3 x 3 x 9 x 10 = 810 sprotar
- Forverkefni með takmarkaðann fjölda kvæma og sprota og án endurtekninga

### Niðurstöður:

- Greinilegur kvæmamunur í frostþoli að vori (þrátt fyrir takmarkaðan efnivið)
- Norðlæg kvæmi hafa minna frostþol að vori
- Nálar hafa minna frostþol en aðrir hlutar plöntunnar að vori
- Frostþolsprófanirnar sem verða á árinu 2001 eiga að geta gefið mikilvægar upplýsingar um kvæmaaval fyrir mismunandi staði á Íslandi

## **Frostpolsprófarnir 2001**

- Sprotar verða klipptir af 5-6 ára gömlum plöntum í klónasafninu, tvisvar um vorið og tvisvar um haustið
- 40 kvæmum var komið fyrir í klónasafni hjá Nisk Bergen í Noregi vorið 1999
- Sprotarnir verða sendir strax með flugi til Akureyrar og teknir til frostpolsprófunar í Kalstofunni á Möðruvöllum
- Sprotunum verður raðað upp og prófaðir í 4 tölvustýrðum frystikistum þar sem hægt er að stjórna nákvæmlega frostálaginu og hraða frystingar og þiðnunar
- Skemmdir verða metnar eftir 14 daga eftirmeðferð við 18°C og u.þ.b. 100% raka
- Við mat á skemmdum er skráð mislitun á nálum, vef og brumum
- Laufgunarstig og brumun er metið og skráð í klónasafninu í Bergen

## **Lokaorð**

Frostpolsprófanir gefa möguleika á að raða kvæmum upp innbyrðis eftir frostpöli á hverjum tíma en gefa ekki algildar upplýsingar um frostpöli. Stýrðar frostpolsprófanir er ódýr og tímasparandi aðferð og hentar sem viðbót við hefðbundnar kvæmatilraunir og eigin reynslu!!

## **SAMSPIL NÆRINGARÁSTANDS OG FROSTPOLS HJÁ NÝGRÓÐURSETTUM**

### **TRJÁPLÖNTUM**

Hreinn Óskarsson, RSr Mógilsá

Øyvind Meland Edvardsen, RSr Búgarði

Brynjar Skúlason, Sr/RSr Búgarði

---

Markmiðið með verkefninu er að rannsaka samspil næringarástands og frostpöls hjá nýgróðursettum trjáplöntum; sitkagreni, sitkabastarði, birki og alaskaösp. Ennfremur að prófa frystingu sprota samanborið við heilfrystingu plantna. Við verkefnið var nýttur nýr búnaður til frostpolsprófana á Möðruvöllum.

Niðurstöður úr tveimur tilraunum eru kynntar: 1) tilraun frá 1999 með birki og sitkagreni, og 2) tilraun frá 2000 með birki, sitkabastarði og alaskaösp. Í fyrri tilrauninni var prófað frostpöli að hausti og vori, með og án áburðar og voru plöntur heilfrystar (-6 og -12°C). Brumskemmdir voru metnar sumarið 2000 og var ekki tölfraðilega marktækur munur á frostskegmdum hvort sem plönturnar höfðu fengið áburð (7g Blákorn / pl.) eður ei. Í síðari tilrauninni voru plöntur gróðursettar í júlíbyrjun og frostpöli þeirra var prófað í tvígang haustið 2000; 12. september (-4, -8 og -12°C) og 3. október (-12, -16, -20, -24 og -28°C). Plönturnar fengu mismunandi skammta af köfnunarefni við gróðursetningu (0, 0.5, 1 og 2 g/pl.) ásamt föstum fosfatskammti (10g/pl). Skemmdir voru metnar í vaxtarvef, brumum og nálum eftir að sprotarnir höfðu staðið við stofuhita í þokuúðun í 2-3 vikur. Skemmdir á vaxtarvef voru metnar og skráðar. Áburðarskammtar höfðu ekki marktæk áhrif á vefjaskemmdir í birki og ösp sem jukust þó marktækt við lægra hitastig. Skemmdir á vaxtarvef grenis jukust hinsvegar lítið við aukið frost, en voru marktækt mismunandi milli áburðarmeðferða og voru mestar á greni sem ekki fékk áburð. Samanburður á frostskegmdum á heilfrystum plöntum og sprotum þeirra gáfu nákvæmlega sömu niðurstöður og má draga þá ályktun frysting sprota gefi nægilega góðar niðurstöður. Vegna seinkunar við uppsetningu á frostpölsbúnaði á Möðruvöllum dróst fyrsta frysting. Líklegt er að meiri munur hefði fengist milli áburðarmeðferða og frostgráða ef frysting hefði verið gerð fyrir.