Landnám víðis og árangur víðisáninga

Ása L. Aradóttir[1], Kristín Svavarsdóttir[1] og Sigurður H. Magnússon[2]
[1]Landgræðsla ríkisins, Skúlagötu 21, 101 Reykjavík
[2]Náttúrufræðistofnun Íslands, Hlemmi 3, Pósthólf 5320, 125 Reykjavík
asa@land.is

Ágrip

Þekking á þáttum sem hafa áhrif á landnám tegunda er mikilvægur liður í því að skilja vistfræði og útbreiðslumynstur þeirra. Gerðar voru athuganir á landnámi gulvíðis (*Salix phylicifolia*) og loðvíðis (*S. lanata*) við mismunandi aðstæður. Auk þess voru lagðar út tilraunir með sáningu þessara tegunda þar sem prófaðar voru tilgátur um áhrif áburðargjafar og raka á landnám þeirra á gróðurlitlum melum og tilgátu um áhrif rasks (sláttar) á landnám í grassverði. Náttúrulegt landnám tegundanna gat verið umtalsvert þar sem skilyrði voru hagstæð og nægilegt til að mynda með tímanum þétt víðikjarr. Landnámið var mest í lífrænni jarðvegsskán og þunnum mosa en yfirleitt lítið í grasi, sinu og á lítt grónum melum. Uppgræðsla virtist geta stuðlað að landnámi víðis á gróðurlitlum melum þar sem annars var lítið landnám. Sáningartilraunir sýndu að báðar tegundir gátu spírað á melum og í grassverði en afföll voru mikil og þar af leiðandi komust aðeins örfáar plöntur á legg. Þessar niðurstöður gefa þó ekki afgerandi svör um möguleika sáninga við fjölgun á víði, þar sem þær voru gerðar við aðstæður sem voru afar óhagstæðar fyrir spírun og lifun víðisins og minna fræmagn var notað en í öðrum sambærilegum tilraunum.

Inngangur

Notagildi plöntutegunda í landgræðslu er meðal annars metið út frá hæfileika þeirra til að dreifast og nema land. Tegundum sem eru afkastamiklir landnemar þarf aðeins að sá eða gróðursetja í takmörkuðum mæli á svæðum sem þeim er ætlað að nema, en frekari fjölgun verður með sjálfgræðslu þar sem aðstæður eru fyrir hendi. Þetta er kostur ef um er að ræða tegundir sem gegna lykilhlutverki í framvindu eða eru eftirsóknarverðar í gróðursamfélögum en getur verið galli ef hætta er á að viðkomandi tegund hafi neikvæð áhrif á tegundir og búsvæði utan landgræðslusvæða (t.d. Whisenant 1999; Davy 2002).

Gulvíðir (*Salix phylicifolia* L.) og loðvíðir (*S. lanata* L.) eru mikilvægar tegundir í mörgum íslenskum gróðurlendum (Steindór Steindórsson 1964). Þær geta numið land á fyrstu stigum framvindu, t.d. þar sem jöklar eru að hörfa (Crocker og Major 1955; Persson 1964; Whittaker 1993) og geta átt þátt í myndun kjarrgróðurs á landgræðslusvæðum (Grétarsdóttir o.fl. 2004). Mikil fræframleiðsla, tiltölulega hraður vöxtur og langlífi gera margar víðitegundir að áhugaverðum kosti við landgræðslu á norðlægum slóðum (Forbes og Jefferies 1999). Til að geta nýtt víðitegundir á markvissan hátt í landgræðslu er mikilvægt að þekkja hvaða skilyrði þurfi að vera fyrir hendi til þess að þær breiðist út með sjálfgræðslu.

Landnám víðitegunda getur verið mikið við hagstæð skilyrði (t.d. Walker o.fl. 1986; Alliende og Harper 1989). Fræframleiðsla er mikil (Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2006) en fræin eru yfirleitt skammlíf (Densmore og Zasada 1983, Douglas 1995, van Splunder o.fl. 1995) og mynda ekki fræforða í jarðvegi (Ebersole 1989). Tilraunir í Alaska (Bishop og Chapin 1989; Cooper og van Haveren 1994) benda til að víðifræ þurfi mikinn raka til að spíra. Ungplönturnar eru afar smáar og afföll af þeim mikil í upphafi (Sacchi og Price 1992; Douglas 1995; Cooper og MacDonald 2000). Hér á landi má víða finna staði þar sem víðir hefur vaxið upp í kjölfar áburðardreifingar og sáningar grasfræs á lítt gróið land, sem bendir til þess að þessar aðgerðir ýti undir landnám víðis. Hins vegar eru til erlendar rannsóknir sem sýna að uppgræðsla með grassáningum og áburðargjöf getur tafið landnám víðis þó að mikið af víðiplöntum hafi fundist í eldri sáningum (Densmore 1992).

Litlar rannsóknir hafa verið gerðar á landnámi gulvíðis og loðvíðis hérlendis. Sumarið 1997 voru gerðar tilraunir með sáningu loðvíðis í

Ása L. Aradóttir, Kristín Svavarsdóttir og Sigurður H. Magnússon 2006. Landnám víðis og árangur víðisáninga. Í Innlendar víðitegundir: Líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu (ritstjóri Kristín Svavarsdóttir), bls. 59-72. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt.

Heiðmörk (Guðbjörg Ólafsdóttir 1998) en við vitum ekki um aðrar innlendar rannsóknir sem snúa beint að landnámi víðis. Hins vegar hefur landnám birkis (*Betula pubescens* Ehrh.) talsvert verið skoðað (t.d. Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1990, 1992; Aradóttir 1991, 2004) og gerðar hafa verið rannsóknir á landnámi nokkurra jurtategunda í misgömlum uppgræðslum (Elmarsdóttir o.fl. 2003). Þar sem víðifræ eru bæði minni og skammlífari en t.d. birkifræ er ekki víst að sömu þættir ráði landnámi þessara tegunda. Rannsóknir á þeim þáttum sem hafa áhrif á landnám gulvíðis og loðvíðis auka þekkingu á vistfræði tegundanna og stuðla að markvissri notkun þeirra í landgræðslu.

Haustið 1998 voru gerðar athuganir á náttúrulegu landnámi gulvíðis og loðvíðis á nokkrum friðuðum landgræðslusvæðum til að varpa ljósi á það við hvaða aðstæður þessar tegundir nema land. Í kjölfar þeirra athugana voru lagðar út sáningartilraunir í Vakalág á Rangárvöllum til að prófa eftirfarandi vinnutilgátur um þætti sem hafa áhrif á landnám gulvíðis og loðvíðis: (1) Áburðargjöf getur haft jákvæð áhrif á landnám víðis í gróðurlitlu landi; (2) raki jarðvegsyfirborðsins er mikilvæg forsenda þess að landnám eigi sér stað í ógrónu landi og (3) í vel grónu landi má auka líkur á landnámi með raski sem opnar upp svörðinn. Í þessum kafla er gerð grein fyrir rannsóknunum og niðurstöðum þeirra.

Tafla 6.1 Athugunarreitir fyrir landnám víðis.

Svæði	Reitur nr.	Reitur 1)	Lýsing 2)
Norðurland, láglendi			
Ássandur	7	NL-a	áraurar3)
(66°03'N, 16°31'V; 25 m)	6	NL-u75	áraurar3), áb + sán frá um ’75
	8	NL-u60	áraurar3), áb + sán frá um ‘60
	9	NL-u60+	áraurar3), áb+sán frá ‘60 og ‘75
Norðurland, hálendisbrún			
Hólsfjallagirðing	10	NH-u	sandhólar með melgresi (áb.)
(65°59'N, 16°21'V; 230 m)			
Vesturdalur	11	NH-n	
(65°56'N, 16°34'V; 230 m)			nýgræður á mel
Suðurland, láglendi			
Vakalág	12	SL-m	melur
(63°51'N, 20°17'V; 50 m)	13	SL-u82	melur, áb. frá ´82
Gunnlaugsskógur	14	SL-u75a	uppgræðsla á hrauni (áb. + sán frá ´75)
(63°52'N, 20°12'V; 100m)	18	SL-u75b	uppgræðsla á hrauni (áb. + sán frá ´75)
Bolholt	17	SL-u	uppgræddar moldir
(65°56'N, 20°07'V; 100 m)			
Markarflótsaurar	16	SL-a1	áraurar
(63°40'N, 19°58'V; 50 m)	15	SL-a2	áraurar, gróin lægð
Suðurland, hálendisbrún			
Hrunamannaafréttur	2	SH-m	melur
(64°21'N, 20°00'V; 270 m)	1	SH-u1	melur: áb + sán
	4	SH-u2	melur – líklega gömul áburðaráhrif
	5	SH-u3	hálfgrónar moldir í rofabarði (áb + sán)
	3	SH-n	nýgræða á grýttum moldum v/rofjaðar (áb)

[1] a=áraurar; u=uppgræðsla; n=nýgræða; m=melur.
[2] Áb=áburðargjöf; sán=grassáning.
[3] Aurar myndaðir í stórhlaupum Jökulsár á Fjöllum.

Aðferðir

Landnám víðis við mismunandi aðstæður

Haustið 1998 var náttúrulegt landnám víðis kannað í samtals 18 reitum (10 x 10 m^2) á Norður- og Suðurlandi (tafla 6.1). Á Suðurlandi voru lagðir út 12 reitir, á láglendi á Rangárvöllum og við hálendisbrúnina á Hrunamannaafrétti. Á Norðurlandi voru lagðir út sex reitir, flestir á láglendi í Kelduhverfi. Allir reitirnir voru á landi sem er friðað fyrir sauðfjárbeit og voru þeir staðsettir þar sem stutt var í stálpaðar víðiplöntur þannig að fræregn væri ekki takmarkandi þáttur.

Á þremur rannsóknarsvæðum, Ássandi í Kelduhverfi, Holti á Hrunamannaafrétti og í Vakalág á Rangárvöllum voru lagðir út tveir eða fleiri reitir nálægt hvor öðrum á landi sem var einsleitt að öðru leyti en því að það hafði orðið fyrir mismunandi áhrifum af uppgræðsluaðgerðum (tafla 6.1). Á Ássandi voru fjórir reitir lagðir út á aurum eftir gömul stórhlaup í Jökulsá, sem að hluta til hafa verið græddir upp með grasfræi og áburði er dreift var úr flugvél. Uppgræðslurákirnar voru vel afmarkaðar og hafa sumar þeirra verið raktar af loftmyndum (Gunnlaugsdóttir 1982; Aradóttir 1991). Einn reitur var viðmiðunarreitur þar sem ekki fundust nein merki um áburðargjöf (reitur NL-a), annar reitur var í uppgræðslu frá um 1960 (NL-u60), þriðji reiturinn á uppgræðslurák frá miðjum áttunda áratugnum (NL-u75) og fjórði reiturinn var settur niður þar sem uppgræðslurák frá áttunda áratugnum fór yfir eldri uppgræðslu frá 1960 (NL-u60+). Í Holtinu á Hrunamannaafrétti voru þrír reitir nálægt hvor öðrum á mel, einn var á svæði þar sem sáust merki um gömul áburðaráhrif (SH-u2), annar í mjög nýlegri uppgræðslu (SH-u1) og sá þriðji var á svæði þar sem ekki var hægt að sjá nein merki um áburðaráhrif (SH-m). Í Vakalág einkenndist yfirborðsgerðin af sandmelum og hefur stór hluti þeirra verið græddur upp. Uppgræðsluaðgerðir náðu þó ekki yfir svæðið sem reitirnir voru lagðir út á, að því undanskildu að áburði (en ekki grasfræi) hafði verið dreift yfir hluta þess árið 1982 eða 1983, þegar verið var að bera á nærliggjandi tún með flugvél (Sveinn Runólfsson, munnl. upplýs.). Þar voru lagðir út tveir reitir nálægt hvor öðrum, annar þar sem gætti áburðaráhrifanna frá 1982 (SL-u82) en hinn var viðmiðunarreitur þar sem ekki var hægt að sjá nein merki um áburðaráhrif (SL-m).



Mynd 6.1 Uppsetning vökvunarbúnaðar í sáningartilraun í Vakalág á Rangárvöllum. (Ljósmynd: Ása L. Aradóttir).

Innan hvers reits var talinn fjöldi plantna af loðvíði, gulvíði og fjallavíði (*S. arctica* Pall.) í þremur stærðarflokkum, sem skilgreindir voru eftir mesta þvermáli laufkrónu plantnanna: Stórar plöntur >20 cm í þvermál, meðalstórar 5-20 cm í þvermál og litlar plöntur <5 cm í þvermál. Allar stóru plönturnar í reitunum voru taldar og stærð þeirra mæld. Undantekning var þó gerð ef fleiri en 50 plöntur fundust í fyrri helming reitsins en þá var síðari helmingnum sleppt, að því gefnu að þéttleiki plantnanna þar virtist vera sambærilegur við þann hluta sem búið var að telja í. Litlar og meðalstórar plöntur voru taldar í tíu mælirömmum (0,5 x 0,5 m) sem dreift var tilviljunarkennt um reitina. Mesta þvermál blaðkrónu, þvermál blaðkrónu hornrétt á mesta þvermál og hæð efsta brums frá jörðu voru mæld hjá öllum plöntum sem voru ≥1 cm í þvermál en stærð minni plantna var ekki skráð. Einnig var skráð svarðgerð sem allar litlar plöntur (<5 cm í þvermál) fundust í.

Þekja helstu gróður- og yfirborðsgerða var metin að næstu tíu prósentum í 0,5 x 0,2 m hlutreit innan hvers mæliramma. Auk þess voru svarðgerð og svarðdýpt skráðar í tíu jafndreifðum punktum innan hlutreitsins.

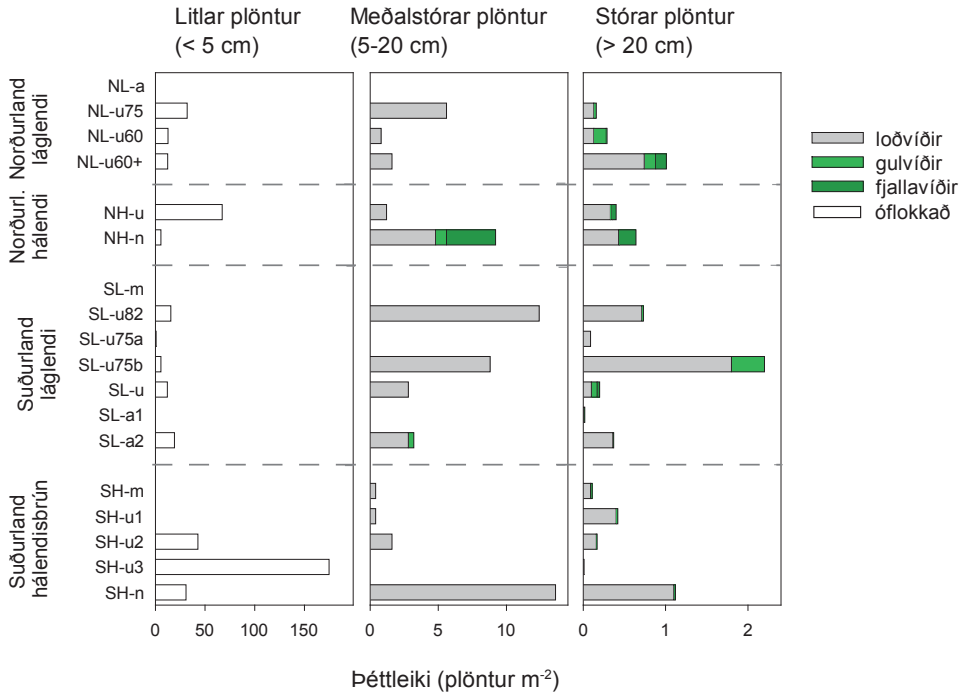
Sáningartilraunir

Einfaldar sáningartilraunir voru lagðar út við Vakalág á Rangárvöllum, annars vegar á gróðurlitlum sandmel (tilraunir 1 og 2) og hins vegar á uppgræddu landi (tilraun 3). Byrjað var að bera á áburðartilraunirnar (1a og 1b) sumarið 1999 en aðrar tilraunir voru lagðar út sumarið 2000. Sáð var í allar tilraunirnar á tímabilinu 13.-28. júlí 2000. Í þeim öllum voru lagðar út fjórar endurtekningar (blokkir) og var tilraunarliðum raðað tilviljunarkennt á reiti innan hverrar endurtekningar. Allir reitirnir voru 1 m^2 ferningar og var að lágmarki hafður einn metri á milli reita. Sáð var um 200 fræjum í hvern reit.

<u>Tilraun 1a og b: Áhrif áburðargjafar á landnám víðis á gróðurlitlum mel</u>

1a: Í þessari tilraun voru könnuð áhrif mismunandi skammta af tilbúnum, fljótleystum áburði á árangur sáninga gulvíðis og loðvíðis. Prófaðir voru fimm mismunandi skammtar af nitri auk viðmiðunar sem fékk ekkert nitur, alls 12 meðferðir. Niturskammtarnir voru 1,2 - 2,5 - 5 - 10 og 20 g N á m^2 og var notaður eingildur nituráburður, ammoníum nítrat, með 33% niturinnihaldi (Kjarni). Auk þess var borinn grunnáburður á alla reitina, 20 g m^{-2} af þrífosfati (19,6% P) og 20 g m^{-2} af kalísúlfati (47,7% K og 17,5% S).

1b: Til að kanna áhrif áburðargerðar og tíma áburðardreifingar á árangur sáninga gulvíðis og loðvíðis voru prófaðar fimm mismunandi áburðarmeðferðir auk óáborinnar viðmiðunar. Meðferðirnar voru eftirfarandi: (1) Fljótleystur áburður 1999; (2) seinleystur áburður 1999; (3) fljótleystur áburður 2000; (4) seinleystur áburður 2000 og (5) blanda af fljótleystum og seinleystum áburði 2000. Allir ábornir reitir fengu 5 g N m^{-2}; reitir með fljótleystum áburði fengu 15,2 g m^{-2} af Kjarna (33% N), reitir með seinleystum áburði fengu 13,2 g m^{-2} af Osmocote (38% N; Osmocote®, Scotts & Sons Ltd) og reitir með áburðarblöndu fengu 7,6 g m^{-2} af Kjarna og 6,6 g m^{-2} af Osmocote. Auk nitursins var borinn sami grunnáburður og í tilraun 1a á alla reitina.



Mynd 6.2 Þéttleiki víðiplantna af mismunandi stærðarflokkum í athugunarreitunum. Staðsetningu og einkennum reitanna er lýst í töflu 6.1

Tilraun 2: Áhrif vökvunar á landnám víðis á gróðurlitlum mel

Í þessari tilraun voru prófaðar tvær mismunandi meðferðir, með og án vökvunar. Við hlið hverrar endurtekningar var sett upp 600 lítra fiskikar með vatni og úr því leiddar slöngur yfir í einn reit fyrir hvora tegund. Slöngurnar voru lagðir yfir reitina og látnar hvíla á vírum, þannig að þær væru 5-10 cm yfir yfirborði reitanna (mynd 6.1). Göt voru gerð á þann hluta slangnanna sem lá yfir reitunum, þannig að vatn drypi stöðugt ofan í þá. Körin voru fyllt eftir þörfum og voru reitirnir vökvaðir frá sáningu og til ágústloka.

Tilraun 3: Áhrif sláttar á landnám víðis í hávöxnu grasi

Þessi tilraun var um 200 m norðan við vökvunar og áburðartímatilraunirnar, í tæplega 20 ára gamalli uppgræðslu sem notuð hafði verið til fræræktar beringspunts (*Deschampsia beringensis* Hultén) í nokkur ár. Prófaðar voru tvær meðferðir, að sá í óhreyfðan svörð og hins vegar í reiti sem höfðu verið slegnir með sláttuorfi rétt fyrir sáningu. Við sláttinn var leitast við að slá niður í svörðinn og raska yfirborðinu og síðan voru reitirnir rakaðir með garðhrífu.

Fjöldi fræplantna í öllum tilraunreitunum var talinn þrisvar sinnum árið 2000, þ.e. um einni viku, þremur vikum og 10-12 vikum eftir sáningu. Einnig voru fræplöntur taldar í reitunum í byrjun október 2001.

Úrvinnsla gagna

Gögn um þéttleika víðiplantna í öllum stærðarflokkum voru umreiknuð yfir í fjölda á fermetra. Fylgnipróf (Spearmans, r_s) var notað til að kanna fylgni á milli þéttleika lítilla, meðalstórra og stórra víðiplantna og fylgni á milli þéttleika plantna og gróðurþekju.

Til að fá mælikvarða á þekju meðalstórra og stórra víðiplantna í athugunarreitunum var flatarmál einstakra plantna reiknað út frá mælingum á mesta þvermáli plantnanna og þvermáli hornrétt á það. Miðað var við að plönturnar væru sporöskjulaga en búast má við að sú nálgun ofmeti heldur þekju trjáplantna ef króna þeirra er óregluleg (Aradóttir o.fl. 1997; Sigurðsson o.fl. 1998).

Kí-kvaðrat próf var notað til að kanna hvort dreifing lítilla víðiplantna (< 5 cm í þvermál) í mismunandi svarðgerðum væri marktækt frábrugðin tilviljunardreifingu (Conover 1980). Mældur fjöldi víðiplantna var skilgreindur sem fjöldi fræplantna sem fannst í hverri svarðgerð innan reits, en ætlaður fjöldi var reiknaður út frá heildarfjölda lítilla víðiplantna í reit margfaldaður með tíðni viðkomandi svarðgerðar í reitnum. Gögnum fyrir svarðgerðir með lága tíðni var slegið saman til að tryggja að engin svarðgerð hefði ætlaðan fjölda plantna undir tveimur og ekki meira en 20% svarðgerða hefði ætlaðan fjölda undir fimm (Conover 1980). Af sömu ástæðu voru þessir útreikningar aðeins gerðir fyrir reiti með 30 eða fleiri plöntum. Þar sem gögnunum um litlar víðiplöntur var safnað í 10 mælirömmum innan hvers reits en ekki öllum reitnum er sá möguleiki fyrir hendi að gögnin uppfylli ekki skilyrði um óháða dreifingu. Það gæti leitt til aukinnar hættu á að niðurstöður sem ekki eru marktækar yrðu ákvarðaðar sem slíkar (höfnunarmistök eða „type I error“) (Garson og Moser 1995). Til að draga úr hættu á slíku var miðað við að frávik í hverri

svarðgerð teldist aðeins marktækt ef reiknað frávik hennar (hluti af heildar kí-kvaðrat gildi) væri a.m.k. jafnstórt og marktækt viðmiðunar kí-kvaðrat gildi fyrir viðkomandi athugunarreit (Elmarsdóttir o.fl. 2003).

Til að kanna hvort dreifing víðiplantna í reitum á Ássandi væri tilviljunarkennd eða mismunandi eftir uppgræðsluaðgerðum var gert kí-kvaðrat próf á fjölda mæliramma í reit með annars vegar litlum og hins vegar meðalstórum víðiplöntum. Fyrir þau gögn voru einnig reiknaðar staðlaðar leifar (SL; Pearson residuals) samkvæmt Quinn og Keough (2002). Ef SL>0 voru fleiri mælirammar með víðiplöntum í reitunum en búast mætti við samkvæmt tilviljunardreifingu en færri þar sem SL<0. Þar sem kí-kvaðrat prófin voru marktæk voru einstakir reitir bornir saman með því að reikna út líkindi á að víðiplöntur fyndust í mælirömmunum í hvorum reit, hlutfall þessara líkinda (modified odds ratio) og 95% öryggisbil fyrir hlutfallið (Quinn og Keough 2002, bls. 386-387). Ef talan einn lenti innan öryggisbilsins var ekki ástæða til að hafna núlltilgátu um að dreifing mæliramma með víðiplöntum væri sú sama í báðum athugunarreitunum. Kí-kvaðrat og staðlaðar leifar voru einnig reiknuð út fyrir fjölda stórra plantna í reitunum á Ássandi. Sams konar útreikningar voru notaðir við samanburð á reitum í Vakalág.

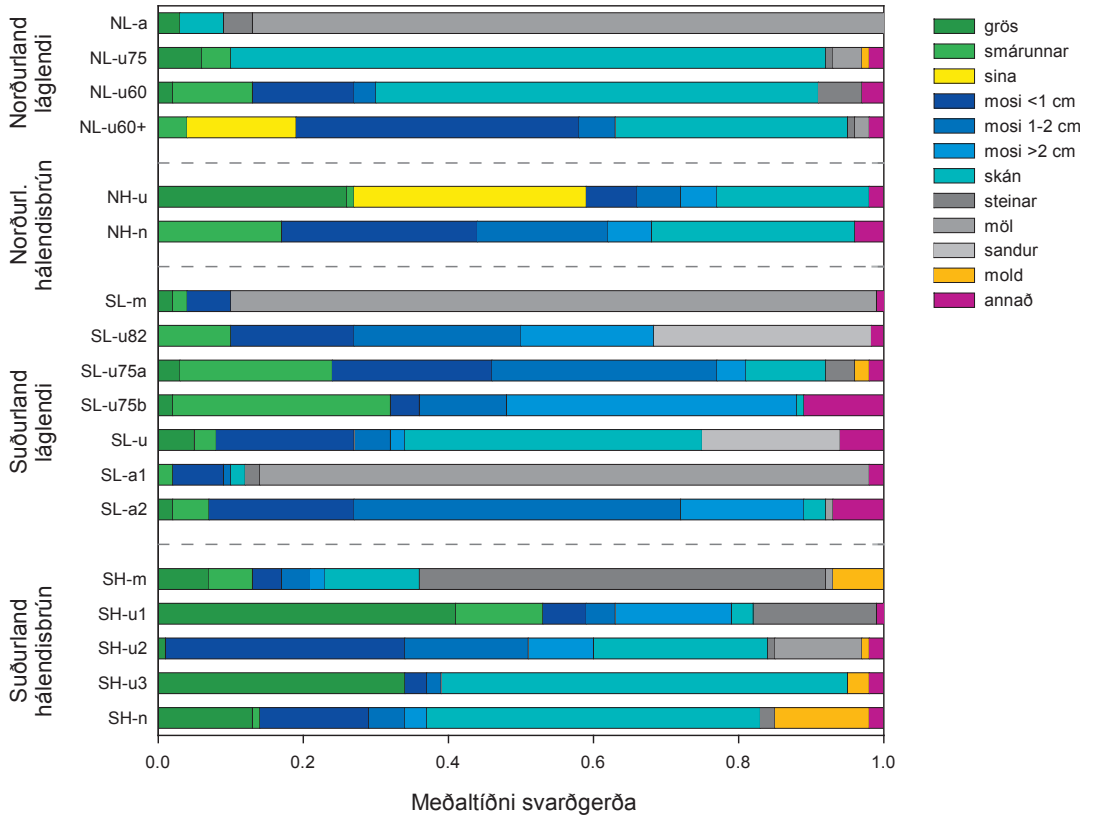
Áhrif tegunda og meðferða á fjölda fræplantna í sáningartilraununum voru könnuð með fervikagreiningu (randomized block) fyrir mismunandi úttektartíma. Normaldreifing leifa var könnuð með Kolmogorov-Smirnov prófi.

Tafla 6.2 Þekja og meðalhæð stórra víðiplantna (>20 cm í þvermál) í athugunarreitunum. Með þekju er átt við heildarþekju víðiplantnanna[1] sem % af flatarmáli reitanna. Hæð miðast við efsta lifandi brum hverrar plöntu (mt.=meðaltal, s.e.= staðaskekkja meðaltals). Staðsetningu og einkennum athugunarreitanna er lýst í töflu 6.1.

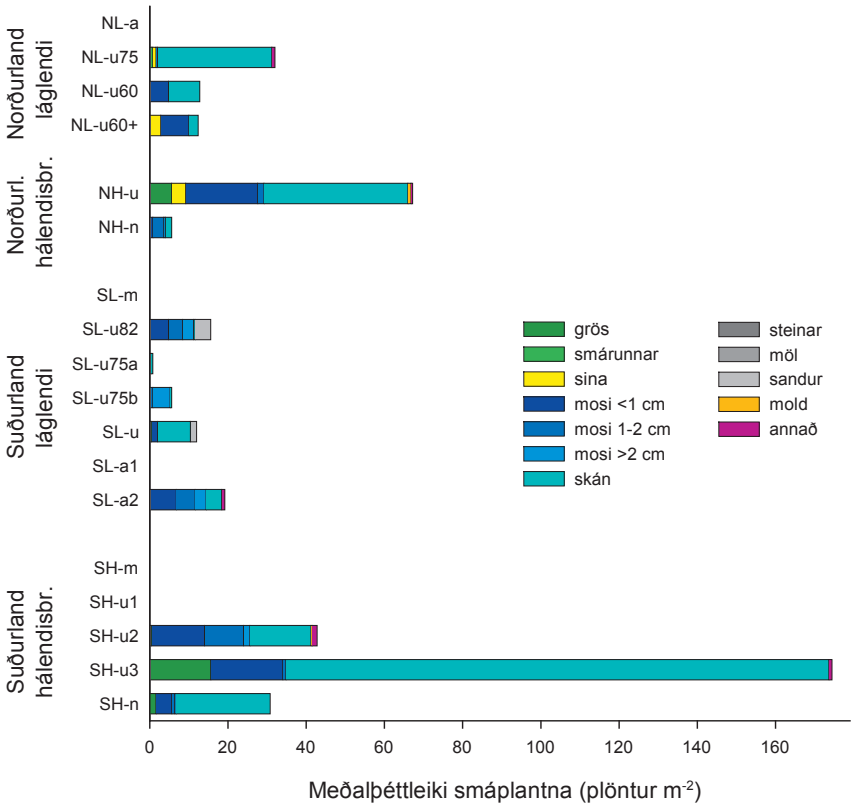
Reitur nr.	Loðvíðir			Gulvíðir		
	Þekja (%)	Hæð (cm)		Þekja (%)	Hæð (cm)	
		mt.	s.e.		mt.	s.e.
NL-a	0				0	
NL-u75	6,5	28	6,8	0,9	7	4,8
NL-u60	5,4	14	2,1	4,4	10	1,3
NL-u60+	30,3	22	1,5	7,7	20	3,2
NH-u	48,8	35	3,9	0,3	13	3,0
NH-n	1,4	10	0,6	<0,1	9	-
SL-m	0			0		
SL-u82	2,6	7	0,3	<0,1	10	0,5
SL-u75a	1,2	14	2,2	0		
SL-u75b	24,4	21	1,1	1,9	14	2,1
SL-u 11	2,8	12	1,8	1,7	19	4,1
SL-a1	<0,1	3	-	0		
SL-a2	1,1	7	0,4	0,1	8	2,0
SH-m	0,5	8	1,1	<0,1	4	1,0
SH-u1	2,5	12	0,5	0,2	11	3,0
SH-u2	0,6	7	0,6	0		
SH-u3	0,1	11	-	0		
SH-n	5,8	9	0,5	0		

[1] Flatarmál einstakra víðiplantna var reiknað út frá mælingum á þvermáli þeirra miðað við sporbaugslögun.

Tölfræðipróf voru gerð í SPSS, útg. 11.5 (SPSS Inc., Chicago, Il., USA), nema útreikningar á kí-kvaðrati, SL og hlutfalli líkinda, sem voru gerðir í töflureikni.



Mynd 6.3 Tíðni mismunandi svarðgerða í athugunarreitunum. Staðsetningu og einkennum reitanna er lýst í töflu 6.1.



Mynd 6.4 Þéttleiki smáplantna (< 5 cm í þvermál) af gulvíði, loðvíði og fjallavíði í athugunarreitunum, flokkað eftir mismunandi svarðgerðum. Staðsetningu og einkennum reitanna er lýst í töflu 6.1.

NIÐURSTÖÐUR

Náttúrulegt landnám víðis

Þéttleiki víðis var afar mismunandi eftir reitum (mynd 6.2). Engar plöntur fundust á óáborn-um áraurum og melum á Ássandi (NL-a) og í Vakalág (SL-m) og aðeins ein planta í gróðurlitlum reit á Markarfljótsaurum (SL-a1). Þéttleiki víðiplantna var mestur utan í uppgræddu rofabarði á Hrunamannaafrétti (SH-u3), eða 175 plöntur m^{-2} en þar voru nær eingöngu smáplöntur (<5 cm í þvermál). Meðalstórar plöntur voru flestar í nýgræðu á Hrunamannaafrétti (SH-n) og uppgræddum mel í Vakalág (SL-u82) en stórar plöntur voru flestar á uppgræddu hrauni í Gunnlaugsskógi (SL-u75b). Að meðaltali var þéttleiki lítilla plantna sjöfalt meiri en meðalstórra plantna, sem höfðu aftur á móti nærri áttfalt meiri þétt-leika en stóru plönturnar. Ekki var marktæk fylgni á milli þéttleika lítilla plantna og með-alstórra plantna (r_s=0,044; p=0,07) eða stórra plantna (r_s<0,27; p>0,2). Hins vegar var mark-tæk fylgni (r_s= 0,81; p<0,001) á milli þéttleika meðalstórra og stórra plantna.

Loðvíðir var algengasta víðitegundin í athugun-arreitunum. Af litlu plöntunum voru 91% loð-víðir, 1,5% gulvíðir, <1% fjallavíðir, og um 7% voru kímplöntur eða aðrar smáplöntur sem ekki var hægt að greina til tegunda. Svipað tegundahlutfall var hjá meðalstórum plöntum, 92% loðvíðir, 2% gulvíðir og 6% fjallavíðir, en hjá stærstu plöntunum var hlutfall gulvíðis heldur hærra á kostnað loðvíðis, 82% loðvíðir, 10% gulvíðir og 8% fjallavíðir. Fjallavíðirinn fannst aðeins í reitum á Norðurlandi (mynd 6.2).

Tafla 6.3 Fjöldi smáplantna víðis (<5 cm þvermál) í mælireitum og niðurstöður kí-kvaðrat prófs (Conover 1980) innan hvers reits. + : Marktækt fleiri smáplöntur í svarðgerð en búast mætti við samkvæmt tilviljanadreifingu, - : Marktækt færri smáplöntur í svarðgerð en búast mætti við samkvæmt tilviljanadreifingu, em: Fjöldi smáplantna var ekki marktækt frábrugðinn tilviljanadreifingu (=0,05). Þar sem ekki eru sýndar niðurstöður fyrir einstakar svarðgerðir, var áætlaður fjöldi fræplantna of lágur og þeim því slegið saman í „annað“. Aðeins eru sýndar niðurstöður fyrir reiti með ≥30 smáplöntum. Staðsetningu og einkennum athugunarreitanna er lýst í töflu 6.1.

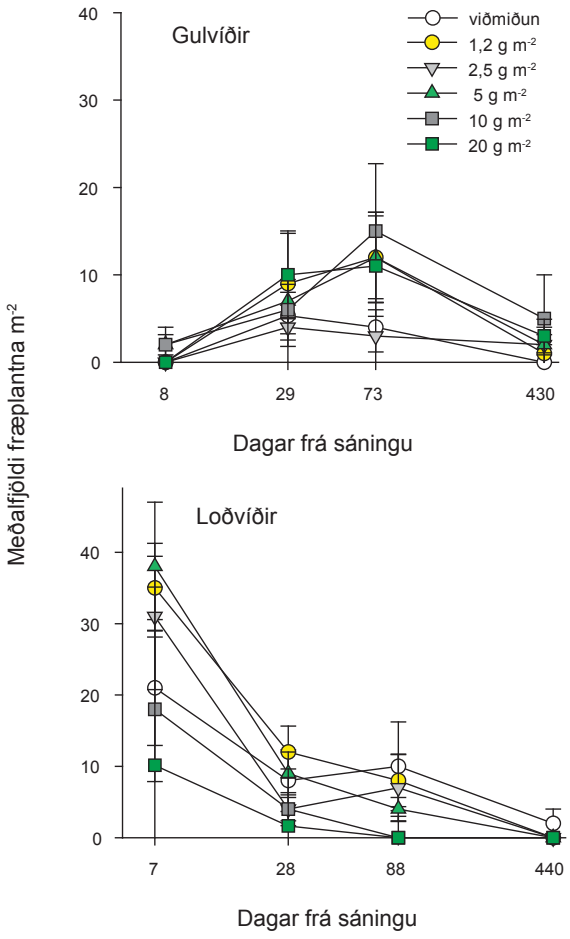
	Reitur									
	NL-u75	NL-u60	NL-u60+	NH-u	SL-u82	SL-u	SL-a2	SH-u2	SH-u3	SH-n
Heildarfjöldi smáplantna	80	32	31	168	39	30	48	107	437	77
Svarðgerð										
Skán	em	em	em	+		em		em	+	+
mosi <=1 cm		+	em	+	em	em	em	em	+	em
mosi 1-2 cm				em	em		em	em	em	em
mosi > 2 cm				em	em		em	em		
Fléttur							em	em		
Grös	em			-					-	em
Byrkningar									em	
Smárunnar					em					
Runnar									em	
Sina			em	-						
Mold									em	em
Sandur					em	em				
Melur								-		
Annað	em	-	em	em	em	em	em	em		em
Heildar kí-kvaðrat	5,2	20,6	10,0	261,2	8,6	11,6	14,3	26,4	233,1	36,1
Frítölur fyrir hvert próf	2	2	3	6	5	3	4	6	6	5

Tafla 6.4 Samanburður á athugunarreitum á Ássandi í Kelduhverfi. Sýndur er fjöldi mæliramma með litlum og meðalstórum víðiplöntum og fjöldi stórra víðiplantna.

	Litlar plöntur		Meðalstórar plöntur		Stórar plöntur	
Reitur	Fjöldi ramma*	SL**	Fjöldi ramma	SL	Fjöldi plantna	SL
NL-a: viðmiðun	0	-2,55	0	-1,73	0	-6,0
NL-u75: yngri uppgræðsla	10	1,37	6	1,73	16	-3,4
NL-u60: eldri uppgræðsla	7	0,20	2	-0,58	29	-1,2
NL-u60+: tvöföld uppgræðsla	9	0,98	4	0,58	101	10,7
Útreiknað X^{2***})		26,8		9,5		163,5

* Í hverjum athugunarreit voru lagðir út tíu mælirammar.
** SL=Staðlaðar leifar (e: Pearson standardized residuals; Quinn & Keough 2002).
*** Viðmiðunargildi fyrir X^2 (4 x 2 tengslatafla, 3 frítölur) eru 7,8 (α=0,05), 11,3 (α=0,01) og 16,3 (α=0,001).

Þekja stórra víðiplantna var afar breytileg á milli reita (tafla 6.2). Þekjan var yfir 25% í reitum sem voru í gömlum uppgræðslum á Ássandi, í Hólssandsgirðingu og Gunnlaugsskógi (NL-u60+, NH-u og SL-u75b) en annars staðar var heildarþekja stórra víðiplantna undir 10%. Þekja loðvíðis var alls staðar meiri en þekja gulvíðis og þöktu stórar loðvíðiplöntur að meðaltali 7,4% af yfirborði reitanna sem skoðaðir voru en gulvíðir um 1%. Hæð beggja tegundanna var svipuð (tafla 6.2). Meðalhæð loðvíðis í reitunum var 14 ± 2,1 cm (± ss) og 11 ± 1,4 cm hjá gulvíði.

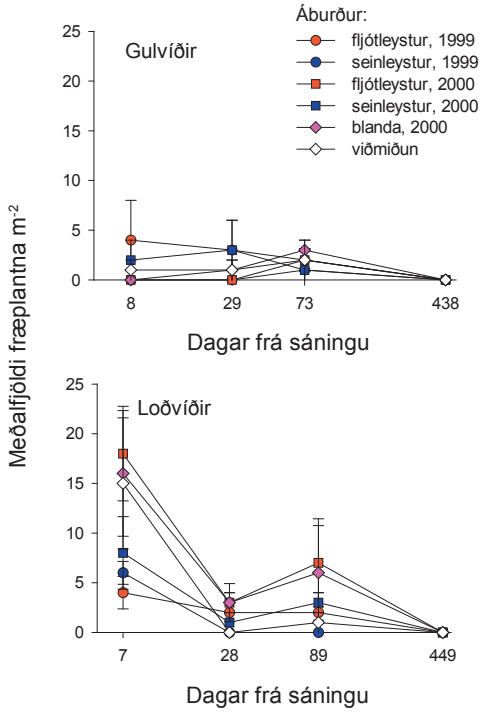


Mynd 6.5 Breytingar á fjölda fræplantna í tilraun 1a, með áhrif mismunandi skammta niturs á árangur af sáningu gulvíðis og loðvíðis á gróðurlitlum mel í Vakalág á Rangárvöllum. Táknin sýna meðaltöl fyrir hverja meðferð og lóðréttu línurnar sýna staðalskekkju þeirra.

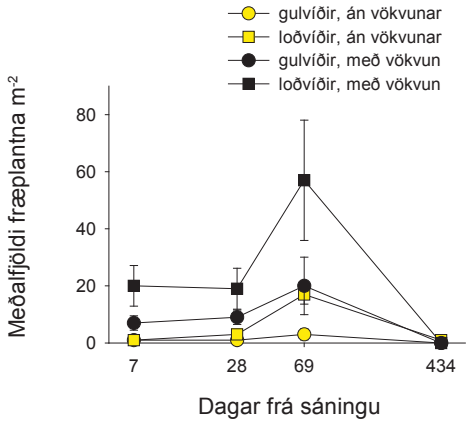
Gróðurþekja var yfirleitt um og yfir 90% nema í viðmiðunarreitum á melum eða söndum, þar sem hún var mun lægri, t.d undir 10% á áraurum á Ássandi (NLa) og á mel í Vakalág (SLm). Upplýsingar um þekju einstakra tegundahópa er að finna í fyrri skýrslu um verkefnið (Ása L. Aradóttir o.fl. 1999). Tíðni mismunandi svarðgerða í reitunum er sýnd á mynd 6.3. Á melum og áraurum var möl algengasta svarðgerðin (reitir NL-a, SL-m og SL-a1), nema á Hrunamannaafrétti (reit SH-m) þar sem yfirborðið var grófara. Lífræn jarðvegsskán var áberandi í mörgum reitum sem græddir höfðu verið upp með áburðargjöf, t.d. á Ássandi (NL-u), í Bolholti (SL-u) og á Hrunamannaafrétti (einkum SH-u3 og SH-n). Í öðrum uppgræddum reitum og á nýgræðum var mosi meira áberandi. Í Gunnlaugsskógi (SL-u75a,b), Vakalág (SL-u82) og í lægðum á Markarfljótsaurum (SL-a2) var talsvert um þykkan mosa (>1 cm) en þynnri mosi (<1 cm) var áberandi í gamalli uppgræðslu á Ássandi (NL-u60+), nýgræðum í Vesturdal (NH-n) og gamalli uppgræðslu á Hrunamannaafrétti (SH-u2).

Flestar litlar víðiplöntur sem fundust voru í lífrænni jarðvegsskán og þunnum (<1 cm) mosa (mynd 6.4). Í þremur reitum var fjöldi smáplantna í skáninni marktækt meiri en búast mátti við samkvæmt tilviljunardreifingu og hið sama gilti um smáplöntur í þunnum mosa (tafla 6.3). Í tveimur reitum voru færri smáplöntur í grasi en búast mætti við miðað við tilviljunardreifingu. Smáplöntur í sinu, mel og öðrum svarðgerðum voru færri en búast mátti við samkvæmt tilviljunardreifingu í einum reit hver þeirra (tafla 6.3). Í öðrum reitum og svarðgerðum var dreifing smáplantna ekki marktækt frábrugðin tilviljunardreifingu eða ekki nógu margar smáplöntur í reit til að hægt væri að gera tölfræðipróf á dreifingu þeirra.

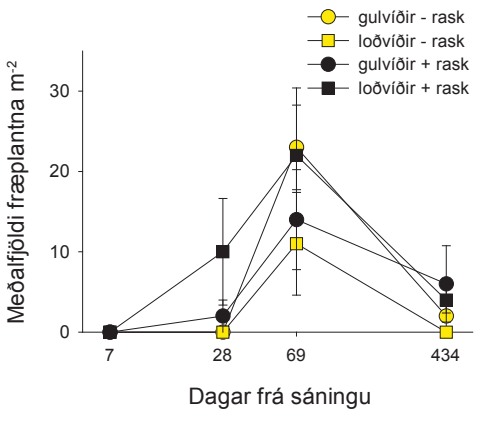
Á Ássandi var fjöldi mæliramma með litlum og meðalstórum plöntum marktækt frábrugðinn tilviljunardreifingu (tafla 6.4). Í óábornum reit (NL-a) fundust engar víðiplöntur og þar voru staðlaðar leifar (SL) <0. Hins vegar voru



Mynd 6.6 Breytingar á fjölda fræplantna í tilraun með áhrif áburðargerðar og tíma áburðardreifingar á árangur sáninga gulvíðis og loðvíðis á gróðurlitlum mel í Vakalág á Rangárvöllum. Skýringar á táknum þær sömu og fyrir mynd 6.5.



Mynd 6.7 Breytingar á fjölda fræplantna (meðaltal og staðalskekkja) í tilraun með áhrif vökvunar á árangur sáninga gulvíðis og loðvíðis á gróðurlitlum mel í Vakalág á Rangárvöllum. Skýringar á táknum þær sömu og fyrir mynd 6.5.



Mynd 6.8 Breytingar á fjölda fræplantna (meðaltal og staðalskekkja) í tilraun með áhrif sláttar á árangur sáninga gulvíðis og loðvíðis í hávöxnu grasi í Vakalág á Rangárvöllum. Skýringar á táknum þær sömu og fyrir mynd 6.5.

fleiri mælirammar með víðiplöntum í gömlum uppgræðslum (NL-u75 og NL-u60+) en búast mætti við samkvæmt tilviljunardreifingu (SL>0). Í reit sem aðeins var borið á um 1960 (NL-60) var SL>0 fyrir litlar víðiplöntur en SL<0 fyrir meðalstórar víðiplöntur. Hlutfall líkinda fyrir samanburð á óáborna reitnum NL-a við alla uppgræddu reitina var ≥45 fyrir litlu plönturnar og 30 fyrir samanburð á NL-a við NL-u75 fyrir meðalstórar plöntur. Þar sem 95% öryggisbil fyrir þessi hlutföll innihéldu ekki gildið einn bendir það sterklega til að dreifing mæliramma með víðiplöntur hafi ekki verið sú sama í þessum athugunarreitum (Quinn og Keough 2002). Við allan annan samanburð á reitum var hlutfall líkinda lægra og talan einn innan öryggisbilsins, sem bendir þá til þess að ekki hafi verið marktækur munur á dreifingu mæliramma með litlum eða meðalstórum plöntum. Mest var af stórum plöntum í reit NL-60+ þar sem uppgræðslurák frá um 1975 lá yfir eldri uppgræðslurák frá því upp úr 1960 (tafla 6.4).

Víðiplöntur fundust í öllum þremur samanburðarreitunum á Hrunamannaafrétti en fjöldi þeirra var mjög breytilegur (mynd 6.2). Litlar plöntur fundust aðeins í reit þar sem voru merki um gömul áburðaráhrif (SH-u2) og var hlutfall líkinda 133 (95% öryggisbil 4,8-3700) fyrir samanburð á SH-u2 og óábornu landi (SH-m) eða yngri uppgræðslu (SH-u1). Ekki var marktækur munur á fjölda mæliramma með meðalstórar víðiplöntur á milli reitanna þriggja (kí-kvaðrat=1,9; p>0,1). Dreifing stórra víðiplantna var marktækt frábrugðin tilviljunardreifingu (kí-kvaðrat=23,1; p<0,001). Mest var af stórum víðiplöntum í yngri uppgræðslunni (SH-u1) en minnst í óáborna reitnum (SH-m).

Við Vakalág fannst allmikið af víðiplöntum í reit sem borið var á árið 1982 (SL-u82) en engar víðiplöntur fundust á óábornum mel (SL-m) (mynd 6.2). Litlar víðiplöntur fundust í átta mælirömmum og meðalstórar víðiplöntur í fjórum mælirömmum af tíu í reit SL-u82. Hlutfall líkinda fyrir samanburð á reitunum í Vakalág var 71 fyrir litlar plöntur (öryggisbil 3,0-1711) og 15 fyrir meðalstórar plöntur (öryggisbil 0,7-319). Kí-kvaðrat fyrir stórar plöntur var 219 (p≤0,001). Þetta bendir til þess að marktækur munur hafi verið á reitum í Vakalág með tilliti til lítilla og stórra plantna en ekki meðalstórra plantna.

Sáningartilraunir

Fremur fáar plöntur komu upp í sáningartilraununum og afföll voru mikil. Í tilraun þar sem áhrif vaxandi nituráburðar á víðilandnám voru könnuð (tilraun 1a, mynd 6.5) komu ekki fram marktæk áhrif af áburðarmeðferðum í neinni úttekt en talsverður munur var á hegð-

un tegundanna tveggja. Loðvíðiplöntur voru marktækt fleiri en gulvíðplöntur (F_{teg}=52,3; p<0,001) við fyrstu úttekt sem gerð var um viku eftir sáningar. Hins vegar voru gulvíðiplönturnar orðnar fleiri en loðvíðiplönturnar (F_{teg}=5,05; p<0,05) við þriðju úttekt, sem gerð var 10 vikum eftir sáningu hjá gulvíði og 12 vikum eftir sáningu hjá loðvíði. Í þeirri úttekt kom einnig fram marktækt samspil milli áhrifa af tegund og meðferð ($F_{teg\ x\ áb}$=3,07; p<0,05), þar sem gulvíðiplöntur voru fleiri en loðvíðiplöntur í öllum meðferðum nema við 0 og 2,5 g N m^{-2}. Í síðustu úttektinni í október 2001, rúmu ári eftir sáningu, voru aðeins örfáar víðiplöntur eftir á lífi í tilraunarreitunum. Þá fundust heldur fleiri plöntur af gulvíði en loðvíði og heldur fleiri í ábornum en óábornum reitum en þessi áhrif voru ekki marktæk (F_{teg}=3,4; p=0,07 og $F_{áb}$=0,3; p>0,8).

Ekki komu fram nein marktæk áhrif af notkun fljót- eða seinleysts áburðar (tilraun 1b, mynd 6.6). Í fyrstu úttekinni á þeirri tilraun voru loðvíðiplöntur marktækt fleiri en gulvíðiplöntur (F_{teg}=26,6; p<0,001). Eftir það var ekki marktækur munur á tegundunum og við lokaúttekt var engin fræplanta víðis eftir í tilrauninni.

Í tilraun þar sem áhrif vökvunar á landnám gulvíðis og loðvíðis voru könnuð (tilraun 2, mynd 6.7) komu fram marktæk áhrif af vökvun í fyrstu ($F_{vökvun}$=11,5; p<0,01) og þriðju úttekt ($F_{vökvun}$=5,8; p<0,05). Hins vegar var aldrei marktækur munur á milli tegunda, þó að yfirleitt hafi loðvíðiplöntur verið nokkuð fleiri en gulvíðiplöntur við sambærilega meðferð.

Í tilraun þar sem víðitegundunum var sáð í sleginn og ósleginn grassvörð komu ekki fram nein marktæk áhrif af meðferðum né tegundum (tilraun 3, mynd 6.8). Þar fundust engar fræplöntur við fyrstu úttektina en flestar voru plönturnar við þriðju úttekt haustið 2000. Fræplöntunum hafði hins vegar fækkað mikið þegar tilraunin var tekin út ári seinna, þó ennþá mætti finna nokkrar plöntur í röskuðu reitunum.

Umræða

Náttúrulegt landnám víðis

Niðurstöður okkar sýna að landnám víðis er mjög breytilegt. Í 13 af 18 athugunarreitum var þéttleiki víðis meiri en ein planta á fermetra, sem ætti að nægja til að mynda þétt víðikjarr með tímanum. Í þremur reitum var hins vegar engin eða aðeins ein planta en þeir reitir voru allir mjög nálægt reitum með fleiri en 10 plöntum m^{-2}. Þann breytileika er ekki hægt að skýra út frá veðurfarsskilyrðum eða fræregni heldur virðast breytileg skilyrði fyrir landnám víðisins skipta þarna miklu.

Niðurstöður um dreifingu fræplantna eftir svarðgerðum gefa vísbendingar um möguleika á landnámi víðis í mismunandi sverði. Rúm 60% allra lítilla plantna sem fundust voru í lífrænni jarðvegsskán og tæp 20% í mosasverði sem var ≤1 cm á þykkt (mynd 6.4). Lífræn jarðvegsskán og þunnur mosi voru algengar svarðgerðir í athugunarreitunum (mynd 6.3) og í sumum reitunum var fjöldi plantna í þeim marktækt meiri en búast mætti við samkvæmt tilviljunardreifingu (tafla 6.3). Þessar svarðgerðir eru einnig mikilvægar fyrir landnám birkis (Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1990; Aradóttir 1991) en bæði birkið og víðirinn eiga það sameiginlegt að hafa smá fræ með lítilli forðanæringu.

Lífræn jarðvegsskán er samfélag blágrænubaktería (cyanobakteríur), fléttna, mosa, grænþörunga og sveppa sem lifa í eða ofan á efstu millimetrum jarðvegsins og halda jarðvegsögnunum saman þannig að þær mynda samfellt lag (Belnap o.fl. 2001a). Rannsóknir hafa sýnt meira landnám í lífrænni jarðvegsskán en á sambærilegu lítt grónu yfirborði án skánar (t.d. Bliss og Gold 1999; Elmarsdóttir o.fl. 2003). Lifun fræplantna, lífmassi og næringarinnihald er einnig oft meira í yfirborði með skán en sambærilegu yfirborði án skánar og hefur það verið rakið til áhrifa skánarinnar á næringarefna- og vatnsbúskap, stöðugleika jarðvegsyfirborðsins, hitatemprun og samkornun jarðvegs (Belnap o.fl. 2001b). Jákvæð áhrif skánarinnar á landnám virðast þó háð aðstæðum og fara meðal annars eftir því hve yfirborð skánarinnar er hrjúft (Belnap o.fl. 2001b). Áburðardreifing og sáning grasfræs á mela getur stuðlað að myndun lífrænnar jarðvegsskánar (Ása L. Aradóttir og Guðmundur Halldórsson 2004) og er hún oft áberandi í eldri uppgræðslum (Grétarsdóttir 2004; Elmarsdóttir o.fl. 2003). Einnig getur lífræn jarðvegsskán myndast á öðrum nýgræðum án áburðargjafar og hún er ríkjandi í sumum gróðursamfélögum á hálendinu sem hafa ekki samfellda háplöntuþekju. Með uppgræðsluaðgerðum sem stuðla að myndun lífrænnar jarðvegsskánar má ýta undir landnám víðis á lítt grónu landi ef fræregn er ekki takmarkandi.

Svarðgerðir þar sem víðiplöntur voru færri en búast mætti við samkvæmt tilviljunardreifingu voru grassvörður, sina og melur (tafla 6.3). Að auki voru í reit NL-u60 færri víðiplöntur en búast mætti við í „öðrum“ svarðgerðum, sem voru aðallega smárunnar og steinar. Engar litlar víðiplöntur fundust í melum né við steina og fáar í öðrum gróðurlausum sverði, þ.e. vikrum, mold og sandi. Þessar niðurstöður eru í samræmi við rannsóknir á landnámi *Salix setchelliana* á áraurum í Alaska þar sem þéttleiki fræplantna á hálfgrónu landi með slitróttri mosaþekju var hærri en á gróðurlitlum melum (Douglas 1995). Hjá birki er lítið landnám og

mikil afföll af fræplöntum í þéttum gróðursverði eða í ógrónum sverði þar sem mikil hreyfing er á jarðvegsyfirborðinu (Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1990; Aradóttir 1991 og 2004). Í rannsókn Elmarsdóttir o.fl. (2003) fannst hins vegar mikið af fræplöntum blómjurta við smásteina (möl) en í þeirri rannsókn var vetrarlifun plantnanna ekki skoðuð. Vegna þess að mikil vetrarafföll geta orðið í melum (myndir 6.5-6.7), líklega vegna frostlyftingar, má búast við að lifun við smásteina hafi ekki getað verið mikil.

Tólf af átján athugunarreitum voru á landi sem áburði hafði verið dreift á og á mörgum svæðanna hafði einnig verið sáð grasfræi (tafla 6.1). Af hinum sex voru tveir reitir á nýgræðum (NH-n og SL-a2), sem líklega hafa gróið upp án áburðargjafar eða annarra aðgerða en fjórir voru viðmiðunarreitir með mjög litla gróðurþekju. Vegna skorts á endurtekningum bjóða gögnin aðeins upp á takmarkaðan samanburð á þessum reitum. Í grófum dráttum má þó segja að tíðni víðis í ábornu reitunum og nýgræðunum hafi verið sambærileg en mjög lág í viðmiðunarreitunum. Vegna þess að viðmiðunarreitir voru yfirleitt mjög nálægt reitum með víðiplöntum er líklegt að þennan mun megi frekar rekja til mismunandi landnámsskilyrða fremur en mismunandi fræregns.

Á Ássandi í Kelduhverfi, Hrunamannaafrétti og í Vakalág á Rangárvöllum voru athugunarreitirnir lagðir út á einsleitu landi sem fengið hafði mismunandi uppgræðslumeðferðir (tafla 6.1). Þessi gögn gefa því möguleika á að bera saman áhrif meðferða á landnám víðis (tafla 6.4). Þar sem aðeins var lagður út einn reitur í hverri meðferð ber þó að túlka þau mjög varlega.

Tölfræðilegur samanburður á dreifingu víðiplantna í aðliggjandi reitum á Ássandi bendir til þess að þar hafi uppgræðsla haft jákvæð áhrif á landnám víðisins (tafla 6.4; mynd 6.2, NL-reitir). Engar víðiplöntur fundust í viðmiðunarreitnum (NL-a) en mest var af litlum og meðalstórum plöntum í yngri uppgræðslunni (reitur NL-u75). Þéttleiki stórra plantna var mestur í eldri uppgræðslunum (reitir NL-60 og NL-60+, mynd 6.2). Þéttleiki, þekja og hæð stórra víðiplantna var minni í NL-60 en NL-60+, sem sáð var í á sama tíma og áburði síðan aftur dreift yfir á áttunda áratugnum (tafla 6.4). Þetta bendir til þess að seinni áburðargjöfin hafi haft góð áhrif á lifun og vöxt þess víðis sem þar var kominn á legg.

Í samanburðarreitum á Hrunamannaafrétti fundust litlar plöntur aðeins þar sem merki voru um gömul áburðaráhrif (SH-u2), sem bendir til þess að í óáborna reitnum (SH-m) og í nýju uppgræðslunni (SH-u1) hafi ekki verið skilyrði fyrir landnám víðis á síðustu árum. Hins vegar var talsvert af stórum víðiplöntum í öllum þremur reitunum, mest í nýju uppgræðslunni en minnst í óáborna reitnum. Þetta sýnir að á einhverjum tímapunkti hafa aðstæður fyrir landnám víðis verið betri á þessu svæði en þegar við vorum við mælingar.

Í Vakalág fundust engar víðiplöntur í viðmiðunarreit (SL-m) en allir stærðarflokkar voru til staðar í reit á ábornu svæði (SL-u82). Hátt hlutfall líkinda á að finna litlar víðiplöntur í reit SL-u82 miðað við reit SL-m gefur til kynna að dreifing víðiplantna í þeim reitum hafi heldur ekki verið tilviljunarkennd. Af þessu má draga þá ályktun að jafnvel takmarkaðar aðgerðir eins og ein áburðargjöf hafi haft jákvæð áhrif á landnám víðis í Vakalág.

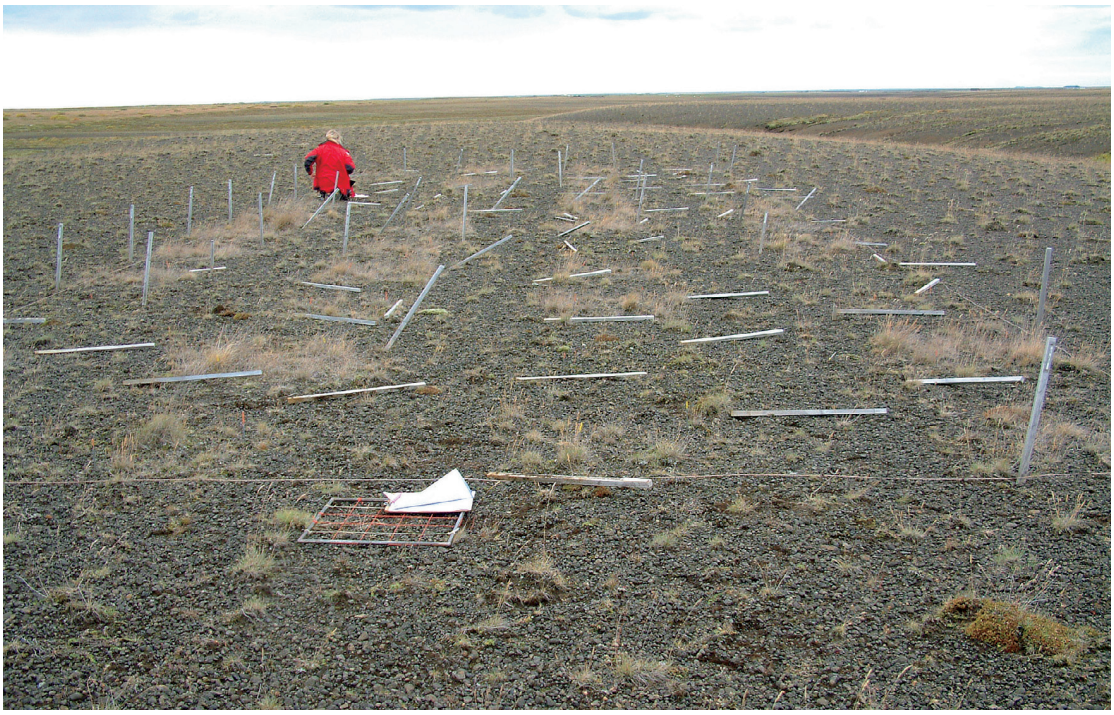
Þó að gögn okkar bendi til þess að uppgræðsla hafi frekar haft jákvæð áhrif á landnám víðis, virðist hið gagnstæða þó geta gerst þar sem þykkur gras- eða mosasvörður myndast í kjölfar uppgræðsluaðgerða (Grétarsdóttir o.fl. 2004). Á svæðum sem urðu fyrir raski við lagningu olíuleiðslu yfir Alaska tafði uppgræðsla með grasfræi og áburði landnám víðitegunda en eftir 11 ár var tíðni víðiplantna þó orðin hærri í uppgræðslunum en í óábornum viðmiðunarreitum (Densmore 1992).

Gera má ráð fyrir að stærðarflokkar endurspegli að einhverju leyti aldursdreifingu víðiplantnanna. Lítil fylgni á milli þéttleika stórra og lítilla plantna í reitunum bendir til þess að landnám víðisins hafi verið breytilegt í tíma. Þar sem mikið var af litlum plöntum (t.d. SH-u2, SH-u3 og NH-u) má gera ráð fyrir því að mikið af plöntunum hafi verið ungar og að skilyrði fyrir landnám hafi verið góð. Í reitum með margar stórar plöntur en fáar litlar (t.d. NL-u60+, NH-n, SL-a2 og SL-u75b) hefur landnám víðis líklega verið töluvert á einhverju tímabili en síðan hafi dregið úr því.

Eitt af meginmarkmiðum rannsókna okkar á náttúrulegu landnámi víðitegundanna var að kanna við hvaða skilyrði þær nema land. Því voru athuganirnar bundnar við svæði þar sem tegundirnar voru örugglega til staðar og landnám í gangi. Tilraunareitir voru ekki lagðir út á svæðum þar sem fáar eða engar ungar víðiplöntur var að finna, svo sem í vel grónu landi þar sem svörðurinn var heill og þykkur eða þar sem yfirborðið var óstöðugt eins og á virkum sandfokssvæðum. Þar af leiðandi gefa niðurstöður okkar takmarkaðar upplýsingar um hvaða skilyrði eru óhagstæð fyrir landnám gulvíðis og loðvíðis.

Sáningar

Í sáningartilraununum spíruðu bæði gulvíðir og loðvíðir á gróðurlitlum melum og í gras-



Mynd 6.9 Miklar frosthreyfingar voru á tilraunasvæðinu í Vakalág eins og sjá má á þessari mynd sem tekin var í september 2001 af annarri áburðartilrauninni frá því í júlí 2000. Mikið af hælunum sem notaðir höfðu verið til að merkja tilraunarreitina höfðu þá fallið vegna frostlyftingar. (Ljósmynd: Ása L. Aradóttir).

sverði. Afföll af fræplöntum voru hins vegar gríðarlega mikil í öllum tilraununum, sem er í samræmi við reynslu margra annarra (Walker o.fl. 1986; Bishop og Chapin 1989; Cooper og MacDonald 2000).

Ekki komu fram marktæk áhrif af áburðarmeðferðum (tilraunir 1a og 1b) á fjölda plantna af gulvíði eða loðvíði í neinni úttekt. Því styðja niðurstöður sáningartilraunanna ekki tilgátu um jákvæð áhrif áburðargjafar á landnám víðis í gróðurlitlu landi. Eldri tilraunir hafa raunar sýnt fram á neikvæð áhrif áburðar á spírun víðitegunda (Bishop og Chapin 1989; Guðbjörg Ólafsdóttir 1998) en slíkt kom heldur ekki fram í tilraunum okkar. Í tilraun með vaxandi niturskammta (1a) voru heldur fleiri gulvíðiplöntur rúmu ári eftir sáningu í reitum sem fengu hæstu áburðarskammtana en í reitum sem fengu lítinn eða engan áburð (mynd 6.5). Sá munur var þó ekki marktækur enda voru þá fáar plöntur eftir í tilrauninni. Svipaðar niðurstöður hafa komið fram í sáningartilraunum með birki, þar sem áburðargjöf hafði ekki marktæk áhrif á spírun en jákvæð áhrif á vetrarlifun (Aradóttir 1991). Áburðargjöf getur bætt vöxt fræplantna hjá loðvíði (Guðbjörg Ólafsdóttir 1998) en gera má ráð fyrir að lífslíkur fræplantnanna vaxi með stærð, eins og sýnt hefur verið fram á hjá birki (Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1990). Þar sem uppgræðsla með áburðargjöf nær að örva myndun lífrænnar jarðvegsskánar og mosaþekju (Elmarsdóttir o.fl. 2003; Grétarsdóttir o.fl. 2004; Ása L. Aradóttir og Guðmundur Halldórsson 2004), getur hún til lengri tíma aukið framboð á hentugum svarðgerðum fyrir landnám víðis, eins og fram kom í athugunum okkar á landnámi víðis (sbr. töflu 6.3).

Langflestar plöntur fundust í rakatilrauninni, að meðaltali nærri 60 plöntur m^{-2} í vökvuðum loðvíðireitum (mynd 6.7). Sáningarsumarið voru ávallt fleiri plöntur í vökvuðum reitum en í viðmiðunarreitum og voru áhrif vökvunarinnar marktæk í tveimur úttektum. Þessar niðurstöður eru í samræmi við niðurstöður annarra sem hafa sýnt að spírun og lifun ungra víðifræplantna sé mjög háð raka (Bishop og Chapin 1989; Sacci og Price 1992; Cooper og van Haveren 1994; Barsoum 2001). Hins vegar hafði vökvun neikvæð áhrif á spírun loðvíðis í Heiðmörk (Guðbjörg Ólafsdóttir 1998). Sú tilraun var á moldarríkum mel, neðarlega í brekku, þar sem búast má við að rakaskilyrði séu betri en í okkar tilraun sem gæti skýrt muninn á milli þeirra.

Til að byrja með voru heldur fleiri víðifræplöntur í graslendisreitum sem höfðu verið slegnir en í óröskuðum reitum (mynd 6.8). Aldrei voru þó marktæk áhrif af röskun á fjölda fræplantna og eftir rúma tvo mánuði (í okt. 2000) voru loðvíðifræplöntur fleiri í óröskuðum en röskuðum reitum. Þessar niðurstöður styðja því ekki tilgátu um að hægt sé að auka líkur á landnámi í þéttum grassverði með því að opna svörðinn. Víðifræ eru smá og má búast við að fræplönturnar eigi erfitt með að komast á legg í þéttum gróðri. Þannig fann Densmore (1992) neikvæð áhrif grassáninga á landnám víðis til að byrja með og rannsókn okkar á landnámi víðis sýndi minna landnám í grassverði en búast mætti við samkvæmt tilviljunardreifingu (tafla 6.3). Niðurstöður röskunartilraunarinnar eru því óvæntar, en þær má e.t.v. að hluta skýra með því að gróður reitanna var ekki alls staðar jafn þéttur og í óröskuðu reitunum mátti finna opna bletti. Einnig er möguleiki á að eitthvað af fræplöntunum sem

voru skráðar í rasktilrauninni haustið 2000 hafi verið rangt greindar en í reitunum fannst talsvert af vegarfa (*Cerastium fontanum* Baumg.), sem getur líkst víði á fyrstu kímplöntustigunum. Þrátt fyrir að niðurstöður rasktilraunarinnar hafi verið á þennan veg viljum við alls ekki útiloka þann möguleika að hægt sé að örva landnám víðis í grónu landi með því að opna svörðinn, enda má víða sjá dæmi um slíkt á friðuðu landi.

Fáar fræplöntur víðis voru eftir í tilraunareitunum haustið 2001 og aðeins í tilrauninni með vaxandi áburðarskammta (mynd 6.5) og rasktilrauninni (mynd 6.8). Í athuguninni á landnámi víðis fundust smáplöntur víðis yfirleitt ekki á ómeðhöndluðum melum eða áraurum þar sem möl eða steinar voru ríkjandi svarðgerðir (t.d. SH-m, NL-a, SL-m og SL-a1, sjá mynd 6.4) og má skýra þær niðurstöður að hluta með lítilli lifun víðifræplantna á melum eins og kom fram í sáningartilraununum. Líklegt er að mikið af fræplöntum í tilraununum sem voru á melum hafi drepist vegna frostlyftingar veturinn 2000-2001. Ummerki voru um frosthreyfingar í þeim tilraunareitum, sem meðal annars mátti sjá af því að stór hluti hælanna sem notaðir voru til að merkja tilraunareitina féll um koll fyrsta veturinn og ítrekað eftir það þó að þeir væru slegnir niður aftur (mynd 6.9). Frostlyfting er ein helsta orsök vetraraffalla á ungplöntum á gróðurlitlum svæðum hérlendis og virðist það gilda bæði um sáningar (Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1990; Aradóttir 1991) og gróðursetningar (t.d. Ása L. Aradóttir og Járngerður Grétarsdóttir 1995; Edda S. Oddsdóttir o.fl. 1998).

Þar sem víðitegundir framleiða fjölmörg fræ má búast við því að aðeins örlítið brot þeirra nái að verða fullvaxta plöntur. Í flestum tilraunareitum okkar voru nær allar fræplöntur dauðar haustið 2001, rúmu ári eftir sáningu. Til að fá fram skýrari áhrif af tilraunameðferðum á landnám gulvíðis og loðvíðis og sér í lagi lifun þeirra, hefði ef til vill verið heppilegt að nota meira fræ í tilraunirnar. Í tilraunum okkar var sáðmagnið 200 fræ m^{-2} en í tilraun með loðvíði í Heiðmörk var sáðmagnið um 300 fræ m^{-2} (Guðbjörg Ólafsdóttir 1998). Í tilraun með sáningu *S. alaxensis* í Alaska var sáðmagnið hins vegar um 24 000 og 48 000 fræ m^{-2} (Walker o.fl. 1986) og í annarri sáningatilraun með sömu tegund var dreift bæði fræjum og heilum reklum (Cooper og van Haveren 1994). Með því að dreifa heilum reklum af víði er ekki hægt að stýra fræmagninu nákvæmlega en á móti kemur að ekki þarf að hreinsa fræið og afhára það.

Samanburður á gulvíði og loðvíði

Loðvíðir var mun algengari en gulvíðir í reitunum sem lagðir voru út til mælinga á landnámi og gilti það um alla stærðarhópa (mynd 6.2). Hins vegar var meiri munur á hlutfalli loðvíðis og gulvíðis hjá litlum plöntum en stórum, sem gæti bent til þess að meira landnám hafi átt sér stað hjá loðvíði en gulvíði en að lifun hafi verið betri hjá gulvíði. Í sáningartilraun með vaxandi N-áburðarskammta (1a og 1b) var meira af loðvíði en gulvíði viku eftir sáningu en eftir tvo mánuði voru gulvíðiplöntur orðnar marktækt fleiri (mynd 6.5). Í öðrum sáningartilraunum var yfirleitt ekki marktækur munur á tegundum en þó var ákveðin tilhneiging til þess að loðvíðiplöntur væru fleiri í upphafi en gulvíðir sækti síðan á. Þetta mynstur er líklega afleiðing af samspili mishraðrar spírunar og mismikilla affalla hjá tegundunum.

Ástæðuna fyrir meira landnámi loðvíðis en gulvíðis í athugunarreitunum má ef til vill að einhverju leyti rekja til mismunandi fræregns, bæði vegna þess að hlutfall tegundanna var ójafnt meðal stærri plantnanna (mynd 6.2) og einnig vegna þess að margfalt meira fræmagn er að finna í reklum loðvíðis en gulvíðis (Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2006). Einnig þroskar loðvíðirinn fræ á undan gulvíði (Kristín Svavarsdóttir o.fl. 2006b) og virtist spíra hraðar í sáningartilraununum (myndir 6.5-6.8). Þar sem víðitegundirnar hafa skammlíf fræ sem dreifast ekki fyrr en um mitt sumar gæti slíkt forskot skipt máli fyrir vöxt á fyrsta sumri og aukið möguleika loðvíðis til að lifa af fyrsta veturinn.

Lokaorð

Þekking á þeim þáttum sem hafa áhrif á landnám gulvíðis og loðvíðis er mikilvæg til að skilja vistfræði og útbreiðslumynstur þessara tegunda. Auk þess nýtist sú þekking við skipulagningu landgræðsluaðgerða og meðferð svæða þar sem markmiðið er að koma upp kjarrgróðri.

Niðurstöður okkar benda til þess að náttúrulegt landnám innlendu víðitegundanna geti verið umtalsvert þar sem skilyrði eru hagstæð og fræregn er til staðar. Mest var landnámið í lífrænni jarðvegsskán og þunnum mosa en yfirleitt lítið í grasi, sinu og á lítt grónum melum. Sáningartilraunir sýndu hins vegar að báðar tegundir gátu spírað á melum og í grassverði en spírun þar var takmörkuð og afföll mjög mikil, þannig að aðeins örfáar plöntur komust á legg.

Niðurstöðurnar vekja ekki vonir um að sáningar séu vænleg leið til að koma víði á legg í stórum stíl. Í því sambandi er þó mikilvægt að hafa í huga að tilraunirnar voru lagðar út við fremur erfiðar aðstæður þar sem spírun var takmörkuð og mikil afföll vegna frostlyftingar. Einnig notuðum við minna sáðmagn en notað

hefur verið í sambærilegum rannsóknum. Við getum alls ekki dregið þá ályktun að sáningar séu ónothæfar heldur er þörf á fleiri rannsóknum til að kanna möguleika þeirra. Meðal annars væri áhugavert að kanna betur á hvaða stigi uppgræðslu víðir eigi mesta möguleika á að nema land, auk áhrifa mismunandi gróðurfars og rasks. Einnig væri æskilegt að kanna nánar möguleika á að nota heila víðirekla við sáningar (samanber Cooper og van Haveren 1994), til að losna við að hreinsa fræið og afhára það.

Til að landnám geti átt sér stað þurfa bæði að vera til staðar hentugar svarðgerðir til landnáms og nóg framboð á fræi. Ef mikinn víði er að finna í nágrenninu og fræframboð þar af leiðandi ekki takmarkandi getur verið mögulegt að búa í haginn fyrir víðilandnámið með uppgræðslu. Uppgræðsla getur örvað myndun lífrænnar jarðvegsskánar, sem er hagstæð fyrir landnám víðisins, en þessi jákvæðu áhrif koma þó líklega ekki fram fyrr en nokkrum árum eftir að uppgræðsla hefst. Uppgræðslan má þó ekki mynda það þétta gróðurþekju að hún hindri landnám víðisins. Ef fræframboð er takmarkandi má reyna að auka það, svo sem með áburðargjöf á víðiplöntur til að auka blómgun og fræframleiðslu þeirra (Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2006) eða með því að koma upp nýjum fræuppsprettum með gróðursetningu víðiplantna (Kristín Svavarsdóttir o.fl. 2006a).

Þakkir

Anne Bau, Harpa K. Einarsdóttir og Lilja Karlsdóttir aðstoðuðu við uppsetningu tilraunanna og mælingar á þeim. Reynir Þorsteinsson og aðrir starfsmenn Landgræðslu ríkisins sáu um uppsetningu og viðhald á vökvunarkerfi. Við viljum þakka þeim og öðru samstarfsfólki sem tóku þátt í rannsóknunum fyrir þeirra framlag. Úlfur Óskarsson las kaflann yfir í handriti og kom með ábendingar um það sem betur mátti fara og þökkum við fyrir það. Rannsóknirnar voru styrktar af Tæknisjóði Rannís og Framleiðnisjóði landbúnaðarins.

Heimildir

Alliende, M.C. og Harper, J.L. 1989. Demographic studies of a dioecious tree. I. Colonization, sex and age structure of a population of *Salix cinerea. Journal of Ecology 77*: 1029-1047.

Aradóttir, Á.L. 1991. *Population biology and stand development of birch* (Betula pubescens Ehrh.) *on disturbed sites in Iceland*. Ph.D. Dissertation thesis. Texas A&M University.

Aradóttir, Á. L. 2004. Does the Nootka lupin facilitate or impede colonization and growth of native birch in Iceland? *Wild and Cultivated Lupins from the Tropics to the Poles. Proceedings of the 10th International Lupin Conference* (ritstjórar Santen, E. V. og Hill, G. D.), bls. 184-190. International Lupin Association, Canterbury, New Zealand, Laugarvatn, Iceland, 19-24 June 2002.

Aradóttir, Á.L., Þorgeirsson, H., McCaughey, H., Strachan, I. og Robertson, A. 1997. Establishment of a black cottonwood plantation on an exposed site in Iceland: Plant growth and site energy balance. *Agricultural and Forest Meterorology 84*: 1-9.

Ása L. Aradóttir og Guðmundur Halldórsson 2004. Uppbygging vistkerfa á röskuðum svæðum. *Fræðaþing landbúnaðarins 2004*: 86-93.

Ása L. Aradóttir og Járngerður Grétarsdóttir 1995. *Úttektir á gróðursetningum til landgræðsluskóga 1991 og 1992*. Fjölrit Rannsóknastöðvar Skógræktar ríkisins 9: 1-36.

Ása L. Aradóttir, Kristín Svavarsdóttir, Sigurður H. Magnússon, Jón Guðmundsson, Aðalsteinn Sigurgeirsson og Andrés Arnalds 1999. *Notkun innlendra víðitegunda til uppgræðslu og landbóta. Áfangaskýrsla 1997-1998*. Fjölrit Landgræðslunnar 1. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti.

Barsoum, N. 2001. Relative contributions of sexual and asexual regeneration strategies in *Populus nigra* and *Salix alba* during the first years of establishment on a braided gravel bed river. *Evolutionary Ecology 15*: 255-279.

Belnap, J., Büdel, B. og Lange, O.L. 2001a. Biological soil crusts: characteristics and distribution. Í *Biological Soil Crusts: Structure, Function and Management* (ritstjórar Belnap, J. og Lange, O.L.), bls. 3-30. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

Belnap, J., Prasse, R. og Harper, K.T. 2001b. Influence of biological soil crusts on soil environments and vascular plants. Í *Biological Soil Crusts: Structure, Function and Management* (ritstjórar Belnap, J. og Lange, O.L.), bls. 281-300. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

Bishop, S.C. og Chapin, F.S. 1989. Establishment of *Salix alaxensis* on a gravel pad in arctic Alaska. *Journal of Applied Ecology 26*: 575-583.

Bliss, L.C. og Gold, W.G. 1999. Vascular plant reproduction, establishment, and growth and the effects of cryptogamic crusts within a polar desert ecosystem, Dewon Island, N.W.T., Canada. *Canadian Journal of Botany 77*: 623-636.

Conover, W.J. 1980. *Practical nonparametric statistics*. John Wiley & Sons, New York.

Cooper, D.J. og MacDonald, L.H. 2000. Restoring the vegetation of mined peatlands in the southern Rocky Mountains of Colorado, USA. R*estoration Ecology 8*: 103-111.

Cooper, D.J. og van Haveren, B.P. 1994. Establishing felt-leaf willow from seed to restore Alaskan, U.S.A., floodplains. *Arctic and Alpine Research 26*: 42-45.

Crocker, R.L. og Major, J. 1955. Soil development in relation to vegetation and surface age at Glacier Bay, Alaska. *Journal of Ecology 43*: 427-448.

Davy, A.J. 2002. Establishment and manipulation of plant populations and communities in terrestrial systems. Í *Handbook of ecological restoration. Volume 1. Principles of restoration* (ritstjórar Perrow, M.R. og Davy, A.J.), bls. 223-241. Cambridge Univeristy Press, Cambridge.

Densmore, R.V. 1992. Succession on an Alaskan tundra disturbance with and without assisted

revegetation with grass. *Arctic and Alpine Research 24*: 238-243.

Densmore, R. og Zasada, J. 1983. Seed dispersal and dormancy patterns in northern willows: ecological end evolutionary significance. *Canadian Journal of Forest Research 61*: 3207-3216.

Douglas, D.A. 1995. Seed germination, seedling demography and growth of *Salix setchelliana* on glacial river gravel bars in Alaska. *Canadian Journal of Forest Research 73*: 673-679.

Ebersole, J.J. 1989. Role of the seed bank in providing colonizers in a turndra disturbance in Alaska. *Canadian Journal of Forest Research 67*: 466-471.

Edda S. Oddsdóttir, Guðmundur Halldórsson, Ása L. Aradóttir og Jón Guðmundsson 1998. Varnir gegn frostlyftingu plantna. *Skógræktarritið 1998*: 72-81.

Elmarsdottir, A., Aradottir, A.L. og Trlica, M.J. 2003. Microsite availability and establishment of native species on degraded and reclaimed sites. *Journal of Applied Ecology 40*: 815-823.

Forbes, B.C. og Jefferies, R.L. 1999. Revegetation of disturbed arctic sites: Constraints and applications. *Biological Conservation 88*: 15-22.

Garson, G.I. og Moser, E.B. 1995. Aggregation and the Pearson chi-square statistic for homogeneous proportions and distributions in ecology. *Ecology 76*: 2258-2269.

Grétarsdóttir, J., Aradóttir, Á.L., Vandvik, V., Heegaard, E. og Birks, H.J.B. 2004. Long-term effects of reclamation treatments on plant succession in Iceland. *Restoration Ecology 12*: 268-278.

Guðbjörg Ólafsdóttir 1998. *Landnám loðvíðis* (Salix lanata *L.*). BS ritgerð við Líffræðiskor Háskóla Íslands. Háskóli Íslands, Reykjavík.

Gunnlaugsdóttir, E. 1982. *Vegetation development during restoration of erosion areas managed by the Icelandic State Soil Conservation. Studies in permanent plots in and near fenced areas 1874-1980*. Meddelanden från Växtbiologiska instituten 4, Uppsala.

Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2006. Áhrif áburðar á stærð, blómgun og fræframleiðslu gulvíðis og loðvíðis. Í *Innlendar víðitegundir: Líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu* (ritstjóri Kristín Svavarsdóttir), bls. 33-41. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt.

Kristín Svavarsdóttir, Ása L. Aradóttir og Úlfur Óskarsson. 2006a. Þróun aðferða við ræktun gulvíðis og loðvíðis. Í *Innlendar víðitegundir: Líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu* (ritstjóri Kristín Svavarsdóttir), bls. 73-89. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt.

Kristín Svavarsdóttir, Harpa K. Einarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2006b. Blómgun og fræþroski gulvíðis og loðvíðis. Í I*nnlendar víðitegundir: Líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu* (ritstjóri Kristín Svavarsdóttir), bls. 21-31. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt.

Persson, Å. 1964. The vegetation at the margin of the receding glacier Skaftafellsjökull, southeastern Iceland. *Botaniska Notiser 117*: 323-354.

Quinn, G.P. og Keough, M.J. 2002. *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Sacchi, C.F. og Price, P.W. 1992. The relative roles of abiotic and biotic factors in seedling demography of arroyo willow (*Salix lasiolepis*: Salicaceae). *American Journal of Botany 79*: 395-405.

Sigurðsson, B.D., Aradóttir, Á.L. og Strachan, I.B. 1998. Cover and canopy development of a newly established poplar plantation in south Iceland. *Búvísindi 12*: 15-26.

Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1990. Birkisáningar til landgræðslu og skógræktar. *Ársrit Skógræktarfélags Íslands 1990*: 9-18.

Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1992. Áhrif víðis á landnám birkis á skóglausu svæði. *Náttúrufræðingurinn 61*: 95-108.

Steindór Steindorsson 1964. *Gróður á Íslandi*. Almenna Bókafélagið, Reykjavík.

van Splunder, I., Coops, H., Voesenek, L.A.C.J. og Bloom, C.W.P.M. 1995. Establishment of alluvial forest species in floodplains: the role of dispersal timing, germination characteristics and water level fluctuations. *Acta Botanica Neerlandica 44*: 269-278.

Walker, L.R., Zasada, J.C. og Chapin, F.S. 1986. The role of life history processes in primary succession on an Alaskan floodplain. *Ecology 67*: 1243-1253.

Whisenant, S.G. 1999. *Repairing damaged wildlands*. Cambridge University Press, Cambridge.

Whittaker, R.J. 1993. Plant population patterns in a glacier foreland succession: Pioneer herbs and later-colonizing shrubs. *Ecography 16*: 117-136.