

Rit Mógilsár Rannsóknastöðvar Skógræktar
Nr. 2 janúar 2000

Kalstofan á Möðruvöllum

Kynning á aðstöðu og rannsóknum

Øyvind Meland Edvardsen¹, Bjarni E. Guðleifsson² og
Brynjar Skúlason³

¹Akureyrardeild Mógilsár, Rannsóknastöð Skógræktar
Búgarður – Óseyri 2, 603 Akureyri

²Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Möðruvellir
Búgarður – Óseyri 2, 603 Akureyri

³Skógrækt ríkisins
Búgarður – Óseyri 2, 603 Akureyri

Ritnefnd Rits Mógilsár skipa:
Aðalsteinn Sigurgeirsson
Ólafur Eggertsson
Haukur Ragnarsson

Ritstjóri: Hreinn Óskarsson
Ábyrgðarmaður: Aðalsteinn Sigurgeirsson

Samantekt

Öyvind M. Edvardsen, Bjarni E. Guðleifsson og Brynjar Skúllason. 2000. Kalstofan á Möðruvöllum. Kynning á aðstöðu og rannsóknnum. Rit Mógilsár Rannsóknastöðvar Skógræktar. 2/2000: 1-11.

Hjá Rannsóknastofnun landbúnaðarins á Möðruvöllum hafa verið stundaðar rannsóknir á kali í tónum frá árinu 1972. Fyrsti búnaður til kalrannsókna var keyptur árið 1984 og síðar fluttur inn í nýinnréttaða kalrannsóknarstofu árið 1987. Rannsóknir hafa einkum beinst að frostþoli og sveillþoli ýmissa tegunda túngrasa, hvítmára og vetrarkorns. Auk þess voru gerðar rannsóknir á öndun og loftskiptum grasa undir svelli. Búnaðurinn hefur verið notaður við rannsóknir á skordýrum, meðal annars rannsóknir á frostþoli sitkalúsarstofna. Í seinni tíð hefur búnaðurinn í auknu mæli verið nýttur af Rannsóknastöð Skógræktar ríkisins til frostþolsprófana á ýmsum trjátegundum, kvæmum þeirra, fjölskyldum og klónum. Prófað hefur verið frostþol trjáplantna í samspili við skyggingu í gróðrastöð og mismunandi áburðargjöf. Haustið 2000 var fjárfest í nýjum búnaði sem gefur kost á umfangsmeiri og nákvæmari prófunum á frostþoli plantna, plöntuhluta og frumuræktun í tilraunaglösum. Aðstaðan býður uppá ræktun plantna við stýrða lýsingu og hitastig. Rekstur Kalstofunnar er samstarfsverkefni Rannsóknastofnunar landbúnaðarins og Rannsóknastöðvar Skógræktar ríkisins.

Lykilord: *Vetrarherðing, frostþol, skammval, stýrðar frostþolsprófanir, sveillkal, sveillþol, grös, smári, vetrarkorn, herðing, loftfyrrið öndun, trjátegundir, kvæmi, klónar, sitkalús, skygging.*

Sammendrag

Fryselaboratoriet på Möðruvellir

Forskning på overvintringsskader i eng har vært utført på Möðruvellir siden 1972. Det første utstyret for kontrollerte fryseforsøk ble innkjøpt i 1984 og siden flyttet til et nyinnredet frostlaboratorium i 1987.

Landbruksforskningen har drevet forsøk på frostherdighet og isbrann i ulike eng-grasarter, men også på hvitkløver og høstkorn. Det er i tillegg gjort studier av åndingsprosesser i gras innesluttet av is. Utstyret har vært brukt til studier av insekter, bl.a. for å undersøke hvor mye frost sitkagranlus populasjoner tåler. I den seinere tid har skogforskningen brukt kontrollerte fryseforsøk for testing av frostherdighet i ulike treslag, provenienser, familier og kloner. Kontrollerte frysetester er tatt i bruk for å undersøke frostherdighet om høsten etter kortdagsbehandling i planteskolen og etter gjødsling ved planting.

Høsten 2000 ble det investert i nytt utstyr, slik at det nå er mulig å gjøre større og mer presise tester av frostherdighet i planter, plantedeler og vevskulturer i reagensglass. I laboratoriet er det også mulig å dyrke planter ved kontrollerte lys- og temperaturforhold. Driften av fryselaboratoriet er nå et samarbeid mellom, Rala-Landbrukets forsknings institutt og Mógilsá-Skogbrukets forsknings institutt.

Nøkkelord: *Frostherdighet, frosttoleranse, tidligtester, kontrollerte fryseforsøk, isbrann, istoleranse, gras, kløver, høstkorn, treslag, provenienser, familier, kloner, sitkagranlus, kortdagsbehandling.*

Summary

The Low Temperature Laboratory at Modruvellir

Research on winter damage in herbage plants has been carried out at Modruvellir Experimental Station since the year 1972. The first equipment for controlled low temperature research was purchased in 1984 and moved to the renewed current building in 1987. The agricultural research has concentrated on freezing tolerance and ice encasement damage in different grass species, white clover and winter cereals. In addition research has focused on respiration processes of plants encased in ice at low temperatures. The equipment has also been used in studies of insects i.a. to test the freezing tolerance of Green spruce aphid populations.

During the last decade forestry researchers have utilized the equipment for controlled freezing tests of different tree species, proveniences, families and clones, and also to test the impact of short photoperiod and fertilizer on frost hardiness. In year 2000 new equipment were installed, wich makes accurate tests of the frosttolerance in plants, plant parts, organs and cell cultures feasible. It is also possible to grow plants under controlled light- and temperature conditions. Management of the laboratory is a cooperation between Rala – Agricultural Research Institute – and Mogilsa – Icelandic Forest Research.

Key Words: *Frost hardiness, freezing tolerance, early tests, controlled freezing tests, ice encasement tolerance, grasses, clover, winter cereals, hardening, anaerobic respiration, tree species, proveniences, families, clones, green spruce aphid, short day treatment.*

Efnisyfirlit

1. Kalrannsóknir RALA á Möðruvöllums. 5

2.	Hlutverk Kalstofunnar á Möðruvöllum í skógræktarrannsóknnum.....s.	6
3.	Rekstur Kalstofunnar.....s.	8
4.	Lýsing á búnaði og aðstöðu.....s.	9
5.	Rannsóknir tengdar Kalstofunni – heimildalisti.....s.	11
	1. Kalrannsóknir RALA á Möðruvöllum.	

Rannsóknir á kali í túnnum hafa verið stundaðar á Möðruvöllum frá árinu 1972. Fyrst beindust rannsóknirnar að frostsKemmdum, skemmdum af völdum sveppa og svellkali en áherslan á svellkal varð síðan ráðandi. Í byrjun fóru rannsóknir á svellkali fyrst og fremst fram utandyra, en árangurinn var mjög háður veðurfari. Stundum var reynt að ýkja veðurfarsáhrifin með því að búa til svell á túni og einangra síðan íslagið til að hindra bráðnun í hlýindaköflum.

Í rannsóknarstofu er hægt að prófa herðingu plantnanna með því að beita stýrðum frostpolsprófunum. Til þess að þetta sé mögulegt þarf búnað til að rækta, herða og frysta plöntur. Í þessum tilgangi keypti Ræktunarfélag Norðurlands sex frystikistur og lét gera á þeim nauðsynlegar breytingar. Þeim var síðan komið fyrir í bílskúr á Möðruvöllum. Búnaðurinn var fjármagnaður af Landbúnaðarráðuneytinu. Árið 1987 var hann fluttur inn í annað húsnæði, Eggertsfjós, sem þá var nýinnréttað. Rýmið þar sem prófanirnar fara fram í kallast í daglegu tali Kalstofan. Fjórar af upphaflegu kistunum eru enn í notkun. Búnaður og rekstur hefur verið í höndum RALA

Aðferðafræðin við rannsóknir á svellkali hefur verið í þróun frá fyrstu dögum aðstöðunnar. Tilraunir með svellkal á grasi við stýrðar aðstæður voru fyrst reyndar á grasþökum úr túni en síðan á stökum grasplöntum sem annað hvort voru sóttar úr túnnum eða ræktaðar innandyra. Rannsóknirnar þróuðust svo yfir í að vera framkvæmdar á plöntuhlutum, þannig að rætur og blöð voru fjarlægð en einungis rótarhálsinn prófaður. Rannsóknirnar voru stundaðar á mörgum grastegundum og stofnum.

Einnig voru stundaðar grunnrannsóknir þessu tengdar sem liður í lífeðlisfræðilegri rannsókn á hvernig öndun grasa er háttáð undir

svelli uns plantan deyr. Rannsóknirnar hafa að mestu snúist um túngrös, eins og t.d. vallafoxgras (*Phleum pratense*), en einnig hvítmára (*Trifolium repens*) og vetrarkorn s.s. hausthveiti, haustrúg og haustbygg. Í dag er Kalstofan búin tækjum til að framkvæma prófanir á frumuræktun í tilraunaglösum.

2. Hlutverk Kalstofunnar á Möðruvöllum í skógræktarrannsóknum

Fyrstu stýrðu frostþolsprófanirnar á trjágróðri á Íslandi voru gerðar á mismunandi klónum alaskaaspar (*Populus trichocarpa*) á árunum 1987 – 1988. Næstu frostþolsprófanir þar á eftir voru gerðar 1995 á sitkagreni (*Picea sitchensis*) og birki (*Betula pubescens*). Markmiðið með þessum prófunum var að kanna búnaðinn á Möðruvöllum til frystingar á trjágróðri og byggja upp þekkingu á þessu sviði, m.a. að kanna ólíkar aðferðir við að meta kalskemmdir að lokinni frystingu. Þessi prófun lagði grunninn að þeim aðferðum og vinnubrögðum sem notuðar eru í dag við frostþolsprófun á trjáplöntum og sprotum.

Hingað til hafa stýrðar frostþolsprófanir verið notaðar til að prófa frostþol að vori og hausti hjá mismunandi kvæmum, fjölskyldum og klónum af birki, sitkagreni, hvítsitkagreni (*Picea x lützii*), hvítgreni (*Picea glauca*), blágreni (*Picea engelmanni*), svartgreni (*Picea mariana*) og fjallaþin (*Abies lasiocarpa*).

Í rannsóknum á frægarðæfnivið og kvæmum mætti beita frostþolsprófunum til að skoða veðurfarslega aðlögun á ódýran og fljótvirkan hátt til viðbótar við hefðbundnar kvæmatilraunir utanhúss. Slík prófun gefur betri mynd af frostþoli en tré í kvæmatilraunum sem verða fyrir margs konar utanaðkomandi þáttum sem hefur áhrif á lifun og þroska.

Árið 1993 fóru fram fyrstu frostþolsprófanirnar á sitkalús (*Elatobium abietinum*). Tilgangurinn var að kanna hversu mikið frost þurfti til að slá verulega á stofn sitkalúsarinnar. Fyrstu prófanirnar á áhrifum mismunandi áburðargjafar við gróðursetningu á dvala og frostþol birkis og sitkagrenis, fóru fram haustið 1999. Sama haust voru gerðar fyrstu prófanirnar á áhrifum skyggingar á frostþol lerkis



(*Larix sibirica*), sitkagrenis og sitkaelris (*Alnus sinuata*).

Nú eru rúmlega tíu ár síðan fyrstu tilraunirnar með frostþol á



trjáplöntur voru gerðar hérlendis, en flestar hafa verið gerðar eftir 1995.

Mynd 1. Skráning á skemmdum eftir frostþolsprófun. Verkefni: “Samspil næringarástands og frostþols hjá nýgróðursettum trjáplöntum”.



Ljósmynd: Øyvind Meland Edvardsen 2000. *Measuring frostdamages after controlled freezing tests.*

Mynd 2. Breytileiki í frostþoli sitkagrenikvæma. Verkefni: Samanburður á kvæmum og systkynahópum sitkagrenis, hvítgrenis og sitkabastarðs, með tilliti til frostþols að vori og hausti. Ljósmynd: Brynjar Skúlasson 1995. *Variation in frosthardiness in Sitka spruce provenances.*

Mynd 3. Húsakynni Kalstofu að Möðruvöllum. Ljósmynd: Ólafur Vagnsson 2000. *The laboratory at Modruvellir.*

Árið 1998 réð Rannsóknastöð Skógræktar ríkisins til starfa sérfræðing með aðsetur á Akureyri sem um leið er tengiliður við Kalstofuna á Möðruvöllum.

Fjárfest var í nýjum búnaði árið 2000 enda liggur nú fyrir að þessi hluti skógræktarrannsókna muni aukast verulega í framtíðinni.

3. Rekstur Kalstofunnar

Árið 2000 batnaði aðstaðan á Kalstofunni til muna þegar RALA, Rannsóknarstofnun landbúnaðarins á Möðruvöllum, fjárfesti í tæknibúnaði og frostbaðs sem ætlað er til kalrannsókna við frumuræktun. R.Sr., Rannsóknarstöð Skógræktar ríkisins fjárfesti í

fjórum nýjum en talsvert breyttum, tölvustýrðum, frystikistum.

Rekstur Kalstofunnar er nú í höndum fyrrgreindra aðila. Með samkomulagi við RALA og R.Sr. geta aðrir rannsóknaraðilar leigt Kalstofuna ásamt tilheyrandi búnaði, eða keypt rannsóknir á ákveðnum efniviði.

4. Lýsing á búnaði og aðstöðu

Þau tæki sem nú eru í Kalstofunni eru aðallega frá 1984 ásamt tækjum sem keypt voru 2000.

Tækin frá 1984 eru:

- Frystikista með framhjálaupi, viftu og klukku sem gefur möguleika á 24 klst. hitastýringu. Hitasvið: $+10^{\circ}\text{C}$ til -25°C .
- Fjórar frystikistur með framhjálaupi, viftu og hitastýringu sem gefur möguleika á að halda hitastigi stöðugu. Hitasvið: $+10^{\circ}\text{C}$ til -20°C .
- Kæliborð með ljósi. Hitasvið: $+10^{\circ}\text{C}$ til -2°C
- Sherer ræktunarkista með stýrimöguleika á hitastigi, ljóslotu og ljósstyrk. Hitasvið: -10°C til $+10^{\circ}\text{C}$.

Þessi búnaður er enn í ágætu lagi en vegna aldurs verður ekki lagt í mikinn viðhaldskostnað ef hann bilar.

Tækin frá 2000 eru:

- Tvær frystikistur með framhjálaupi, viftu og ljósi. Frostferli og ljóslota eru tölvustýrð. Hitasvið: $+20^{\circ}\text{C}$ til -25°C .
- Tvær frystikistur með framhjálaupi, viftu og tölvustýrðu frostferli. Hitasvið: $+10^{\circ}\text{C}$ til -30°C .
- Frystibað til prófunar á frumuræktun í tilraunaglösum. Hitasvið: $+150^{\circ}\text{C}$ til -40°C .
- Iðntölva og PC-tölva með hugbúnaði sem vinnur í Windows-umhverfi og stýrir nýjum frystibúnaði, vökvun, ljósum o.fl.

Í kalstofunni er einnig:

PC-tölva og stýrikerfi:

PC-tölva	Stýrikerfi	Skjákerfi	Löntölva
433 Mhz, 4GB, 128mb	Windows 98	IGSS ³²	Siemens S7 / 300

- Tveir þokuúðunarklefar með tölvustýrðri úðun og

Frystikistur, frystibað og kjæliborð:

Gerð	Fjöldi	Rúmmál	Innanmál	Hitasvið	Ljós	Sjórnun	Vifta	Framhjálpaup	Kaupár
Frystikista AEG EL 61	2	581 lítrar	Langd: 157 cm Breidd: 53 cm Dýpt: 50 cm* / 73 cm	Breytilegt +20°C til -25°C	2 stk. G.E. F20W / 35MS	IGSS ³²	Já	Já	2000
Frystikista AEG EL 61	2	581 lítrar	Langd: 157 cm Breidd: 53 cm Dýpt: 50 cm* / 73 cm	Breytilegt +20°C til -30°C	Nei	IGSS ³²	Já	Já	2000
Frystibað NESLAB RTE-140	1	7,2 lítrar	12,1x20,3x12,7 cm	+150°C til -40°C	Nei	IGSS ³²	Dæla		2000
Frystikista WOOD's deluxe	1	795 lítrar	Langd: 200 cm Breidd: 53 cm Dýpt: 47 cm* / 75 cm	Breytilegt +10°C til -25°C	Nei	Convion klukka, 24 tímar	Já	Já	1984
Frystikista WOOD's deluxe	3	795 lítrar	Langd: 200 cm Breidd: 53 cm Dýpt: 47 cm* / 75 cm	Stöðugt +10°C til -20°C	Nei	Hlattyring Handstýrð	Já	Já	1984
Frystikista WESTFROST	1	650 lítrar	Langd: 200 cm Breidd: 48 cm Dýpt: 48 cm	Stöðugt +10°C til -20°C	Nei	Hlattyring Handstýrð	Já	Já	1989
Kjæliborð Linde	1	433 lítrar	Langd: 190 cm Breidd: 76 cm Dýpt: 30 cm	Stöðugt -2°C til +10°C	8 stk. OSRAM 58 W / 31-830 Lumilux Eco	Hlattyring Handstýrð	Nei	Já	1992
Ræktunarkista Sherer	1	297 lítrar	Langd: 110 cm Breidd: 60 cm Dýpt: 45 cm	Stöðugt -10°C til +10° C	cool white 48" x 12 stk, 75W venjui. x 6 stk.	Hlattyring Handstýrð		Já	1995
Þokuúðunarklefi	1	3,15 m ²	Langd: 533 cm Breidd: 59 cm	Stöðugt Stofuhiti	MCFE 125 W/29 2 x 2 stk.				1984
Ræktunarbekkur	1	5,41 m ²	Langd: 796 cm Breidd: 68 cm	Stöðugt Stofuhiti	TLD 35 W / 83 4 x 7 stk.				1997

lýsingu.

- Ræktunarbekkur með klukkustýrðum ljósum.

Tafla 1. Tæknilegar upplýsingar um búnað

* Dýpt með hækkuðum botni

5. Rannsóknir tengdar kalstofunni / heimildalisti

BJARNI E. GUÐLEIFSSON (1971) Um kal og kalskemmdir I. Ræktun og nytjar túna og áhrif þessara þátta á kal. Ársrit Ræktunarf. Norðurlands 68, 73-93.

BJARNI E. GUÐLEIFSSON & JÓHANNES SIGVALDASON. (1972) Um kal og kalskemmdir II. Kalskemmdir á tilraunareitum Tilraunastöðvarinnar á Akureyri. Ársrit Ræktunarf. Norðurlands 69, 84-101.

BJARNI E. GUÐLEIFSSON (1973) Um kal og kalskemmdir III. Tíðni og útbreiðsla kalskemmda á Íslandi. Ársrit Ræktunarf. Norðurlands 70, 30-50.

BJARNI E. GUÐLEIFSSON (1975) Um kal og kalskemmdir IV. Samband veðurfars og kalskemmda. Ársrit Ræktunarf. Norðurlands 72, 45-64.

BJARNI E. GUÐLEIFSSON (1975) Overvintringsskadar í grasmark. Nordisk jordbruksforskning 58, 498-504.

BJARNI E. GUÐLEIFSSON & HÖRÐUR KRISTINSSON (1976) Kalsveppir á Norðurlandi. Ársrit Ræktunarf. Norðurlands 73, 31-38.

HÖRÐUR KRISTINSSON & BJARNI E. GUÐLEIFSSON (1976) The activity of low-temperature fungi under the snow in Iceland. Acta Bot. Isl. 4, 44-57.

BJARNI E. GUÐLEIFSSON (1977) Svellkal og kallykt. Ársrit Ræktunarf. Norðurlands 74, 70-76.

BJARNI E. GUÐLEIFSSON (1983) Isdekkeresidens og

- frosterdelse hjå enggras. Nordisk Jordbruksforskning 65 (1), 3.
- ANDREWS C.J. & BJARNI E. GUDLEIFSSON (1983) A comparison of cold hardiness and ice encasement tolerance of timothy and winter wheat. Can. J. Plant Sci. 63, 429-435
- BJARNI E. GUDLEIFSSON (1984) *Tribonema viride* (Xanthophyta) on cultivated grassland during winter and spring. Acta Bot. Icel. 7, 27-30.
- BJARNI E. GUDLEIFSSON (1986) Ice encasement damages on grasses and winter cereals. NJF seminar nr. 84, 59-65.
- BJARNI E. GUDLEIFSSON (1986) Måling av isdekketoleranse hos gras i laboratoriet. NJF seminar nr. 84, 171-175.
- BJARNI E. GUDLEIFSSON (1986) Ice encasement damages on grasses and winter cereals. Nordisk Jordbruksforskning 68, 578.
- BJARNI E. GUDLEIFSSON (1986) Måling av isdekketoleranse hos gras i laboratoriet. Nordisk Jordbruksforskning 68, 600.
- BJARNI E. GUDLEIFSSON ANDREWS C.J. & BJORNSSON, H (1986) Cold hardiness and ice tolerance of pasture grasses grown and tested in controlled environments. Can. J. Plant Sci. 66, 601-608.
- BJARNI E. GUDLEIFSSON (1989) Extent and importance of ice encasement damages on gramineous plants in the Nordic countries. Nordisk Jordbruksforskning 71,61.
- BJARNI E. GUDLEIFSSON (1989) Laboratoriemetoder til testing av isdekketoleranse hjå gras. Nordisk Jordbruksforskning 71, 81.
- BJARNI E. GUDLEIFSSON (1990) Extent and importance of ice-encasement damages on gramineous plants in the Nordic countries. Icel. Agr. Sci. 2, 7-14.
- BJARNI E. GUDLEIFSSON & BJORNSSON H (1990) Methods for estimating ice encasement tolerance of grasses in the laboratory. Icel. Agr. Sci. 2, 99-103.
- BJARNI E. GUDLEIFSSON (1992) Metabolic and cellular impacts of ice encasement on herbage plants. In: Perennial forage

and pasture crops, H. Hirvonen & E. Pehu (eds.). Proceedings of the XIII Nordic graduate course in crop production, Helsinki 1992. pp 2-15.

BJARNI E. GUDLEIFSSON & LARSEN A. (1992) Ice encasement as component of winterkill in herbage plants. In: Advances in plant cold hardiness, Paul H. Li & Lars Christersson (eds.), CRC Press, Boca Rotoon, Ann Arbor. London, Tokyo, pp 229-249.

BJARNI E. GUDLEIFSSON (1993) Metabolic and Cellular impact of ice encasement on herbage plants. In: Interacting stresses on plants in a changing climate, M. B. Jackson and C. Black (eds.), Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, Nato ASI Series Vol. I 16, 407-421.

BJARNI E. GUDLEIFSSON (1993) Metabolic and cellular impact of ice encasement damage on herbage plants. Röbbäcksdalen Meddelar 11, 1993, 19-33.

BJARNI E. GUDLEIFSSON (1993) Methods for testing ice encasement tolerance in herbage plants. Röbbäcksdalen Meddelar 1993, 83-94.

BJARNI E. GUDLEIFSSON (1994) Metabolite accumulation during ice encasement of timothy grass (*Phleum pratense* L.). Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, 102B, 373-380.

BJARNI E. GUDLEIFSSON (1995) Vetrarþol vallarfoxgrasstofna. Ráðunautafundur 1995, 173-176.

BJARNI E. GUDLEIFSSON (1996) Accumulation of metabolites during ice encasement of herbage plants. Nordisk jordbruksforskning 78(2), 78.

PULLI S., HJORTSHOLM K., LARSEN A., GUDLEIFSSON BE. LARSSON S., KRISTIANSSON B., HÖMMÖ L., TRONSMO AM., RUUTH P., & KRISTENSSON C. 1996. Development and evaluation of laboratory testing methods for winterhardiness breeding. Nordic Genebank 68p.

BJARNI E. GUDLEIFSSON (1997) Survival and metabolite accu-

mulation by seedlings and mature plants of timothy grass (*Phleum pratense*) during ice encasement. *Annals of Botany*, 79 (Supplement A), 93-96.

BJARNI E. GUÐLEIFSSON (1997) Líf og dauði plantna að vetri. *Kímblaðið*10(1), 17-21.

BJARNI E. GUÐLEIFSSON (1997) Öndun grasa undir svellum. *Ráðunautafundur 1997*, 143-151.

BJARNI E. GUÐLEIFSSON (1997) Estimating Ice encasement tolerance in the laboratory. In: *Molecular and physiological aspects of cold and chilling tolerance of northern crops. Proceedings of the Finish-Japanese Workshop*, Jokioinen, 14-15.

BJARNI E. GUÐLEIFSSON (1997) Líf og dauði plantna að vetri. *Freyr* 93, 356-359.

BJARNI E. GUÐLEIFSSON (1997) Microbes active under snow and ice in hayfields in Iceland. *Proceedings of International Workshop on Plant-Microbe Interaction at low Temperature under Snow*, Sapporo, 109-118.

SIGRÍÐUR DALMANNSDÓTTIR, ÁSLAUG HELGADÓTTIR, BJARNI GUÐLEIFSSON OG METTE SVENNING (1999) Winter hardiness and yield of white clover in northern areas. In *Proceedings of the Progress Meeting of the working group on "Overwintering and spring growth of white clover"*, Kiel, Þýskalandi, 29.-31.águst 1999.

BJARNI E. GUÐLEIFSSON OG BJÖRN L. ÖRVAR (2000) Kal-skemmdir í túnum á síðustu öld – og framtíðarhorfur. *Ráðunautafundur 2000*, 323-329.

SIGRÍÐUR DALMANNSDÓTTIR, ÁSLAUG HELGADÓTTIR OG BJARNI GUÐLEIFSSON (2001) Fatty acid and sugar content in white clover in relation to frost hardiness and ice encasement tolerance. (In press)

Skógræktarrannsóknir:

GUDMUNDUR HALLDÓRSSON (1995) Frostþol sitkalúsar: Skógræktarritið 1995; 98-101.

N.A. STRAW, GUDMUNDUR HALLDÓRSSON OG ÞORARINN BENEDIKZ (1998) Damage sustained by individual trees: empirical studies on the impact of the green spruce aphid. In: The Green Spruce Aphid in Western Europe; ecology, status, impacts and prospects for management (eds. Day KR, Halldórsson G, Harding S, and Straw NA). Forestry Commission, Technical paper 24, 12-31.

HREFNA JOHANNESDÓTTIR (2000) Kortdagsbehandling av sibirsk lerk, sitkagran og vanlig gran. Hovedoppgave ved Institutt for skogfag, Norges landbrukshøgskole.

BRYNJAR SKÚLASON, BJARNI E. GUDLEIFSSON OG AÐALSTEINN SIGURGEIRSSON (2001) Frostþolsprófanir á birki og sitkagreni – forverkefni. Rit Mógilsár Rannsóknastöðvar Skógræktar. (Í prentun)

AÐALSTEINN SIGURGEIRSSON, BRYNJAR SKÚLASON, BJARNI E. GUDLEIFSSON OG ØYVIND M. EDVARÐSEN (2001) Samanburður á kvæmum og systkinahópum sitkagrenis, hvítgrenis og sitkabastarðs, með tilliti til frostþols að vori og hausti. Rit Mógilsár Rannsóknastöðvar Skógræktar. (Í prentun)

HREINN OSKARSSON, BRYNJAR SKÚLASON OG ØYVIND

M. EDVARÐSEN (2001) Samspil frostþols og næringarástands hjá birkis og greni sem ræktað var í móamold með og án áburðar. Rit Mógilsár Rannsóknastöðvar Skógræktar. (Í prentun)

HREINN OSKARSSON, ØYVIND M. EDVARÐSEN OG BRYNJAR SKÚLASON (2001) Samspil næringarástands og frostþols hjá nýgróðursettum trjáplöntum. Rit Mógilsár Rannsóknastöðvar Skógræktar. (Í prentun)

ØYVIND M. EDVARÐSEN (2001) Frostþol 9 kvæma fjallapins (*Abies lasiocarpa*) að vori. Rit Mógilsár Rannsóknastöðvar Skógræktar. (Í prentun)