

ISSN 1024-3267

Rit Mógilsár Rannsóknastöðvar Skógræktar
Nr. 3
Febrúar 2001

**Þróun aðferða við frostþolsprófanir á
birki og sitkagreni**

- Forkönnun -

Brynjar Skúlason
Bjarni E. Guðleifsson
Aðalsteinn Sigurgeirsson

Ritnefnd Rits Mógilsár skipa:
Aðalsteinn Sigurgeirsson
Ólafur Eggertsson
Haukur Ragnarsson

Ritstjóri: Hreinn Óskarsson
Ábyrgðarmaður: Aðalsteinn Sigurgeirsson

1 SAMANTEKT

Brynjar Skúlason, Bjarni E. Guðleifsson og Aðalsteinn Sigurgeirsson 2001. Þróun aðferða við frostþolsprófanir á birki og sitkagreni, forkönnun. Rit Mógilsár Rannsóknastöðvar Skógræktar nr. 3/2001. 20 s.

Skógrækt á Íslandi byggir að miklu leyti á innfluttum trjategundum sem aðlagast misvel íslensku úthafsloftslagi. Reynslan sýnir að bæði vor- og haustkal eru vandamál hér á landi. Hér hafa verið þróaðar aðferðir og prófaður búnaður til að frostþolsprófa trjágróður bæði vor og haust. Prófunin var gerð á tveimur innlendum kvæmum birkis (*Betula pubescens*) og tveimur innfluttum kvæmum sitkagrenis (*Picea sitchensis*). Frystar voru bæði heilar plöntur og sprotar, þrisvar að hausti og tvisvar að vori. Fryst var við þrjú mismunandi hitastig hverju sinni. Á heilum plöntum voru skemmdir metnar á brumum og nálum. Á srotum voru skemmdir metnar á þrjá vegu. Í fyrsta lagi með leiðnimælingu, í öðru lagi var gerð litun með trifenylyltetrazoliumklóríði og í þriðja lagi með því að geyma sprotana í þokuúðun nokkra daga og skera þá síðan langsum og greina milli dauðs og lifandi vefjar í stöngli og brumum. Skemmdirnar voru auðgreindari hjá sitkagreninu en birkinu. Frysting sprota er aðferð sem nota má í stað frýstingar plantna. Auðveldast var að greina skemmdir þegar sprotarnir höfðu staðið í þokuúðun nokkra daga. Leiðnimæling kom ekki að gagni við mat á skemmdum. Tækjabúnaðurinn hentaði vel til frostþolsprófana á þessum tegundum.

Lykilorð: *Kal, frostþol, frostsKemmdir, skammval, sprotar, kvæmi, birki, sitkagreni, vorfrýsting, haustfrýsting, frýstiaðferðir, frýstibúnaður.*

2 ABSTRACT

Skúlason, B., Guðleifsson, B. E. and Sigurgeirsson, A. 2001. Development of a method for frost tolerance tests on Birch and Sitka spruce. 3/2001. 20 pp.

Forestry in Iceland is mainly based on imported tree species, which may not be well adapted to the oceanic and subarctic climate of Iceland. The experience shows that frost damages in Iceland occur both in autumn and spring. This report describes the methods and equipment that have been developed for testing the frost tolerance of trees during autumn and spring. The test was performed on two indigenous provenances of downy birch (*Betula pubescens* Ehrh.) and two imported provenances of Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr). Both whole seedlings and shoots were tested. They were frozen at three different dates in the autumn and two in the spring. For each test three different freezing temperatures were tested. On seedlings the damages were evaluated by examining buds and needles. On shoots the damages were evaluated in three different ways, firstly by conductivity measurement, secondly by staining the tissues with TTC and thirdly by keeping the shoots in intermittent mist for a few days for evaluation of dead tissues in shoots and buds. Damages were easier to detect in Sitka spruce than in downy birch. Freezing of shoots is a method that can be used instead of freezing whole plants. Damages were easiest to detect after the shoots had been kept in intermittent mist for a few days. Conductivity measurement was of no use for evaluating damages. The available equipment was well suitable for testing the frost tolerance of both species.

Key Words: Frost damage, frost hardiness, frost tolerance, early selection, shoots, provenance, Birch, Betula pubescens, Sitka spruce, Picea sitchensis, spring, autumn, freezing methods, freezing equipment.

EFNISYFIRLIT

1	SAMANTEKT	2
2	ABSTRACT	3
3	INNGANGUR	5
3.1	FRAMKVÆMDAÐILAR.....	5
3.2	GAGNSEMI FROSTÞOLSPRÓFANA.....	5
3.3	MARKMIÐ.....	6
4	EFNI OG AÐFERÐIR	7
4.1	EFNIVIÐUR.....	7
4.2	FRYSTING.....	7
4.3	MAT Á SKEMMDUM.....	9
4.3.1	Skemmdir á fjölpottaplöntum.....	9
4.3.2	Skemmdir á sprotum.....	10
4.4	ÚRVINNSLA GAGNA.....	13
5	NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA	14
5.1	FRYSTING.....	14
5.2	MAT Á SKEMMDUM.....	14
5.2.1	Plöntur í bökkum.....	14
5.2.2	Mat á sprotum.....	17
6	ÁLYKTANIR	21
6.1	MARKMIÐ 1 (ÁRSTÍMI - AÐGREINING ARFGERÐA).....	21
6.2	MARKMIÐ 2 (SPROTAR - HEILAR PLÖNTUR).....	21
6.3	MARKMIÐ 3 (ÞRÓUN SAMSTARFS – PRÓFUN Á BÚNAÐI.....	22
7	ÞAKKIR	23
8	HEIMILDIR	24

3 INNGANGUR

3.1 *Rannsóknaaðilar*

Eftirtaldir aðilar komu að verkefninu:

- Rannsóknastöð Skógræktar ríkisins, Mógilsá: Aðalsteinn Sigurgeirsson og Snorri Baldursson
- Skógrækt ríkisins, Akureyri: Brynjar Skúlason
- Skógrækt ríkisins, Vöglum: Sigurður Skúlason
- Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Möðruvöllum: Bjarni E. Guðleifsson

Rannsóknastöðin á Mógilsá lagði til plöntur í verkefnið en Rala á Möðruvöllum lagði fram tækjabúnað og aðstöðu til frystingarinnar. Skógrækt ríkisins á Vöglum lagði fram aðstöðu til þokuúðunar og sá um geymslu og umhirðu plantna. Allir fyrrgreindir aðilar lögðu fram vinnu og fagþekkingu við skipulagningu verkefnisins.

Reynsla af frostþolsprófun trjáa hérlendis er lítil. Aðalsteinn Sigurgeirsson prófaði vorfrostþol alaskaaspar og ýmissa víðiklóna með beinni frystingu 1992-1993 og Brynjar Skúlason (1994) prófaði vorfrostþol nokkurra lerkikvæma á Hallormsstað.

3.2 *Gagnsemi frostþolsprófana*

Ísland er jaðarsvæði í skógrækt. Helstu ástæður þessa eru lágt hitastig á vaxtartímanum og umhleypingasöm veðráttu að hausti og vori. Skógrækt hérlendis byggir að miklu leyti á innfluttum trjátegundum sem aðlagast misvel íslensku loftslagi. Bæði vorkal og haustkal er algengt í trjágróðri á Íslandi (Sigurður Blöndal 1982, Arnór Snorrason 1986, Þröstur Eysteinnsson, Guðmundur Halldórsson og Halldór Sverrisson 1994). Kal dregur úr vexti trjáa og veldur kræklóttum og margstofna vaxtarlagi og getur jafnvel drepð trjágróður á stóru svæði og í heilum landshlutum. Þetta gerðist á Íslandi vorið 1963 (Haukur Ragnarsson 1964). Við kal verða tré viðkvæmari fyrir sjúkdómum og meindýrum, sem

stundum geta haft mun alvarlegri skemmdir í för með sér en kalskemmdirnar sjálfar. Í skógrækt er náttúruval bæði seinvirkt og dýrt. Með rannsóknum á frostþoli í rannsóknastofum er hægt að fá á skömmum tíma mikla og gagnlega vitneskju um trjátegundir og kvæmi. Gildi frostþolsprófana á kynbótatrjám er því ótvírætt við íslenskar aðstæður.

3.3 Markmið

Meginmarkmið verkefnisins var að nýta mismunandi sérþekkingu og kanna grundvöll fyrir samstarfi milli Skógræktar ríkisins og Rannsóknastofnunar landbúnaðarins á sviði frostþolsmælinga á trjám og þjálfu um leið vinnubrögð og prófa aðferðir fyrir stærra verkefni. Skógrækt ríkisins lagði til sérþekkingu á trjáplöntum og reynslu á sviði frostþolsprófana á trjám. Rala á Möðruvöllum lagði til aðstöðu til frostþolsprófana sem notuð hefur verið frá árinu 1984 til rannsókna á jurtkenndum plöntum.

Markmiðin voru nánar tiltekið eftirfarandi:

1. Að afla upplýsinga um hvenær á vorinu og haustinu best svörun og aðgreining arfgerða fæst í frostþolsprófunum, svo og hvaða hitastig hentar best til könnunar á frostþoli.
2. Að athuga hvort einstakir plöntuhlutar (sprotar) svari frostþolsprófunum eins vel og heilar plöntur (fjölpottaplöntur með rætur).
3. Að þjálfu vinnubrögð og kanna möguleika á frekara samstarfi Skógræktar ríkisins og Rannsóknastofnunar landbúnaðarins á sviði frostþolsprófana á trjágróðri.

4 EFNI OG AÐFERÐIR

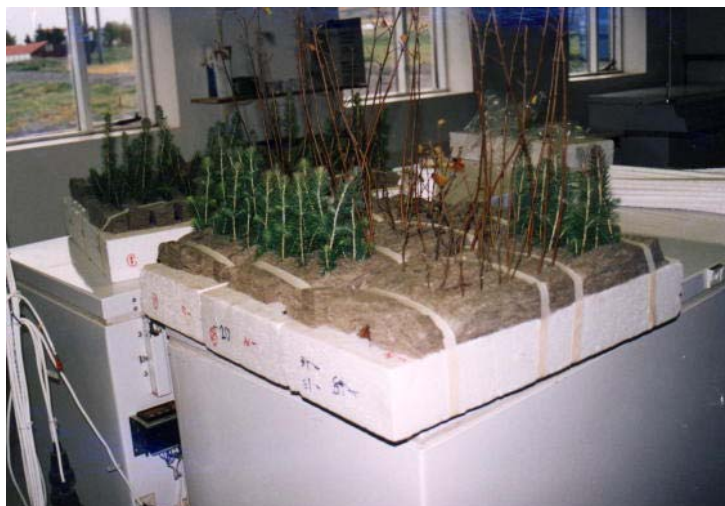
4.1 Efniviður

Fjölpottaplöntur voru fluttar frá Mógilsá að Vöglum 10. ágúst 1995 og hertar þar úti við. Valin voru kvæmi sem þóttu líkleg til að hafa mismikið frostþol bæði vor og haust. Þetta voru tvö kvæmi af birki (frá Þórðarstöðum í Fnjóskadal og Fögruhlíð í Skagafirði) og tvö kvæmi af sitkagreni (frá Homer og Cordova í Alaska).

4.2 Frysting

Þrisvar haustið 1995 (5. september, 20. september og 10. október) og tvisvar vorið 1996 (26. mars og 1. apríl) voru plöntur frystar á Möðruvöllum. Tíu plöntur voru í hverri tilraunaeðferð. Fyrir frystingu voru toppsprotar, um 5 cm langir, skornir af 6 af þessum 10 plöntum. Þrír sprotar fóru í leiðnimælingu eftir frystingu og síðan áfram í þokuúðun en hinir 3 sprotarnir fóru í litun eftir frystingu hvernar plöntu. Allir sprotar voru merktir þannig að hægt væri að bera þá saman við móðurplöntuna. Sprotarnir voru settir í frystingu í plastpoka, en plönturnar voru frystar í sérstökum umbúðum. Var reynt að hlífa rótunum við frosti því að í náttúrunni er það yfirvöxturinn sem fyrst verður fyrir frostalagi en ekki rótin. Ræturnar voru settar í einangrunarplastkubba og þeim síðan hvolft ofan á frystikistuna þannig að ræturnar voru uppi í plastinu en yfirvöxturinn niðri í kistunni (sjá mynd 1 og 2).

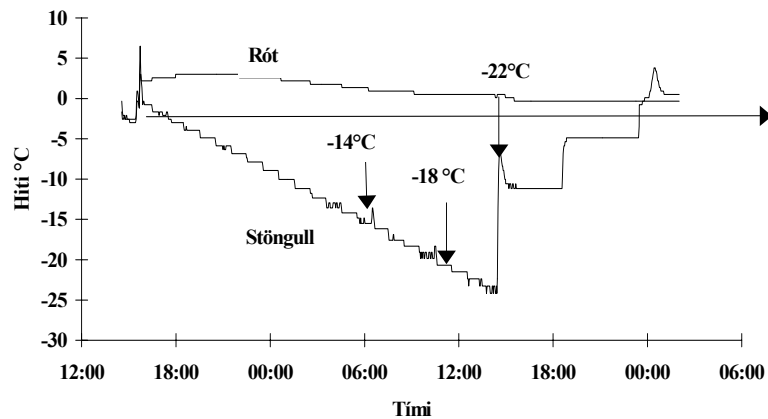
Frystikistan sem um er að ræða er tengd klukku, þannig að hægt er að stýra hitastiginu á hverjum tíma. Kistan gengur stöðugt og er útbúin með eins konar hjáveitu sem stýrir hitastiginu þannig að hitasveiflur verða í lágmarki. Kistunni var stýrt þannig að það hitinn lækkaði um 1°C á klukkustund og voru sýni af plöntum og sprotum tekin út við þrjú mismunandi hitastig. Eftir frystingu voru sýnin sett í kistu við -10°C í 4 tíma, síðan við -5°C í 4 tíma og loks við +2°C svo þau þiðnuðu rólega. Hitastigið í kistunni og við ræturnar í einangrunarplastinu var mælt með sírita (sjá mynd 3).



Mynd 1. Rætur plantnanna niðri í einangrunarplastinu og steinull límd yfir. *Roots of seedlings were isolated in styrofoam during the treatment.*



Mynd 2. Plönturnar frystar á hvolfi ofan í kistunni með ræturnar í einangrunarplasti. Frekari einangrun sett ofaná. *Seedlings were frozen upside-down with the roots in styrofoam. Further isolation was placed on the top.*



Mynd 3. Mælingar með hitasírta meðan á frystingu og þiðnun stendur. Hitinn hefur lækkað mjög jafnt í kistunni án þess að rötin hafi frosið verulega. *An example of a freezing profile.*

Tilraunaliðir og umfang var eftirfarandi: 2 tegundir (birki og sitkagreni) x 2 kvæmi x 5 dagsetningar (3 haust og 2 vor) x 3+1 frostálag (3 hitastig við frystingu + viðmiðun) x 10 endurtekningar (plöntur), alls 800 plöntur. Tíu endurtekningar eiga einungis við fjölda plantna en fyrir mismunandi mat á sprotum (litun, leiðnimæling og þokuúðun) voru einungis 3 endurtekningar fyrir hverja aðferð. Höfð var með viðmiðun bæði í plöntum og sprotum í hvert skipti sem fryst var en endurtekningar voru stundum færri en í hinum meðferðunum til að takmarka umfang.

4.3 Mat á skemmdum

Frostskemmdirnar voru metnar annars vegar á fjölpottaplöntum og hins vegar á sprotum sem klipptir voru af þessum sömu plöntum.

4.3.1 Skemmdir á fjölpottaplöntum

Að lokinni þiðnun voru plönturnar settar í óupphitað gróðurhús á Vöglum í Fnjóskadal. Þegar plönturnar voru farnar að lifna voru

1996 voru skemmdirnar metnar. Brumskemmdir voru metnar á öllum plöntum og að auki voru nálaskemmdir metnar á greniplöntunum:

Brum: 2 = öll brum skemmd
1 = hluti bruma skemmdur
0 = öll brum heil

Nálar: 2 = engar nálar heilar
1 = 0-50% nála heilar
0 = 50-100% nála heilar

4.3.2 Skemmdir á sprotum

Skemmdirnar voru metnar á þrjá vegu:

a) Helmingur sprotanna var settur í vatn og látinn liggja þar í einn sólarhring. Þá var leiðni vatnsins mæld. Aukin leiðni gefur til kynna að frumur hafi skemmst við frýstinguna og sölt lekið úr frumunum út í vatnið.

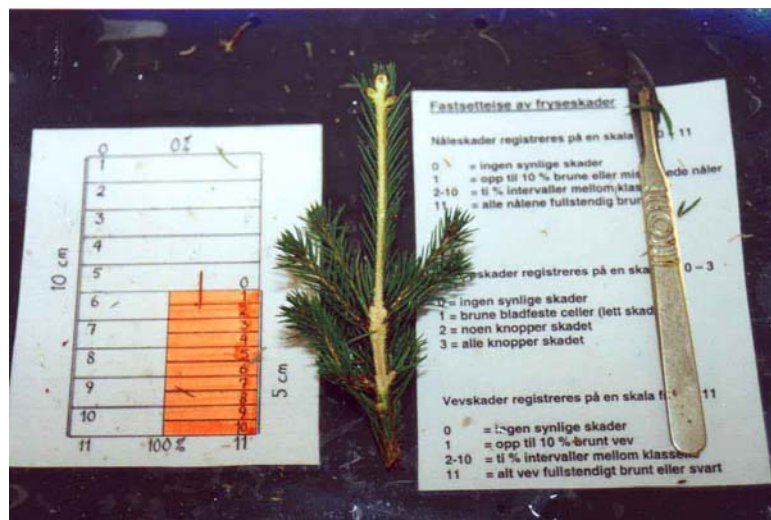
b) Eftir leiðnimælinguna var þessum sömu srotum stungið í fjölpottabakka og þeim komið fyrir undir þokuúðun á Vöglum (sjá mynd 4). Að þrem vikum liðnum voru skemmdir metnar á sprotunum, og var hver sproti skorinn eftir endilöngu og skráð hve mikill hluti vefjarins væri dauður eða lifandi og hve langt skemmdir næðu niður eftir sprotanum (sjá mynd 5).

Skemmdir voru metnar annars vegar á brumum og hins vegar á stöngli.

Brum: 10 = öll brum skemmd
1-9 = hluti bruma skemmdur (1/10 hlutar)
0 = öll brum heil



Mynd 4. Sprotum var stungið í fjölpotta og komið fyrir í þokuúðun á Vöglum í þrjár vikur til að skemmdirnar verði sýnilegar. *The shoots were placed in moisturizing chamber for 3 weeks before the evaluation of damages.*

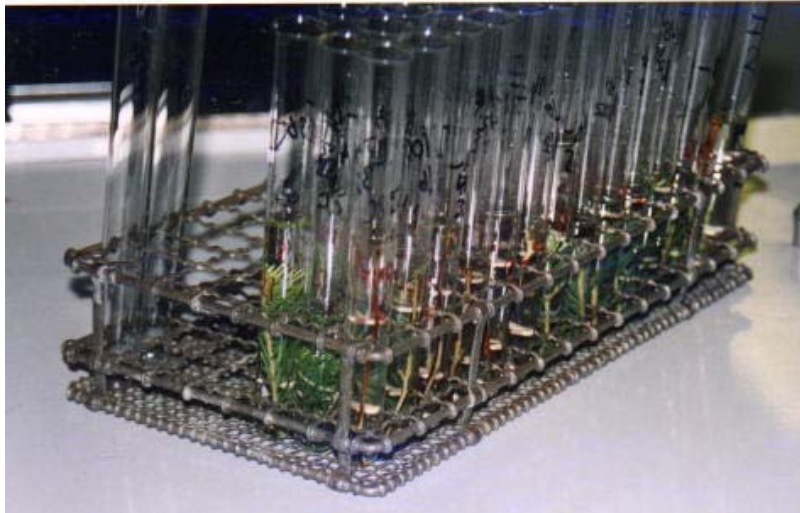


Mynd 5. Sproti sem hefur verið skorinn eftir endilöngu til að meta skemmdir á brumum og stöngli (vaxtarvef sprotans). Þessi sproti er frískur. *For evaluation of damage the shoots were cut longitudinally. This shoot was undamaged.*

Stöngull: 10 = alskemmdur, dökkbrúnn
1-9 = umfang metið útfra blæbrigðum litarins
0 = alheill, frískur grænn litur

Stig skemmdar var margfaldað með lengd skemmdarinnar til að fá endanlega einkunn á skemmdina. Hámarks skemmd á stöngli gat þannig orðið mest 50 (10 x 5 sm). Gráða 5 og lengd 2,5 sm gaf 12,5 í einkunn (5 x 2,5 sm) o.s.frv.

c) Þriðja aðferðin við mat á frostskemmdum sprota var að skera sprotana eftir endilöngu eftir þiðnun og leggja þá í 1% lausn af trifenyttetrazoliumklóríði (TTC). Þetta efni litar lifandi frumur rauðar en ekki þær sem dauðar eru (sjá mynd 6). Mat var gert á lituninni að sólahring liðnum.



Mynd 6. Sprotar sem skornir eru eftir endilöngu eftir frystingu og komið fyrir í trifenyttetrazoliumklóríði (TTC) í einn sólahring. Lifandi frumur litast rauðar.

Shoots were placed in trifenyttetrazoliumchloride for 24 hours before damage was examined, healthy tissue turn red.

Stöngull: 10 = alskemmdur, litlaus
1-9 = umfang metið út frá blæbrigðum litarins
0 = alheill, frískur rauður litur

Endanleg einkunn fundin á sama hátt og í dæminu fyrir spröta í þokuúðun.

4.4 Úrvinnsla gagna

Vegna takmarkaðs umfangs þessarar prófunar (fáar endurtekningar) eru þær tölulegu niðurstöður sem hér birtast einungis einföld meðaltöl og verða að skoðast sem vísbendingar en ekki sem marktækar niðurstöður. Túlkunin miðar fyrst og fremst að því að þróa og meta gildi aðferða við frostþolsprófanir á trjágróðri með þeim búnaði sem er til staðar og síðar kann að gagnast í umfangsmeiri prófunum á erfðabreytileika trjágróðurs, með tilliti til frostþols.

5 NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA

5.1 Frysting

Vel gekk að stjórna frystingunni í kistunum og hitastigið við frystinguna var mjög nærri því sem var ráðgert. Athyglisvert er hve vel tókst að einangra ræturnar (sjá mynd 3). Órlítil en hættulaus óregla verður á hitastigi þegar sýni eru tekin út úr kistunni.

5.2 Mat á skemmdum

5.2.1 Plöntur í bökkum

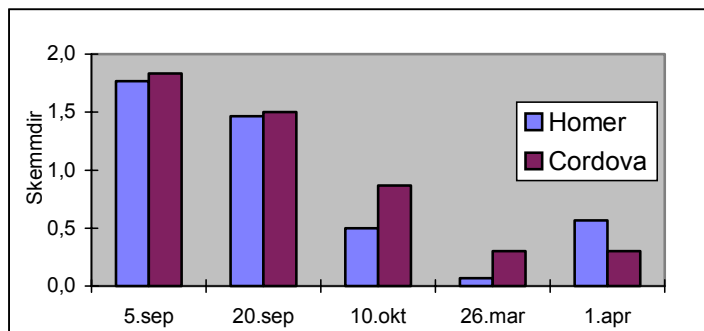
Nánast engar skemmdir greindust á viðmiðunarplöntum og sprotum og er gengið út frá því hér að skemmdir sem fram komu eftir frystingu séu vegna meðferðarinnar hverju sinni. Þar sem svo vel tókst að einangra rótina fyrir frosti má fullyrða að þær skemmdir sem urðu á plöntunum hafi verið beinar frostsskemmdir á ofanjarðarluta plantnanna en ekki af völdum frostskemmda á rótum. Mynd 7 sýnir plöntur sem frystar voru samtímis en við mismunandi frostálag. Munurinn á lit nálanna er greinilegur.

Skemmdir á plöntum með rót voru metnar bæði á brumum og nálum eftir lífnun vorið 1996 (sjá mynd 8 og 9).

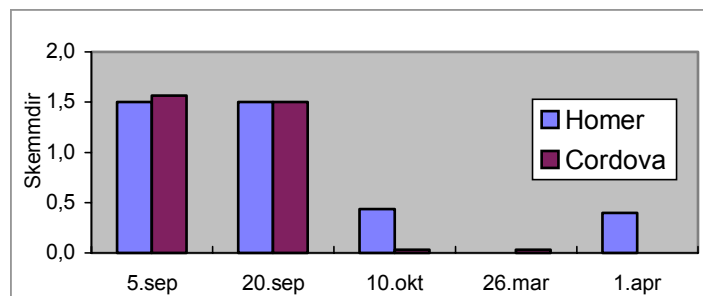
Mjög gott samræmi er á milli skemmda á brumum annars vegar og nálum hins vegar. Skemmdirnar minnka eftir því sem líður á haustið og aukast aftur þegar líður á vorið. Kvæmið Homer skemmdist meira en Cordova um vorið en þessu var öfugt farið um haustið. Erfitt er að fullyrða hvort um marktækan mun á kvæmum sé að ræða.



Mynd 7. Plöntur sem frystar voru samtímis en við mislág hitastig. Til hægri eru plönturnar sem fengu mest frostálag ásamt viðmiðunarplöntum (5 stk.) sem bera eðlilegan lit. *Seedlings were frozen simultaneously at different temperatures. Note the great differences in needle-color.*

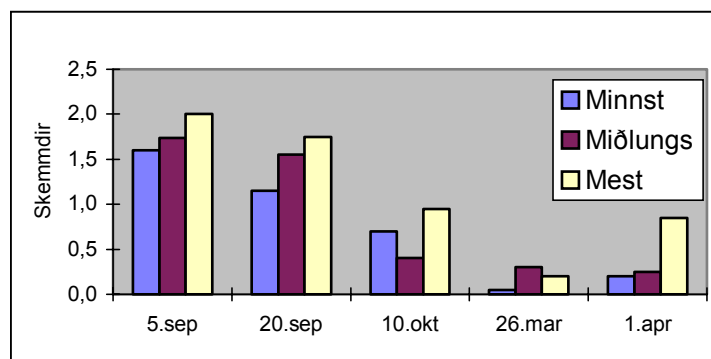


Mynd 8. Skemmdir á brumum greniplantna á fimm frystidögum haust og vor. Myndin sýnir meðaltal allra frystinga (hitastiga). *Damage of spruce buds on five freezing dates. The figure shows average damage for all freezing temperatures.*



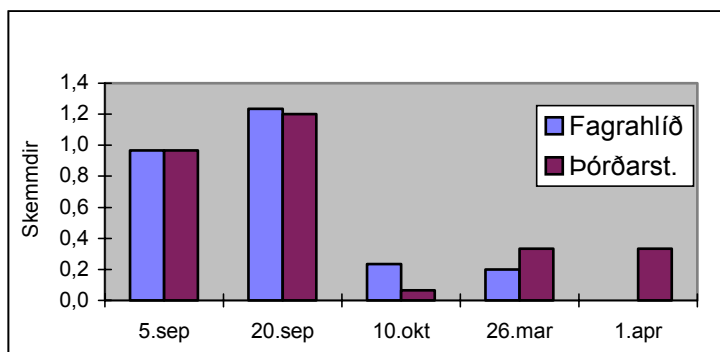
Mynd 9. Skemmdir á nálum greniplantra á fimm frystidögum haust og vor. Myndin sýnir meðaltal allra frystinga (hitastiga). *Damage of spruce needles on five freezing dates, average of all freezing temperatures.*

Ekki er hægt að bera saman mismunandi dagsetningar beint því frostið var aukið eftir því sem leið á veturinn, t.d. var frostalagið -6, -10 og -14 °C þann 5. sept. en aftur -14, -18 og -22 °C þann 10. okt. Þetta var gert til að greina hvaða frost hentaði fyrir hinar ýmsu árstíðir í prófunum sem þessum. Á mynd 10 eru sýndar skemmdir í brumum á greniplöntum við minnsta, miðlungs og mesta frostálag hverju sinni. Það leynir sér ekki að frostalagið skiptir miklu máli.



Mynd 10. Skemmdir á brumum grenis (Homer og Cordova) við mismunandi frostálag á fimm frystidögum haust og vor. *Damage of spruce buds on five freezing dates at three frost levels.*

Birkið sýndi nokkuð aðra mynd en grenið (sjá mynd 11). Til dæmis aukast skemmdirnar frá 5. sept til 20. sept. Lítil munur er á kvæmum en þó virðist Þórðarstaðarbirki skemmast meira en Fögruhlíðarbirki að vori.



Mynd 11. Skemmdir á brumum birkis á fimm frystidögum haust og vor. Myndin sýnir meðaltal allra frystinga (hitastiga). *Damage of birch buds on five freezing dates, average for all freezing temperatures.*

Greiðlega gekk að einangra ræturnar, þannig að frostalagið næði einungis til yfirvaxtar plantnanna. Þessi aðferð (þ.e. að frysta heilar plöntur) er góð ef ætlunin er að prófa einungis lítið magn af plöntum. Auk mats á brumskemmdum má einnig meta hvort plantan lifir eða deyr sem er einföld aðferð við að meta skemmdirnar. Sé hins vegar um mikinn efnivið að ræða, þá verður sú aðferð bæði rúmfrek og seinleg. Aðferðin er líka háð því að plönturnar séu nægilega smáar til að rúmast í kistunum.

5.2.2 Mat á sprotum

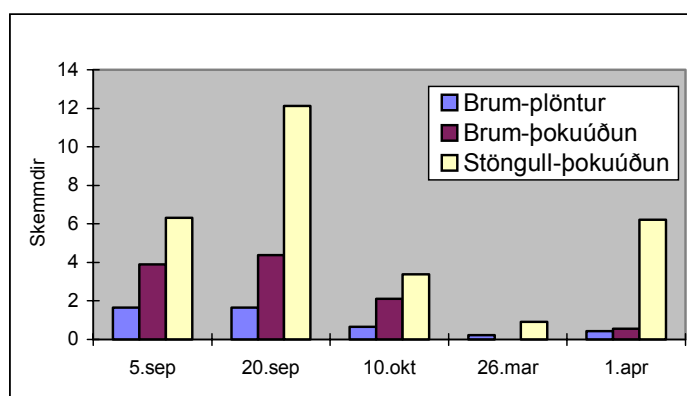
5.2.2.1 Leiðnimæling á sprotum

Enginn munur fannst á sprotum með leiðnimælingu, jafnvel þótt frostskemmdir væru ótvíræðar. Þessi aðferð telst því vera ónothæf með þeim tækjabúnaði sem notaður var.

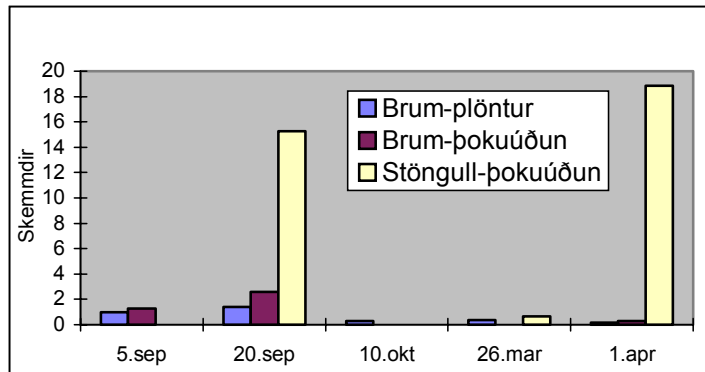
5.2.2.2 Þokuúðun sprota

Skoðuð var fylgni í mati á brumi plantna annars vegar og mati á brumi og stöngli sprota hins vegar. Sprotarnir höfðu staðið í þokuúðun svo að dauður vefur af völdum frostsins gæti komið í ljós. Myndir 12-13 gefa vísbendingar um þetta samræmi.

Við samanburð á þessum aðferðum á mynd 9 og 10 verður að taka mið af því að ekki er notaður sami kvarði við matið. Samræmið milli matsaðferða er nokkuð gott hvað varðar grenið. Mat á brumi og stöngli sprota eftir þokuúðun ætti því að vera raunhæfur kostur í stað þess að nota heilar plöntur. Birkið virðist vera mikið óstöðugra enda sýndi það sig strax við matið að erfiðara var að gera sér grein fyrir umfangi skemmdanna. Sérstaklega á þetta við um mat á skemmdum á stöngli sem verður að teljast ónothæft á birki nema eftir frekari prófanir og þjálfun vinnubragða.



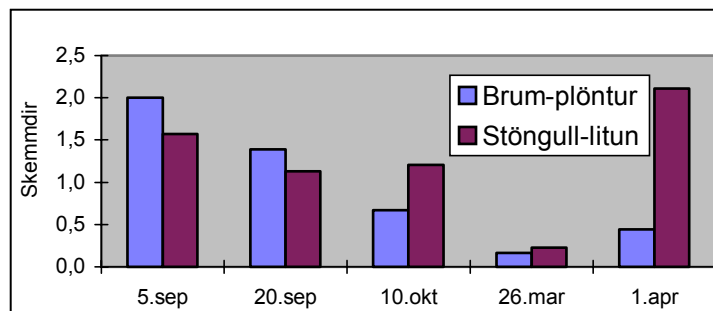
Mynd 12. Mat á frostskegmdum grenis á brumum plantna, og á brumum og stöngli sprota eftir þokuúðun. *Damage on buds from spruce seedlings, buds and shoots from spruce shoots using the same seedlings after three weeks in moisturizing chamber.*



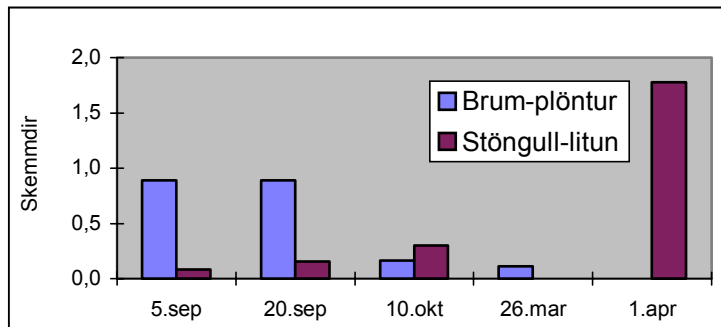
Mynd 13. Mat á frostskegmdum birkis á brumum plantna, og á brumum og stöngli sprota eftir þokuúðun. *Damage on buds from birch seedlings, and buds and shoots from birch shoots using the same seedlings after three weeks in moisturizing chamber.*

5.2.2.3 Litun sprota

Skoðuð var fylgni í mati á brumum plantna annars vegar og mati á stöngli sprota hins vegar sem höfðu verið látnir liggja í lausn af Trifenyltetrazoliumklóríði (TTC). Efnið litar lifandi frumur rauðar en ekki þær sem dauðar eru. Þetta samræmi sést á mynd 14 og 15.



Mynd 14. Mat á skegmdum grenis á fimm frystidögum á brumum plantna og stöngli sprota eftir litun með TTC. *Damage on buds from spruce seedlings and spruce shoots after TTC staining.*



Mynd 15. Mat á skemmdum birkis á fimm frystidögum á brumum plantna og stöngli sprota eftir litun með TTC. *Damage on buds from birch seedlings and birch shoots after TTC staining.*

Á grundvelli myndar nr. 15 er hægt að fullyrða að litun er ónothæf aðferð til að meta skemmdir á stöngli á birki. Samræmið í greninu (sjá mynd 14) er hins vegar mikið betra. Erfitt reyndist að gera sér grein fyrir umfangi skemmdanna í lituninni og litabreytingar voru oft óljósar. Vafalítið má bæta matið mikið með betri skilgreiningum á skemmdum útfrá blæbrigðum litarins.

6 ÁLYKTANIR

6.1 Markmið 1 (árstími - aðgreining arfgerða)

Sitkagrenið virðist vera að herðast allan septembermánuð og góð aðgreining ætti að fást með frystingu í þeim mánuði. Ef aðeins er sóst eftir harðgerðustu kvæmum eða einstaklingum er eðlilegt að gera slíka frostþolsprófun í fyrri hluta september. Til að skilja frá þá allra síðustu ætti frysting að fara fram í lok septembermánaðar. Eitthvað svipað mætti hugsa sér með birkið en vera e.t.v. eitthvað fyrr á ferðinni með frystingu t.d. 5-10 daga. Að vori er ekki hægt að miða við fasta dagsetningu. Minnkandi frostþol ræðst nefnilega ekki af ljóslotunni eins og á haustin heldur af undangengnum vorhlýindum. Hér verður að fylgjast með brumprútnun plantnanna. Til dæmis mætti hugsa sér fyrstu frystingu þegar um þriðjungur þess efniviðar sem á að prófa hefur sýnt brumprútnun. Næsta frysting gæti síðan orðið þegar 2/3 efnisins hefur sýnt brumprútnun. Við íslenskar aðstæður er líklegt að heppilegur tími sé oftast í lok apríl og í byrjun maí en á þessu finnast þó fjölmargar undantekningar, allt eftir árferði.

Frysting við -14 °C hentar betur en frysting við -10 °C. Frysting við -6 °C er ekki nothæf til að aðskilja arfgerðirnar þegar herðing er hafin að hausti eða áður en afherðingu lýkur að vori. Til að vera öruggari með að fá góða aðgreiningu arfgerða má nota tvö eða fleiri hitastig t.d. -12 og -18 °C þar sem hvorutveggja er raunhæft frostálag við náttúrulegar aðstæður.

Niðurstaðan er að með frystitilraunum fáist aðgreining arfgerða, t.d. kvæma, bæði að hausti og vori. Frystitilraunir ber að gera í september og apríl-maí, helst tvívegis á hvoru tímabili og við a.m.k. tvö mismunandi hitastig, -12 og -18 °C.

6.2 Markmið 2 (sprotar - heilar plöntur)

Matið á heilum plöntum með rót tókst vel. Samkvæmt

mælingum á frostálagi á meðan á frýstingu stóð urðu ræturnar fyrir óverulegu frostálagi. Auðvelt var að meta skemmdir á plöntunum seinni hluta vors því mikið skemmdar plöntur eða dauð brum lifna ekki. Einnig var eftirtektarvert hversu gott samræmi var á milli skemmda í brumum og skemmda á nálum grenis. Það má því fullyrða að kvæmavalið hafi hentað vel til að bera saman við þær aðferðir sem notaðar voru á sprota.

Leiðnimælingar með þeim tækjabúnaði sem notaður var gáfu enga niðurstöðu og verða að teljast gagnslausar í þessu samhengi. Litunin og þokuúðunin gáfu niðurstöður í góðu samræmi við matið á greniplöntum en virtust ekki gera það hjá birkinu. Skemmdirnar voru skýrari og ótvíræðari eftir þokuúðunina heldur en litunina.

Niðurstaðan er að vel má nota fjölpottaplöntur í frýstitalraunir en slík aðferð er plássfrek og hentar einungis fyrir fáar og litlar plöntur. Fyrsting sprota hentar betur þegar um mikið magn er að ræða, einkum fyrir greni. Best er að greina skemmdirnar þegar sprotarnir hafa staðið í þokuúðun í 10 til 14 daga og viðhafa aðgreint mat á stöngli og brumum.

6.3 Markmið 3 (þróun samstarfs – prófun á búnaði)

Svo virðist sem tækjabúnaðurinn og aðstaðan á Möðruvöllum henti vel til þessara prófana. Sama má segja um aðstöðuna á Vöglum í Fnjóskadal varðandi geymslu og umhirðu plantna auk þokuúðunar. Það er mikið hagræði í því hversu stutt er á milli Vagla og Möðruvalla. Rannsóknarstofnun landbúnaðarins og Skógrækt ríkisins áttu gott samstarf í þessu verkefni.

Segja má að í þessu verkefni hafi komist á samvinna og samtenging sérþekkingar í skógrækt og frostþolsprófunum. Þetta er mikilvægt því frostskemdir eru meðal afdrifaríkustu skemmda á trjágróðri á Íslandi. Unnt er að prófa frostþol innflutts efniviðar með

skjótvirkum hætti í frystitilraunum sem að öðrum kosti tæki langan tíma við náttúrulegar aðstæður.

Á grundvelli þessarar forkönnunar hefur nú verið gerð önnur viðameiri tilraun þar sem frostþol mjög margra kvæma af sitkagreni var kannað bæði vor og haust. Birting þeirra niðurstaðna munu liggja fyrir í skýrsluformi á næstu misserum.

7 ÞAKKIR

Sérstakar þakkir fær Rannsóknaráð Íslands fyrir að hafa styrkt þetta forverkefni en sá stuðningur var forsenda þess að verkefnið færi af stað. Einnig viljum við þakka starfsfólki Skógræktar ríkisins á Vöglum fyrir aðstoð við undirbúning og framkvæmd þessa verkefnis. Haukur Ragnarsson og Hreinn Óskarsson fá þakkir fyrir yfirlestur og aðstoð við frágang.

8 HEIMILDIR

Arnór Snorrason 1986. Larix í Island. Sammenligning av arter, provenienser og voksesteder. Institutt for skogskjøtsel, Norges Landbrukshøgskole Ås. Hovedoppgave 1986: 124 bls.

Brynjar Skúlason 1994. Hvílebryting, frostherdighet og vðrfrostskader hos lerk. Tolv bestand plantet på Hallormsstaður í Island. Institutt for skogfag. Norges Landbrukshøgskole Ås. Hovedoppgave 1994. 57 bls.

Haukur Ragnarsson 1964. Trjaskemmdir vorið 1963. Ársrit Skógræktarfélagis Íslands 1964: 25-27.

Sigurður Blöndal 1982. Fremmede treslag í Hallormsstad skogområde, Öst Island. Tidsskr. Skogbr. 90: 49-59.

Þróstur Eysteinnsson, Guðmundur Halldórsson & Halldór Sverrisson 1994. Skemmdir á lerk í Fljótsdalshéraði 1993. Ársrit Skógræktarfélagis Íslands 1994: 75 - 77.