



Else Möller skógfræðingur

Jólatrjáaræktun á Íslandi

Samantekt um jólatrjáaræktun á Íslandi úr
lokaritgerðunum

Hraðrækt jólatrjáa á ökrum

BS 2010 og MS 2013

Else Möller
Skógfræðingur MS
Nóvember 2013

ISSN 978-9979-881-25-4

Efnisyfirlit

Inngangur	4
Ágrip af sögu framleiðslu jólatrjáa á Íslandi	5
Framleiðsla íslenskra jólatrjáa	5
Innflutningur jólatrjáa	8
Jólatrjáaframleiðsla á ökrum erlendis	6
Eldri tilraunir með jólatrjáaræktun á Íslandi	10
Norrænt samstarfsverkefni um ræktun fjallapins	11
Yfirlit yfir nýjar ræktunartilraunir jólatrjáa	11
1. Hraðrækt jólatrjáa á ökrum	11
1.1. Áhrif hraukunar á lifun	11
1.2. Hraðrækt jólatrjáa á ökrum, stækkuð rannsókn	11
1.3 Stjórnun á toppvexti stafafuru	11
2. Formun á stafafuru	12
3. Áhrif niðurbrotsmassa frá ánamöðkum á lifun og vöxt jólatrjáa	12
4. Áhugahópar skógarbænda	12
5. Þróun aðferða við hraðræktun jólatrjáa á íslenskum ökrum	12
Aðstæður til jólatrjáaræktunar á Íslandi	12
Staðarval	13
Landslag	13
Aðgengi	14
Skjól	14
Jarðvegur	14
Áburðargjöf	15
Áburðargjöf í jólatrjáaræktun	15
Áburðarþörf	15
Tímasetning fyrir áburðargjöf	15
Tegunda- og kvæmaval til jólatrjáaræktunar	16
Rauðgreni	16
Blágreni	17
Stafafura	17
Vandamál á ræktunarsvæðum	17
Frostlyfting	17
Frostþol	18
Samkeppnisgróður	19
Plöntuvarnarefni - hvaða efni eru notuð?	19
Aðferðir við eitrun	20
Skaðvaldar í jólatrjáaræktun á Íslandi	20
Varnir gegn skaðvöldum	21
Aðrir skaðvaldar, fuglar og búsmali	21
Formun jólatrjáa	21
Lokaorð	23
Heimildaskrá	24

Inngangur

Ræktun jólatrjáa á Íslandi hefur verið stunduð um 70 ára skeið. Ræktunin hefur að mestu farið fram á skógræktarsvæðum og í birkiskógum eða birkikjarri. Framleiðsla jólatrjáa á ökrum hefur lítið verið stunduð hérlandis og því lítil staðbundin þekking til á þessu sviði. Erlendis er jólatrjáarækt á frjósömum ökrum algeng og slík jólatrjáaræktun er stunduð sem sjálfstæð búgrein með markvissa og umfangsmikla framleiðslu.

Til að auka þekkingu og kunnáttu í jólatrjáaræktun á Íslandi var langtíma rannsóknar-verkefninu „Hraðræktun jólatrjáa á ökrum“ hrundið af stað við Landbúnaðarháskóla Íslands á Hvanneyri árið 2009. Markmið verkefnisins var að kanna hvaða þættir hafa áhrif á ræktunina og hvaða tegundir henta til ræktunar á frjósömu landi. Langtíma markmiðið er að finna hagkvæma, fljótlega og örugga leið til að framleiða íslensk jólatré á ökrum.

Fyrsta tilraun verkefnisins var sett út á Hvanneyri í frjósaman jarðveg þar sem skjólbelti höfðu verið ræktuð í kring. Tegundirnar í tilrauninni voru rauðgreni (*Picea abies*; kvæmið Bö), blágreni (*Picea engelmannii*; kvæmið Rio Grande) og stafáfura (*Pinus contorta*; kvæmið Skagway). Aðalmarkmið tilraunarinnar var að kanna hver þessara tegunda henta best við ræktun á ökrum á Íslandi og hvaða

áburðarmeðferðir gefa bestan vöxt. Niðurstöður þessa fyrsta hluta verkefnisins voru kynntar í bakkalárverkefni (BS) Else Möller „Hraðrækt jólatrjáa á ökrum: *Lifun unglantna og áhrif mismunandi áburðarmeðferða*“.



Árið 2011 voru tvær samþærilegar tilraunir settar út, á Krithóli í Skagafirði og í Prestsbakkakoti í Vestur-Skaftafellssýslu. Þá var eitrunartilraun bætt við til að kanna hvort óhætt væri að heilúða yfir tré og gróður að hausti til að halda samkeppnisgróðri í skefjum, í stað endurtekinna eitrona milli trjáa, vor og síðsumars. Niðurstöður þessa verkefnis voru kynntar í meistaraverkefninu (MS) „Hraðrækt jólatrjáa á ökrum: *Áhrif mismunandi ræktunaraðferða á lifun og vöxt jólatrjáa á fyrstu vaxtarstigum á ökrum*“ eftir sama höfund.

Í þessari skýrslu verður ekki fjallað um tilraunirnar sjálfar en niðurstöður þeirra er hægt að nálgast á heimasíðu Landsamtaka skógareigenda, www.skogarbondi.is eða í „Skemman“ (gagnabanka Háskóla Íslands), heimasíða: <http://skemman.is>

Í BS og MS ritgerðunum var einnig safnað saman talsverðu bakgrunnsefni um jólatrjáaræktun erlendis og um fyrri reynslu af jólatrjáaræktun hérlandis. Þetta er hér tekið saman og birt sem almennt fræðslurit fyrir áhugamenn um jólatrjáaræktun á Íslandi.

Ágrip af sögu framleiðslu jólatrjáa á Íslandi

Hefðin að taka lifandi tré inn í stofu og skreyta það fyrir jólin barst til landsins frá Danmörku um miðja 19. öld og er talið að fyrstu jólatrén hafi verið flutt hingað í kringum 1850 (Jón Geir Pétursson, 1993). Til að byrja með var þessi nýi siður aðallega hjá dönskum kaupmönnum og íslenskum embættismönnum sem höfðu kynnst þessum jólasíð erlendis (Árni Björnsson, 2006). Hugtakið „jólatré“ bar fyrst fyrir augu almennings á prenti í tímaritinu Þjóðólfi árið 1877 í grein sem birt var eftir fyrstu opinberu jólatrjáaskemmtun í sögu landsins, en hún var haldin fyrir fátæk börn á sjúkrahúsinu í Reykjavík (Árni Björnsson, 2006) og var frásögnin á þessa leið:

„Jólatré eru náttúrleg grenitré, ekki hærri en svo að húsrúm leifi; eru greinarnar alsettar vaxkertum og allt tréð alsett stássi (jólajöfum) og sætindum eins og ódáins-eplum og aldinum. Þegar börnin hafa dansað og sungið kringum trén og ljósin taka að fjölna er gjöfunum skipt upp í milli þeirra. Jólatré má og búa til úr spýtum og efní, ef vill.“ (Þjóðólfur. Rv. og viðar 1848-1920; Árni Björnsson, 2006).

Á venjulegum íslenskum heimilum urðu jólatré ekki algeng fyrr en eftir 1900. Fyrstu jólatrén voru oftast heimasíðuð úr tré eða járn og síðan skreytt með lituðum pappír, birki eða lyngi (Þorbergur H. Jónsson, 1990). Barrtré uxu ekki á Íslandi á þessum tíma og lifandi jólatré fyrir efnameiri heimili voru því flutt til landsins með skipum (Þorbergur H. Jónsson, 1990) og um 1900 var byrjað að auglýsa sölu á jólatrjám og jólaskrauti fyrir jólin (Jón Geir Pétursson, 1993). Ekki er vitað hvaða tegundir voru fluttar til landsins í upphafi, en ekki er ólíklegt að það hafi verið rauðgreni frá Danmörku, sem var algengt jólatré þar áður fyrr.

Allar götur frá 1921 hefur allur innflutningur á jólatrjám og greinum verið skráður. Jólatrén voru aðallega flutt inn frá Heiðafélaginu í Danmörku (Det Danske Hedeselskab). Rauðgreni var lengi aðal jólatréð, en vegna sjúkdómahættu var hér sett innflutningsbann á rauðgreni undir 8 m hæð og stafafura. Það er líka innflutningsbann á norðmannspín (Abies nordmanniana) en það er veitt undanþága fyrir hann (pers. uppl. Þröstur Eysteinnsson, 2013). Fyrstu norðmannspínir voru fluttir til landsins 1952 en frá 1977 jókst innflutningur jafnt og þétt. Frá 1953 til ársins 1999 stóð Landgræðslusjóður (stofnaður 1944) fyrir innflutningi og sölu jólatrjáa til að afla fjár fyrir landgræðslu- og skógræktarstarfsemi (Hákon Bjarnason, 1977; Sigurður Blöndal og Skúli Gunnarsson, 1999), en á seinni árum hefur slíkur innflutningur að mestu verið stundaður af stærri verslunum eins og Blómavali og Garðheimum, en auk þessara aðila selja ýmis samtök jólatré sem lið í fjáröflun fyrir starfsemi sína.

Ræktun grenis hófst á Íslandi á árunum 1899-1905, meðal annars á Grund í Eyjafirði, Þingvöllum og Hallormsstað (Íslands Skovsag, 2007; Sigurður Blöndal og Skúli Björn

Gunnarsson, 1999). Gróðursetning á greni, aðallega rauðgreni, sem sérstaklega var ætlað til jólatrjáa hófst árið 1946. Gróðursetningin jókst frá 1951 aðallega hjá Skógrækt ríkisins (Sigurður Blöndal, 2007) og fór fram víða um land, meðal annars í Haukadal, Þjórsásdal, í Fnjóskadal og á Hallormsstað (pers. uppl. Kristinn Skæringsson, 2013). Algengt var að gróðursetja í rásir í birkikjarri og var þá gróðursett með 70-100 cm millibili meðal annars til að taka út sem jólatré. Úr þessum gróðursetningum voru fyrstu 292 trén höggvin og seld árið 1968 og framleiðsla íslenskra jólatrjáa var þar með formlega hafin (Þorbergur H. Jónsson, 1986).

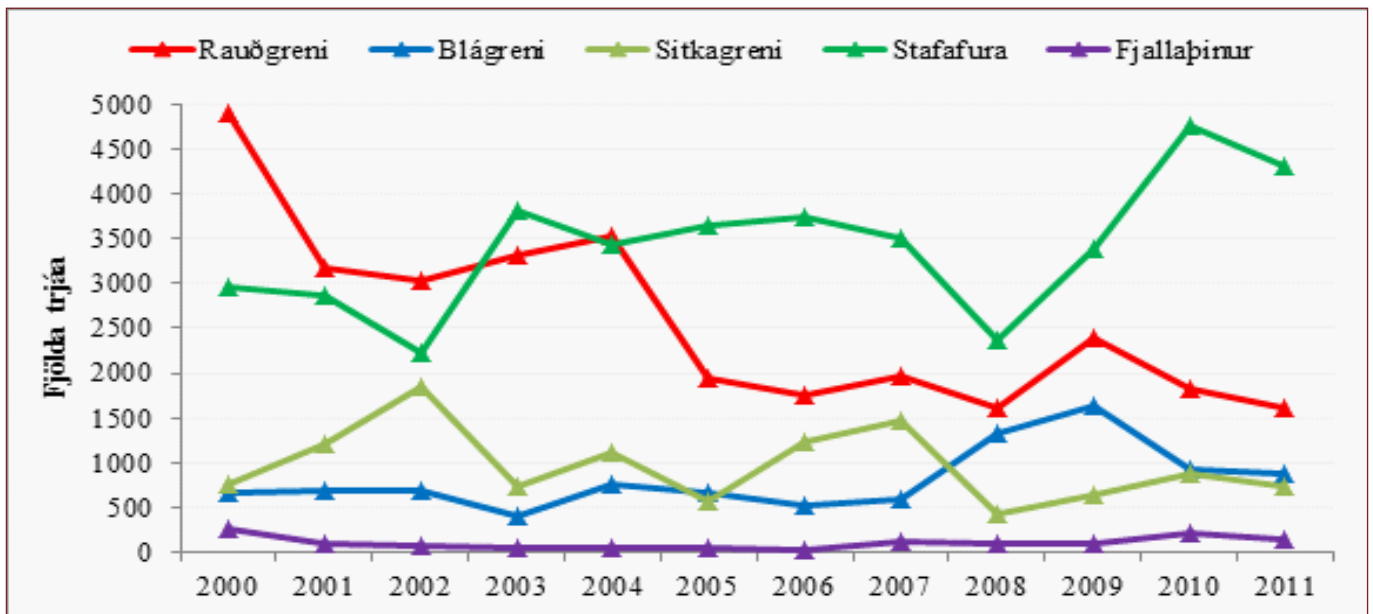
Framleiðsla íslenskra jólatrjáa

Jólatrjáarækt var frá upphafi verkefni hjá Skógrækt ríkisins og var mikill kraftur lagður í að gróðursetja tré svo hægt væri með tímanum að fullnægja þörf landsins fyrir jólatré. Skógræktarfélögin tóku líka þátt í gróðursetningu á jólatrjám á þessum tíma. Gróðursetning gekk samt fremur hægt til að byrja með og var erfitt starf með þeim tækjum sem þá voru fyrir hendi. Grenitré voru þá framleidd sem berrótarplöntur sem seinlegt var að gróðursetja, en þetta breyttist um 1960 þegar þýska “bjúgskóflan” kom til landsins. Bjúgskóflan var mun afkastameira gróðursetningartæki, og var hún notuð þar til bakkaplöntur tóku við á niendi áratugnum (Þröstur Eysteinnsson, pers. uppl. 2013).

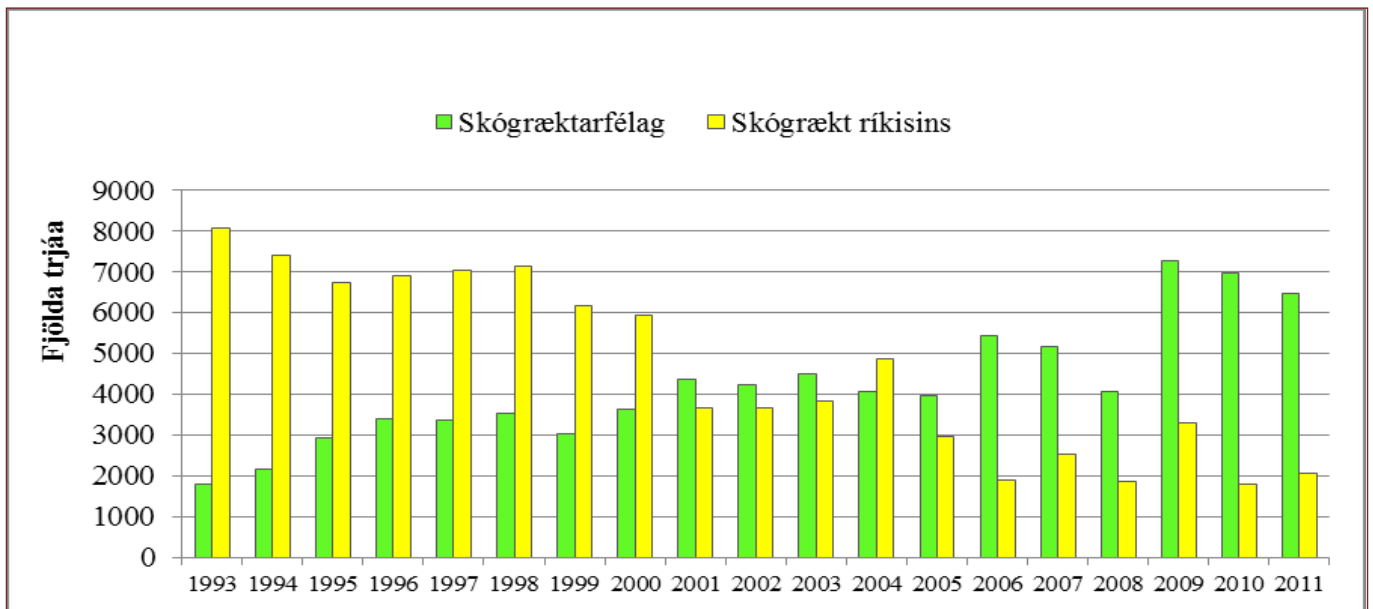
Tegundir sem var plantað til jólatrjáaræktunar voru stafafura, rauðgreni, blágreni, broddgreni (*Picea pungens*) og fjallaþinur (*Abies lasiocarpa*) (Þorbergur H. Jónsson, 1986). Rauðgreni var vinsælasta íslenska jólatréð í upphafi og seldist í mestu magni, þar á eftir kom stafafura. Frá 2003 snerist dæmið hinsvegar við og stafafura fór framúr rauðgreni. Þessa þróun má sjá í fjölda höggvina trjáteguna (Mynd 1). Sitkagreni (*Picea sitchensis*), blágreni og fjallaþinur voru líka seld en í miklu minna magni. Í dag er stafafura langmest selda jólatréð á Íslandi af þeim trjám sem eru framleitt hérlendis.

Jólatrjáaræktun gekk þó ekki áfallalaust. Veðurfarsáfall og skemmdir af völdum skordýra komu í veg fyrir þá uppskeru sem vonast var eftir og áhugi á markvissri jólatrjáaræktun minnkaði smám saman í takt við aukin innflutning á norðmannspíni frá Danmörku (Jón Geir Pétursson, 1993). Fram undir 1985 var algengt að gróðursetja greni inn í birkiskóga til að fá skjól, en um 1990 tók skógræktargeirinn þá ákvörðun að hætta að breyta birkiskógum á þennan hátt. Þetta átti það sinn þátt í að draga úr markvissri jólatrjáaræktun, sérstaklega ræktun rauðgrenis, sem þarf gott upphafsskjól.

Allt fram til ársins 2000 var Skógrækt ríkisins með mestu framleiðslu og sölu innlendra jólatrjáa (Mynd 2). Síðan dróst salan saman vegna minni gróðursetningar til jólatrjáaframleiðslu eftir 1990 og breyttar stefnu hjá Skógræktinni (Þröstur Eysteinnsson, 2008). Nú stendur Skógræktin aðallega fyrir sölu stærri rauðgrenitrjáa, svokallaðra torgrjáa, auk þess sem fólk heggur sjálft úr



Mynd 1. Höggvin jólatré á Íslandi frá 2000 til 2011. Myndina sýnir fjöldi trjáa sem voru höggvin og hvernig notkun rauðgrenis hefur minnkað og notkun stafafuru hefur aukist milli ára. (Upplýsingar frá Skógræktarritinu 2000-2011, sem árlega birtir yfirlit um jólatrjáasölu skógræktarfélaganna og Skógræktar ríkisins).



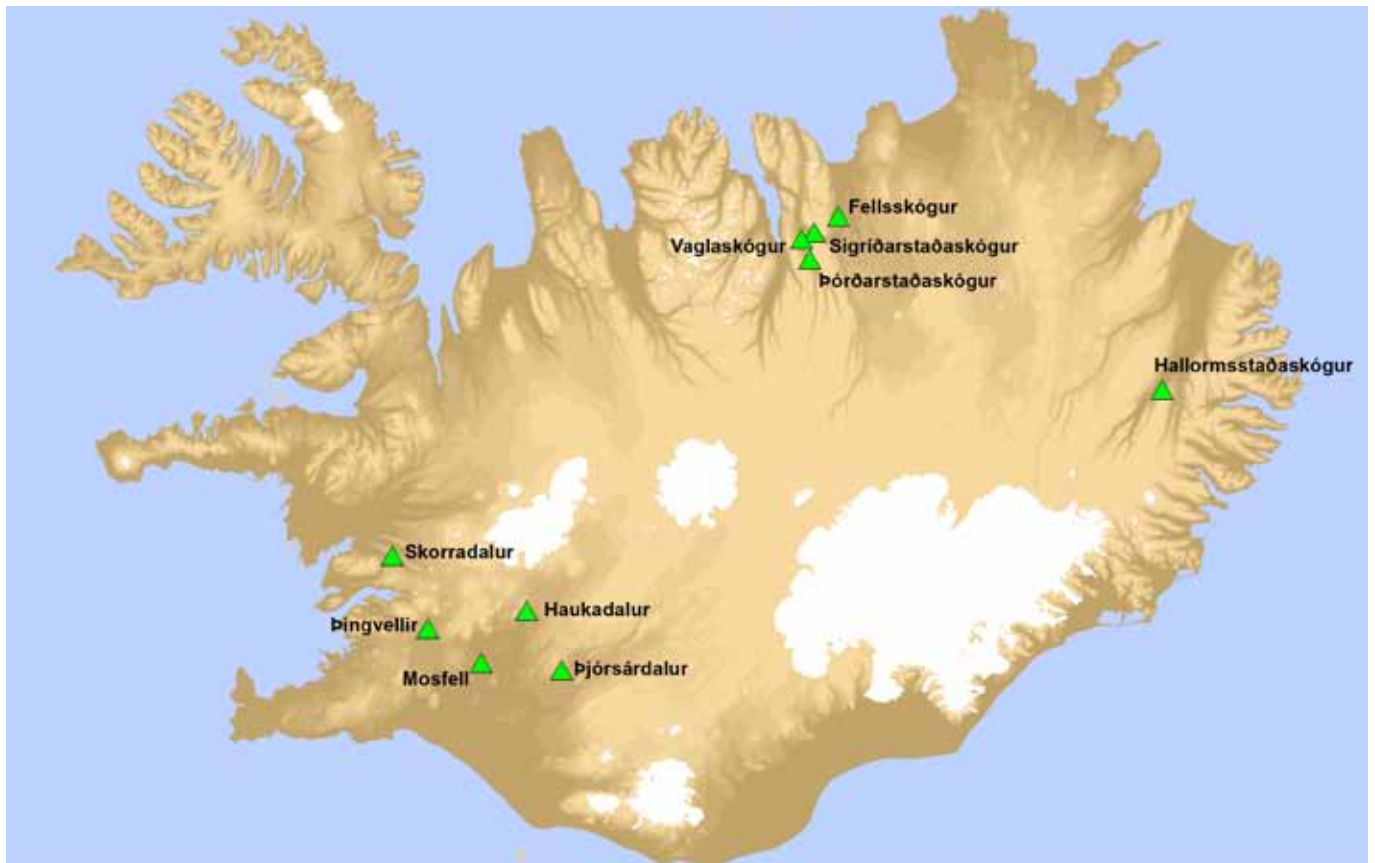
Mynd 2. Myndin sýnir hversu mörg jólatré eru höggvin árlega á Íslandi af Skógrækt ríkisins og skógræktarfélagunum (Upplýsingar úr Skógræktarritinu 1993-2011).

jólatrjáagróðursetningum í þjóðskógunum, t.d. í Haukadal, Skorradal, Vaglaskógi og Hallormsstað (Mynd 3).

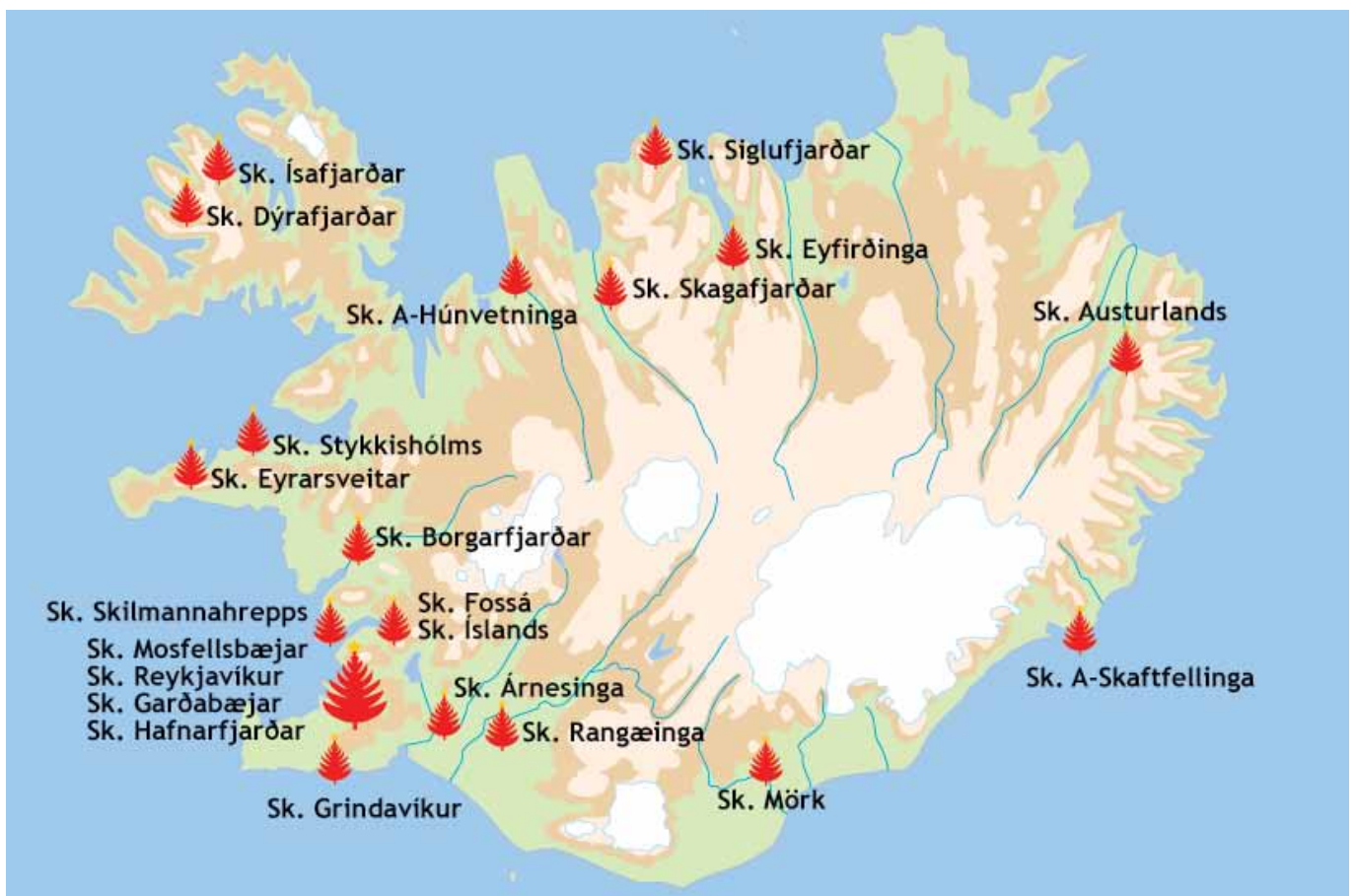
Frá 2001 hafa skógræktarfélagin verið leiðandi á jólatrjáamarkaði með innlend jólatré (Mynd 2). Skógræktarfélagin hafa nú um 70% af heildarsölu á íslenskum jólatrjám (Einar Gunnarsson, 2012). Skógræktarfélagin selja jólatré frá fjölmörgum stöðum um land allt (Mynd 4), en mesta framleiðslan, aðallega rauðgreni, kemur úr Brynjudal í Hvalfjarðarbotni, sem er í eigu Skógræktarfélags Íslands. Önnur skógræktarfélag selja mest stafafuru en einnig rauðgreni, sitkagreni og blágreni.

Undanfarin ár hafa skógarbændur, aðallega bændur tengdir Landshlutaverkefnum í skógrækt, bæst í hópinn. Þeir eru farnir að selja jólatré sem eru að mestu grisjunarefni frá ungskógum þeirra. Árið 2009 voru þeir, samkvæmt upplýsingum frá Einari Gunnarssyni (2010), með um 400 tré á markaði og um 900 tré árið 2010 (Einar Gunnarsson, 2011). Frá 2010 hafa skógarbændur verið formlega á skrá sem framleiðendur jólatrjáa.

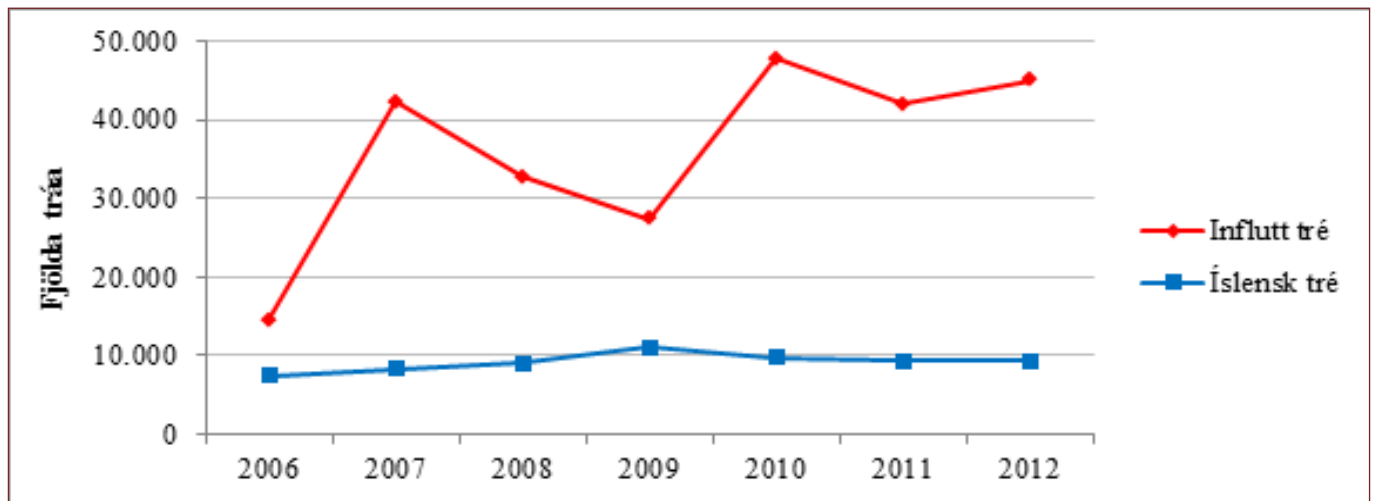
Árið 2011 hófst átaksverkefni til 15 ára í akurræktun jólatrjáa hjá Landsamtökum skógar-eigenda (LSE). Þátttakendur eru skógareigendur sem vilja rækta jólatré á ökrum eftir danskri fyrirmynd. Um 45 bændur víða um



Mynd 3. Yfirlit yfir jólatrjáaframleiðslustaði Skógræktar ríkisins árið 2013. Kortagerð Björn Traustason, Mógilsá.



Mynd 4. Yfirlit yfir sölu jólatrjáa frá skógræktarfélagum víða um land. Mynd frá Skógræktarfélagi Íslands (2012).



Mynd 5. Innflutt jólatré frá Danmörku og jólatré framleidd á Íslandi frá 2006 til 2012. Upplýsingar frá Danske Juletræer (Danmörku 2006-2012, og frá Skógrættarritinu 2006-2012).

land hafa skráð sig í verkefnið og munu hefja markvissa jólatrjáaræktun á næstu árum.

Innflutningur jólatrjáa á 21. öld

Um 1970 byrjuðu Danir að rækta eðalþin (*Abies procera*) en þó sérstaklega norðmannsþin á ökrum, sem fljótlega varð mjög vinsæll vegna góðrar barrheldni, fallegs litar og góðs ilms (Møller og Staun, 2001). Eftir innflutningsbann á rauðgreni til Íslands, tók norðmannsþinurinn yfir og náði strax miklum vinsældum, eins og áður sagði. Í dag eru nær öll innflutt jólatré til landsins af þessari tegund (Christensen, 2011). Danskur norðmannsþinur hefur verið ríkjandi hér á markaði í mörg ár og er enn. Árið 2012 var um 83% seldra lifandi jólatrjáa á Íslandi innfluttur danskur norðmannsþinur (Mynd 5).

Áhugi á innlendum jólatrjám jókst eftir efnahagshrunið 2008 og sala þeirra jókst aðeins árið eftir hrunið, en hefur síðan dalað örlítið aftur (Mynd 5). Framleiðslan á íslenskum jólatrjám er nú aðeins um 17% af heildarsölunni. Þetta lága hlutfall gefur sterka vísbendingu um að talsvert svigrúm sé til staðar til að auka hlutdeild íslenskra jólatrjáa á íslenskum markaði. Margir samverkandi þættir valda núverandi stöðu, svo sem brotakennd markaðssetning, oft erfitt aðgengi og ekki síst takmarkað framboð eru mikilvægir í því sambandi. Þó ber að nefna að það að fjölskyldur fari saman út í skóg og velji og höggvi sín eigin jólatré hefur færst mikið í vöxt á seinni árum, en hlutur íslenskra trjáa í lausasölu í þéttbýli hefur að sama skapi minnkað.

Innflutningur lifandi jólatrjáa til landsins er orðin hefð sem hefur gefið tilefni til margskonar umræðna í gegnum árin. Vitað er að innflutt jólatré, skrautgreinar og annað lifandi plöntuefni hafa borið skaðvalda til landsins. Þar má nefna sitkalús (*Elatobium abietinum*), köngulling (*Oligonychus ununguis*) og furulús (*Pineus pini*) sem allir hafa valdið miklu tjóni í íslenskum skógum (Guðmundur Halldórsson

og Halldór Sverrisson, 1997). Til viðbótar eru innflutt tré dýr lausn hvað varðar gjaldeyri, flutningskostnað og kolefnislosun við flutning og því er innflutningur jólatrjáa engan veginn sjálfbær. Af þessum sökum hefur höfundur mikinn áhuga á að stuðla að aukinni hlutdeild íslenskra jólatrjáa á innlendum markaði.

Jólatrjáaframleiðsla á ökrum erlendis

Notkun jólatrjáa er orðin hefð sem hefur breiðst út um allan heim og jólatré eru víða rækтуð fyrir heimamarkað og/eða til útflutnings. Í Danmörku eru jólatré og skrautgreinar rækтуð á um 35.000 ha, sem er svipað flatarmál og allir ræktaðir skógar hérlendis. Þar af eru 80% rækтуð á ökrum og um 20% í skóglendi. Í skóglendi er aðallega ræktaður eðalþinur sem notaður er til skrautgreinaframleiðslu (Christensen, 2011).

Ræktunaraðferðir Dana eru orðnar mjög tæknivæddar og skilvirkar. Mikið er notað af vélum sem eru sérhannaðar fyrir jólatrjáaræktun (Mynd 6). Um 5000 ársverk eru unnin í tengslum við jólatrjáaræktun í Danmörku (Christensen, 2011).

Danmörk er leiðandi í framleiðslu jólatrjáa til útflutnings í heiminum samkvæmt Christensen (2011). Þar kemur fram að um 9 milljónir norðmannsþina eru framleiddar til útflutnings á hverju ári og um 1 milljón er framleidd fyrir heimamarkað í Danmörku. Þýskaland er stærsti kaupandinn, kaupir um 51% trjáanna, en lönd eins og Frakkland, Bretland, Belgía, Pólland og Noregur eru líka meðal helstu kaupenda. Alls nemur árlegt verðmæti útfluttra jólatrjáa frá Danmörku um 31 milljörðum íslenskra króna (1,5 milljarði danskra króna eða 198 milljónum evra). Fyrir utan norðmannsþin eru framleidd um 35.000 tonn af eðalþin, aðallega skrautgreinar, ásamt rauðgreni sem enn er eftirspurn eftir á heimamarkaði í Danmörku. Jólatré og skrautgreinar hafa því mjög mikla þýðingu fyrir danskan útflutning.

Þýskaland er hinsvegar stærsti framleiðandi jólatrjáa í



Mynd 6. „Portaltraktorar“ eru sérhönnuð tæki sem notuð eru við akurræktun jólatrjáa í Danmörku. Tvær mismunandi tegundir af slíkum vélum frá fyrirtækinu JUTEK, sem báðar eru að úða plöntuvarnarefnum í reiti með norðmannspín, eru sýndar hér. Ljósmynd Else Möller.

Evrópu og framleiðir árlega um 24 milljónir trjáa, aðallega fyrir heimamarkað. Um 1% af framleiðslu í Þýskalandi fer til útflutnings til nágrannalöndanna (Austurríkis, Sviss og Póllands). Um 75.000 ha lands eru undir jólatrjáaræktun í Þýskalandi, aðallega akrar, en líka fjallshlíðar (Weber, 2011). Í Þýskalandi er norðmannspínur algengasta tegundin, en blágreni og fjallapínur eru líka framleiddar, ásamt pottatrjám (framleidd og seld í pottum) sem eru mjög vinsælt á þýska markaðnum. Þýsk jólatrjáaræktun er einnig mjög vel skipulögð og skilvirk (Weber, 2011). Þar er gróðursett þétt (11.100 tré á ha, eða um 90 cm á milli plantna að jafnaði), eingöngu notaðar stórar berrótarplöntur (2/1), ræktunarsvæðinu haldið án alls samkeppnisgróðurs með plöntuvarnarefnum og er ræktunarlotan um um 8 ár að jafnaði. Fyrir vikið ná Þjóðverjar um 90-95% nýtingarhlutfalli (Weber, 2011).

Í Noregi var rauðgreni lengi, eins og víðar, aðaltegundin sem jólatré (Hilde o.fl., 2008), en þegar Danir byrjuðu að flytja út norðmannspín varð hann fljótt vinsæll og er það enn. Árið 1998 byrjuðu Norðmenn markvisst að framleiða jólatré fyrir heimamarkað. Þeir leggja sérstaka áherslu á fjallapín, sem þrífst vel víða í Noregi og er mjög vinsæll hjá neytendum. Stefnan í Noregi er að framleiðsla jólatrjáa geti fullnægt innanlandsmarkaði og að minnka þannig innflutning jólatrjáa frá Danmörku. Auk þess er stefnt að útflutningi á fjallapín í framtíðinni (Hilde o.fl., 2008).

Í Finnlandi var lengi hefð fyrir að fara út í skóg og ná sér í tré, oftast rauðgreni, en þetta er nú bannað nema með leyfi skógareiganda (Heikkinen, 2010). Þar með hefur áhuginn á eðalþin aukist og líka áhuginn fyrir markvissri jólatrjáaræktun. Finnar eru farnir að rækta jólatré á ökrum, aðallega rauðgreni, fjallapín og norðmannspín og samtals eru

þar um 1000 ha komnir í ræktun. Framleiðslan er að aukast, en þó ekki nóg til að fullnægja eftirspurn og því eru flutt inn um 1,5 milljónir trjáa á ári, mest frá Danmörku og Noregi (Heikkinen, 2010).

Í Svíþjóð er mjög sterk hefð fyrir að nota jólatré og rauðgreni er enn „Hið eina sanna jólatré“ (Mainz og Christensen, 2006). Árið 2005 voru um 80% seldra trjáa rauðgreni og 20% aðrar tegundir, aðallega norðmannspínur og skógarfura (*Pinus sylvestris*). Í Svíþjóð koma trén aðallega sem grisjunarefni frá skógrækt á útjörð og lítil hefð hefur verið fyrir því að rækta jólatré á ökrum. Sviar hafa framleitt og selt (opinberlega) um 2,8 milljónir trjáa árlega á heimamarkaði og jafnframt flutt út um 25.000 tré (Mainz og Christensen, 2006). Undanfarin ár hefur norðmannspínur verðið fluttur inn frá Danmörku og hefur náð um helmingi af markaði. Það er hægt að rækta norðmannspín í suðurhluta Svíþjóðar en skógareigendur og bændur þar hafa mjög takmarkaðan áhuga á jólatrjáaræktun á ökrum (Mainz og Christensen, 2006).

Í Bandaríkjunum hófst jólatrjáasala formlega árið 1860 (Burden, 2012). Aðallega var um að ræða tré sem voru tekin úr skógum. Nú eru þar framleiddar um 13 milljónir jólatrjáa á ári. Framleiðslan fer fram í 45 ríkjum, en í mismiklu magni og samtals er ræktunarsvæðið um 87.000 ha. Mesta ræktunin fer fram í Oregon (4,9 milljónir trjáa), North Carolina (2,8 milljónir trjáa) og í Michigan (1,2 milljónir trjáa) (Burden, 2012). Frá Oregon er mikill útflutningur til Mexíco sem kaupir um 90% sinna jólatrjáa frá Bandaríkjunum (Burden, 2012). Tegundanotkun fyrir jólatré er mjög breytileg milli ríkja, en eðalþinur, dögglingsviður (*Pseudotsuga menziesii*), balsamþinur (*Abies balsamea*) og fraserþinur (*Abies fraseri*) eru allt mjög vinsælar tegundir, en skógarfura og broddgreni eru

líka notuð (Kobiha o.fl. 2009). Í bandarískri jólatrjáaræktun á ökrum er lögð mikil áhersla á að ná sem flestum gæðatrjám á sem stystum tíma (Burden, 2012). Ræktunarsvæðið er jarðunnið fyrir gróðursetningu og síðan haldið algjörlega lausu við samkeppnisgróður með plöntuvarnarefnum. Vökvunarkerfi er notað eftir þörfum fyrstu árin eftir gróðursetningu og eitrað er reglulega gegn skaðvöldum. Áburðargjöf byrjar rétt eftir gróðursetningu og eykst eftir því sem trén stækka. Mikil vinna er lögð í umhirðu allt frá gróðursetningu til lokahöggs. Öll tré eru klippt í keiluform og snyrt á hverju ári fram til lokahöggs sem fer fram þegar trén eru frá 1,80 til 2,20 m á hæð. Ræktunarlotan er almennt um 10 ár frá gróðursetningu. Jólatrjáaframleiðslan í Bandaríkjunum hefur farið minnkandi á seinni árum vegna gervijólatrjáa sem verða sífellt vinsælli þar í landi (Burden, 2012).

Aðferðir við jólatrjáaræktun eru mismunandi milli landa, eins og sést á yfirlitinu hér að ofan, en þaulræktun á ökrum og sérþróuð vélanotkun allstaðar algeng þar sem framleiðslumagnið er mikið (Mainz og Christensen, 2006; Hilde o.fl., 2008; Burden 2012). Samkvæmt sömu heimildum er norðmannsþinur algengasta jólatréð í Evrópu, en eðalþinur í Bandaríkjunum. Mikill kostnaður og vinna fer í að halda ræktunarsvæðinu lausu við samkeppnisgróður, trjámum lausum við skordýr og sveppasjúkdóma. Einnig er lögð áhersla á áburðargjöf og vökvun til að ná sem hröðustum vexti, góðri nýtingu og sem stystum framleiðslutíma. Mikil fjárfesting er í þessari framleiðslu sem kallar á markvissar ræktunaraðferðir, nákvæmni og fagmennsku. Við Íslendingar getum mikið lært af öðrum þegar við hefjum að þróa þessar aðferðir fyrir íslenskar aðstæður.

Eldri tilraunir með jólatrjáaræktun á Íslandi

Reynslan hefur sýnt að hægt er að rækta jólatré í útjörð á Íslandi ef réttu tegundirnar og rétt kvæmi eru valin. Mismunandi tilraunir með tegundaval, kvæmaval og ræktunaraðferðir hafa verið settar út víða um land og talsverð reynsla hefur safnast. Þó hefur gengið illa að halda utan um reynsluna og lítið hefur verið skrifið um jólatrjáaræktun við íslenskar aðstæður. Bestu heimildirnar er að finna í Skógræktarritinu frá Skógræktarfélagi Íslands, sem árlega síðan 1930 hefur gefið út upplýsingar um fjölda höggvina jólatrjáa á landsvísi.

Skógrækt ríkisins hóf jólatrjáaræktun með því að gróðursetja jólatrjáalundi meðal annars á Hallormsstað, í Skorradal, í Vaglaskógi, í Fellsskógi og í Haukadal í Biskupstungum (Jón Geir Pétursson, 1993). Nýjar tilraunir með mismunandi markmið hafa síðan ítrekað verið settar út á vegum Skógræktar ríkisins. Upplýsingar um íslenskar tilraunir sem birtast hér eru aðallega byggðar á munnlegum upplýsingum frá (fyrrum) starfsmönnum Skógrækt ríkisins og öðrum sem hafa verið í tengslum við tilraunirnar. Líklegast er einungis um að ræða brot af þeim tilraunum sem hafa farið

fram síðan áhuginn á barrtrjám sem jólatrjám vaknaði:

I. Á Hallormsstað var sett út óformleg tilraun 1991 með blágreni (kv: Rio Grande) og mismunandi aðferðir við að „þekja“ til að sporna gegn samkeppnisgróðri, notað var; lerkikurl og sandur (pers. uppl. Þór Þorfinnsson, 2013).

II. Tilraun með rauðgreni (kv. Leirfjord og Hemnes) var gróðursett 2002 inni eldri rauðgrenireit á Hallormsstöðum. Það dafnaði vel, þrátt fyrir skemmdir vegna köngullings og töluvert af trjám voru höggvin og seld úr reitnum (pers. uppl. Þór Þorfinnsson, 2013).

III. Í Þjórsárdal, Haukadal, Fljótsdal og í Prestsbakkakoti var tilraun með 40 mismunandi kvæmi af rauðgreni sett upp 2003. Í Haukadal voru kvæmi frá Sviss með bestu lifun og vöxt (pers. uppl. Hreinn Óskarsson, 2013) en í Prestsbakkakoti voru kvæmi frá Þýskalandi og Austurríki best (pers. uppl. Sólveig Pálsdóttir, 2013). Í Þjórsárdal og Fljótsdal mistókst tilraunin (pers. uppl. Hreinn Óskarsson, 2013). Tilraunin hefur ekki enn verið tekin út.

IV. Á Hallormsstað, í Haukadal og Vöglum eru einnig mismunandi kvæmatilraunir með fjallapin undir skermi og á berangri (pers. uppl. Sigurður Skúlason, 2012). Sjá nánar næsta kafla.

V. Á Suðurlandi var tilraun sett út með blágreni undir birkiskerm við Sólheima 1992 og 1994 var önnur tilraun með blágreni og stafafuru í birkikjarri sett út á Snæfoksstöðum. Engar niðurstöður hafa verið birtar frá þessum tilraunum, en þær sýndu að blágreni þrífst vel undir birkiskermi og að stafafura er kjörin tegund á Suðurlandi á svæðum eins og á Snæfoksstöðum (pers. uppl. Böðvar Guðmundsson, 2012).

VI. Tilraun með hrossabeit og notkun plöntuvarnarefna í jólatrjáareitum var sett út á Tuma-stöðum 2005 en hún mistókst og trén köfnuðu í grasi (pers. uppl. Böðvar Guðmundsson, 2012).

VII. Árið 1998 var áburðartilraun með rauðgreni og stafafuru sett út á berangri í Þjórsárdal en það voru svo mikil afföll hjá báðum tegundum að tilraunin var afskrifuð (pers. uppl. Hreinn Óskarsson, 2012).

VIII. Skógræktarfélag Íslands stundar umfangsmikla jólatrjáaræktun í Brynjudal, í Hvalfjarðarbotni og hefur sett þar út ýmsar minni tilraunir á seinni árum. Þar er nú umfangsmikil ræktun af rauðgreni til jólatrjáa í góðu skjóli eldri skóga, og hefur árangurinn verið góður (pers. uppl. Bjarni D. Sigurðsson).

IX. Böðvar Guðmundsson hefur gert úttekt á kvæmatilraun fyrir fjallapin og blágreni 2001 og 2009 á Hallormsstað og í Þjórsárdal (Böðvar Guðmundsson, 2001).

Ýmislegt hefur því verið reynt á Íslandi tengt jólatrjáaræktun og margt hefur breyst síðan fyrstu tilraunirnar voru settar út. Enn vantar þó mikla þekkingu, skilning og reynslu á þessari sérgrein, sem þrátt fyrir margar misheppnaðar tilraunir, hefur jólatrjáaræktun reynst vera bæði framkvæmanleg og arðbær ef rétt er að verki staðið (pers. uppl. Eymundur Magnússon, Vallarnesi, 2013).

Norrænt samstarfsverkefni um ræktun fjallapins

Stórt norrænt samstarfsverkefni um fjallapinsræktun hófst 1999-2002 í Danmörku, Noregi, Finnlandi og á Íslandi (Hansen o.fl., 2004; Hilde o.fl., 2004; Brynjar Skúlason, 2012). Markmið verkefnisins var að kanna mismunandi þætti tengda jólatrjáaræktun með fjallapin á Norðurlöndunum. Áhersla var lögð á og að kanna breytileika milli mismunandi kvæma með tilliti til lifunar og vaxtar, gagnvart frostþoli, áburðaráhrifum, plöntugerð (berrótaplöntur eða bakkaplöntur), lit og barrheldni. Einnig að kanna áhrif samkeppnisgróðurs á lifun og vöxt og þol fjallapins gegn plöntuvarnarefninu Roundup. Gróðursett var í reiti með fjallapin á mismunandi stöðum í Danmörku, Noregi, Finnlandi og á Íslandi (Hansen o.fl., 2004). Samkvæmt þeirri heimild þá datt Finnland út eftir fyrsta árið vegna mikilla affalla og nokkur mismunur var á framkvæmd tilraunarinnar á öðrum stöðum vegna mismunandi ástæðna.

Á Íslandi fór tilraunin fram í Haukadal í Biskupstungum, á Vöglum í Fnjóskadal, á Hafursár í Vallahreppi og á Höfða á Fljótshéraði. Niðurstöður sýndu að mikill munur var milli kvæma með tilliti til eiginleika þeirra (Brynjar Skúlason, 2012). Samkvæmt Brynjari Skúlásyni var fjallapinur almennt mjög viðkvæmur fyrir samkeppnisgróðri þar sem lifun og vöxtur minnkaði með aukinni samkeppni. Hins vegar jókst lifun og vöxtur þegar samkeppnisgróðri var haldið niðri með plastþakningu jarðvegs eða með Roundup. Fjallapinurinn þoldi heilúðun með Roundup að hausti þegar hann var kominn í vetradvala (Hansen o.fl., 2004).

Úttekt var gerð á íslenska hluta tilraunarinnar árið 2011 og bentu niðurstöður til þess að suðlæg háfjallakvæmi frá Arizona, Utah og New Mexico, sem flokkast sem sérstakt afbrigði af fjallapin (var. arizonica), komi best út og séu líklegust sem jólatré til framtíðar við íslenskar aðstæður (Brynjar Skúlason, 2012). Ályktanir sem draga má af þessari rannsókn eru að með réttu kvæmavali á réttum stað muni fjallapinur vera góður kostur við íslenskar aðstæður og hægt verði að ná lifun hans upp í 70-90% (Brynjar Skúlason, 2012). Fleiri rannsóknir tengdar fjallapini munu væntanlega fara af stað á komandi árum og miklar vonir er bundnar við fjallapin hér, líkt og í Noregi. Brynjar Skúlason er nú að vinna úr niðurstöðum þessa rannsóknaverkefnis sem hluta af doktorsverkefni sínu við Kaupmannahafnarháskóla.

Yfirlit yfir nýjar ræktunartilraunir jólatrjáa

1. Hraðrækt jólatrjáa á ökrum

Fyrsta langtímaverkefni á hraðrækt jólatrjáa á ökrum var sett út á Hvanneyri 2009, eins og áður sagði. Markmið verkefnisins er að hefja aðlögun á dönsku aðferðunum, þar sem gróðursett er í frjósamt land, að íslenskum aðstæðum. Þrjár trjátegunir; rauðgreni, stafafura og blágreni, sem allt eru vinsæl jólatré á Íslandi, voru valdar. Verkefnið er skipulagt til 10-15 ára, þ.e. yfir eina heila ræktunarlötu í hraðræktun jólatrjáa á ökrum. Vesturlandsskógar styrktu plöntukaup og aðstoðuðu við gróðursetningu á Hvanneyri. Fyrstu niðurstöður voru birtar í BS ritgerð „Lifun ungplantna og áhrif mismunandi áburðarmeðferðar“, (Else Möller, 2010) og í Skógræktarritinu (Else Möller o.fl. 2010). Fleiri áfangar hafa verið settir út síðar, sjá hér á eftir og á tímabilinu verður fylgst með áhrifum áburðargjafar og annarrar umhirðu á lifun og vöxt, svo og áhrifum vaxtarstýringar á útlitsleg gæði.

1.1. Áhrif hraukunar á lifun

Árið 2010 könnuðu Bjarni Diðrik Sigurðsson og fleiri áhrif hraukunar á lifun og vöxt stafafuru sem gróðursett var á akur á Hvanneyri samhliða aðal tilrauninni. Niðurstöður voru birtar í Riti Mógilsár Rannsóknastöðvar skógræktar 2012, „Hraukun eykur lifun og vöxt jólatrjáa sem ræktuð eru á ökrum“ (Bjarni D. Sigurðsson o.fl., 2012).

1.2. Hraðrækt jólatrjáa á ökrum, stækkuð rannsókn

Ræktunartilraunin var stækkuð árið 2011 þegar tveimur skógræktarjörðum, Kríthóli í Skagafirði (Norðurland) og Prestbakkakoti á Síðu (Suðurland), var bætt inn í verkefnið. Aðalmarkmið þessa hluta verkefnisins er að fá traustara mat á hvaða tegundir henta best við akurræktun, hvaða áburðarmeðferðir gefa bestan vöxt og hvaða eitrunarmeðferð (Roundup) hentar best til að hamla samkeppnisgróðri. Skjóláhrif á lifun og vöxt plantna verða einnig könnuð. Norðurlandsskógar og Suðurlandsskógar styrku þennan hluta rannsóknirnar með skógarplöntum, en skógarbændurnir munu sjálfir annast alla umhirðu rannsóknareitanna í samvinnu við rannsakendur (LbHÍ). Niðurstöður fyrsta áfanga þessara tilrauna (2011-2012), auk niðurstaðna úr tilrauninni á Hvanneyri fyrir tímabilið 2009 -2012 voru birtar í MS ritgerðinni „Áhrif mismunandi ræktunaraðferða á lifun, vöxt og þroska jólatrjáa á fyrstu vaxtarstigum“ (Else Möller, 2013). Einnig hafa niðurstöður verið birtar í Riti Mógilsár Rannsóknastöðvar skógræktar 2013, „Áhrif mismunandi ræktunaraðferða á lifun og vöxt jólatrjáa á fyrstu vaxtarstigum á ökrum“ (Else Möller o.fl. 2013).

1.3 Stjórnun á toppvexti stafafuru

Í tengslum við MS rannsóknarverkefni Else Möller voru fleiri tilraunir settar út á Fljótshéraði 2010, á bæjunum Ás, Brekkugerði og Setberg og síðan 2012, á bæjunum Skógagerði, Stóra-Sandfell og Víðivallagerði til að þróa aðferðir og kanna notagildi „topp-stopp tangar“ við að stjórna



Mynd 7. „Topp-stopp-töng” sem hægir á vexti toppsins með því að særa vaxtarlagið (Ljósmynd Else Möller).

toppvexti stafafuru (Mynd 7), en sú aðferð hefur verið þróuð fyrir norðmannspín í Danmörku og hafði ekki verið notuð áður fyrir stafafuru.

Fyrstu niðurstöður úr þessum tilraunum voru kynntar á Fagráðstefnu skógræktar 2012, „Ný og áhrifarík aðferða til að auka þéttleika stafafuru og gæði hennar“ (Else Möller, 2012) og í grein á ensku „Top-Stop Nipper, a Method to Reduce Leader Growth in Lodgepole Pine. A Way to Improve its Quality as a Christmas Tree“ (Else Möller, 2013) sem er fylgigrein með fyrrgreindri MS ritgerð. Það stendur til að birta greinin í vísindaritinu „HortTechnology“ 2014. Niðurstöður verða einnig birtar í danska tímaritinu „Nåledrys“ 2014.

2. Formun á stafafuru

Ný tilraun með formun stafafuru var sett út í landi Höfða á Fljótsdalshéraði í samvinnu við Skógrækt ríkisins vorið 2012. Tilraunin á að vara í 4 ár og verða trén meðhöndluð með mismunandi aðferðum (engin meðhöndlun, ýmiskonar brumbrot og vaxtarhömlun með topp-stopp tönginni) til að kanna hvaða aðferð gefur söluvænsta form. Trén verða enn fremur mæld til að fylgjast með vaxtarhraða og mun á toppvexti eftir meðferðum. Niðurstöður úr tilrauninni munu væntanlega liggja fyrir árið 2017.

3. Áhrif niðurbrotsmassa frá ánamöðkum á lifun og vöxt jólatrjáa

Tilraun var sett út í Brekkuseli á Fljótsdalshéraði vorið 2012 í samvinnu við skógarbóndann Guðmund Aðalsteinsson. Verkefnið snýst um „annars konar“ áburðargjöf. Athugað verður hvor hægt er að bæta lifun og vöxt jólatrjáa með því að nota niðurbrotsmassa frá ánamöðkum sem lífrænan áburð. Tilraunin er sett upp sem blokkatilraun þar sem

tilraunarbreytur eru niðurbrotsmassinn sem lífrænn áburður, ólífrænn áburður (Blákorn) og viðmið þar sem ekki er borið á. Verkefnið var stutt með fjárstuðningi frá Héraðs- og Austurlandsskógum og trjáplöntum frá Sólskógum. Fyrstu niðurstöður tilraunarinnar munu væntanlega liggja fyrir árið 2014.

4. Áhugahópar skógarbænda

Landsamtök skógaeigenda (LSE) stofnuðu árið 2011 áhugahópa með skógabændum víða um land, með það í huga að hefja þróunar- og rannsóknavinnu tengda hraðræktun jólatrjáa á ökrum. Um 40 bændur um land allt hafa nú þegar skráð sig í verkefnið. Þátttakendur eru mis langt komnir og fara almennt mjög hægt af stað. Flestir eru að undirbúa ræktunarsvæðið, meðal annars með ræktun skjólbelta. Skýrsla um stöðu verkefnisins á Norður- og Austurlandi var unnin fyrir Landsamtök skógaeigenda í nóvember 2013 (Else Möller og Hrönn Guðmundsdóttir, 2013). Sambærileg skýrsla um stöðu verkefnisins á Suður- og Vesturlandi verður unnin 2014.

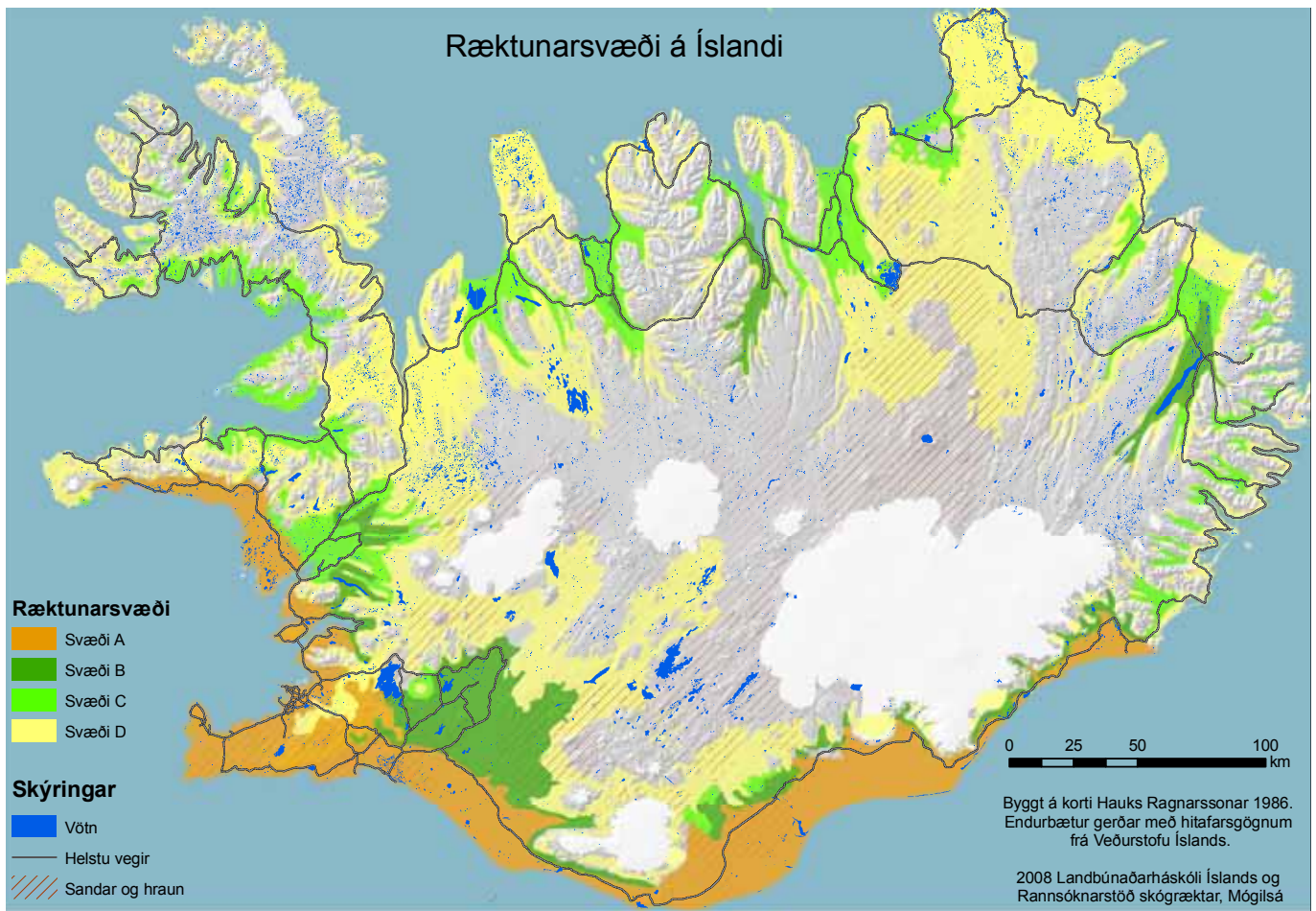
5. Þróun aðferða við hraðræktun jólatrjáa á íslenskum ökrum

Framleiðnisjóður landbúnaðarins styrkti árið 2013 rannsókn- og þróunarverkefnið „Þróun aðferða við hraðræktun jólatrjáa á íslenskum ökrum“, sem er samvinnuverkefni milli höfundar, LSE, LbhÍ og Mógilsár. Þar er í raun verið að tengja saman verkefni 1-4 sem voru talin upp hér á undan. Það er von höfundar að með því náist að tengja betur saman hagnýta reynslu jólatrjáaræktenda og nýjustu niðurstöður úr rannsóknum. Þessi skýrsla er m.a. unnin í tengslum við þetta verkefni.

Aðstæður til jólatrjáaræktunar á Íslandi

Hingað til hefur jólatrjáaræktun á Íslandi aðallega farið fram í skóglausum úthaga, í eldri ræktuðum skógum eða í birkikjarri (Jón Geir Pétursson, 1993; Else Möller, 2010). Algengt var, og er enn, að hirða jólatré úr ungskógi sem aðallega er ætlaður til timburframleiðslu og oft eru þá fallegustu trén tekin og gæði skógarins sem eftir stendur minnkuð (Jón Geir Pétursson, 1993). Þessi aðferð hefur þó reynst vel við grisjun ungskógar, en er frekar óskilvirk við framleiðslu jólatrjáa.

Til að geta framleitt það magn sem þyrfti til að fullnægja aukinni eftirspurn á heimamarkaði hér er nauðsynlegt að uppfæra ræktunaraðferðir, til dæmis með akurræktun og markvissari umhirðu jólatrjáa sem ræktuð eru í skóglendi. Til að akurrækt heppnist er mikilvægt að finna staði og ræktunarland sem eru hentugt fyrir þetta ræktunarform. Staði sem eru með góð vaxtarskilyrði, gott skjól og gjarnan nálægt aðal markaði, þar sem flutningskostnaður, ásamt lengd vaxtarlotu og hlutfalli nothæfra trjáa, ræður miklu um arðsemi jólatrjáaræktunar (Lundquist, 1997). Ennfremur er mikilvægt að þeir sem fara út í þessa sérgrein hafi áhuga, þolinmæði og vilja til að taka þátt í að byggja smátt og smátt upp þá reynslu



Mynd 8. Ræktunarsvæði á Íslandi flokkuð eftir vaxtarskilyrðum og hentugleika til skógræktar (A, B, C og D) í mismunandi landshlutum, byggt á korti Hauks Ragnarssonar 1986. Kortíð er frá Yndisgróður (2013; birt með leyfi Samson B. Harðarsonar).

og þekkingu sem þarf til. Jólatrjáræktun hefur víða, meðal annars í Danmörku, verið mjög hagkvæm og afkastamikil atvinnugrein undanfarin ár (Christensen, 2011), en hún krefst stöðugar athygli, eftirfylgni og faglegra vinnubragða. Í því sambandi má geta þess að almennt er talið að ræktun og umhirða 2-3 ha jólatrjáakra skapi um eitt ársverk (Costello o.fl. 2007).

Hér á eftir verður fjallað um nokkur mikilvæg atriði tengd staðarvali og vaxtarskilyrðum sem skipta máli fyrir markvissa og skilvirka jólatrjáræktun hérlendis.

Staðarval

Það er vel þekkt erlendis að það að velja rétt ræktunarsvæði með tilliti til vaxtarskilyrða er lykilatriði fyrir velheppnaða jólatrjáræktun og árangurinn veltur fyrst og fremst því (Nordborg og Nilsson, 2003; Christensen o.fl., 2006; Cregg o.fl., 2009; Luoranan o.fl., 2011). Þegar leitað er að góðu ræktunarsvæði eru þættir eins og halli, raki, skjól, jarðvegur og aðgengi atriði sem ber að hafa í huga (Lundquist, 1997; Christensen o.fl., 2006).

Ísland er eyja og meirihluti ræktanlegs lands er á

hafrænum svæðum á láglandi sem einkennast af óstöðugu veðurfari og umhleyplingum. Vaxtarsvæði með mismunandi vaxtarskilyrði fyrir skógrækt voru skilgreind af Hauki Ragnarssyni (Sigurður Blöndal, 1987). Skilgreiningar á vaxtarsvæðum hafa verið endurskoðaðar og bættar með tilliti til breytts veðurfars (Samson B. Harðarson, 2013b) og eru svæðin sýnd á Mynd 8. Þar er landinu skipt upp í fjögur ræktunarsvæði:

- A: Hafrænt svæði, erfið skógræktarskilyrði, nema á skjólgóðum stöðum.
- B: Líklegustu svæðin til samfelldrar skógræktar.
- C: Svæði þar sem víða má finna sæmileg skógræktarsvæði, einkum er dregur frá sjó.
- D: Svæði sem ekki henta til skógræktar, trjárækt getur komið til greina á skjólbestum stöðum (Samson B. Harðarson, 2013b).

Landslag

Landslag (e. topography) á ræktunarsvæðinu er mikilvægur þáttur sem brýnt er að taka mið af við skipulagningu. Ræktun á flatlandi og í dældum getur verið varasöm vegna aukinnar hættu á úteislunarfrosti að hausti og vori (Lundquist, 1997). Ræktun í brekkum með 5-8° halla hentar best til að forðast frostpolla (Lundquist, 1997). Ef svæðið hallar móti

suðri eykst inngeislun frá sólinni og vaxtartíminn lengist. Hinsvegar er aukin hætta á dægursveiflum snemma vors sem geta leitt til vorsviðnunar og ofþornunar eða frostsKemmda ef trén brjóta vetrarvalann of snemma á slíkum svæðum (Luoranen o.fl., 2005). Ef svæðið hallar á móti norðri er minni hætta á dægursveiflum á vorin og því minni hætta á skemmdum, en það mun stytta vaxtartímann (Hilde o.fl., 2008).

Aðgengi

Of oft gleymist að skoða aðgengi þegar jólatrjáaráæktun er valin staður. Við akurræktun er trjánum sinnt allan ársins hring og því er ráðlegt að hafa ræktunarsvæðið nálægt opinberum vegum eða vegum með nægilegt burðarþol fyrir umferð tækja og tóla sem nota þarf við ræktunina. Annarsvegar til að auðvelda umferð til og frá svæðinu og hinsvegar til að tryggja aðgengi yfir vetrartímann. Við jólatrjáaráæktun fer lokahögg fram í nóvember og desember og því er mikilvægt að tryggja aðgengi að svæðinu á þeim tíma (Lundquist, 1997; Christensen, o.fl., 2006).

Eins er mikilvægt að hafa gott aðgengi innan ræktunarsvæðisins með því að leggja út slóðir (um 3 m breiðar) með ákveðnu millibili. Á stærri ræktunarsvæðum er mælt með að hafa 20 raðir af trjám milli slóða (um 24 m) (Christensen o.fl., 2006). Með þessu skipulagi er hægt að vélvæða ræktunarferlið og framkvæma flestar aðgerðir með dráttarvélum og tækjum sem notuð eru í ræktuninni (Christensen o.fl., 2006). Slóðirnar eru grasi grónar og slegnar yfir sumarið, til að auðvelda umgengni og vernda jarðveginn fyrir skemmdum af umferð. Grassvörðurinn kemur líka í veg fyrir að trén verði forug þegar þau eru dregin um svæðið við lokahögg (Lundquist, 1997).

Skjól

Vindur er óumdeilt vandamál í nýgróðursetningum og stöðugt vindálag hefur neikvæð áhrif á lifun og vöxt unglantna (Bodin, 2007). Óhófleg vindáhrif geta leitt til vaxtarstöðvunar, barrtaps, toppbrots, ofþornunar sem skemmir útlit, minnka gæði trjáa og of mikil vindáhrif geta jafnvel valdið að að fyrsta vaxtarlotan, áður en skógarskjól hefur skapast, verði ónothæf sem uppskera (Koch, 1983).

Erlendar rannsóknir ásamt reynslu og rannsóknum hérlendis hafa sýnt að besta aðferðin til að vernda nýgróðursetningar er gott og öflugt skjól (Olsen, 1979; Ingvar Björnsson, 2000; Bodin, 2007). Það getur annað hvort verið frá umliggjandi skógi eða frá skjólbeltum sem vernda gegn ríkjandi og hvössustu vindáttunum. Öflugt skjól minnkar vindálag, uppgufun, hætta á ofþornun og hækkar hitastig innan skjólsvæðisins (Ingvar Björnsson, 2000b; Samson B. Harðarson, 2013a). Skjólið hefur jákvæð áhrif á lifun og vöxt unglantna, en líka á nærveður innan svæðisins og vistkerfið í heild (Wang, 1996).

Almennt eiga skjólbelti að vera með fleiri en eina röð með mismunandi lögum (trjálag, runnalag og svarðlag) til að tryggja öfluga vernd gegn vindi, sandfoki og særóki allan ársins hring. Skjólbelti geta líka þjónað sem snjógildirur á snjóþungum svæðum (Óli Valur Hansson, 1983; Samson B. Harðarson, 2013a). Tegundaval í skjólbeltum er lykilatriði og mikilvægt er að velja plöntur með tilliti til staðsetningar. Ef vaxtarskilyrði eru hagstæð getur verið upplagt að velja tré og runna í skjólbelti sem til langs tíma er hægt að nota sem skrautgreinar, eins og sitkælrí (*Alnus viridis ssp. sinuata*), hengibjörk (*Betula pendula*), selju (*Salix caprea*) og sveighymi (*Cornus sericea*) (Steinar Björgvinsson, 2010).

Skjólbeltaráæktun og áhrif þeirra á lifun og vöxt plantna við íslenskar aðstæður hefur verið könnuð, meðal annars af Óla Val Hanssyni (1983) og Ingvari Björnssyni (2000a og b). Ný verkefni eru í gangi sem hafa það að markmiði að þróa aðferðir við skjólbeltaráæktun og að finna nýjar tegundir, kvæmi og yrki sem henta fyrir skjólbeltaráækt við íslenskar aðstæður (Riege og Sigurgeirsson, 2009; Samson B. Harðarson, 2013a).

Jarðvegur

Jarðvegsgerðin er einn margra þátta sem skipta máli í jólatrjáaráæktun. Ástand jarðvegsins er mjög breytilegt milli staða og hægt er að kanna það með einfaldri efnagreiningu. Jarðvegsgerðin er einn margra þátta sem skipta máli í jólatrjáaráæktun. Ástand jarðvegsins er mjög breytilegt milli staða og hægt er að kanna það með einfaldri efnagreiningu. Jarðvegur á Íslandi flokkast sem eldfjallajörð (Andosol) og er því frábrugðinn jarðvegi í nágrannalöndunum (Ólafur Arnalds, o.fl., 1995). Sýrustigið er fremur hátt í eldfjallajarðvegi (gjarnan um 6) en lækkar þegar fjær dregur eldvirka beltinu (Ólafur Arnalds, 2010). Eldfjallajarðvegur einkennist af háu innihaldi af leirsteindinni allófan, sem er hringlaga ál-sílikat sem myndar litlar kúlur sem bindast saman í stærri kúlur, svokölluð samkorn. Samkorni hafa mikið yfirborð, holrými og vatnsrýmd. Þessi eiginleiki eykur vatnsheldni og ísig jarðvegsins. Lítil samloðun, til dæmis þegar jarðvegurinn þornar, eykur hreyfanleika jarðvegsins og gerir hann viðkvæman fyrir vindrofi og frostlyftingu (Ólafur Arnalds, 2010). Þetta er meira áberandi á eldvirka beltinu og ákveðinn munur er því á jarðvegi milli landshluta. Nær gosbeltum myndast einnig málm-húmus knippi, sem er binding milli áls (Al), kísils (Si), fosfór (P) og lífrænna efna. Við lágt sýrustig (<5,5) binst fosfór fast við knippin og getur hann orðið óaðgengilegur fyrir plöntur (Ólafur Arnalds, 2010), en á móti losnar ál úr knippunum. Ef ál verður of aðgengilegt fyrir plönturnar getur það haft eitrunaráhrif (Jensen og Husted, 2011). Önnur næringarefni eins og kalíum (K), kalsíum (Ca) og magnesíum (Mg) bindast ekki fast og geta því auðveldlega skolast út á eldvirka beltinu. Eldfjallajarðvegur er í eðli sínu næringarríkur en skortur á köfnunarefni (N) og fosfór er algengt vandamál sem hamlar vexti plantna (Ólafur Arnalds, 2010). Því er oft nauðsynlegt

að bæta þeim við með áburðargjöf (Bjarni D. Sigurðsson o.fl., 2006; Hreinn Óskarsson o.fl., 2006).

Úr jarðvegssýnum teknum tilviljakennt úr efstu 10-15 cm jarðvegsins á ræktunarsvæðinu er hægt að fá greint sýrustig (pH) og helstu auðleyst næringarefni hjá Landbúnaðarháskóla Íslands. Út frá slíkum niðurstöðunum er síðan lagt mat á þörf fyrir aðgerðir fyrir gróðursetningu jólatrjáa, til dæmis um kölkun (Jensen og Husted, 2011). Síðan er hægt að taka barrsýni í byrjun september til að fá öll stein- og snefilefni efnagreind í trjánum þegar þau eru komin í vöxt. Með þeim upplýsingum er hægt að meta áburðarþörf og hvort ójafnvægi er á milli efna (Bjarni D. Sigurðsson, 2001). Slíkar efna-greiningar er hægt að fá gerðar bæði hjá Landbúnaðarháskóla Íslands og hjá Nýsköpunarmiðstöð Íslands.

Áburðargjöf

Áburðargjöf er algeng í hverskonar ræktun og fjöldi erlendra og innlendra rannsókna hafa sýnt að áburður eykur meðal annars ársvöxt, rótarvöxt og lit margra plantna (Marschner o.fl., 1991; Grossnickle, 2000; Kirkeby-Thomsen o.fl., 2000; Bjarni D. Sigurðsson o.fl., 2001; Hreinn Óskarsson, 2006; Luoranen og Rikala, 2011). Áburðargjöf getur flýtt fyrir brumbroti á vorin og eykur almennt frostþol plantna á haustin (Luoranen og Rikala, 2011) og dregur úr hættu á frostlyftingu yfir vetrartímamann á fyrstu árum eftir gróðursetningu (Goulet, 1995; Hreinn Óskarsson, 2009).

Áburðargjöf við gróðursetningu í rýran jarðveg er algengt fyrirkomulag í skógrækt á Íslandi. Rökin fyrir þessu hafa meðal annars verið byggð á niðurstöðum rannsókna Hreins Óskarssonar o.fl. (2001, 2006, 2009). Nýlegar rannsóknir hafa sýnt að áburðargjöf tryggir ekki í öllum tilfellum lifun unglantna eftir gróðursetningu (Benjamin Ö. Davíðsson o.fl., 2012). Lifun og vöxtur plantna er háður mörgum mismunandi umhverfisþáttum og það er samspil þeirra sem ráða örlögum plantna (Grossnickle, 1988). Áburðargjöf í jólatrjáaræktun á frjósömum ökrum er frábrugðin áburðargjöf á skógarplöntur í rýrum jarðvegi, en hefur lítið verið könnuð við íslenskar aðstæður.

Áburðargjöf í jólatrjáaræktun

Áburðargjöf í jólatrjáaræktun er algeng erlendis (Grossnickle, 2000). Tilgangurinn með henni er að tryggja lifun og vöxt, draga úr hættu á vaxtarstöðvun fyrstu árin og stytta þar með vaxtarlotuna. Einnig að auka þol gegn skordýrum og kali, auka barrgæði og fjölda bruma, fá betri lit og auka heilsu og lífsorku plantna almennt (Christensen, 1998). Hinsvegar hefur komið í ljós að áburðargjöf strax við gróðursetningu á ökrum hefur lítil áhrif á lifun og vöxt og í sumum tilfellum getur hún verið varasöm (Christensen o.fl. 2006). Else Møller (2010) sýndi fram á í BS og MS verkefnum sínum að áburðargjöf við gróðursetningu hefur engin jákvæð áhrif á vöxt jólatrjáa á fyrsta vaxtarári og getur jafnvel verið banvæn fyrir plönturnar ef áburði er dreift er þegar jarðvegurinn er þurr.

Erlendis er áburðargjöf stundum sleppt fyrstu þrjú til fjögur árin eftir gróðursetningu í jarðunna akra (Pedersen og Christensen, 2005). Áburðargjöfin byrjar þá þegar trén eru komin í góðan vöxt og fá ekki lengur nóg næringarefni úr moldinni og áburðarþörfin eykst eftir því sem trén stækka.

Besta nýting á áburði í jólatrjáarækt fæst við punktdreifingu á meðan plönturnar eru litlar og síðan breiðdreifingu (með áburðardreifara) þegar trén stækka, eða frá 5-6 ára aldri og fram að lokahöggi við danskar aðstæður (Christensen o.fl., 2006). Á minni svæðum er þó mælt með punktdreifingu allan tímann og þá borið á í kringum hvert tré í ræði sem svarar til krónuþvermáls trésins (Christensen o.fl., 2006). Kosturinn við punktdreifingu er að áburðurinn nýtist plöntunum betur, það fer minna magn til samkeppnisgróðursins og það er minni hætta á útskolun.

Áburðarþörf

Magn áburðar sem þarf að bera á er breytilegt og fer eftir áburðartegund og næringarþörfum á hverjum stað. Mikill munur er á milli magns næringarefna sem trén taka upp eftir jarðvegsgerð, jarðvegsraka, sýrustigi í jarðveginum, jarðvegshita, veðurfari og úrkomu (Hreinn Óskarsson, 2000; Christensen o.fl., 2006). Ef sýrustigi í jarðvegi er of lágt geta plönturnar ekki nýtt viss næringarefni eins vel og þá er nauðsynlegt að hækka sýrustigið. Þetta er oftast gert með dreifingu skeljakalks eða dolómitkalks (Jensen og Husted, 2011). Fyrir norðmannsþin er upptaka plantna fyrstu árin að jafnaði um 5 kg N/ha á ári. Fyrir plöntur yfir 5 ára aldri er upptakan að jafnaði um 24 kg N/ha á ári og fyrir plöntur yfir 9 ára um 140 kg N/ha á ári (Pedersen og Christensen, 2005). Algeng mistök í jólatrjáaræktun erlendis er að bera of mikinn áburð á fyrstu árin og of lítinn síðustu árin (Pedersen og Christensen, 2005).

Tvær aðferðir eru notaðar til að kanna næringarástand á ræktunarsvæðinu; jarðvegssýni og barrsýni. Jarðvegssýni eru notuð til að afla upplýsinga um næringarástand jarðvegsins (Thelin o.fl., 1998). Sýni eru tekin tilviljakennt á mismunandi stöðum innan ræktunarsvæðisins niður á 10-15 cm dýpi. Sýnunum er blandað saman, þau þurrkuð og send í greiningu. Barrsýni eru notuð til að kanna næringarástand plantnanna sjálfra (Burg, 1985; Bjarni D. Sigurðsson, 2001; Christensen og Pedersen, 2001). Barr er tekið frá efsta greinakrans í byrjun september. Sýnin eru þurrkuð við 40 °C, möluð og send í greiningu þar sem mismunandi stein- og snefilefni eru greind. Niðurstöðurnar eru síðan bornar saman við viðeigandi niðurstöður fyrir svipaðar tegundir (Burg, 1985; Brække og Salih, 2002) og settar í samhengi við niðurstöður úr jarðvegssýnum.

Tímasetning fyrir áburðargjöf

Tímasetning fyrir áburðargjöf skiptir máli og best er að dreifa áburðinum að vori um leið og plönturnar eru farnar að vaxa (Hreinn Óskarsson og Aðalsteinn Sigurgeirsson, 2001).

Besta nýting næst við að dreifa áburðinum þegar það er þurr og hæfileg úrkoma kemur á eftir. Við mikla úrkomu verður hætta á útskolun en við litla eða enga úrkomu er aukin hætta á saltstreitu og ofþornun af þeim völdum hjá skógarplöntum (Hreinn Óskarsson og Aðalsteinn Sigurgeirsson, 2001). Vatnsspenna í kringum rætur plantnanna hækkar þá um of þegar uppleyst áburðarefni leysast út í jarðvegsvatnið. Það verður því erfiðara fyrir plönturnar að ná vatni upp í ræturnar og þar með getur áburðargjöfin valdið þurrkstreitu, þó að jarðvegurinn þorni ekki mikið (Taiz og Zeiger, 2006).

Áburðarauðgjöf seint á vaxtartímanum getur örvað síðvöxt og minnkað frostþol, sérstaklega í greni (Kirkeby-Thomsen o.fl., 2000; Luoranen og Rikala, 2011). Hinsvegar getur örlítill áburður blandaður með einæru sumarrýgresi (*Lolium multiflorum*), sem sáð er í lok júlí, verið mikilvæg leið til að draga úr frostlyftingu fyrst eftir gróðursetningu (10 ml rýgresi og nokkur áburðarkorn; Else Möller, 2010). Á síðasta ári fyrir lokahögg er síðan sein áburðargjöf (í ágúst) notuð til að auka blaðgrænu og þar með græna litinn í barrinu (Christensen o.fl., 2006). Í Danmörku er stundum notaður sérstakur magnesíumáburður (Kisarit) til að skerpa græna litinn (Lundquist, 1997).

Tegunda- og kvæmaval til jólatrjáaráæktunar

Tegundaval fyrir jólatrjáaráæktun er mjög mikilvægt atriði, þar þarf að taka tillit til staðsetningar á landinu og því ræktunarsvæði sem er í boði (Sigurður Blöndal, 2006, 2007; Christensen o.fl., 2006). Kvæmaval innan tegunda er ekki síður mikilvægt (Sigurður Blöndal, 2006, 2007; Langvall, 2011; McLane, 2011; Brynjar Skúlason, 2012), en það getur verið erfitt að hafa áhrif á það. Oftast verða almennir ræktendur að taka þau fáu kvæmi sem eru framleidd í gróðrarstöðvunum á hverjum tíma. Rauðgreni, blágreni og stafafura hafa verið algengustu tegundirnar í jólatrjáaráæktun á Íslandi á seinni árum og því voru þessar þrjár tegundir valdar í langtímarannsóknarverkefnið „Hraðræktun jólatrjáa á ökrum“ sem nú stendur yfir. Kvæmin sem stóðu til boða við upphaf verkefnisins voru BØ frá Noregi (rauðgreni), Rio Grande frá Colorado (blágreni) og Skagway frá Alaska (stafafura).

Rauðgreni

Rauðgreni er sú tegund barrtrjáa sem hefur stærst útbreiðslusvæðið í Norður- og Mið-Evrópu, á Balkanskaga og í tempruðum skógarbeltum í Síberíu og Rússlandi (Sigurður Blöndal, 2007). Það er aðallega meginlandstegund, en til eru kvæmi í Síberíu sem þrífast nálægt sjó (Grossnickle, 2000). Það vex til fjalla upp í 1500 m hæð og á flatlendi ef veðurfar og úrkoma eru stöðug. Rauðgreni er víða verðmætt tré í skógrækt og hefur því mikla útbreiðslu utan náttúrulegra heimkynna sinna, til dæmis í Norðurríkjum Bandaríkjanna, Kanada og í Bretlandi (Grossnickle, 2000).

Rauðgreni er síðframvindutegund, þ.e. það vex yfirleitt upp í öðru náttúrulegu skóg- eða kjarrlendi í heimkynnum

sínum. Það þrífst best inn til landsins í frjósömum og rökum jarðvegi en ekki í mýrum. Kjörsýrustig (pH) þess er frá 5,5-6,0, en það þolir lægra sýrustig þó að það hafi neikvæð áhrif á röturvöxt (Grossnickle, 2000; Jentschke og Godbold, 2001). Flest greni (*Picea* sp.) þurfa rakan og frjósaman jarðveg vegna grunns rötarkerfis (Sigurður Blöndal, 2007), og grunnt rötarkerfi gerir einmitt rauðgreni mjög viðkvæmt fyrir vatnsskorti og það er því háð jafnri úrkomu eða aðrennsli vatns. Gróðursetning í mýrum og á svæðum sem stundum fara undir vatn hentar almennt ekki greni, það þolir ekki stöðuga bleytu (Sigurður Blöndal, 2007). Of þurr jarðvegur er ekki heldur góður kostur og getur leitt til mikilla affalla, sérstaklega hjá nýgróðursettum plöntum sem eru háðar vatni til að vöxtur geti farið af stað (Wallis o.fl., 2011). Vatnsskortur eftir gróðursetningu er algengt vandamál erlendis ef gróðursett er að vori og getur haft alvarlegar afleiðingar (Grossnickle, 1988).

Sem landræn tegund þolir rauðgreni mikið frost, en er ekki vel aðlagð umhleyplingum og getur því rofið vetrardvalann þar sem hitinn hækkar of mikið á síðla vetrar (Fløistad og Granhus, 2010), t.d. í mjög hafrænu loftslagi. Þetta getur leitt til vorkals því rauðgreni er mjög viðkvæmt fyrir frosti á vaxtartímanum. Rauðgreni er sérstaklega viðkvæmt fyrir frosti í upphafi vaxtartíma, allt frá því að endabrum opnast (brumbroti) þangað til að sprotalengingu lýkur (Langvall, 2011). Of snemmt brumbrot getur orsakast af of góðu næringarástandi, sem er algengt hjá plöntum gróðursettum á ökrum, og því eru tré gróðursett á ökrum almennt í enn meiri hættu á að lenda í frostskemdum á vorin (Luoranen og Rikala, 2011).

Rauðgreni byrjar að undirbúa sig fyrir vetrardvala þegar daglengdin styttist síðsumars og hitinn lækkar (Langvall, 2011). Sá tími sem hver tegund þarf til að undirbúa sig fyrir vetrardvala er bundinn kvæmum (Langvall, 2011).

Rauðgreni er líka viðkvæmt fyrir vindálagi, það verður kræklótt eða veslast upp ef það er gróðursett á berangri (Sigurður Blöndal, 2007). Afleiðing vinda og sólar á vorin getur verið ofþornun sem leiðir af sér sviðnun og gult barr (Sigurður Blöndal, 2007).

Veðurfarsbreytingar sem hafa átt sér stað undanfarin ár á Íslandi, með óstöðugra veðurfari, hlýrri vetrum með meiri sveiflum í hita og úrkomu, geta haft áhrif á rauðgreni. Þetta er líklegt til að lengja áhættutímann fyrir frostskemdir að vori, en slíkar aðstæður draga gjarnan úr lifun og vexti í nýgróðursetningum (Langvall, 2011). Þó er ljóst að sú loftslagshlýnun sem hefur orðið á Íslandi frá því á kalda tímabilinu 1963-1992 hefur almennt bætt mikið vaxtarskilyrði fyrir eldra rauðgreni á Íslandi, enda hefur litur þess almennt orðið mun grænni en var á köldu árunum (pers. uppl. Bjarni D. Sigurðsson, 2013).



Mynd 9. Síðvöxtur í stafafuru (Ljósmynd Else Möller).

Blágreni

Blágreni er nokkuð vinsælt sem jólatré á Íslandi vegna litarins og formsins. Það hefur svipaða eiginleika og rauðgreni en hefur betri barrheldni eftir högg (Sigurður Blöndal, 2006). Blágreni kemur frá Norður-Ameríku og vex víða, frá fjöllum í suðvestur Bandaríkjanna norður til Bresku Kólumbíu. Blágreni er fjallategund sem vex frá 500 m upp í 3000 m h.y.s. á snjóþungum svæðum (Sigurður Blöndal, 2006). Blágreni er meginlandstegund og þrífst best á svæðum með langan stöðugan vetur, stutt sumur og mikla úrkomu (Sigurður Blöndal, 2006). Það er síðframvindutegund, líkt og rauðgreni, og þrífst því yfirleitt ekki vel á berangri og sem fjallategund þrífst það almennt illa á flatlendi (Sigurður Blöndal, 2006). Germino o.fl. (2002) hafa sýnt fram á að lifun þess batnar þegar það vex undir skermi samanborið við berangur. Blágreni er harðgerðara og nægjusamara en rauðgreni, en það vex yfirleitt hægar fyrstu árin í foldu. Þetta gerir blágreni þéttara að neðan en þegar það er komið í góðan vöxt geta myndast óhóflega langir árssprotar (Sigurður Blöndal, 2006). Það hefur góða aðlögunarhæfni, en er viðkvæmt fyrir umhlypingum síðla vetrar og á vorin. Við hitasveiflur á haustin getur það rofið vetrardvalann og síðvöxtur myndast sem getur leitt af sér kalskemmdir að hausti (Sigurður Blöndal, 2006).

Stafafura

Furutegundir almennt eru mun þolnari, nægjusamri og gera ekki eins miklar kröfur til vaxtarskilyrða eins og greni (Elfving o.fl., 2001; Auður I. Ottesen, 2006). Stafafura er orðin vinsæl sem jólatré á Íslandi vegna góðrar barrheldni og góðs vaxtarforms, hún heldur lit vel og ilmar vel (Auður I. Ottesen, 2006). Hún getur vaxið á nánast öllum vaxtarsvæðum á Íslandi og er mun hraðvaxnari en rauðgreni og blágreni (Aðalsteinn Sigurgeirson, 1988; Bjarni D. Sigurðsson, 2012; Þröstur Eysteinnsson, 2013).

Stafafura er tveggja nála fura frá Norður-Ameríku sem

hefur mjög stórt útbreiðslusvæði. Strandafbrigðið (var. contorta) vex frá Kaliforníu í Suður-Bandaríkjunum til Bresku Kólumbíu og Alaska norðri. Landafbrigðið (var. latifolia) vex í Klettafjöllum suður til Colorado (Auður I. Ottesen, 2006). Kvæmið Skagway er frá samnefndum stað í Alaska og er blendingur af strand- og landafbrigðum stafafuru. Það er langt mest notaða kvæmi stafafuru á Íslandi og þrífst vel við íslenskar aðstæður (Auður I. Ottesen, 2006).

Stafafura er frumherjategund; ljóselsk, harðgerð, nægjusöm og með mikla aðlögunarhæfni. Hún þolir gróðursetningu á berangri, í frostpolla og í blautan jarðveg. Hún er þurrkþolin en ekki mjög vindþolin og getur verið viðkvæm fyrir snjóþyngslum (McLane o.fl., 2011; Wallis o.fl., 2011; Þröstur Eysteinnsson, 2013). Í frjósömum jarðvegi hefur stafafura tilhneigingu til að vaxa of hratt og verða gisin en í rýrum jarðvegi vex hún hægar (Auður I. Ottesen, 2006). Í brekkum mót suðri og á svæðum með mikinn vind er hætta á barrsviðnun, sérstaklega þegar jarðvegurinn er frosinn síðla vetrar eða að vori (Auður I. Ottesen, 2006). Fyrir kemur að stafafura myndar síðvöxt sem getur kalið að hausti (Mynd 9). Kalskemmdir eftir haustfrost hafa sést á norðanverðu landinu eftir köld sumar (Aðalsteinn Sigurgeirsson, 1988). Fyrstu niðurstöður úr verkefninu „Hraðrækt jólatrjáa á ökrum“ (Else Möller, 2010) sýndu að stafafura er viðkvæm fyrir áburðargjöf við gróðursetningu á frjósömum ökrum og að áburðargjöf, óháð magni, hefur neikvæð áhrif á lifun á 1. ári.

Vandamál á ræktunarsvæðum

Ólífrænar þættir (kjarrænar þættir) eins og veðurfar, jarðvegsgærd, raki, þurrkur, frostlyfting, sviðnun vegna vorsólar á frosna jörð og saltstreita eru dæmi um áhrifaþætti sem geta haft mikil áhrif á unglöntur og lifun þeirra. Hér verður eingöngu fjallað nánar um tvo þessara þátta, frostlyftingu og frostþol, en annars verður umfjöllunin bundin við ýmsa þætti sem varða umhirðu jólatrjáa á ökrum.

Frostlyfting

Við frostlyftingu myndast ísnálar í jarðvegi sem lyfta plöntum upp, gjarnan þar sem skiptast á frost- og þíðukaflar (Goulet, 1995). Frostlyfting er þekkt vandamál héraendis í nýgróðursetningum í rökum jarðvegi og á melum þar sem skiptast á frost og þýða. Frostlyfting er algengari á rýrum, skjóllausum svæðum með litla yfirborðsþekju (Edda S. Oddsdóttir og fl. 1998) en getur líka verið vandamál í frjósömum jarðvegi. Frostlyfting er mjög misjöfn milli ára og staða og er nátengd veðurfari og jarðvegsgærd (Goulet, 1995; Hreinn Óskarsson og Sigríður Júlía Brynleifsdóttir 2009).

Ýmsar aðferðir eru notaðar til að minnka hættu á frostlyftingu. Í rýrum jarðvegi og almennt í skógrækt á Íslandi hafa rannsóknir sýnt fram á að minni frostlyfting verður ef áburður er borinn á við gróðursetningu (Edda S. Oddsdóttir og fl., 1998; Hreinn Óskarsson, 2001 og 2008). Sáning rýgresis við gróðursetningu blandað litlum

áburðarskammti er algeng aðferð og mikið notuð hérlandis. Rýgresið myndar þekju í kringum plönturnar og dregur úr frostlyftingu (Magnús H. Jóhannsson, 2006). Besti árangur næst með því að sá einæru sumarrýgresi blönduðu með smáum áburðarskammti (10 ml á plöntu) seint í júlí eða í byrjun ágúst, þá verður rýgresið ekki of hávaxið en bindur samt jarðveginn (Bjarni D. Sigurðsson, pers. uppl.2010).

Gæði og stærð skógarplantna við gróðursetningu er annar þáttur sem hefur áhrif á hvort frostlyfting verður. Stórar og heilbrigðar plöntur, gróðursettar nægilega snemma til að geta náð að mynda góða rótarfestu eru í minni hættu fyrir frostlyftingu (Goulet, 1995).

Í garðplöntustöðvum er hefð fyrir að hreykja (rífa saman smá moldarhaug í kringum hverja plöntu) til að minnka hættu á frostlyftingu og beina yfirborðsvatni frá ungum plöntum (Jón Kr. Arnarson, pers. uppl. 2010). Frostlyfting á rýru ógrónu landi á berangri er ekki endilega sambærileg við frostlyftingu á ökrum, en lítið virðist vera vitað um hvort mikil eða lítil hætta er á frostlyftingu skógarplantna í jarðunnu akurlendi hérlandis.



Mynd 10. Vel þroskað toppbrum á blágræni. Ljósmynd Else Möller.

Frostþol

Eins og áður hefur komið fram, þá geta veðurfarsbreytingar bæði haft jákvæð og neikvæð áhrif á trjárækt á Íslandi. Hækkandi meðalhiti og lengri vaxtartími gefur tækifæri fyrir nýjar tegundir og bætir vaxtarskilyrði fyrir margar tegundir sem voru hér á norðurmörkum sínum (Þröstur Eysteinnsson, 2013). Óstöðugra veðurfár vor og haust getur hinsvegar valdið miklu tjóni á nýgróðursetningum og því skiptir máli að finna tegundir og kvæmi með rétta eiginleika og aðlögunarhæfni (Aðalsteinn Sigurgeirsson og Ólafur Eggertsson, 2004). Til að auka líkurnar á lifun er nauðsynlegt að velja tegundir og kvæmi sem hausta sig nógu snemma, brjóta ekki vetrardvalann ef hitinn hækkar tímabundið á

haustin, og vakna ekki úr vetrardvalanum við hlýindi síðla vetrar. Frostþol (e. frost hardiness) hjá fjölærum plöntum er skilgreint af Landis (2013) sem: „Ástand þar sem plantan er ónæm fyrir utanaðkomandi streitu“ (e. *a condition of durability or resistance to stress*). Ef frostþolsferlinu lýkur eðlilega er plantan komin í vetrardvala þegar haustfrostin koma. Vetrardvali er skilgreindur af Landis (2013) sem: „Ástand með takmarkaða efnaskiptavirkni í plöntunni“ (e. *„A state of minimal metabolic activity“*). Þetta er sá tími sem plöntuvefir gætu vaxið en gera það ekki (Landis, 2013). Ef plöntur rjúfa dvalann ótímabært opnast brumin og byrja að vaxa. Ef þetta gerist að hausti myndast síðvöxtur (e. second flush eða lamma growth) sem er mjög næmur fyrir frosti og kelur auðveldlega (Bigras og Colombo, 2001; Fløistad og Granhus, 2010; Landis, 2013).

Þróun frostþols á haustin er misjöfn milli tegunda og milli kvæma og ræðst það einkum af upprunastað tegunda og aðlögunarhæfni þeirra gagnvart umhverfinu og vaxtarskilyrðunum (Fløistad og Granhus, 2010; Friedman, o.fl., 2011). Frostþolsferlið í barrtrjám fer fram í nokkrum þrepum og í því ferli eru trén viðkvæmari fyrir frostáhrifum (Landis, 2013). Frostþolsferlið byrjar þegar um 80-90% af heildar lengdarvexti ársprota er lokið (Landis, 2013). Þá myndast endabrumin, síðan gildnar stofninn (þvermálsaukning) og síðast lýkur brummynduninni og barr snýst í umhverfis brumið og verndar það fyrir hnjaski (Mynd 10). Rótarvöxturinn heldur áfram þangað til jarðvegshitinn verður of lágur, en byrjar aftur þegar jarðvegshitinn er orðinn nægilegur (Taiz og Zeiger, 2006; Landis, 2013). Nægileg kæling yfir veturinn afléttir hömlun af brumdvalanum, og þegar það hefur gerst getur hækkandi vorhiti gefið trénu merki um að rjúfa brumdvalann og brumstækkun og brumlenging fer af stað. Á þessum tíma eru trén líka mjög viðkvæm fyrir frosti, sérstaklega síðbúnu vorfrosti og/eða sumarfrosti þegar heiðskirt er yfir nóttina (Landis, 2013). Slíkt frost getur valdið miklu tjóni í nýgróðursetningu. Erlendar rannsóknir hafa sýnt að hætta á frostskegmdum á vorin eykst ef seint er borið á, við þurrka og við mikið vindálag (Bigras og Colombo, 2001; Langvall, 2011; Landis, 2013).

Algeng leið til að meta frostþol ógróðursettra skógarplantna er svokallað frostþolspróf (Luoranen o.fl., 2005; Raket J. Jónsdóttir, 2007; Fløistad og Granhus, 2010; Landis, 2013). Hins vegar er sjónrænt mat fljótlega í framkvæmd ef um stærri gróðursetningar er að ræða, en er ekki eins nákvæmt. Samkvæmt sjónmati hefur frostþol myndast hjá græni þegar toppsprotinn er orðinn trékenndur og liturinn gulbrúnn hjá rauðgræni en blágræn hjá blágræni, og barrið snúið efst á honum (Mynd 10; pers. uppl. Bjarni D. Sigurðsson, 2009). Toppbrumin hjá furu eru meira áberandi en hjá græni. Ástand brumsins, hvort það er heilt og fallett eða lítið og lélegt, ákvarðast af síðasta vaxtartímabili. Ástand brums stafafuru má nota sem spá fyrir komandi ársvöxt.



Mynd 11. Rauðgreni umvafið einærum samkeppnisgróðri á Hvanneyri 2013. Hér var eingöngu úðað með Roundup einu sinni á hverju sumri í kringum plönturnar. Ljósmynd Else Möller.

Samkeppnisgróður

Samkeppnisgróður (illgresi) er eitt af stærstu vandamálunum í jólatrjáaráæktun á ökrum, sérstaklega fyrstu árin eftir gróðursetningu (Sæbø o.fl., 2009; Hartvig, 2012). Skilgreining á samkeppnisgróðri er: „Plöntur sem rýra aðstæður til vaxtar og þroska hjá nytjajurtum eða torvelda vinnu innan svæðisins“ (Have, 2002). Margar mismunandi aðferðir hafa verið reyndar til að minnka eða eyða samkeppnisgróðri með mismunandi árangri (Lundquist, 1997; Hartvig, 2012). Markmið plöntuvarnaefnadreifingar í jólatrjáaráæktun er að minnka (eða losna við) óæskilegan gróður sem annars verður í samkeppni við trjáplönturnar um ljós, vatn og næringarefni. Fyrir utan slíka samkeppni myndar samkeppnisgróður einangrandi grassvörð, en við það eykst hættan á vor- og haustfrostri við jörð. Hávaxinn samkeppnisgróður getur einnig skemmt trén með svipuáhrifum (d. piskeffekt), núningi eða samvafningi illgresis og trés (Mynd 11; Lundquist, 1997).

Háum fjárhæðum og miklum tíma er yfirleitt varið til notkunar plöntuvarnarefna í jólatrjáaráæktun á ökrum, allt frá gróðursetningu til lokahöggs (Jobidon o.fl., 1998; Have, 2002). Sé þessum aðgerðum hins vegar sleppt hefur tapið yfirleitt reynst margfalt meira en nemur kostnaðinum við aðgerðirnar (Jobidon o.fl., 1998; Have, 2002). Þörf fyrir eitrun minnkar eftir því sem trén stækka og skyggja jarðveginn. Eitrun með plöntuvarnarefni rétt fyrir og strax eftir vaxtartímum gefur bestan árangur og hún er jafnframt skilvirkust og auðveldast að stjórna (Have, 2002; Nielsen, 2004; Cregg o.fl., 2009; Sæbø o.fl., 2009).

Viða erlendis var og er enn algengt að halda ræktunarsvæðinu algjörlega lausu við samkeppnisgróður með plöntuvarnaefnadreifingu og oft eru notuð mörg mismunandi

eiturefni saman til að auka áhrifin (Have, 2002; Hartvig, 2012; Danske Juletræer, 2013). Notkun plöntuvarnarefna í ræktunarsvæðinu er þó umdeild og hafa viðhorf gagnvart eitrun í jólatrjáaráækt breyst á seinni árum. Bann hefur verið lagt við notkun margra efna sem höfðu skaðleg áhrif á umhverfið eða leiddu til ófnæmis og sífellt fækkar þeim efnum sem leyfð eru í ræktunarsvæðinu (Stephenson og Solomon, 2007; Danske Juletræer, 2013; Umhverfisstofnun, 2013).

Rannsóknir frá Danmörku hafa sýnt að hægt er að takmarka eitrun í jólatrjáaráæktun en fá samt ásættanlega lifun og vöxt (Have, 2002; Hartvig, 2012). Ein tilraun sýndi að ef um 40 cm radíus kringum hvert tré er haldið gróðurlausum, þá losna trén við samkeppni og núning en fá samt sem áður skjól (Have, 2002). Aðferðin hafði engin neikvæð áhrif á vöxt trjáanna, en var erfð og dýr í framkvæmd á stærri ræktunarskala þar sem vélar sem geta eittrað á þennan hátt voru ekki til staðar. Aðferðin og er því ennþá á þróunarstigi. Slík aðferð hefur ekki verið prófuð á minni skala enn svo vitað sé, en getur verið spennandi aðferð í íslenski jólatrjáaráæktun, þar sem skjólleysi er algengt vandamál. Þá getur grasvöxtur milli trjáa myndað vetrarskjól.

Á Íslandi hefur verið lítil þörf eða hefð verið fyrir að nota plöntuvarnarefni í ræktunarsvæðinu, en breyttir búskapahættir og aukin samskipti við önnur lönd hefur aukið notkunina (Guðni Þorvaldsson, 2004). Rannsóknir á Íslandi, tengdar jólatrjáaráæktun í frjósömu landi, hafa sýnt að samkeppnisgróður getur verið mjög ágengur (Hansen o.fl., 2004; Mynd 11). Nauðsynlegt er að beita varnaraðgerðum til að hamla vexti samkeppnisgróðurs þar til trén hafa náð ákveðin stærð og þrótt, ef afföll eiga ekki að verða óhófleg (Böðvar Guðmundsson, 2009; Else Möller, 2010). Yfirbreiðslu með plasti, akrýldúk, dagblöðum eða kurli við gróðursetningu hefur verið reynd en í minni mæli við jólatrjáaráæktun. Það er dýr og vinnufrek aðferð, spurning er hvort það hentar við jólatrjáaráæktun í stærri stíl (Have, 2002; Christensen o.fl. 2006).

Önnur leið til að draga úr vandamálum sem skapast vegna samkeppnisgróðurs er að velja rýr ræktunarsvæði, gróðursetja stafafuru og stjórna trjávexti með áburðgjöf (Böðvar Guðmundsson, 2009).

Plöntuvarnarefni - hvaða efni eru notuð?

Mest notaða plöntuvarnarefni í jólatrjáaráæktun í Danmörku, til að losna við einært- og tvíært illgresi, er Roundup (Roundup BIO; virkniefni er glýfosfat). Roundup binst við jarðveg og skolast því ógjarnan burt nema í sendnum jarðvegi. Roundup umbreytist við upptöku í plöntum en niðurbrotsefnið, amínmethýl-fósforsýra (AMPA) verður eftir í jarðveginum. Rannsóknir frá Danmörku hafa sýnt að mjög lítið Roundup fannst í yfirborðsvatni, en AMPA fannst í jarðvegslögum og samsvaraði um 50% af efninu

sem hafði verið úðað á svæðinu (Juhler o.fl., 2007). Miklar deilur eru um áhrif Roundup á umhverfi, á heilsu manna og dýr og hvaða afleiðingar notkun Roundup hefur til framtíðar (Dousset, 2004; Samsel, 2013; Alþjóðlegir umhverfissamningar, 2013).

Roundup er breiðvirkt og kerfisvirkt, tekið upp í gegnum laufblöðin og fer gegnum sáldæðakerfið út í alla vefi og hindrar aminosýrumyndun (Copping og Hewitt, 1998). Efnid hefur lítil áhrif á byrkninga, eins og elftingu (*Equisetum* sp.), sem oft fara að vaxa á ökrum þegar ein- og tvíkímblöðungarnir hverfa. Elfthing er með öflugt og djúpt rótarkerfi (og jarðstöngla) og veitir því trjáplöntunum mikla samkeppni um vatn og næringarefni (Hartvig, 2007). Rannsóknir í Danmörku hafa sýnt að efnid Metaxon (MCPA; 750g í lítra) blandað með Roundup (350g glyphosat í lítra) er virkt gegn ýmsum tegundum af elftingarætt. Mælt er með að nota 0,3 lítra MCPA og 1,5 lítra Roundup í 100 lítra af vatni á hektara. Efninu er dreift með skermi þegar samkeppnisgróðurinn er í örum vexti miðsumars (Hartvig, 2007). MCPA er ekki enn skráð á Íslandi, en sótt hefur verið um leyfi fyrir innflutning á efninu og kemur það væntanlega á skrá 2013 (pers. uppl. Björn Gunnlaugsson, Umhverfisstofnun 26.11.2013). Þangað til er mælt með efninu „Dicotex“ á elftingu, sem er kerfisvirkt plöntuvarnarefni með fjögur mismunandi virk efni, meðal annars MCPA (70g/lítra). Dicotex hefur aðallega áhrif á tegundir eins og túnfífla (*Taraxacum* sp.) og súrutegundir (*Rumex* sp.) (Middeldatabasen, 2013).

Viðhorf hvers og eins ræður hvaða aðferð er notuð til að halda samkeppnisgróðrinum í lágmarki í jólatrjáærækt. Áhrifaríkasta aðferðin sem er mest notuð, og mælt er með í dag, er plöntuvarnaefnadreifing (Christensen o.fl., 2006; Hartvig, 2012). Rannsóknir eru þó stöðugt í gangi í leit að umhverfissvænni aðferðum til að minnka notkun plöntuvarnarefna (Have, 2002; Sæbø o.fl., 2009; Hartvig, 2012).

Aðferðir við eitrun

Þegar undirbúningur fyrir nýtt ræktunarsvæði hefst er mælt með því að heilúða svæðið með plöntuvarnarefni ef mikil grasþekja er eða ef illgresi þekur jörðina (Christensen o.fl., 2006; Else Möller, 2010). Úðun fer fram nokkrum vikum (lágmark 10 dagar) fyrir jarðvinnslu. Síðan er mælt með úðun tvisvar til þrisvar sinnum á hverju vaxtartímabili fyrstu árin, til að forðast óhóflega samkeppni (Lundquist, 1997; Christensen o.fl., 2006). Á vaxtartímanum er notaður skermur á úðadæluna til að forðast eitrunaráhrif á trén. Heilúðun að hausti fer fram þegar trén eru komin í dvala (frá lokum september til byrjun október). Þá er talið óhætt að úða yfir allt svæðið, t.d. þar sem norðmannspínur er ræktaður (Danske Juletræer, 2013). Á stórum ræktunarsvæðum fer illgresiseitrun fram með sérhönnuðum tækjum (Mynd 6), en á minni svæðum, eins og algengt er við íslenskar aðstæður, er notuð bakdæla með skermi eða spiss.



Flott og heilbrigð stafafura frá Prestsbakkakoti.
Mynd: Else Möller.

Bestur árangur næst við úðun þegar hún fer fram þegar hátt rakastig er í loftinu, t.d. snemma morguns, og í logni. Rigning rétt eftir úðun dregur verulega úr virkni nema sér viðlöðunarefni (d. sprede-klæbemiddel) sé bætt í (Hartvig, 2007).

Efnanotkun og magn eiturs fer eftir aðstæðum, hvernig tegundasamsetning samkeppnisgróðurs er, hvenær á vaxtartímanum úðun fer fram og hvernig veðurfarir er (Middeldatabasen, 2013). Magn plöntuvarnarefna sem mælt er með í jólatrjáæræktun á Íslandi kemur úr dönskum leiðbeiningum (Danske Juletræer, 2013):

Roundup fyrir jarðvinnslu:

5-6 lítra Roundup í 300-400 lítra vatns á hektara í dráttarvélaúðadælu.

5-6 lítra Roundup í 150-350 lítra af vatni á hektara ef bakdæla er notuð.

Roundup við vor- og haustúðun með skermi:

0,75-1,5 lítra Roundup í 100 lítra af vatni.

Roundup við heilúðun að hausti:

0,5-1,5 lítra af Roundup í 100 lítra af vatni.

Það skal tekið fram að hvort þessir skammtar henta við íslenskar aðstæður er nokkuð óvíst, en þær rannsóknir sem nú standa yfir munu vonandi svara því. Um áhrif plöntuvarnaefna á eldfjallajarðveg eða möguleg umhverfisáhrif tengd notkun þeirra verður ekki fjallað hér.

Skaðvaldar í jólatrjáæræktun á Íslandi

Fjöldi ógnana steðja að nýgróðursetningum, lífrænar jafnt sem ólífrænar. Lífrænar ógnir eins og skordýr og sveppir geta valdið verulegu tjóni frá fyrsta ári eftir gróðursetningu og fram að lokahöggi.

Einn alvarlegasti sjúkdómur sem leggst á grenitegundir, og þá helst rauðgreni, er greniryð (*Chrysomyxa abietis*). Greniryð þrífst best við aðstæður þar sem nægjanlegur raki er. Ryðið drepur ekki tréð en liturinn breytist og tréð verður aldrei grænt aftur og því ekki nothæft sem jólatré (Halldór Sverrisson, 2008a). Barrfellissveppur grenis (*Rizosphaera kalkhoffii*) hefur fundist á íslensku rauðgreni en í minna mæli og er ekki talinn stórt vandamál (Halldór Sverrisson, 2008a). Sitkalús (*Elatobium abietinum*) er skordýr sem veldur miklu tjóni, sérstaklega á blágreni og sitkagreni. Sitkalúsafaraldrar koma upp með jöfnu millibili á Íslandi, sérstaklega eftir mildan vetur, en fjöldi lúsa og umfang faraldra er nátengt veðurfari (Guðmundur Halldórsson, 2008). Tré með sitkalús þekkjast á því að barrið verður rauðbrúnt; fyrst hjá eldra barrinu. Sitkalúsinn er einnig á rauðgreni en það þolir betur slíka árás (Guðmundur Halldórsson, 2008). Annað skordýr, grenisprotalús (*Cinara pilicornis*) gerir greni ekki beinlínis skaða en hefur áhrif á útlit trjána. Áhrif lúsanna eru þau að barrið gularnar og vindingur getur komið á árssprota sem lúsinn hafa lagst á, sem er ekki gott í jólatrjáarækt. Köngullingur (*Oligonychus ununguis*) er lítill spunamítill sem þrífst bæði á rauðgreni og blágreni. Köngullingur drepur ekki tréð en dregur úr vexti, veldur litarbreytingu og leggur finan spuna yfir tréð og það verður ónothæft sem jólatré (Guðmundur Halldórsson, 2008).

Stafafura er að mestu laus við sveppi og meindýr á Íslandi, alla vega enn sem komið er. Brum- og greinaþurrkssveppur (*Gremmeniella abietina*) hefur þó sést á stafafuru í Heiðmörk. Hann þekkjast á því að nálar verða brúnar við blaðfestur og visna síðan (Halldór Sverrisson, 2008a). Furulúsinn (*Pineus pini*) sem fer á tveggja nála furur getur farið á stafafuru en hérlendis hefur lúsinn ekki valdið tjóni á henni. Tré með furulús þekkjast á því að greinar er hvítar af lús og við rætur nála eru smá vaxkenndir ullarhnoðrar. Hún þrífst best ef vetur eru mildir (Halldór Sverrisson, 2008a).

Varnir gegn skaðvöldum

Algengasta aðgerð hérlendis til að draga úr skaða af völdum skordýra er úðun með Permasect (Permethrin). Það er mjög virkt, telst frekar skaðlítið gagnvart mönnum, en er hættulegt fiskum (Halldór Sverrisson, 2008a). Permethrin hefur áhrif á taugakerfi skordýra eins og DDT. Í rannsóknum á spendýrum (músum) hafa komið fram áhrif á taugakerfi, æxlunarfæri og aukin hætta á krabbameini í lungum og lifur ef dýr eru nálægt efninu í lengri tíma (Cox, 1998). Nýlegar rannsóknir hafa sýnt fram á að Permethrin er einnig tengt hrúni í stofni hunangsfluganna og býflugna (*Bombus* sp. og *Apis mellifera*) sem hefur átt sér stað sérstaklega í Bandaríkjunum þar sem Permethrin er mikið notað (Mullin, 2010). Með þetta í huga er spurning hvort það sé besta skordýraeitríð í jólatrjáaræktun hérlendis.

Aðrir skaðvaldar, fuglar og búsmali

Á stærri skala eru búsmali og fuglar helstu skaðvaldar hérlendis. Rjúpur geta bitið brum af plöntum í leit að



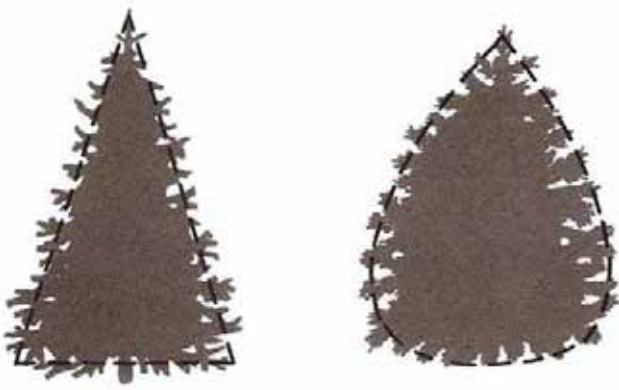
Mynd 12. Blágreni sem hefur orðið fyrir gæsabeit. Hér hefur mergurinn að mestu dottið af.
Ljósmynd Else Möller.

fæðu á veturnum (Ólafur K. Nielsen, 2007). Gæsir geta bitið toppsprotann og eftir stendur planta með greinileg för eftir gæsabeit; stubb af merg og einum áhring sem vísar upp á við (Bjarni Diðrik Sigurðsson, pers. uppl 2008; Mynd 12). Spörfuglar og ýmsir ránfuglar, þar með talið hrafnar, geta brotið toppsprota þegar þeir setjast á trén. Erlendis eru mýs þekktar fyrir að naga bök og brum á ungum trjám yfir veturinn og geta með því valdið miklu tjón fyrstu árin eftir gróðursetningu (Kjæraas, 1989). Kindur og hross geta valdið tjóni í jólatrjáareitum ef skepnurnar ganga lausar og því er mælt með að hafa reiti afgirta. Ef skepnur eru notaðar til að draga úr grassamkeppni á jólatrjáareitum er ekki mælt með að láta þær inn á svæðið fyrir en trén hafa náð ákveðinni stærð (> 50 cm; Frans Theilby, pers. uppl. 2008).

Formun jólatrjáa

Í erlendri jólatrjáaframleiðslu þar sem stefnt er að háu nýtingarhlutfalli er formun eða formstjórnun mikilvægt atriði í ræktunarferlinu. Markmið formstjórnunar er að bæta útlit trésins og laga gölluð tré. Þar með aukast gæði trjána og nýtingarhlutfallið hækkar. Með formstjórnun er hægt að móta og forma tréð til að uppfylla ákveðnar gæðakröfur með tilliti til útlits, þéttleika og forms trésins (Kjæraas, 1989).

Formun mismunandi barrtegunda er sérfræðigrein og mikið hefur verið lagt í að þróa aðferðir sem henta mismunandi tegundum (Lüneborg-Nielsen, 2001).



Mynd 13. Með klippingu er hægt að ná ákveðnu formi og þéttleika. Til vinstri er dæmi um (ideal) ákjósanlegt form hjá rauð- og blágreni en til hægri er dæmi um ákjósanlegt form fyrir stafafuru. Tekin úr bókinni „Dyrkning og omsætning av Jueltræer“ (Kjæraas, 1989).

Sérstaklega er mikil þekking til um formun norðmannsþins, en það er ekki hægt að heimfæra þá þekkingu og aðferðir beint yfir á formun grenis eða furu.

Hjá greni er hægt að byrja að laga galla 2-3 árum eftir gróðursetningu, t.d. að klippa tvítoppa. Greni er síðan formað í keilu (Mynd 13) með hekkklippum þegar tré hafa náð um 80-100 cm hæð og eru í góðum vexti. Ef toppsproti verður of langur er hægt að klippa hann og fjarlægja síðar vaxtarsprotu svo að einn sproti verði eftir til að mynda topp. Þetta hefur sýnt sig að vera erfiðara að gera á blágreni sem virðist vera tregara til að mynda nýjan topp (pers. uppl. Sólveig Pálsdóttir, 2013).

Hjá greni á ein aðalformun að vera nóg og síðan er árssproti klipptur eða skorinn á hverju ári fram til lokahöggs til að halda forminu (pers. uppl. Morten Aarup-Kristensen, 2010). Klippingu og formun rauðgrenis er hægt að vinna allt árið, en mælt er með því að gera það þegar tréð er í vexti. Það er sá tími sem tréð hefur mesta orku til að laga „sárin“ og minnka hættuna á sveppasmiti (pers. uppl. Einar Friðrik Brynjarsson, 2010).

Stubbklipping er gerð til að losna við neðstu greinar trésins. Fjarlægð eru um 5-10% af hæð trésins af jarðlægrri krónu. Hjá rauðgreni er botnklipping ekki nauðsynleg en hún gefur trénu meira vaxtarpláss og með henni má einnig losna við of breiðar eða ljótar greinar að neðan, spara vinnu við lokahögg og auðvelda umhirðu (eitrun og áburðargjöf). Botnklipping rauðgrenis fer yfirleitt fram þegar tréð er um 80-90 cm á hæð (Kjæraas, 1989).

Formun stafafuru er öðruvísi en hjá greni (Mynd 13). Formun byrjar fyrr, eða þegar tréð er 60-80 cm á hæð og hana er hægt að gera með klippingu. Besti tíminn til að klippa furu er í lok júní þegar nýju nálarnar eru um helmingur af lengd eldri nálanna (Kjæraas, 1989). Rétt formun hjá furu er meira kúlulaga en hjá greni (Mynd 13). Endabrum greina eru brotin

til að fá þéttara og bústnara tré og til að minnka breidd trésins. Þessi aðgerð fer fram í vikunni í kringum Jónsmessu og er þá 1/3 til 1/2 lengdar bruma brotinn af (pers. uppl. Jón Kr. Arnason, 2010).

Ef stafafura er gróðursett við góð vaxtarskilyrði vex hún hratt og verður fljótt of gróft og gisið tré til að nýtast sem jólatré (Auður I. Ottesen, 2006), ef ekkert er gert til að hamla ársvexti hennar. Þetta er algengt vandamál hjá fleiri tegundum sem notaðar eru í jólatrjáræktun, meðal annars norðmannsþin (Christensen o.fl., 2006; Aspinwal o.fl., 2007). Því hafa mismunandi aðferðir verið þróaðar, sérstaklega fyrir norðmannsþin, til að hamla toppvexti, meðal annars „topp-stopp aðferðin“ (Rasmussen, 2009; Geil, 2010). Topp-stopp aðferðin hefur lítið verið reynd á stafafuru (pers. uppl. Lars Geil, 2012). Topp-stopp aðferðinni er beitt með sérhannaðri tóng „topp-stopp tóng“. Hún hefur fimm blöð sem skera sig inn í vaxtarlag toppsprotans rétt undir toppbruminu (Mynd 7). Töngin er hönnuð til að særa vaxtarlagið nóg mikið til að skemma það, en þó svo lítið að það eyðileggist ekki (Geil, 2010). Afleiðingin verður að magn sykra sem streymir upp sáldvefinn frá neðri hluta trésins til toppsins minnkar og dregur það úr vaxtargetu toppsins (Powell, 1982). Aðferðinni er beitt rétt áður eða rétt eftir að brumlengingin fer af stað (maí/júní) (Geil, 2010).

Hjá stafafuru er best að meðhöndla trén með topp-stopp tónginni undir fyrsta greinakransi (Else Möller, 2013). Þar er stofninn orðin nógu sterkur til að þola rof í vaxtarlagið og þá er minni hættu á toppbroti á vindasömum stöðum. Meðferðin hefur hinsvegar engin áhrif á ársvöxtinn árið eftir aðgerðina og því er nauðsynlegt að beita aðferðinni á hverju ári til að hamla toppvexti (Geil, 2010; Else Möller, 2013). Tímasetningin er lykilatriði. Því fyrr sem klippt er að vori því betra, en brumlengingin á samt að vera byrjuð. Nákvæma dagsetningu er ekki hægt að ákveða fyrir fram, hún fer eftir staðsetningu og veðurfari og breytist frá ári til árs (Else Möller, 2013). Skógareigandi verður að fylgjast með brumlengingunni í stafafurunni og láta hana kveða úr um hvenær rétt er að fara út og klípa.

Lokaorð

Rauðgreni, blágreni og stafafura hafa almennt reynst vel á Íslandi sem jólatré og vitað er að þær tegundir þrífast vel hérlendis þó að þær geri mjög ólíkar kröfur til umhverfisins til að vaxa vel. Lítið er vitað um hvernig þær muni lifa og vaxa á ökrum hérlendis eða hversu langa ræktunarlostu þær þurfa í þaulræktun.

Rauðgreni hefur verið ræktað og notað sem jólatré undir birkiskermi undanfarna áratugi en er nánast horfið af markaði sem jólatré, vegna breytinga á tegundanotkun í fjölnytjaskógrækt. Spannandi er að sjá hvort hægt er að snúa þeirri þróun við ef rétt ræktunaraðferð verður notuð á ökrum.

Áhuginn fyrir blágreni hefur aukist undanfarin ár og það lofar góðu sem jólatré til framtíðar og er ef til vill sú grenitegund sem mesta möguleika hefur til að verða vinsælt og algengt íslenskt jólatré, vegna meira ræktunarpóls, fegurðar og meiri barrheldni en rauðgreni.

Stafafura, algengasta og þar með vinsælasta íslenska jólatréð, þarf ekki aukna næringu þegar hún er gróðursett í frjósaman jarðveg. Spurning er hvernig hún þróast á ökrum og hvernig hún þrífst innan um greni. Stafafura er mjög gott tré í jólatrjárækt á ökrum ef hún þolir aðstæðurnar, þ.e. ef hægt er að halda vexti hennar innan þeirra marka sem þarf til að hún verði fallett og þétt jólatré. Það er auðvelt að rækta hana um allt land, hún er barrheldin og fallett jólatré. Mikil aukning í sölu stafafuru undanfarinn áratug sýnir að Íslendingar hafa almennt tekið hana í sátt sem jólatré.

Af öðrum tegundum sem koma til greina í jólatrjáræktun eru fjallapínur, sitkagreni og lindifura mest spennandi að mati höfundar.

Meiri þörf er fyrir rannsóknir og þekkingu á jólatrjáræktun við íslenskar aðstæður ef þessi búgrein á að vinna sér sess innan íslenskrar skógræktar og landbúnaðar. Til dæmis þarf að auka rannsóknir sem tengjast kvæmavali, formun, ræktunaraðferðum og vörnum gegn skaðvöldum. Þá er sérstaklega mikilvægt að finna umhverfisvænni aðferðir til að hemja illgresi í jólatrjáræktun en nú eru notaðar.



Efnilegt blágreni er að vaxa upp úr grasinu. Frá tilraun á Hvanneyri 2013. Ljósmynd Else Möller.

Auknar rannsóknir og þróun sem tengjast arðsemi jólatrjáræktunar og markaðssetningu jólatrjáa eru mjög mikilvægar. Bæði til að kanna hversu lengi er hagkvæmt að auka umhirðu til að auka gæði og nýtingarhlutfall trjáanna, en ekki síður til að finna leið inn á íslenska jólatrjáamarkaðinn og gera íslensk tré áhugaverðari og samkeppnishæfari við danska innflutta norðmannspíninn.

Jólatrjáræktun á ökrum er ný aukabúgrein sem vonandi á eftir að þróast á Íslandi. Akurræktun er skilvirk aðferð til að framleiða mörg tré á litlu svæði á stuttum tíma.

Akurræktun er sérgrein sem krefst færni og mikillar vinnu.

Akurræktun er hægt að vélvæða, það sparar mikla vinnu. Akurræktun getur gefið mikið af sér fjárhagslega ef rétt er að verki staðið, því ... GÆÐATRÉ koma ekki af sjálfu sér.

Heimildaskrá

- Aðalsteinn Sigurgeirsson (1988). *Stafafura á Íslandi. Vöxtur, ástand og möguleikar*. Skógræktarritið, 1988, 3-36.
- Alþjóðlegir umhverfissamningar - *Samningurinn um líffræðilega fjölbreytni*. Skoðað 11.05.2013 á <http://www.umhverfisraduneyti.is/althjodlegt-samstarf/samningar/nr/58>
- Árni Björnsson (2006). *Saga jólanna*. Reykjavík: Tindur.
- Auður I Ottesen (ritstj.) (2006). *Barrtré á Íslandi. Handhægur leiðarvisir fyrir ræktendur*. Reykjavík: Sumarhúsið og garðurinn ehf.
- Benjamin Ó. Davíðsson, Bergsveinn Þórssón, Brynjar Skúlason, Hlynur G. Sigurðsson, Rakel J. Jónsdóttir, Sherry Curl & Jóhannsdóttir, Þórveig (2012). *Áburðargjöf á skógarplöntur í foldu með mismunandi áburðartegundum*: Norðurlandsskógum, Héraðs- og Austurlandsskógum.
- Bigras, J. F. og Colombo, S. J. (2001). *Tree Physiology Conifur Cold Hardiness*: Kluwer Academic Publishers. Skoðað 22.01.2013 á vef: <http://books.google.is/books>
- Bjarni D. Sigurdsson (2001). *Environmental control of carbon uptake and growth in a Populus trichocarpa plantation in Iceland*. Doktorsritgerð. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Svíþjóð.
- Bjarni D. Sigurdsson, Thorgerisson, H. & Linder, S. (2001). Growth and dry-matter partitioning of young *Populus trichocarpa* in response to CO₂ concentration and mineral nutrient availability. *Tree Physiology*, 21, 941-950.
- Bjarni D. Sigurdsson, Björgvin Ö. Eggertsson, Hreinn Óskarsson & Þor Þorfinnsson (2006). Langtímarannsóknir á áhrifum tegundablöndu, áburðargjafar og upphafsbéttleika í skógrækt (LT-verkefnið). *Fræðaðing landbúnaðarins* 2006, 285-288. Reykjavík: Bændasamtök Íslands o.fl.
- Bjarni D. Sigurdsson, Else Möller & Arnason, J. K. (2012). Hraukun eykur lifun og vöxt jólatráa sem ræktuð eru á ökrum. *Rit Mógilsá Rannsóknastöðvar Skógræktar*(26), 18.
- Bodin, P. & Wilman, B. L. B. (2007). The usefulness of stability concepts in forest management when coping with increasing climate uncertainties. *Forest Ecology and Management*, 242(2), 541-552.
- Böðvar Guðmundsson (2009). *Jólatré og ræktun þeirra*. Fyrirlestur flutt á námskeiði Grænni Skógar október 2010. Hvanneyri: Landbúnaðarháskóli Íslands.
- Böðvar Guðmundsson (2001). *Kvæmi til jólatrjáa. Tegundir: Fjallapínur og Blágreni og fæinar aðrar*. Úttekt í Þjórsárdal / Haukadal og Hallormstað. Óbirt gögn. Suðurlandsskógar, Selfoss.
- Brække, F. H. & Salih, N. (2002). Reliability of Foliar Analyses of Norway Spruce Stands in a Nordic Gradient. *Silva Fennica*, 36(2), 489-504.
- Brynjar Skúlason (2012). Kvæmaval fjallapins til jólatrjáaræktunar - niðurstöður 12 ára gamallar kvæmatilraun. *Rit Mógilsá Rannsóknastöðvar Skógræktar*, 26, 12.
- Burden, D. (2012). *Christmas tree profile*. Skoðað 07.04. 2013 á http://www.agmrc.org/commodities_products/forestry/christmas-tree-profile/
- Burg, J. v. d. (1985). *Foliar analysis for determination of tree nutrient status. A Compilation of literature data*. Wageningen: University of Wageningen.
- Christensen, C. J. (1998). *Startgöndning af nordmannsgran kulturer på tidligere agerjord*. Pyntegrøntsserien Nr.8 1998. Hørsholm Dk: Forskningscentret for Skov & Landskab.
- Christensen, C. J., Frahm, A., Christensen, B. K., Damgaard, I., Klausen, K., Sønnichsen, K., Theilby, F., Gjel, U. & Geil, L. (2006). *Dyrkningsvejledning for juletræer dyrket efter tankegangen om Integreret produktion (IP)*. Produktionsafgiftsfonden for Juletræer og Pyntegrønt L. nr. 2005-0001. Hørsholm Dk: Forskningscentret for Skov & Landskab.
- Christensen, C. J. (2011). *Markedsforhold for juletræsdyrkning*. Skoðað 06.04, 2013 á vef: <http://www.christmastree.dk/vidste-du-at/eksportvaerdi-af-pyntegroent.aspx>
- Costello, A., Whelton, A., Walsh, P., Kelly, J., Costello, J. & Kelly, O. P. (2007). *Forest foliage*. Skoðað á vef: <http://www.coford.ie/publications/>
- Copping, L.G & Hewitt, H.G (1998). *Chemistry and mode of action of crops protection agents*. 28-30. The Royal Society of Chemistry, UK.
- Cox, Caroline (1998). Permethrin. Insecticide Factsheet. Oregon. *Journal of Pesticide reform*. 18(2), 14-15. Skoðað 07.04.2010. <http://www.krankenhauskabelfernsehen.de/dl/perm98.pdf>
- Cregg, B. M., Nzokou, P. & Glody, R. (2009). Growth and Physiology of Newly Planted Fraser Fir (*Abies fraseri*) and Colorado Blue Spruce (*Picea pungens*) Christmas Trees in Response to Mulch and Irrigation. *Hortscience* 44(3), 660-665.
- Danske Juletræer (2013). *Ukrudtsbekæmpelse*. Skoðað 22.3.2013 á <http://www.christmastree.dk/dyrkning/renholdelse.asp>.
- Dousset, S., Chauvin, C., Durllet, P. & Thévenot, M. (2004). Transfer of hexazinone and glyphosate through undisturbed soil columns in soil under Christmas tree cultivation. *Chemosphere* 57, 265-272.
- Edda Sigurðís Oddsdóttir; Guðmundur Halldórsson; Ása L. Aradóttir & Jón Guðmundsson (1998). Varnir gegn frostlyfting plantna. *Skógræktarritið. Ársrit Skógræktarfélags Íslands*, 72-80.
- Einar Gunnarsson (2010). Skógræktarárið 2009. *Skógræktarritið 2010*(2), 90-95.
- Einar Gunnarsson (2011). Skógræktarárið 2010. *Skógræktarritið 2011*(2), 96-101.
- Einar Gunnarsson (2012). Skógræktarárið 2012. *Skógræktarritið 2012* (2), 90-93.
- Elfving, B., Ericsson, T. & Rosvall, O. (2001). The introduction of lodgepole pine for wood production in Sweden. *Forest Ecology and Management*, 141(1-2), 15-29.
- Else Möller (2010). *Hraðrækt jólatrjáa á ökrum. Lifun unglantna og áhrif mismunandi áburðarmeðferðar*. Óútgefin BS ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri.
- Else Möller (2013). *Hraðrækt jólatrjáa á ökrum. Áhrif mismunandi ræktunaraðferða á lifun og vöxt jólatrjáa á fyrstu vaxtarstigum á ökrum*. Óútgefin MS ritgerð, Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri.

- Else Möller, Bjarni Diðrik Sigurðsson, Brynjar Skúlason, Björn B. Jónsson & Claus J. Christensen (2013). Áhrif mismunandi ræktunaraðferða á lifun og vöxt jólatrjáa á fyrstu vaxtarstigum á ökrum. *Rit Mógilsár. Rannsóknastöðvar skógræktar*, 30, 41-49.
- Else Möller & Hrönn Guðmundsdóttir (2013). *Staða jólatrjáaræktunar hjá skógarbændum á Norður og Norðausturlandi 2013*. Skýrsla til Landsamtök skógaeigenda (LSE).
- Fløistad, I. S. & Granhus, A. (2010). Bud break and spring frost hardiness in *Picea abies* seedlings in response to photoperiod and temperature treatments. *Canadian Journal of Forest Research*, 40, 968-976.
- Friedman, J., Roelle, J. & Cade, B. (2011). Genetic and environmental influences on leaf phenology and cold hardiness of native and introduced riparian trees. *International Journal of Biometeorology*, 55(6), 775-787.
- Goulet, F. (1995). Frost heaving of forest tree seedlings: A review. *New Forests*, 9, 67-94.
- Grossnickle, S. C. (2000). *Ecophysiology of northern spruce species: The performance of planted seedlings*: NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada.
- Grossnickle, S. C. (2005). Importance of root growth in overcoming planting stress. *New Forests*, 30(2), 273-294.
- Guðmundur Halldórsson & Halldór Sverrisson. (1997). *Heilbrigði trjágróðurs. Skaðvaldar á trjágróðri og varnir gegn þeim*. Reykjavík: Íðunn.
- Guðmundur Halldórsson (2008). *Meindýr á trjám og runnar*. Drög að handrit. Óbirt kennslugögn við kúrsinn „Heilbrigði trjágróður“ 2008 við Landbúnaðarháskóli Ísland.
- Guðni Þorvaldsson (2004). Illgresi í landbúnaði. Í *Fræðipingi landbúnaðarins* 2004, 116-121. Reykjavík: Bændasamtök Íslands o.fl
- Hansen, O. K., Nielsen, U. B., Edvardsen, Ø. M., Skúlason, B. & Skage, J.-O. (2004). Nordic Provenance Trials with *Abies lasiocarpa* and *Abies lasiocarpa* var. *arizonica*: Three-years Results. *Scandinavian journal of forest research*, 19, 112-126.
- Hartvig, P. (2007). *Bekæmpelse af agerpadderok - additiver til forbedring af MCPA's effekt*. Slagelse, Dk: Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet.
- Hartvig, P. (2012). *Ukrudsbekæmpelse i nordmannsgran - Rent for 100 kr. pr. hektar?* Aarhus, Dk: Institut for Agroøkologi.
- Have, H. (2002). *Autonomous weeders for Christmas tree plantations - a feasibility study*. Pesticide Research nr. 59 2002. København, Dk: Miljøstyrelsen.
- Hákon Bjarnason (1977). *Skógarmál. Þættir um gróður og skóga á Íslandi*. Reykjavík.
- Heikkinen, M. (2010). *Christmas trees have already been selected for vendors*. Skoðað 06.04. 2013 á vef: <http://www.hs.fi/english/article/Christmas+trees>
- Hilde, T., Gislrud, O., Bjelland, B. & Skjølås, D. (2008). *Strategisk plan for pyntegrøntnæringen 2009-2014*. Oslo: Norsk Pyntegrønt Forsøksring.
- Hreinn Óskarsson & Aðalsteinn Sigurgeirsson (2001). Fertilization in Icelandic Afforestation: Evaluation of Results. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 16, 536-540.
- Hreinn Óskarsson, Aðalsteinn Sigurgeirsson & Raulund-Rasmussen, K. (2006). Survival, growth, and nutrition of tree seedlings fertilized at planting on Andisol soil in Iceland: Six years results. *Forest Ecology and Management*, 229, 88-97.
- Hreinn Óskarsson & Sigríður Júlía Brynleyfsdóttir (2009). The interaction of fertilization in nursery and field on survival, growth and the frost heaving of birch and spruce. *Icelandic Agricultural Science*, 21, 58-69.
- Ingvar Björnsson (2000a). *Áhrif skjólbelta á vistþætti*. Skoðað 08.04. 2013 á <http://www.hvanneyri.is>
- Ingvar Björnsson (2000b). Hagnýting skjólbelta í landbúnaði. *Handbók bænda*, 96, 14-17.
- Íslands Skovsag (2007). Reykjavík. Landbúnaðarráðneytið.
- Jensen, L. S. & Husted, S. (2011). *Applied Plant Nutrition* (4th edition ed.). Copenhagen, Denmark: Department of Agriculture and Ecology, University of Copenhagen.
- Jobidon, R., Charette, L. & Bernier, P. Y. (1998). Initial size and competing vegetation effects on water stress and growth of *Picea mariana* (Mill.) BSP seedlings planted in three different environments. *Forest Ecology and Management*, 103(2-3), 293-305.
- Jón Geir Pétursson (1993). Jólatré og jólagreina. *Skógræktarriti*, 43-60.
- Juhler, R. K., Pedersen, L. B., Jacobsen, O. S. og Christensen, C. J. (2007). Roundup og juletrær - er der nogle miljøproblemer? *Nåledrys*, 62, 22-27.
- Kirkeby-Thomsen, A., Christensen, C. J. & Thorbek, P. (2000). *Gødsknings påvirkning af nordmannsgrans modtagelighed overfor skadedyr*. Hørsholm Dk: Forskningscentret for Skov & Land.
- Koch, J. (1983). Skader efter stærk vind i juletræskultur af *Abies nordmanniana*. *Skoven*, 8, 206-207.
- Kjæraas, Peter Olaf (1989). *Dyrkning og omsetning av Juletrær*. Norge: Landbruksforlaget.
- Landis, T. D. (2013). Conditioning Nursery Plants to Promote Hardiness and Dormancy. *Forest Nursery Notes* 33(1), 3-11.
- Langvall, O. (2011). Impact of climate change, seedling type and provenance on the risk of damage to Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seedlings in Sweden due to early summer frosts. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 26, 56-63.
- Lundquist, H. (1997). Arealvalg og driftsform. Í Lundquist, H. (ritstj.), *Miljøvenlig juletræproduktion - En statusopgørelse* 2, 45-51. Hørsholm Dk: Forskningscentret for Skov & Landskab.
- Luoranen, J., Rikala, R., Konttinen, K. & Smolander, H. (2005). Extending the Planting Period of Dormant and Growing Norway Spruce Container Seedlings to Early Summer. *Silva Fennica*, 39, 481-496.
- Luoranen, J. & Rikala, R. (2011). Nutrient Loading of Norway Spruce Seedlings Hastens Bud Burst and Enhances Root Growth after Outplanting. *Silva Fennica*, 45(3), 319-329.
- Luoranen, J., Rikala, R. & Smolander, H. (2011). Machine Planting of Norway spruce by Bracke and Ecoplanter: An Evaluation of Soil Preparation, Planting Method and Seedling Performance. *Silva Fennica*, 45(3), 341-357.
- Lüneborg-Nielsen (2001). Formning af nordmannsgran – 1. Reparationsklipping af bund/stabklipping. Skov & Landskab. *Pyntegrønt Vidensblad. Kulturpleje*. Maj 2001. 6.2-2.
- Mainz, H. & Christensen, P. E. H. (2006). *En general markedsundersøgelse af de svenske marked for juletrær*. København: Produktionsafgiftsfonden (PAF) for Juletrær og Pyntegrønt.

- Magnús H. Jóhannsson (2006). Landgræðsla. (Ritstj.) Guðmundur Halldórsson, *Skógarhandbók. Grænni skógar*, 147-151. Akureyri. Landbúnaðarháskóli Íslands
- Marschner, H., Mäussling, M. & George, E. (1991). Ammonium and nitrate uptake rates and rhizosphere pH in non-mycorrhizal roots of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Trees*, 5, 14-21.
- McLane, S. C., Daniels, L. D. & Aitken, S. N. (2011). Climate impacts on lodgepole pine (*Pinus contorta*) radial growth in a provenance experiment. *Forest Ecology and Management*, 262, 115-2123.
- Middeldatabasen (2013). Dicotex. Skoðað 16.04. 2013 á vef: <http://www.middeldatabasen.dk/product.asp?productID=50995>
- Møller, P. F. & Staun, H. (2001). *Danmarks træer og buske*. København, Dk: Politikens forlag A/S.
- Nielsen, Karen Munk (Ritstj. (2004). *Økologiske juletræer*. Aarhus: Dansk Landbrugsrådgivning.
- Nordborg, F. & Nilsson, U. (2003). Growth, damage and net nitrogen uptake in *Picea abies* (L.) Karst. seedlings, effects of site preparation and fertilisation. *Ann. For. Sci.*, 60(60), 657-666.
- Nordborg, F., Nilsson, U. & Örlander, G. (2003). Effects of different soil treatments on growth and net nitrogen uptake of newly planted *Picea abies* (L.) Karst. seedlings. *Forest Ecology and Management*, 180(1-3), 571-582.
- Ólafur Arnalds, Hallmark, C. T. & Wilding, L. P. (1995). Andisol from Four Different Regions of Iceland. *Soil Science Society of America Journal*, 59(1), 161-169.
- Ólafur Arnalds (2010). *Kulferli, frost og mold*. Reykjavík: Landbúnaðarháskóli Íslands. Hvanneyri.
- Ólafur K. Nielsen (2007). *Tillög að rjúpnarannsóknnum 2008-2012*. Náttúrufræðistofnun Íslands. Unnið fyrir Umhverfissráðuneytið, 18.
- Óli Valur Hansson (1983). Um skjólbeltiræktun. *Handbók bænda*, 129-148.
- Olsen, F. (1979). *Læplantning, dyrkningssikkerhed. Klimaforbedring, Landskabspleje*. København, Dk: Landhusoldningsselskabets Forlag
- Pedersen, L. B. & Christensen, C. J. (2005). *Vækstmodel for nordmannsgran juletræer - Biomasse og optagelse af næringsstoffer*. København, Dk: Skov & Landskab.
- Rakel J. Jónsdóttir (2007). Frysting skógarplantna. Aðferðir til að meta lífsþrótt róta eftir vetrargeymslu. Óútfegin B.S. ritgerð. Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri.
- Riege, D. A. & Aðalsteinn Sigurgeirsson (2009). Facilitation of afforestation by *Lupinus nootkatensis* and by black plastic mulch in south-west Iceland. *Scandinavian journal of forest research*, 24(5), 384-393.
- Samsel, A., & Seneff, S. (2013). Glyphosate's Suppression of Cytochrome P450 Enzymes and Amino Acid Biosynthesis by the Gut Microbiome: Pathways to Modern Diseases. *Entropy*, 15(4), 1416-1463.
- Samson B. Harðarson (2013a). Samanburður á runnaklönnum fyrir skjólbelti: Fyrstu niðurstöður úr Yndisgróðursverkefni *Rit Mógilsá Rannsóknastöðvar Skógræktar*, 27, 79-85.
- Samson B. Harðarson (2013b). *Yndisgróður*. Skoðað 08.04. 2013 á vef: <http://yndisgrodur.lbhi.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=2188>
- Sigurður Blöndal (1987). Möguleikar og markmið skógrækt á Íslandi. *Skógræktarritið 1987*, 47-54.
- Sigurður Blöndal & Skúli Björn Gunnarsson (1999). *Íslandsskógar. Hundrað ára saga*. Reykjavík, Skógrækt ríkisins.
- Sigurður Blöndal (2006). Innfluttu skógartrén III: Blágræni (*Picea engelmannii* Parry). *Skógræktarritið 2006*(1), 28-43.
- Sigurður Blöndal (2007). Innfluttu skógartrén IV. Rauðgræni (*Picea abies* (L.) *Skógræktarritið 2007*(1), 42-61.
- Skovdyrkerne (2010). Erhvervsprofiler. Skoðað 09.03.2010. <http://www.skovdyrkerne.dk/dyrkningsaktuelt/juletraeroegklippegroent/erhvervsprofiler/>
- Steinar Björgvinsson (2010). *Afskornar trúgreinar og sprotar sem skreytingaefni*. Óútfegin B.S. ritgerð. Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri.
- Stephenson, G. R. & Solomon, K. R. (2007). *Pesticide and the Environment*. Ontario, Canada: Canadian Network of Toxicology Centres Press.
- Sæbø, A., Fløistad, I., Netland, J., Skúlason, B. & Edvardsen, Ø. (2009). Weed control measures in Christmas tree plantations of *Abies nordmanniana* and *Abies lasiocarpa* on agricultural land. *New Forests*, 38(2), 143-156.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2006). *Plant Physiology*. Sunderland, Ma. USA: Sinauer Ass. Inc.
- Umhverfisstofnun (2013). *Varnaefni*. Skoðað 07.04. 2013 á ttp://www.ust.is/atvinnulif/efni/varnaefni/
- Wallis, C. M., Hubber, D. P. W. & Lewis, J. K. (2011). Ecosystem, Location, and Climate Effects on Foliar Secondary Metabolites of Lodgepole pine Populations from Central British Columbia. *Jour. Chem. Ecol*, 37, 607-621.
- Wang, H. & Takle, E. S. (1996). On three-dimensionality of shelter belt structure and its influence on shelter effects *Boundary-Layer Meteorology*, 79(1), 83-105.
- Weber, K. (2011). Christbaummarkt mit Aussichten. Skoðað 06.04. 2013 á vef: <http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/nebennutzung/christbaeume>
- Þorbergur Hjalti Jónsson (1986). *Jólatré á Íslandi til aldamóta*. Skýrsla um horfur á höggi jólatrjáa á Íslandi til ársins 2000. Hólar í Hjartardal, Skógrækt ríkisins 1986, 4-7.
- Þorbergur Hjalti Jónsson (1990). Ræktun jólatrjáa. *Ráðnautafundur 1990*, 205-207. Reykjavík: Bændasamtök Íslands o.fl. Þröstur Eysteinnsson (2008). *Skógrækt Ríkisins 1908-2008. Ársrit 2008*. Egilsstaðir: Skógrækt ríkisins, 58-59.
- Þröstur Eysteinnsson (2013). Tegunda- og kvæmaval í fjölnytrjaskógrækt. *Rit Mógilsár Rannsóknastöðvar Skógræktar*, 27, 92-100.

