Innlendar víðitegundir og notkun þeirra í landgræðslu

Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir
Landgræðsla ríkisins, Skúlagötu 21, 101 Reykjavík
kristin.svavarsdottir@land.is

Ágrip

Árið 1998 hófust rannsóknir á vistfræði og ræktun gulvíðis (*Salix phylicifolia*) og loðvíðis (*S. lanata*) sem höfðu það að markmiði að gera mögulega víðtæka notkun þessara tegunda við uppgræðslu og aðra landgræðslu. Í þessum kafla er gefið yfirlit yfir rannsóknarverkefnið og forsendur þess. Þá er sett fram hugmyndalíkan um hvernig hægt er að nota víði í landgræðslu við mismunandi aðstæður.

Inngangur

Á síðustu áratugum hefur orðið sú þróun að vaxandi áhersla er lögð á notkun innlendra tegunda og staðarefniviðs við landgræðslu og endurheimt (restoration) vistkerfa en dregið hefur úr þaulræktun og notkun kynbættra tegunda (t.d. Handel o.fl. 1994; Richards o.fl. 1997; Lesica og Allendorf 1999; Whisenant 1999; Mortlock 2000). Kostir þess að nota efnivið sem er upprunninn nálægt notkunarstað eru ýmsir, svo sem að tryggja viðhald á staðbundnum líffjölbreytileika og að aðgerðirnar falli vel að umhverfinu og hafi jákvæð sjónræn áhrif (Handel o.fl. 1994). Búast má við að staðarefniviður sé að öðru jöfnu vel aðlagaður sem ætti að leiða til lægri viðhaldskostnaðar (Handel o.fl. 1994) og skjótari árangurs með hliðsjón af vistfræðilegum sjónarmiðum (t.d. Richards o.fl. 1997; Newman og Redente 2001).

Ísland gerðist aðili að samningi Sameinuðu þjóðanna um líffræðilega fjölbreytni árið 1994. Þar segir að stuðla beri að vernd vistkerfa, náttúrulegra búsvæða og viðhaldi lífvænlegra tegundastofna í náttúrulegu umhverfi, auk þess sem þar eru ákvæði um að endurheimta skuli illa farin vistkerfi og að koma skuli í veg fyrir innflutning erlenda tegunda sem ógna vistkerfum, búsvæðum eða tegundum (Sameinuðu þjóðirnar 1992; Umhverfisráðuneytið 2005). Þar sem eftirsóttir eiginleikar tegunda til uppgræðslu og landbóta eru einnig eiginleikar sem einkenna ágengar tegundir, geta plöntutegundir sem notaðar eru til landgræðslu haft neikvæð áhrif á gróðurfar og jafnvel breytt verulega gróðurfari langt út fyrir þau svæði þær eru notaðar á (t.d. Lesica og DeLuca 1996; Whisenant 1999). Notkun tegunda til uppgræðslu sem ekki falla að langtímamarkmiðum varðandi gróðurfar uppgræðslusvæðisins eða nágrannasvæða getur í sumum tilfellum kallað á kostnaðarsamar aðgerðir til að losna við þær aftur (t.d. Pickart o.fl. 1998; Pimentel o.fl. 2000).

Það er í samræmi við ákvæði samningsins um líffræðilega fjölbreytni að nota landgræðsluaðferðir sem stuðla að náttúrulegri framvindu og eflingu staðargróðurs. Í því felst meðal annars að nota innlendar tegundir í landgræðslu. Einnig getur verið æskilegt að nota stofna úr nágrenni viðkomandi uppgræðslusvæðis. Til að auka möguleika á því að nota innlendar tegundir þarf rannsóknir og þróun aðferða sem gera þær aðgengilegar og auðveldar í notkun við mismunandi aðstæður. Fjölbreytni í tegundavali, vaxtarformum og starfsemi (functional diversity) (Whisenant 1999) eru mikilvægir þættir þannig að hægt sé að nota tegundir sem samræmast langtímamarkmiðum um gróðurfar og nýtingu hvers svæðis.

Notkun innlendra tegunda í landgræðslu á Íslandi

Áhugi á notkun innlendra tegunda við uppgræðslu og landbætur hefur farið vaxandi hér á landi undanfarin ár (Magnús H. Jóhannsson og Ása L. Aradóttir 2004). Auk þeirra alþjóðlegu áhrifa sem rædd eru hér að ofan, tengist þessi áhugi auknum skilningi á notagildi innlendra tegunda, breyttum áherslum í landgræðslustarfi og vaxandi áhuga á endurheimt vistkerfa.

Segja má að ein víðtækasta notkunin á innlendum tegundum í landgræðslu undanfarin ár hafi falist í því að bera áburð á gróðurlítið land til þess að styrkja þann gróður sem fyrir er og auka gróðurþekju og uppskeru. Slíkar

Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2006.
Innlendar víðitegundir og notkun þeirra í landgræðslu. Í Innlendar víðitegundir: Líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu (ritstjóri Kristín Svavarsdóttir), bls. 9-20. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt.



Mynd 1.1 Gróskumiklir runnar loðvíðis og gulvíðis sem vaxið hafa upp eftir friðun meðfram þjóðvegi í landi Mjóaness á Héraði (Ljósmynd: Þröstur Eysteinsson).



Mynd 1.2 Víðiplöntur að vaxa upp í mikið beittu hrossahólfi á Suðurlandi. Myndin er tekin snemma vors (Ljósmynd: Kristín Svavarsd.).

aðgerðir geta skilað prýðilegum árangri (Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1991; Aradóttir o.fl. 2000; Elmarsdóttir 2001; Elmarsdottir o.fl. 2003) en hann er þó háður því hversu mikið af gróðri er fyrir á viðkomandi svæði og í næsta nágrenni. Þar sem gróður er ekki nógur fyrir eða æskilegar lykiltegundir eru ekki til staðar getur þurft að sá eða gróðursetja til að flýta gróðurframvindunni og stýra henni í æskilegan farveg.

Frá upphafi landgræðslustarfs hér á landi, hefur innlenda tegundin melgresi (*Leymus arenarius* (L.) Hochst.) verið notuð við uppgræðslu sandfokssvæða, en aðrar tegundir sem mikið hafa verið notaðar eru innfluttur túnvingull (*Festuca rubra* L.), lúpína (*Lupinus nootkatensis* Sims.) og beringspuntur (*Deschampsia beringensis* Hult.), en þær tvær síðasttöldu eru báðar upprunnar í Alaska. Safnað hefur verið fræi af íslenskum túnvingli (*Festuca richardsonii* Hooker), snarrótarpunti (*Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv.) og birki (*Betula pubescens* Ehrh.) en fyrir utan gróðursetningar á birki í landgræðsluskógrækt hafa þessar tegundir ekki verið notaðar í stórum stíl. Þá hefur smávegis verið gróðursett af gulvíði og loðvíði, eins og betur verður greint frá síðar í þessum kafla. Nokkur þróunarvinna hefur verið unnin með innlendar og innfluttar belgjurtir, svo sem baunagras (*Lathyrus japonicus* Willd.), hvítsmára (*Trifolium repens L.*) og umfeðming (*Vicia cracca L.*) (Áslaug Helgadóttir 1997; Jón Guðmundsson 1997; Berglind Orradóttir o.fl. 2000; Magnús H. Jóhannsson 2006) en notkun þeirra er enn afar takmörkuð.

Víðir á Íslandi

Frá fornu fari hafa vaxið fjórar víðitegundir hér á landi, þ.e. loðvíðir (*Salix lanata L.*), gulvíðir (*S. phylicifolia L.*), grasvíðir (*S. herbacea L.*) og grávíðir (*S. callicarpaea* Trautv.), sem einnig hefur verið kallaður fjallavíðir (*S. arctica* Pall) (Jóhann Pálsson 1997) og er sú nafngift notuð í þessu riti. Hér á landi hafa víðitegundir lengi verið veigamikill þáttur í gróðurfari og sýna frjókornamælingar að þær breiddust mjög fljótt um landið í lok ísaldar (Hallsdóttir 1987). Þar sem gulvíðir, loðvíðir eða fjallavíðir eru ríkjandi í gróðrinum er kallað víðikjarr eða víðiflesjur (Steindór Steindórsson 1980) en einnig eru víðitegundirnar algengar í öðrum gróðurlendum, svo sem lyngmóum, deiglendi og mýrlendi. Þá mynda gulvíðir, og í minna mæli loðvíðir, runnalag í mörgum birkiskógum (Ása L. Aradóttir o.fl. 1995). Innlendu víðitegundirnar eru, allar nema grasvíðir, eftirsóttar af sauðfé (Ingibjörg Svala Jónsdóttir 1984; Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon 1992; Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1995) og hefur beit í aldanna rás því komið verulega niður á hlutdeild þeirra í íslenskum gróðri. Nú má hins vegar víða sjá gróskumikla brúska af gulvíði og loðvíði þar sem sauðfjárbeitar gætir ekki lengur, t.d. á skógræktarsvæðum (mynd 1.1) og meðfram þjóðvegum. Einnig má oft finna gróskumikla víðibrúska í afgirtum og nauðbitnum hrossabeitarhólfum, sem bendir til þess að hross bíti víðinn lítið (mynd 1.2).

Notkun víðitegunda í landgræðslu

Margar víðitegundir eru frumherjar sem koma snemma inn í framvindu og hafa áhrif á hana



Mynd 1.3 Gulvíðir og loðvíðir í gamalli uppgræðslu við Hrauneyjarfosstöð (Ljósmynd: Ása L. Aradóttir).



Mynd 1.4 Víðirunnar safna snjó og hafa áhrif á vatnsbúskap. Mynd tekin í gömlum sandatúnum á Rangárvöllum (Ljósmynd: Anne Bau).

(t.d. Crocker og Major 1955; Viereck 1966; Walker o.fl. 1986). Dæmi um slíkt er að finna hér á landi, t.d. á jökulaurum í Skaftafelli, þar sem loðvíðir, grasvíðir og gulvíðir voru farnir að nema land 4-30 árum eftir að aurinn kom undan jökli (Persson 1964). Einnig geta víðitegundirnar verið öflugir landnemar þar sem gróðurframvindu hefur verið komið af stað á lítt grónu landi með áburðargjöf og sáningu grasfræs (mynd 1.3; Sigurður H. Magnússon 1992; Gretarsdóttir o.fl. 2004).

Tilraunir með sáningar birkis hafa bent til þess að víðitegundir geti haft jákvæð áhrif á landnám ungra birkiplantna, hugsanlega vegna þess að birkiplönturnar smitast á unga aldri af svepprót víðisins sem síðan leiðir til aukins vaxtar og meiri lífsmöguleika birkiplantnanna (Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1992). Þarna getur þó einnig verið um víðtækari fyrirgreiðslu (facilitaiton) að ræða (sbr. Day og Wright 1989; del Moral og Wood 1993). Víðirunnar veita skjól og hafa áhrif á snjóalög (mynd 1.4), sem getur skipt máli fyrir vatnsbúskap og hefur áhrif á gróðurskilyrði í nágrenni þeirra. Víðiplönturnar geta þannig virkað sem gildrur er safna fræjum, raka og næringarefnum (sbr. Tongway og Ludwig 1997) og þannig greitt fyrir öðrum tegundum með því að skapa skilyrði fyrir spírun og vöxt fræplantna. Rannsóknir í Washington fylki í Bandaríkjunum hafa sýnt að landnám staðargróðurs var ýmist minna eða óbreytt undir runnum af *Salix phylicifolia* og *S. commutata* miðað við landnám utan þeirra en hins vegar varð uppsöfnun á nitri og lífrænu efni í jarðveginum undir runnunum (Jumpponen o.fl. 1998).

Loðvíðir getur verið ríkjandi í gróðurfari svæða þar sem áfok er mikið (mynd 1.5) sem bendir til þess að hann þoli áfokið vel. Erlendis eru þekktar víðitegundir sem þola uppsöfnun sands vel, t.d. *S. cordata* sem vex m.a. í sandhólum í Michigan ríki í Bandaríkjunum (Bach 2001). Möguleikar innlendu víðitegundanna sem vörn gegn jarðvegseyðingu hafa lengi verið vanmetnir þó að þegar á átjándu öldinni hafi skrif Björns í Sauðlauksdal sýnt að hann gerði sér grein fyrir mikilvægi þess víðis er hann kallar sandvíði en virðist samkvæmt lýsingu vera loðvíðir (Jóhann Pálsson 1997). Um þetta segir Björn í bók sinni, Grasnytjar, frá 1783:

„Það tel ég með lukku minni að þetta óvandfædda víðikyn elur sig á þessari lendu. Því að væri það ekki þá mundi ábýlisjörð mín fyrir löngu orðin að auðn og eyðisandi. Sandvíðir hefur loðin blöð og langar tágarætur. …Lauf þessa víðis er hér slegið með ljá og er gott fjárfóður. Þó er hann þarfari að binda jarðveg og því læt ég mjög spara slátt hans.“

(Tilvitnun úr Jóhanni Pálssyni 1997, bls. 9).

Erlendis hafa víðitegundir verið notaðar í landgræðslu með góðum árangri, t.d. við uppgræðslu námasvæða í Bretlandi (Bradshaw og Chadwick 1980; Good o.fl. 1985), uppgræðslu svæða sem urðu fyrir raski við lagningu olíuleiðslu yfir Alaska (Bishop og Chapin 1989; Densmore o.fl. 1987) og við verndun árbakka í Ástralíu (Cremer o.fl. 1995). Í nýlegri yfirlitsgrein er fjallað um víðiættkvíslina og fjölbreytt not af víði í öllum aðgerðum sem tengjast viðgerðum og baráttu gegn hnignun gróðurs og vistkerfa (Kuzovkina og Quigley 2005). Hér á landi hefur víðir verið notaður nokkuð í landgræðsluskógrækt (Ása L. Aradóttir og



Mynd 1.5 Loðvíðiflesjur á Hólsfjöllum (Ljósmynd: Kristín Svavarsdóttir).

Sigurður H. Magnússon 1992; Ása L. Aradóttir og Járngerður Grétarsdóttir 1995) en til að byrja með var einkum um innfluttar tegundir að ræða. Síðastliðin fimm ár hafa að meðaltali um þrjátíu og fimm þúsund plöntur af gulvíði og loðvíði verið afhentar árlega úr gróðrarstöðvum, sem er um hálft til eitt prósent af heildar plöntuframleiðslu í landinu (byggt á tölum frá: Jón Geir Pétursson 2001, 2002; Einar Gunnarsson 2003, 2004, 2005). Þetta gefur vísbendingu um notkun tegundanna en að auki hefur einhverjum fjölda græðlinga verið stungið árlega. Hluti þessara plantna hefur verið notaður í Landgræðsluskógaverkefninu, auk þess sem um ellefu þúsund plöntur hafa að meðaltali verið gróðursettar árlega á vegum Landgræðslu ríkisins, á svæðum þar sem unnið er að uppgræðslu og stöðvun sandfoks. Auk notkunar í landgræðslu hafa gulvíðir og loðvíðir lengi verið notaðir til skrauts og skjóls í garðrækt (Jóhann Pálsson 1997) og á síðustu árum hafa þeir einnig verið notaðir smávegis í nytjaskógrækt þar sem þeir eru gróðursettir í skógarjaðra (Þröstur Eysteinsson, munnl. uppl.).

Áhugi á að nota gulvíði og loðvíði í landgræðslu hefur aukist mikið á undanförnum árum, einkum í því markmiði að koma upp runnagróðri til jarðvegsverndar og endurheimta birki- og víðikjarr á örfoka eða gróðurlitlu landi. Hins vegar hefur notkun þessara tegunda verið afar sveiflukennd undanfarin ár, enda hefur vantað bæði hvata og þekkingu til að nota þær í stærri stíl í uppgræðslu og annarri landgræðslu. Nú er að hefjast samstarfsverkefni margra aðila um endurheimt birkiskóga auk birki- og víðikjarrs í nágrenni Heklu, sem m.a. er ætlað að auka varnir svæðisins fyrir öskufalli í komandi eldgosum (Samráðsnefnd um Hekluskóga 2005). Áætlanir gera ráð fyrir að auk birkisins verði gulvíðir og loðvíðir megintegundir í verkefninu.

Rannsóknir á innlendum víðitegundum

Staðgóð þekking á eiginleikum tegunda, hegðun þeirra í framvindu og hvernig best sé að standa að ræktun þeirra er undirstaða fyrir markvissa notkun þeirra í landgræðslu. Töluverðar rannsóknir hafa verið gerðar á birki og notkun þess í landgræðslu (t.d. Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1990, 1992; Aradóttir 1991; Ása L. Aradóttir og Sigurður H. Magnússon 1992; Ása L. Aradóttir og Járngerður Grétarsdóttir 1995) en lítið hefur verið um rannsóknir á innlendu víðitegundunum fyrr en það verkefni hófst sem hér er fjallað um. Áður höfðu þó Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon (1992) kannað áhrif víðis á vöxt birkiplantna og Berglind Orradóttir (1993) kannaði kynjahlutfall loðvíðis í Gunnlaugsskógi á Rangárvöllum. Árið 1995 voru hafnar tilraunir með gróðursetningu græðlinga af gulvíði og loðvíði á mismunandi uppgræðslusvæðum en niðurstöður þeirra hafa ekki verið birtar (Sigurður H. Magnússon munnl. uppl.). Hins vegar hafa rannsóknir á ræktun innfluttra víðitegunda til skjóls töluvert verið stundaðar af sérfræðingum Rannsóknastöðvar Skógræktar ríkisins á Mógilsá og annarra aðila og hafa þær einkum beinst að alaskavíði (*S. alaxensis* (Anderss.) Cov.) og jörfavíði (*S. hookeriana* Barr.) (Aðalsteinn Sigurgeirsson 2000; Auður Ottesen o.fl. 2000).

Árið 1998 hófust rannsóknir á vistfræði og ræktun gulvíðis og loðvíðis sem höfðu það að markmiði að gera mögulega víðtæka

notkun þessara tegunda við uppgræðslu og aðra landgræðslu. Verkefnið snýr einkum að mismunandi líffræðilegum, vistfræðilegum og ræktunarfræðilegum þáttum. Verkefnið var unnið í samstarfi Landgræðslu ríkisins, Rannsóknastöðvar Skógræktar ríkisins á Mógilsá, Landbúnaðarháskóla Íslands (áður Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Keldnaholti) og Náttúrufræðistofnunar Íslands og byggði að hluta á forverkefni er hófst árið 1997 (Ása L. Aradóttir o.fl. 1999). Einnig unnu tveir stúdentar við líffræðiskor Háskóla Íslands að námsverkefnum í tengslum við verkefnið (Guðbjörg Ólafsdóttir 1998; Harpa Kristín Einarsdóttir 2000). Rannsóknarverkefnið var styrkt af Tæknisjóði Rannís og Framleiðnisjóði landbúnaðarins.

Í þessu riti er gefið yfirlit yfir helstu verkþætti rannsóknanna og niðurstöður þeirra. Verkefninu er skipt upp í fimm verkþætti og eru þeim gerð skil í átta köflum bókarinnar. Hér verður gerð grein fyrir skiptingunni og í hvaða köflum fjallað er um viðkomandi verkþátt:

I. **Fræþroski og fræframleiðsla.** Kannað var ferli blómgunar og fræþroska hjá gulvíði og loðvíði (2. kafli; Kristín Svavarsdóttir o.fl. 2006b) og hvort hægt sé að örva fræframleiðslu með áburðargjöf (3. kafli; Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2006).

II. **Líftími og meðhöndlun víðifræs.** Markmið þessa verkþáttar var að mæla líftíma víðifræs og kanna áhrif einfaldra aðferða til að lengja hann með það í huga að þróa aðferðir við að fjölga víði með beinum sáningum (4. og 5. kaflar; Jón Guðmundsson 2006; Kristín Svavarsdóttir 2006).

III. **Landnám innlendra víðitegunda.** Kannað var landnám víðis við mismunandi aðstæður og greint hvaða þættir hefðu áhrif á það, bæði með beinum athugunum og sáningartilraunum í því markmiði að kanna hvort hægt væri að örva sjálfgræðslu víðitegunda (6. kafli; Ása L. Aradóttir o.fl. 2006b).

IV. **Aðferðir við ræktun víðis.** Prófaðar voru mismunandi aðferðir við ræktun gulvíðis og loðvíðis í því markmiði að nýta þær í stórum stíl við landgræðslu. Könnuð voru áhrif plöntugerðar, áburðar og heyþakningar á árangur ræktunar, auk þess sem gerðar voru tilraunir með notkun órættra græðlinga við mismunandi aðstæður (7. kafli; Kristín Svavarsdóttir o.fl. 2006a).

V. **Erfðabreytileiki víðis.** Komið var á fót safni klóna af gulvíði og loðvíði í því markmiði að kanna vöxt og einkenni mismunandi arfgerða frá mismunandi landshlutum (8. kafli; Ása L. Aradóttir o.fl. 2006a). Einnig var skoðaður breytileiki í spírun frjókorna og frjópípuvexti meðal víðieinstaklinga og seltuþol einstaklinganna metið með því að mæla áhrif saltstyrks á spírun og frjópípuvöxt (9. kafli; Magnús H. Jóhannsson og Anne Bau 2006).

Í rannsóknunum var lögð áhersla á gulvíði og loðvíði en í nokkrum tilvikum var einnig unnið með fjallavíði. Gulvíðir og loðvíðir eru mikilvægar í mörgum íslenskum vistkerfum, vaxa við mjög breytilegar aðstæður (Steindór Steindórsson 1980) og eru útbreiddar um land allt (Hörður Kristinsson 1998; Flóra Íslands 2005). Þess má því vænta að mikill erfðafræðilegur breytileiki sé í þessum tegundum. Vísbendingar um slíkan breytileika fundust við ræktun klóna sem safnað var af plöntum víðs vegar af landinu (Ása L. Aradóttir o.fl. 2006a). Plöntur voru ræktaðar upp af græðlingum og þær gróðursettar á Rangárvöllum vorið eftir. Mælingar á plöntunum tveimur til þremur árum seinna sýndu mikinn breytileika í hæð og flatarmáli plantnanna eftir móðurplöntum. Slíkur breytileiki getur verið góður eiginleiki hjá landgræðslutegund því hann býður upp á að velja plöntur sem henta aðstæðum hverju sinni.

Í flestum verkþáttum rannsóknanna kom fram einhver munur á milli tegundanna þannig að oftast voru gögn prófuð með tilliti til mismunandi tilraunaþátta fyrir hvora tegund fyrir sig. Munurinn var oft frekar áherslumunur en að um grundvallarmun milli tegundanna væri að ræða. Þannig er hægt að nota sömu aðferðir við söfnun og geymslu fræs (Jón Guðmundsson 2006) og rekla (Kristín Svavarsdóttir 2006) svo og ræktun þessara tegunda (Kristín Svavarsdóttir o.fl. 2006a) þó munur geti verið á vexti þeirra og tímasetningu í þroska. Í öðru fannst meiri munur milli tegundanna og fundust m.a. vísbendingar um að loðvíðir sé meiri „tækifærissinni“ en gulvíðir þegar kemur að því að fjölga sér með kynæxlun. Loðvíðir framleiðir meira fræ en gulvíðir, fræ hans spírar mjög fljótt en gulvíðirinn virðist á hinn bóginn vaxa hraðar en loðvíðir og á það bæði við um kímplöntur og fullorðnar plöntur. Eins fundust merki um að fræframleiðsla gulvíðis sé sveiflukennd og geti vaxið mikið í einstökum árum, þó við vitum ekki hvað veldur því.

Gulvíðir verður almennt hávaxnari en loðvíðir (Hörður Kristinsson 1998) og gæti það m.a. verið vegna mismunandi vaxtarforms tegundanna, meiri vaxtarhraða gulvíðis eða að gulvíðir yxi að jafnaði við betri skilyrði en loðvíðir. Munur á vaxtarhraða tegundanna kom fram við ræktun mismunandi klóna (Ása L. Aradóttir o.fl. 2006a) því við síðustu úttektina voru gul-

víðiplöntur að jafnaði bæði hærri og stærri um sig en jafngamlar plöntur loðvíðis en plönturnar voru allar ræktaðar upp frá græðlingum. Merki um meiri vaxtarhraða gulvíðis fannst einnig þegar borið var á runna þessara tegunda í lyngmóa á tveimur stöðum á Suðurlandi og Suðvesturlandi (Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2006). Gulvíðiplöntur hækkuðu og stækkuðu meira við aukna áburðargjöf en loðvíðiplönturnar. Í ræktunartilraunum á Geitasandi á Rangárvöllum þar sem prófaðar voru mismunandi aðferðir við ræktun þessara tegunda fundust hins vegar ekki afgerandi merki um meiri vöxt gulvíðis á rannsóknartímanum. Í annarri tilrauninni var enginn munur á milli tegundanna og í hinni tilrauninni var einungis meiri vöxtur hjá gulvíði þegar litið var til forræktaðra plantna sem fengu mestan áburð (Kristín Svavarsdóttir o.fl. 2006a). Annað dæmi um meiri vöxt gulvíðis en loðvíðis fannst þegar vöxtur frjópípa þessara tegunda var mældur (Magnús H. Jóhannsson og Anne Bau 2006). Prófað var að rækta frjópípur plantna frá mismunandi vaxtarstöðum í lausnum með mismunandi saltstyrk og í viðmiðuninni (0% saltlausn) var frjópípuvöxtur gulvíðis marktækt meiri en loðvíðis. Þannig að auk þess sem vaxtarform tegundanna er mismunandi þá fundust í rannsókninni vísbendingar um meiri vaxtarhraða gulvíðis en loðvíðis.

Árangur kynæxlunar er háð fræframleiðslu og landnámi tegundar en með landnámi eigum við hér við ferlið frá spírun fræs til vaxtar kímplöntu og vetrarlifunar hennar. Miklu fleiri fræ voru í reklum loðvíðis en gulvíðis og framleiddi loðvíðir því að jafnaði fleiri fræ en gulvíðir (Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2006). Á því þriggja ára tímabili sem rannsóknin náði yfir voru gulvíðiplöntur eitt árið með um helmingi fleiri rekla en hin árin en fjöldi loðvíðirekla hélst nokkurn veginn sá sami öll árin. Þrátt fyrir miklu fleiri rekla gulvíðis þetta eina ár náði gulvíðir ekki loðvíði í fræframleiðslu. Þetta gæti bent til þess að gulvíðir eyði að jafnaði minni orku en loðvíðir í fræframleiðslu en í einstaka árum, við hagstæð skilyrði, framleiði gulvíðir fleiri fræ en í meðalári og þá sé um nokkurs konar gnóttár að ræða. Þar sem reklar voru aðeins taldir á víðiplöntunum í þrjú ár er ekki hægt að segja til um hvort þetta mynstur sé dæmigert en til þess að svo sé hægt þarf að fylgjast með þessu yfir lengra tímabil. Plöntur sem ræktaðar eru upp frá græðlingum þessara tegunda geta einnig borið rekla mjög fljótt en í tilraunum á Rangárvöllum fór að bera á reklum á plöntum strax á öðru sumri frá gróðursetningu (mynd 1.6). Í klónasafninu sem komið var upp í gömlu túni í Gunnarsholti blómstruðu allar kvenplöntur gulvíðisins þremur árum eftir gróðursetningu en aðeins þriðjungur kvenplantna loðvíðis og nokkrir gulvíðiklónarnir höfðu að jafnaði yfir 100 rekla á plöntu (Ása L. Aradóttir o.fl. 2006a). Þessar niðurstöður benda ekki til þess að gulvíðir eyði minni orku í fræframleiðslu en loðvíðir. Hugsanlega má þó rekja þetta til þess að það hafi verið munur á plöntum tegundanna tveggja sem sprotum var safnað af þar sem efniviður var ekki tekinn af plöntum tilviljunarkennt á söfnunarstöðunum.



Mynd 1.6 Loðvíðiplanta með kvenreklum í tilraun á Geitasandi á Rangárvöllum sumarið 2005. Plantan var gróðursett sem græðlingur í heyþakta jörð vorið 1999. (Ljósmynd: Kristín Svavarsd.).

Í sáningartilraunum þar sem prófað var að sá gulvíði og loðvíði var tilhneiging í þá átt að loðvíðir spíraði strax og í upphafi fundust fleiri kímplöntur loðvíðis en gulvíðis en síðan sótti gulvíðirinn smám saman á yfir vaxtartímann (Ása L. Aradóttir o.fl. 2006b). Niðurstöðurnar bentu því til að hjá loðvíði væri þetta spurning um að koma sem flestum kímplöntum til sem fyrst þannig að vaxtartíminn nýttist sem best og sem flestar plöntur væru í stakk búnar að lifa veturinn af. Gulvíðir framleiðir hins vegar færri fræ sem dreifast síðar og virðast spíra hægar en loðvíðir en vegna meiri vaxtar kímplantna þá nái gulvíðir krítískri stærð fyrir veturinn. Gríðarleg afföll af kímplöntum urðu hjá báðum tegundunum við þær aðstæður sem voru við sáningartilraunirnar og ekki fannst munur milli tegundanna (Ása L. Aradóttir o.fl. 2006b). Þar sem náttúrulegt landnám víðis var skoðað fundust miklu fleiri plöntur af loðvíði en gulvíði (Ása L. Aradóttir o.fl. 2006b). Með hliðsjón af niðurstöðum okkar um meiri fræframleiðslu loðvíðis og að ekki fannst munur í vetrarlifun tegundanna gæti það bent til að náttúrulegt landnám loðvíðis sé meira en gulvíðis vegna meiri fræframleiðslu loðvíðis. Þar sem athugunarstaðirnir voru ekki valdir handahófskennt og úrtakið er lítið er þó varhugavert að ályktа of mikið út frá gögnunum. Það er þó eðlilegt að tengja gögnin úr þessum verkþáttum saman og setja slíka tilgátu fram en frekari rannsókna er þörf til að prófa hana. Aðstæður á svæðinu þar sem sáningartilraunirnar voru gerðar voru mjög erfiðar, m.a. vegna mikilla frosthreyfinga í yfirborði. Það er því æskilegt að prófa frekari sáningar víðis á landgræðslusvæðum og við aðstæður þar sem víðir virðist eiga gott með að nema land, svo sem í lágplöntuskán eða í grunnum mosa (Ása

L. Aradóttir o.fl. 2006b). Væg áburðargjöf getur örvað myndun lágplöntuskánar (Ása L. Aradóttir og Guðmundur Halldórsson 2004) og þannig skapað betri aðstæður fyrir landnám víðis. Því væri áhugavert að prófa víðisáningar í misgömlum uppgræðslum þar sem yfirborð er á mismunandi stigum og myndun lágplöntuskánar mislangt komin.

Tilraunirnar sýndu að það er nokkuð einfalt að rækta gulvíði og loðvíði. Þrátt fyrir að aðstæður á landgræðslusvæðum séu oft erfiðar ætti að vera hægt að rækta þessar tegundir víðast hvar. Við höfum áður (Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2005) bent á að þessar tegundir séu heppilegar til notkunar í landgræðslu vegna mikils breytileika bæði í uppruna þeirra og erfðaefni og vegna þess að hægt er að nota mismunandi plöntugerðir sem eykur fjölbreyttnina. Forræktaðar plöntur höfðu mikið forskot á græðlingana og voru vísbendingar um að það forskot geti numið allt að tveimur árum (Kristín Svavarsdóttir o.fl. 2006a). Miðað við hversu ódýr og einföld sú aðferð er að klippa græðlinga og stinga þeim beint í jörðu teljum við hins vegar að árangurinn sé ásættanlegur og að álitlegt sé að nota hana, ekki síst í tengslum við vinnu áhugahópa sem vinna að landgræðslu því með þessari aðferð sparast fjármunir við ræktun, geymslu og flutning plantnanna. Þetta auðveldar einnig nýtingu efniviðs úr nágrenni þeirra landgræðslusvæða sem unnið er á. Rannsóknirnar sýndu einnig að unnt er að örva vöxt víðisins með áburði og þar sem frostlyfting er vandamál er enn árangursríkara að gróðursetja víðinn í heyþakta jörðu (Kristín Svavarsdóttir o.fl. 2006a).

Leiðir til að örva sjálfgræðslu víðis

Gulvíðir og loðvíðir eru lykiltegundir í mörgum íslenskum vistkerfum (Steindór Steindórsson 1980). Líklegt er að með meiri þekkingu á tegundunum aukist eftirspurn eftir þeim í landgræðslu. Þessar tegundir eru mjög mikilvægar í allri endurheimt víðikjarrs og birkiskóga. Á síðustu árum hefur verið lögð meiri áhersla á að nýta sjálfgræðslu tegunda í landgræðslu því þannig er hægt að komast af með takmarkaðri aðgerðir (Ása L. Aradóttir 2001). Fræframboð og aðstæður fyrir landnám víðisins eru tveir lykilþættir sem þarf að huga að þar sem byggja á endurheimt víðikjarrs að hluta eða öllu leyti á sjálfsgræðslu. Það fer eftir staðháttum og aðstæðum í hverju tilviki hvaða aðgerða er þörf og höfum við sett fram líkan til aðstoðar við ákvarðanatöku í þessu sambandi (mynd 1.7).

Í líkaninu er gert ráð fyrir að á hverju svæði sé í upphafi metið hvort fræframboð sé til staðar og ef svo er þarf að huga að því hvort aðstæður til landnáms víðis séu fyrir hendi. Niðurstaða þess mats er síðan nýtt til að ákvarða aðgerðir á svæðinu. Áætlunin getur falið í sér vinnu með báða eða annan hvorn þessara þátta. Það getur því verið mismikið í lagt þegar endurheimt sem byggir á sjálfsgræðslu er skipulögð. Ef engan víði er að finna á svæðinu þarf að byrja á því að koma tegundunum inn á það, annað hvort með sáningum eða gróðursetningum. Ef sáning verður fyrir valinu til að koma víði inn á svæði þarf að vera tryggt að jarðvegsyfirborðið sé þannig að fræ spíri og kímplöntur geti dafnað en þetta eru þá um leið aðstæður þar sem náttúrulegt landnám getur átt sér stað þegar fræframboð er orðið nægt. Niðurstöður rannsókna okkar gefa svör við flestum þeim spurningum sem líkanið byggir á en nýjar spurningar hafa vaknað og frekari þróunarvinna er nauðsynleg til að stilla líkanið betur og meta hversu vel það hentar í mismunandi landshlutum.

Verkefnið um innlendar víðitegundir sem gerð er skil í þessu riti hefur skilað aukinni þekkingu á líffræði, vistfræði og ræktun gulvíðis og loðvíðis. Til samans ætti meiri þekking á þessum þáttum að leiða til betri ráðgjafar og aðferðafræði við nýtingu víðis í landgræðslu en áður var möguleg og við sem stöndum að verkefninu vonumst til að það verði til þess að þessar tegundir verði meira notaðar.

Mynd 1.7 Líkan sem þróað var í rannsóknarverkefni um innlendar víðitegundir. Í líkaninu eru settar fram tillögur um leiðir til að örva sjálfgræðslu víðis. (Ljósmyndir: Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir).

Sjá næstu opnu.

LEIÐIR TIL AÐ ÖRVA

EITTHVERT FRÆFRAMBOÐ



TAKMARKAÐ



NÓG



SÁNING EÐA GRÓÐURSETNING

*



BERA Á VÍÐIPLÖNTUR

Ef víðir er til staðar er hægt að auka reklaframleiðslu með áburðargjöf (k.3)



NÓG FRAMBOÐ AF ÖRUGGUM SETUM

Ekki þörf á aðgerðum



EKKERT EÐA TAKMARKAÐ FRAMBOÐ Á SETUM

ÓSTÖÐUGT YFIRBORÐ

STAÐBUNDIÐ RASK

Takmörkuð uppgræðsla til að gera yfirborðið stöðugra og örva myndun lífrænnar jarðvegsskánar; yfirleitt áburðargjöf með eða án grassáningar (k.6)

UTANAÐKOMANDI RASK

Þörf á aðgerðum til að stöðva sandfok inn á svæði og/eða bæta vatnsmiðlun. Aðgerðaáætlun þarf að ná yfir stórt svæði.

OF MIKILL GRÓÐUR

Opna gróðurþekju; rask (k.6)

* sjá SÁNINGAR og KLIPPINGU GRÆÐLINGA hægra megin á opnu.

SJÁLFGRÆÐSLU VÍÐIS

EKKERT FRÆFRAMBOÐ



SÁNINGAR



VANTAR ÖRUGG SET



ÖRUGG SET

– Safna reklum í júlí (k.2)
– Hreinsa og geyma fræ (k.4)
– Geyma rekla án hreinsunar (k.5)
– Sáning (k.6)
– Hugsanlega hægt að dreifa reklum (k.5)



KLIPPING GRÆÐLINGA



GRÓÐURSETNING



FORRÆKTUN

LÍTT EÐA ILLA GRÓIÐ



MIKIL FROSTLYFTING

– Heyþakning (k.7)
– Áburður (k.7)



LÍTIL FROSTLYFTING

– Áburður (k.7)
– Aðgerðir til að bæta vatnsbúskap

VEL GRÓIÐ

– Nota stærri plöntur (k.7)
– Aðgerðir til að draga úr samkeppni annars gróðurs
– Rask

Heimildir

Aðalsteinn Sigurgeirsson 2000. Samanburður á klónum víðitegunda og undirbúningi jarðvegs við ræktun skjólbelta á Suðurlandi. *Skógræktarritið 2000*: 101-114.

Auður Ottesen, Margrét Hálfdánardóttir og Aðalsteinn Sigurgeirsson 2000. Víðiklónar til skjóls í útjaðri byggðar á höfuðborgarsvæðinu. *Skógræktarritið 2000*: 133-141.

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

Aradóttir, Á.L., Svavarsdóttir, K., Jónsson, Þ.H. og Guðbergsson, G. 2000. Carbon accumulation in vegetation and soils by reclamation of degraded areas. *Búvísindi 13*: 99-113.

Ása L. Aradóttir 2001. Landgræðsla og baráttan við jarðvegseyðingu. *Í Áratugur í umhverfisvernd, yfirlit yfir þróun á nokkrum sviðum umhverfismála 1990 – 2000*, bls. 31-38. Umhverfisráðuneytið, Reykjavík.

Ása L. Aradóttir, Aðalsteinn Sigurgeirsson og Anne Bau. 2006a. Samanburður á víðiklónum frá mismunandi stöðum á landinu. Í *Innlendar víðitegundir: Líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu* (ritstjóri Kristín Svavarsdóttir), bls. 91-97. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt.

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

Ása L. Aradóttir, Ingvi Þorsteinsson og Snorri Sigurðsson 1995. *Birkiskógar Íslands. Könnun 1987-1991. I. Yfirlit, aðferðir og niðurstöður fyrir Laugardalshrepp í Árnessýslu og Hálshrepp í Suður-Þingeyjarsýslu*. Fjölrit Rannsóknastöðvar Skógræktar ríkisins 11. Skógrækt ríkisins, Mógilsá.

Ása L. Aradóttir og Járngerður Grétarsdóttir 1995. *Úttektir á gróðursetningum til landgræðsluskóga 1991 og 1992*. Fjölrit Rannsóknastöðvar Skógræktar ríkisins, 9. Skógrækt ríkisins, Mógilsá.

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

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, Gunnarsholt.

Ása L. Aradóttir og Sigurður H. Magnússon 1992. *Gróðursetning til landgræðsluskóga 1990, úttekt á árangri*. Fjölrit Rannsóknastöðvar Skógræktar ríkisins, 3. Skógrækt ríkisins, Mógilsá.

Áslaug Helgadóttir 1997. Kynbætur belgjurta. *Búvísindi 11*: 29-39.

Bach, C.E. 2001. Long-term effects of insect herbivory on responses by *Salix cordata* to sand accretion. *Ecology 82*: 397-409.

Berglind Orradóttir 1993. *Kynjahlutfall í loðvíði* (Salix lanata *L*.). BS ritgerð við Líffræðiskor Háskóla Íslands. Háskóli Íslands, Reykjavík.

Berglind Orradóttir, Áslaug Helgadóttir og Jón Guðmundsson 2000. Val á innlendum og erlendum belgjurtategundum til landgræðslu. *Búvísindi 13*: 27-41.

Bishop, S.C., og Chapin, F.S. 1989. Patterns of natural revegetation on abandoned gravel pads in arctic Alaska. *Journal of Applied Ecology 26*: 1073-1081.

Björn Halldórsson 1783. *Grasnytjar*. August Friderich Stein, Kaupmannahöfn (heimild frá Jóhanni Pálssyni 1997).

Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon 1992. *Rannsóknir á gróðri og plöntuvali sauðfjár í beitartilraun á Auðkúluheiði*. Fjölrit Rala 159: 1-106. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Reykjavík.

Bradshaw, A.D. og Chadwick, M.J. 1980. *The restoration of land.* Blackwell, Oxford.

Cremer, K., Kraayenoord, C., Parker, N. og Streatfield, S. 1995. Willows spreading by seed-implications for Australian river management. *Australian Journal of Soil and Water Conservation 8*: 18-27.

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.

Day, T.A. og Wright, R.G. 1989. Positive plant spatial association with *Eriogonum ovalifolium* in primary succession on cinder cones: seed-trapping nurse plants. *Vegetatio 80: 37-45*.

del Moral, R. og Wood, D.M. 1993. Early primary succession on the volcano Mount St. Helens. *Journal of Vegetation Science 4: 223-234*.

Densmore, R.V., Neiland, B.J., Zasada, J.C. og Masters, M.A. 1987. Planting willow for moose habitat restoration of the north slope of Alaska, USA. *Arctic and Alpine Research 19: 537-543*.

Einar Gunnarsson 2003. Skógræktarstarfið árið 2002. *Skógræktarritið 2003*: 94-97.

Einar Gunnarsson 2004. Skógræktarstarfið árið 2003. *Skógræktarritið 2004*: 118-122.

Einar Gunnarsson 2005. Skógræktarstarfið árið 2004. *Skógræktarritið 2005*: 96-100.

Elmarsdóttir, A. 2001. *Colonization of native plants on degraded and reclaimed sites in Iceland*. MS thesis. Colorado State Univeristy, Fort Collins, Colorado.

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.

Flóra Íslands 2005. *Flóra Íslands – Blómplöntur; útbreiðslukort*. Sótt í desember 2005 af http://www.floraislands.is/blomaval.htm.

Good, J.E.G., Williams, T.G. og Moss, D. 1985. Survival and growth of selected clones of birch and willow on restored opencast coal sites. *Journal of Applied Ecology 22*: 995-1008.

Gretarsdottir, J., Aradottir, A.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.

Hallsdóttir, M. 1987. *Pollen analytical studies of human*

influence on vegetation in relation to the Landnám tephra layer in southwest Iceland. Lundqua thesis 18. Lund, Lund University.

Handel, S.N., Robinson, G.R. og Beattie, A.J. 1994. Biodiversity resources for restoration ecology. *Restoration Ecology 2*: 230-241.

Harpa Kristín Einarsdóttir 2000. *Blómgunarferill og fræþroski innlendra víðitegunda* (Salix lanata *L. og* S. phylicifolia *L.*). BS ritgerð við Líffræðiskor Háskóla Íslands. Háskóli Íslands, Reykjavík.

Hörður Kristinsson 1998. *Plöntuhandbókin: Blómplöntur og byrkningar*. Mál og menning, Reykjavík.

Ingibjörg Svala Jónsdóttir 1984. Áhrif beitar á gróður Auðkúluheiðar. *Náttúrufræðingurinn 53*: 19-40.

Jóhann Pálsson 1997. Víðir og víðiræktun á Íslandi. *Skógræktarritið 1997*: 5-36.

Jón Geir Pétursson 2001. Skógræktarstarfið árið 2000. Tölulegar upplýsingar. *Skógræktarritið 2001*: 82-83.

Jón Geir Pétursson 2002. Skógræktarstarfið árið 2001. Tölulegar upplýsingar. *Skógræktarritið 2002*: 107-109.

Jón Guðmundsson 1997. Innlendar belgjurtir - fræræktarmöguleikar. *Búvísindi 11*: 41-48.

Jón Guðmundsson 2006. Líffræði, fræverkun og geymsluþol víðifræs. Í *Innlendar víðitegundir: Líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu* (ritstjóri Kristín Svavarsdóttir), bls. 43-51. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt.

Jumpponen, A., Mattson, K. Trappe, J.M. og Ohtonen, R. 1998. Effects of established willows on primary succession on Lyman Glacier forefront, North Cascade Range, Washington, USA: Evidence for simultaneous canopy inhibition and soil facilitation. *Arctic and Alpine Research 30*: 31-39.

Kristín Svavarsdóttir 2006. Meðhöndlun og geymsla víðirekla. Í *Innlendar víðitegundir: Líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu* (ritstjóri Kristín Svavarsdóttir), bls. 53-58. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt.

Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2005. Gulvíðir og loðvíðir: Rusl eða áhugaverður kostur í landgræðslu? *Fræðaþing landbúnaðarins 2005*: 165-171.

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 *Innlendar víðitegundir: Líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu* (ritstjóri Kristín Svavarsdóttir), bls. 21-31. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt.

Kuzovkina, Y.A. og Quigley, M.F. 2005. Willows beyond wetlands: Uses of *Salix* L. species for environmental projects. *Water Air and Soil Pollution 162*: 183-204.

Lesica, P. og Allendorf, F.W. 1999. Ecological genetics and the restoration of plant communities: Mix or match? *Restoration Ecology 7*: 42-50.

Lesica, P. og DeLuca, T.H. 1996. Long-term harmful effcts of crested wheatgrass on Great Plains grassland ecosystems. J*ournal of Soil and Water Conservation 51*: 408-409.

Magnús H. Jóhannsson 2006. Umfeðmingur, gilja-flækja og baunagras á uppgræðslusvæðum. *Fræðaþing landbúnaðarins 2006*: 383-386.

Magnús H. Jóhannsson og Ása L. Aradóttir 2004. Innlendar tegundir til landgræðslu og landbóta. *Fræðaþing landbúnaðarins 2004*: 103-107.

Magnús H. Jóhannsson og Anne Bau 2006. Frjókornarannsóknir á víði: Aðferðafræði, seltuþol og erfðabreytileiki. Í *Innlendar víðitegundir: Líffræði og notkunarmöguleikar í landgræðslu* (ritstjóri Kristín Svavarsdóttir), bls. 99-105. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt.

Mortlock, W. 2000. Local seed for revegetation. Where will all that seed come from. *Ecological Management & Restoration 1*: 93-101.

Newman, G.J., og Redente, E.F. 2001. Long-term plant community development as influenced by revegetation techniques. *Journal of Range Management 54*: 717-724.

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

Pickart, A.J., Theiss, K.C., Stauffer, H.B. og Olsen, G.T. 1998. Yellow bush lupine invasion in northern California coastal dunes - II. Mechanical restoration techniques. *Restoration Ecology 6*: 69-74.

Pimentel, D., Lach, L., Zuniga, R. og Morrison, D. 2000. Environmental and economic cost of non-indigenous species in the United States. *BioScience 50*: 53-65.

Richards, R.T., Chambers, J.C. og Ross, C. 1997. Use of native plants on federal lands: Policy and practice. *Journal of Range Management 51*: 625-632.

Sameinuðu þjóðirnar 1992. *Samningur um líffræðilega fjölbreytni, Río de Janeiró*. Sótt 2003 af http://www.biodiv.org.

Samráðsnefnd um Hekluskóga 2005. *Hekluskógar. Endurheimt skóglenda í nágrenni Heklu.* Samráðsnefnd um Hekluskóga, Gunnarsholt, Selfoss og Reykjavík.

Sigurður H. Magnússon 1992. Landnám og framvinda gróðurs í raski eftir vegagerð. Í *Uppgræðsla vegkanta. Stofnaprófanir og rannsóknir á gróðurframvindu*. Lokaskýrsla 1992 (ritstjórar Áslaug Helgadóttir og Sigurður H. Magnússon), bls. 17-50. Fjölrit Rala 158. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Reykjavík.

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.

Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1995. U*ppgræðsla á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði. Mat á ástandi gróðurs sumarið 1994*. Fjölrit Rala 180. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Reykjavík.

Steindór Steindórsson 1980. Flokkun gróðurs í gróðurfélög. *Íslenskar landbúnaðarrannsóknir 12*: 11-52.

Tongway, D.J. og Ludwig, J.A. 1997. The conservation of water and nutrients within landscapes. Í *Landscape ecology: Function and management* (ritstjórar Ludwig, J., Tongway, D., Freudenberger, D., Noble, J. og Hodgkinson, K.), bls. 13-22. CSIRO Publishing, Australia.

Umhverfisráðuneytið 2005. *Alþjóðlegir umhverfissamningar: Samningur um líffræðilega fjölbreytni*. Sótt í desember 2005 af http://www3.umhverfisraduneyti.is/althjodlegt-samstarf/samningar/nr/58.

Viereck, L.A. 1966. Plant succession and soil development on gravel outwash of the Muldrow Glacier, Alaska. *Ecological Monographs 36*: 181-199.

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.

Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1991. Áhrif áburðar og sáningar á gróður í tilraunareitum á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði og eftirverkun áburðar. Í *Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981-1989* (ritstjóri Ingvi Þorsteinsson), bls. 89-103. Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Reykjavík.