Blómgun og fræþroski gulvíðis og loðvíðis

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

Ágrip

Til að unnt sé að sá víði markvisst, t.d. til notkunar í landgræðslu, er góð þekking á ferli fræþroska nauðsynleg. Markmið rannsóknarinnar var að lýsa blómgun og fræþroska gulvíðis og loðvíðis og meta hvenær best er að safna fræi. Fylgst var með völdum gul- og loðvíðiplöntum á tveimur svæðum á Suðvestur- og Suðurlandi í tvö sumur, alls 240 plöntum. Einkunnakvarði fyrir þroskunarferli víðirekla var þróaður fyrra sumarið en hann byggði á vinnu sem hófst tveimur árum áður. Ferlinu var skipt eftir útliti rekla niður í þrjá flokka sem síðan voru flokkaðir nánar niður. Fyrsti flokkurinn, blómgun, hefur þrjú stig (1A, 2A, 3A), fræþroski hefur þrjú stig (2A, 2B, 2C) og frædreifing hefur tvö stig (3A og 3B). Á u.þ.b. 10 daga fresti á tímabilinu maí til ágúst var ríkjandi þroskastig rekla á plöntunum metið til að lýsa ferlinu og meta breytileikann í blómgun eftir tegundum og stöðum. Sumarið 1999 var reklum safnað af báðum tegundum á öðrum staðnum til að ákvarða sambandið á milli útlits rekla og fræþroska. Blómgun hófst hjá báðum tegundum í byrjun maí og frædreifing hófst um miðjan júlí. Loðvíðir náði öllum þroskastigum á undan gulvíði ($p < 0,05$). Uppsafnað hitastig daga umfram 0°C lýsti best ríkjandi þroskastigi rekla hjá gulvíði en uppsafnað hitastig yfir 4°C hjá loðvíði. Marktæk fylgni var annars vegar á milli spírunarhlutfalls fræs og hins vegar blómgunarstigs og söfnunardags hjá báðum tegundum ($p < 0,01$). Því er unnt að nota útlitseinkenni rekla til að meta fræþroskann. Spírunarhæfni fræs er mest þegar frævurnar eru orðnar bústnar, hárlausar og litur þeirra hefur breyst úr grágrænum í grænan eða gulgrænan og síðan yfir í gulan lit. Besti tíminn til söfnunar víðifræs er upp úr miðjum júlí.

Inngangur

Vegna breyttrar áherslu í landgræðslu, þ.e. frá áherslu á fljótvaxnar kynbættar tegundir til meiri áherslu á innlendar tegundir, hefur þörfin á betri þekkingu á líffræði og vistfræði einstakra innlendra tegunda vaxið (Magnús H. Jóhannsson og Ása L. Aradóttir 2004; sjá umfjöllun hjá Kristínu Svavarsdóttur og Ásu L. Aradóttur 2006b). Rannsóknir á innlendum víðitegundum hófust á síðasta áratug (Ása L. Aradóttir o.fl. 1999), m.a. til að kanna leiðir til að koma víði inn á svæði þar sem hann er ekki fyrir eða þar sem sóst er eftir að auka hlutdeild víðis í gróðri. Með því að koma víðiplöntum inn á gróðurlítil svæði, annað hvort með gróðursetningu eða sáningu má með tímanum auka sjálfgræðslu. Víðisáningar hafa lítið verið notaðar á Íslandi en ýmsar víðitegundir, sérstaklega erlendar tegundir víðis hafa verið ræktaðar í gróðrastöðvum um árabil (Jóhann Pálsson 1997). Ein forsenda markvissra sáninga á innlendum víðitegundum er fræöflun og hún krefst þekkingar á ferli blómgunar en þó einkum fræþroska. Til að árangur verði af sáningum þarf fræið að vera á ákjósanlegu þroskastigi þegar því er safnað. Hér á eftir verður fjallað um blómgun og fræþroska gulvíðis (*Salix phlyicifolia* L.) og loðvíðis (*S. lanata* L.) en fjallað er um aðra þætti sem geta haft áhrif á sjálfgræðslu víðis í öðrum köflum þessa rits, þ.e. áhrif áburðar á blómgun og einstakar plöntur (Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2006a) og landnám víðis (Ása L. Aradóttir o.fl. 2006).

Gulvíðir og loðvíðir eru báðar sérbýla tegundir. Blómin eru smá og sitja mörg saman í blómskipun sem kallast rekill. Blómin eru einkynja og reklar loðvíðis eru að jafnaði stærri (2,5-8 cm) en reklar gulvíðis (2-4 cm) (Hörður Kristinsson 1998). Karlreklar beggja tegundanna hafa langhærðar rekilhlífar og karlblómin hafa tvo fræfla með gulum frjóhirslum. Kvenreklarnir þroskast seinna en karlreklarnir (Hörður Kristinsson 1998). Aldin víðis er tvíblaða fræva og fræin eru fræhvítulaus og með langri fræull sem vex út úr fræstrengnum (von Denffer o.fl. 1980). Áður var almennt talið að ættkvíslin væri eingöngu skordýrafrævuð (entomophily) (von Denffer o.fl. 1980) en á síðari árum hefur komið í ljós að a.m.k. sjö

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

víðitegundir eru bæði skordýra- og vindfrævaðar (ambophily) (Culley o.fl. 2002). Rannsókn á hlutfalli vindfrævunar í samanburði við skordýrafrævun fimm víðitegunda í suður Noregi sýndi að þetta var breytilegt eftir tegundum en þar kom fram að blóm loðvíðis voru fyrst og fremst skordýrafrævuð (Peeters og Totland 1999). Í þeirri rannsókn fannst marktækt samband milli lengdar kvenrekla og hlutfall vindfrævunnar þannig að tegundir sem voru nær eingöngu skordýrafrævaðar voru með lengstu reklana. Frævun gulvíðis hefur ekki verið rannsökuð en samkvæmt þessu mætti búast við að hlutfall vindfrævunnar gæti verið hærra hjá gulvíði en loðvíði þar sem gulvíðireklar eru nokkru styttri en reklar loðvíðis (Hörður Kristinsson 1998). Frævun innlendra víðitegunda hefur ekki verið könnuð á Íslandi og er sá þáttur einnig utan þeirrar rannsóknar sem hér er lýst þar sem eingöngu var skoðað þroskaferli rekla á kvenplöntum eftir að frævun hafði mögulega átt sér stað.

Sumarið 1997 var gerð forkönnun á þroskaferli rekla hjá gulvíði og loðvíði og gerð voru drög að flokkun á þroskastigum til að skilgreina ferlið (Ása L. Aradóttir o.fl. 1999). Nauðsynlegt var að þróa þessar skilgreiningar og flokka nánar, auk þess sem athuga þurfti sambandið á milli ytra útlits reklanna og fræþroskans. Rannsókn á þessum þáttum fór fram sumrin 1999 og 2000. Markmið rannsóknarinnar var að lýsa ferli blómgunar og fræþroska hjá gulvíði og loðvíði og kanna sambandið á milli ytra útlits reklanna og fræþroskans til að meta hvort hægt væri að nota útlitseinkenni rekla til að ákvarða fræþroskann. Auk þessa var leitast við að meta þátt veðurfars í þroskaferli rekla þessara tegunda.

Aðferðir

Rannsóknarsvæði

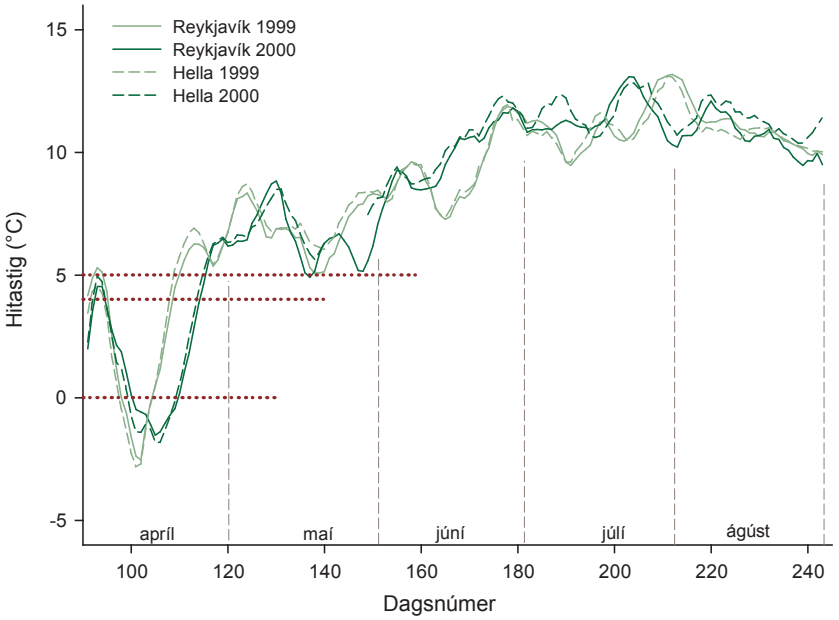
Rannsóknin var unnin á tveimur svæðum á Suðvesturlandi og Suðurlandi sumrin 1999 og 2000. Svæðin voru Hólmsheiði við Reykjavík (64°06'N, 21°43'V) og Gunnlaugsskógur á Rangárvöllum (63°52'N, 20°12'V).

Hólmsheiði er skammt austan við Reykjavík í 110–120 m h.y.s. Rannsóknarsvæðið nær yfir nokkuð stórt svæði með lyngmóa þar sem bæði gulvíðir og loðvíðir eru áberandi tegundir í gróðursamfélaginu. Auk þeirra eru krækilyng (*Empetrum nigrum* L.), bláberjalyng (*Vaccinium uliginosum* L.), beitilyng (*Calluna vulgaris* (L.)), vinglar (*Festuca* spp.) og mosar áberandi í sverðinum. Loðvíðiplönturnar voru dreifðar yfir nokkuð stórt svæði en svæðið með gulvíðiplöntunum var afmarkaðra.

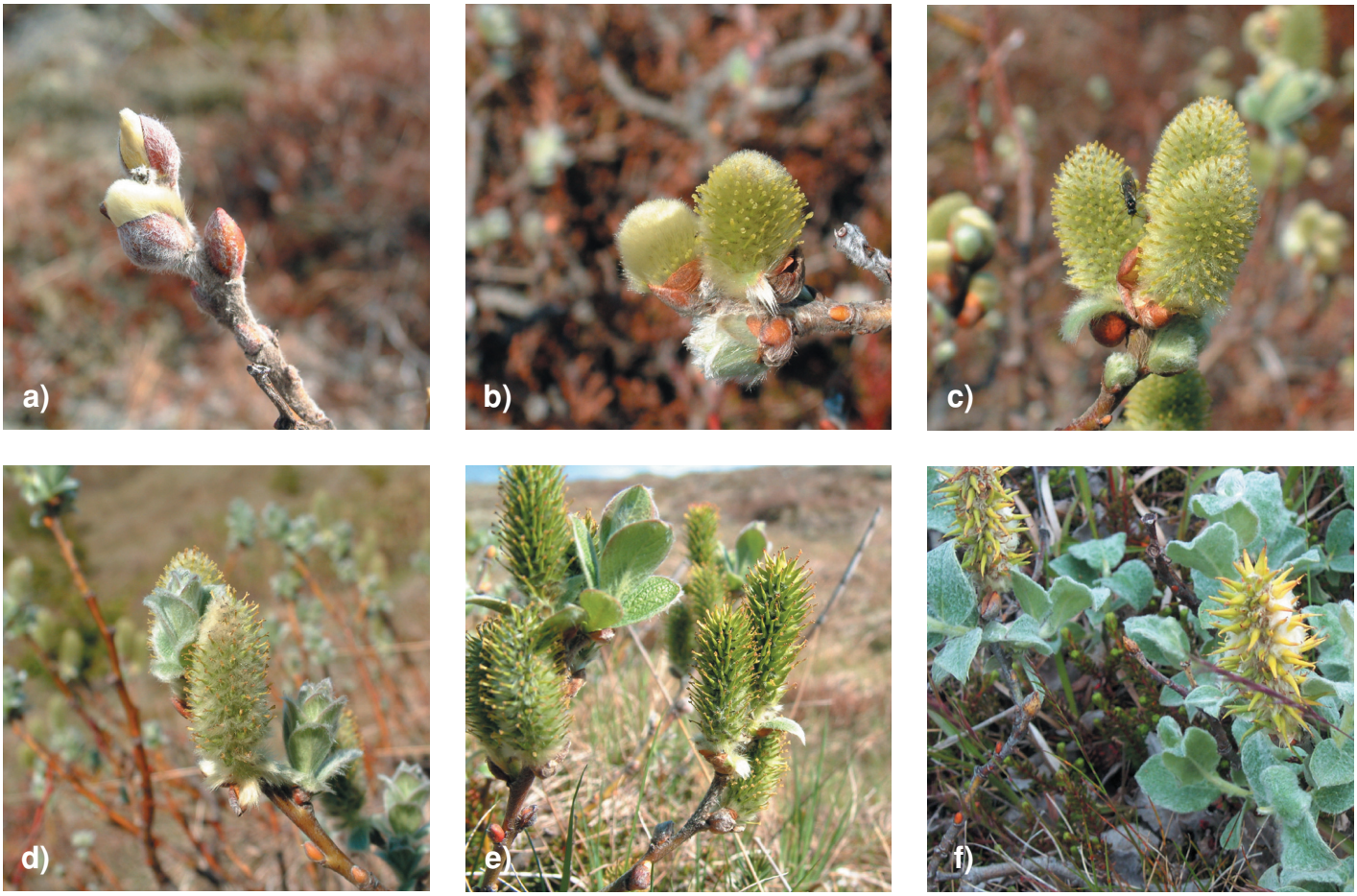


Mynd 2.2 Blómgunarferli gulvíðis. a) Brum hefur opnast á blómgunarstigi 1A; b) blómskipun komin út á stigi 1B; c) stílar greinanlegir á þroskastigi 1C; d) einstakar frævur greinanlegar á fræþroskastigi 2A; e) bústnar frævur á fræþroskastigi 2B; f) gular frævur á fræþroskastigi 2C. (Ljósmyndir: Kristín Svavarsdóttir).

Næsta veðurathugunarstöð við Hólmsheiði er Heiðmörk sem er í næsta nágrenni og í svipaðri hæð eða 136 m h.y.s. (Veðurstofa Íslands, óbirt gögn). Veðurgögn í Heiðmörk voru þó takmörkuð vegna þess að þeim var einungis safnað einu sinni á dag takmarkaðan hluta ársins og því var ákveðið að nota veðurgögn frá athugunarstöðinni í Reykjavík, sem er í 52 m h.y.s. eftir að hafa borið saman gögn þessara tveggja stöðva á rannsóknartímabilinu, þ.e. maí til ágúst 1999 og 2000. Gott samband var á milli hitastigsgagna stöðvanna bæði árin (aðhvarfslínur; $p<0,001$; $n=123$) og var hitastigið aðeins lægra í Heiðmörk, að meðaltali 0,4 gráðum lægra 1999 og 0,1 gráða árið 2000. Í Reykjavík var meðalhiti í maí, þegar blómgun víðis hófst, svipaður bæði árin eða 6,7ºC árið 1999 og 6,5ºC árið 2000 (mynd 2.1). Yfir sumarmánuðina (júní til ágúst) var hitinn 10,4ºC fyrra árið og 10,3ºC seinna árið. Ársúrkoma í Reykjavík var svipuð bæði árin, 788 mm árið 1999 og 800 mm árið 2000. Hins vegar var mikill munur á úrkomu maímánuðar á milli þessara ára þar sem úrkoman í maí 2000 var aðeins 57% úrkomu sama mánuðar 1999, þ.e. 47,8 mm á móti 86,5 mm.



Mynd 2.1 Hlaupandi sjö daga meðalhitastig í Reykjavík og á Hellu á fjögurra mánaða tímabili (apríl til ágúst) árin 1999 og 2000. Láréttar línur eru teiknaðar við 0ºC, 4ºC og 5ºC en þau voru notuð sem grunnhitastig fyrir gráðudaga (sjá texta). Grafið er unnið upp úr óbirtum gögnum frá Veðurstofu Íslands.



Mynd 2.3 Blómgunarferli loðvíðis. a) Blómgun hefst er brum hafa opnast á þroskastigi 1A; b) þroskastig 1B: Reklar smáir en brumhlífar fallnar; c) stílar greinanlegir á þroskastigi 1C; d) frævur vel greinanlegar á fræþroskastigi 2A, fræni enn gult; e) bústnar frævur á fræþroska-stigi 2B; f) gulgrænar frævur á fræþroskastigi 2C. (Ljósmyndir: Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir).



Mynd 2.4 Frælosun a) gulvíðis og b) loðvíðis. Plönturnar eru á þroskastigi 3A. (Ljósmyndir: Kristín Svavarsdóttir.)

Gunnlaugsskógur er á Rangárvöllum, rétt norðan Gunnarsholts, í um 110 m h.y.s. Upphaf Gunnlaugsskógar eru sáningar birkifræs frá Bæjarstaðarskógi árið 1939 og 1945 (Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1989). Í fyrstu var birki (*Betula pubescens* Ehrh.) sáð undir hraunbrún sem þarna er en síðar voru birkiplöntur fluttar upp fyrir hraunbrúnina og gróðursettar í eyjar og birkiplöntur hafa verið að dreifa sér þaðan (Aradóttir 1991). Rannsóknarsvæðið er ofan á hraunbrúninni þar sem gróður er lágvaxnari en í skjóli hennar. Á svæðinu er birki, gulvíðir og loðvíðir ríkjandi. Aðrar tegundir eru m.a. krækilyng, bláberjalyng, vinglar og mosar. Athugunarsvæðin fyrir gulvíði og loðvíði voru samliggjandi en sköruðust ekki. Næsta veðurathugunarstöð Veðurstofu Íslands er á Hellu sem er í tæplega 11 km loftlínu frá Gunnlaugsskógi en stendur nokkru lægra eða 20 m h.y.s. Meðalhitinn á Hellu í maí 1999 var 7,2°C (mynd 2.1). Árið 2000 vantaði mælingu á vikutímabili en ef meðaltal þeirra daga sem mælingar ná yfir er reiknað (n=22) fæst sama hitastig. Yfir sumarmánuðina þrjá (júní til ágúst) var meðalhitinn 10,3°C árið 1999 og 10,9°C sumarið 2000 (mynd 2.1). Ársúrkoma á Hellu var 1212 mm árið 1999 en mælingar vantar í maí og því er ekki hægt að bera saman úrkomu maímánaðar milli ára. Úrkoma var svipuð 1999 og 2000 í hinum athugunarmánuðunum.

Veðurathugunarstöðvar fyrir bæði rannsóknarsvæðin liggja nokkru lægra í landinu en svæðin sjálf. Þar sem munurinn er líklega nokkuð svipaður á báðum stöðum gerum við ráð fyrir að samanburður á veðurgögnum milli stöðva sé sambærilegur og ef borin væru saman veðurgögn frá rannsóknarsvæðunum sjálfum. Hitastig í maí var heldur hærra í nágrenni Gunnlaugsskógar en Hólmsheiðar þó ekki munaði nema um hálfri gráðu. Meðalsumarhiti var hins vegar mjög svipaður á báðum svæðunum en var þó aðeins hærri á Hellu seinna sumarið. Meiri munur var á hitastigi milli ára en staða (mynd 2.1). Úrkoma var mun meiri í nágrenni Gunnlaugsskógar en við Hólmsheiði og í einstökum mánuðum á rannsóknartímanum rigndi 50-100% meira á Hellu en í Reykjavík.

Lýsing á þroskastigum víðirekla

Í júní 1998 voru alls 120 kvenplöntur víðis merktar á hvoru rannsóknarsvæði, 60 plöntur af hvorri tegund. Allar plönturnar voru staðsettar með staðsetningartæki þannig að auðveldara sé að finna þær aftur. Plönturnar voru valdar með það í huga að um væri að ræða afmarkaða einstaklinga sem voru í a.m.k. 10 m fjarlægð frá næstu mæliplöntu, að mesta þvermál þeirra væri á bilinu 0,5 til 2 m og að plönturnar bæru rekla til að hægt væri að kyngreina þær. Rannsóknin var sett upp sem tilraun þar sem athuguð voru áhrif áburðargjafar á blómgun víðis. Vegna þess að áburðargjöfin hafði lítil sem engin áhrif á þroskaferli víðireklanna (Kristín Svavarsdóttir og Ása L. Aradóttir 2006a) var hægt að nota allar merktu plönturnar við eftirfarandi úrvinnslu á þroskaferlinu (n=120) en ella hefði þurft að einskorða athuganirnar sem hér er lýst við viðmiðunarplönturnar. Uppsetningu tilraunarinnar er nánar lýst í áfangaskýrslu verkefnisins (Ása L. Aradóttir o.fl. 1999).

Í rannsókninni var þroskaferli víðirekla lýst með kvarða sem byrjað var að þróa sumarið 1997 (Ása L. Aradóttir o.fl. 1999) en hann endurbættur eftir þörfum sumarið 1999. Átta þroskastig í þremur yfirflokkum voru skilgreind eftir útlitseinkennum rekla þ.e. stærð, útliti og lit fræva. Þroski rekla hjá gulvíði og loðvíði er eins í flestum atriðum þó nokkur munur sé á útliti reklanna (sjá myndir 2.2 og 2.3). Áður en blómgun hefst eru brum vel lokuð og var það skráð sem stig 0.

1. Blómgun

Þroskastig 1A

Fyrsta merki um að blómgun sé að hefjast er þegar brumhlífarnar sem umlykja brumið byrja að stækka og opnast en hanga þó enn á plöntunni. Fyrstu plönturnar byrjuðu að blómgast í byrjun maí og mátti sjá plöntur á þessu stigi fram í byrjun júní (myndir 2.2a og 2.3a)

Þroskastig 1B

Er rekillinn hefur allur vaxið út úr bruminu og brumhlífarnar dottið af er hann skilgreindur á blómgunarstigi 1B. Reklarnir eru þó enn mjög

smáir, gráloðnir og ekki er hægt að greina einstakar frævur (myndir 2.2b og 2.3b).

Þroskastig 1C
Stílar frævanna verða auðgreinanlegir þar sem þeir standa út úr reklinum gulir að lit með klofið fræni. Frævurnar sjálfar eru enn mjög smáar, grannar og vart sjáanlegar (myndir 2.2c og 2.3c).

2. Fræþroski
Þroskastig 2A
Frævurnar eru orðnar stærri og nú vel greinilegar, þær eru grágrænar og loðnar, fræni er enn gult (myndir 2.2d og 2.3d).

Þroskastig 2B
Frævurnar hafa stækkað nokkuð, eru orðnar vel sverar að neðan og standa því meira út en þær hafa gert hingað til. Frævur greinilegar en frænið er orðið brúnt og visið (myndir 2.2e og 2.3e).

Þroskastig 2C
Litur frævanna breytist og er aðeins mismunandi eftir tegundunum tveimur. Frævur gulvíðis verða grænar eða gulgrænar en loðvíðis gular eða gulgrænar. Frævurnar eru orðnar hárlausar eða því sem næst og hafa enn stækkað og þanist út (myndir 2.2f og 2.3f).

3. Frædreifing
Þroskastig 3A
Frælosun hefst þegar frævurnar og fræ þeirra eru orðin fullþroska. Frævurnar eru þá orðnar harðar, gular og byrjaðar að þorna upp en við það opnast aldinið að endilöngu og fræullin kemur í ljós. Í þurrviðri losnar um fræin og þau dreifast með vindi (mynd 2.4).

Þroskastig 3B
Eftir frælosun falla reklarnir af plöntunni.

Athuganir á þroskaferli víðirekla
Fylgst var með blómgun og þroska rekla á merktum plöntum á 7-10 daga fresti sumrin 1999 og 2000. Í Gunnlaugsskógi var fylgst með plöntum frá 11. maí til 8. ágúst og á Hólmsheiði frá 19. maí til 9. ágúst (tafla 2.1). Hvern athugunardag var ríkjandi þroskastig hverrar plöntu skráð en það var metið út frá einkunnakvarðanum sem lýst er hér að framan. Með ríkjandi þroskastigi plöntu er átt við það þroskastig sem flestir reklar plöntunnar voru á á þeim tíma. Athugunum var hætt þegar frædreifingu var lokið og reklarnir fallnir.

Kíkvaðratspróf (Chi-square test) var notað til að kanna hvort þroskaferli rekla væri mismunandi eftir tegund, rannsóknarsvæði og ári. Athugunardagar voru samræmdir á milli rannsóknarsvæða og ára. Ellefu athugunartímabil voru skilgreind (tafla 2.1) og allur samanburður á þroskastigi var gerður innan einstakra athugunartímabila. Við samanburð á þroskastigi innan þátta var úrvinnslan einfölduð með því að nota yfirflokkana þrjá (blómgun, fræþroski og frædreifing) ásamt núllstigi í öllum kíkvaðratsprófum.

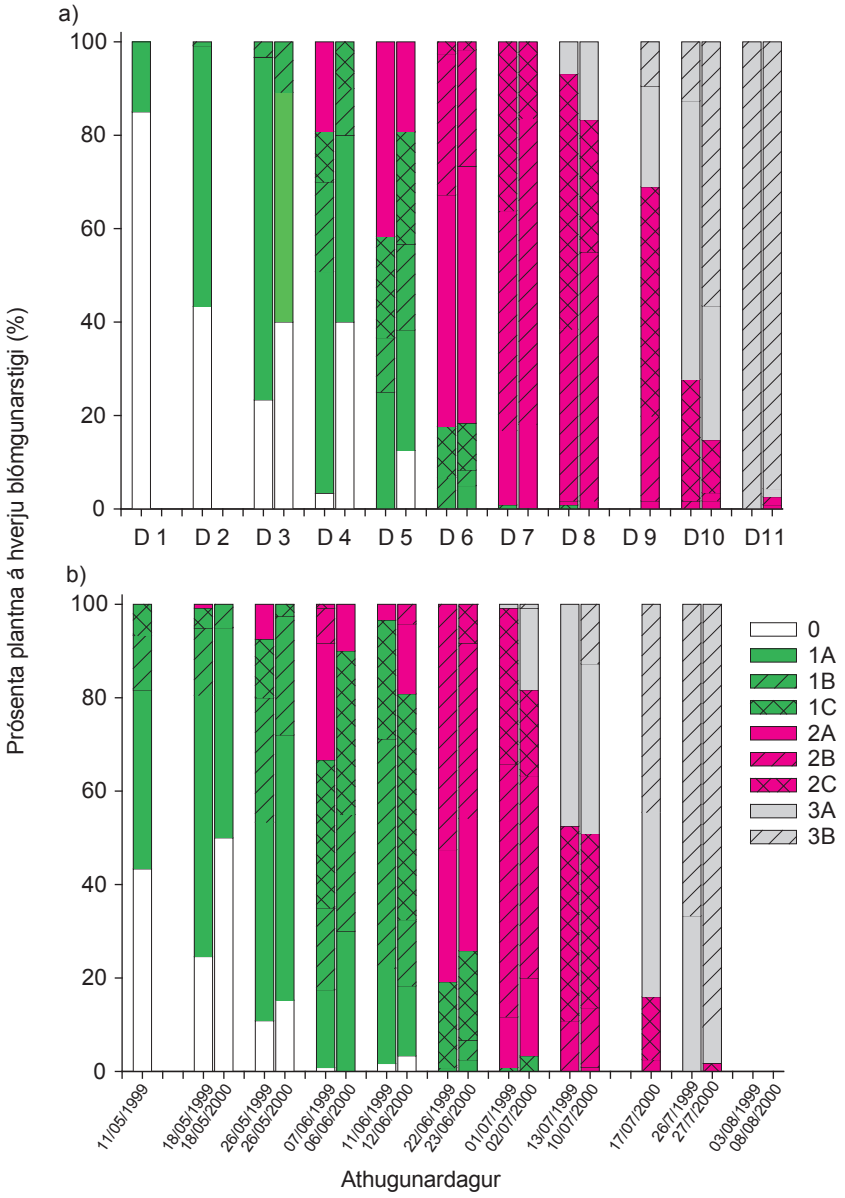
Tafla 2.1 Athugunartímabil á blómgun og þroska rekla gulvíðis og loðvíðis á tveimur rannsóknarsvæðum, í Gunnlaugsskógi á Rangárvöllum og á Hólmsheiði við Reykjavík, á tveggja ára tímabili (1999 og 2000). Dagsetning og dagsnúmer eru sýnd fyrir hvert athugunartímabil.

	Gunnlaugsskógur				Hólmsheiði			
Athugunar-	1999		2000		1999		2000	
dagur	dags.	nr.	dags.	nr.	dags.	nr.	dags.	nr.
1	11.5	131	-		-		-	
2	18.5	138	-		19.5	139	18.5	138
3	28.5	148	23.5	143	25.5	145	29.5	149
4	10.6	161	6.6	157	4.6	155	-	
5	-		15.6	166	11.6	162	9.6	160
6	23.6	174	26.6	177	21.6	172	19.6	170
7	2.7	183	6.7	187	1.7	182	28.6	179
8	14.7	195	11.7	192	13.7	194	10.7	191
9	-		17.7	198	-		18.7	199
10	26.7	207	27.7	208	27.7	208	28.7	209
11	-		8.8	220	3.8	215	9.8	221

Ríkjandi þroskastig gulvíðis og loðvíðis á hverju athugunartímabili var ákvarðað með miðgildi einkunna fyrir þroskastig allra plantna tegundar á viðkomandi athugunartímabili. Línulegur kvarði (0-9) var notaður fyrir þroskastigin í þessum útreikningum. Til að kanna áhrif hitastigs á þroskaferil víðirekla voru þrenns konar gráðudagar notaðir, þ.e. uppsafnað hitastig daga umfram 0ºC (núllgráðudagar), 4ºC (fjögurragráðudagar) og 5ºC (fimmgráðudagar). Í öllum tilfellum var miðað við tímabilið frá 11. apríl en það er mánuði áður en fyrstu athuganir hófust að vori. Samband ríkjandi þroskastigs og gráðudaga á athugunardögum var prófað á einstökum tegundum með þrepalínulegu aðhvarfi (stepwise linear regression).

Fræþroski
Fimm gulvíðiplöntur og fimm loðvíðiplöntur voru valdar af handahófi úr hópi viðmiðunarplantna í Gunnlaugsskógi til þess að skoða samband útlitseinkenna rekla og þroska fræja. Sýni voru tekin af reklunum á viku fresti, frá 30. júní 1999 og þar til reklar voru fallnir (28. júlí 1999). Í hvert skipti voru teknir þrír reklar af hverri plöntu og þroskastig þeirra skráð eftir sama einkunnakvarða og notaður var við úttektir á þroskaferli víðirekla á athugunarstöðunum.

Lengd rekla var mæld að næstu 0,5 cm. Þrjár frævur voru teknar af hverjum rekli og fræ úr þeim sett á síupappír sem komið var fyrir á þar til gerðum plastdiskum. Frævurnar voru teknar af efsta, mið og neðsta hluta rekils þar sem það var hægt. Í sumum tilfellum þurfti



Mynd 2.5 Prósenta a) gulvíðiplantna og b) loðvíðiplantna á einstökum blómgunarstigum eftir athugunardögum á tveggja mánaða tímabili 1999 og 2000. Stig 0, þ.e. þegar blómgun er ekki hafin er sýnd í grafinu með ólituðum súlum, blómgunarstigin þrjú eru sýnd í grænum lit (1A, 1B og 1C), fræþroskastigin þrjú eru sýnd í bleikum lit (2A, 2B og 2C) og frædreifingarstigin tvö eru sýnd í gráum lit (3A og 3B). Innan hvers flokks eru stigin skilin að með mismunandi mynstri. Paraðar súlur sýna blómgun á sambærilegum athugunardögum fyrir sitt hvort árið. X-ás er í báðum tilvikum tímamerktur og er eins á báðum myndunum en á efri myndinni er hann merktur með D1 til D11 sem stendur fyrir athugunartímabilin sem skilgreind voru í töflu 2.1 en á neðri myndinni er gefin upp dagsetning sem svarar til þess athugunartímabils.

að breyta til vegna skordýraafráns á frævum. Diskum með fræi var komið fyrir í lokuðu spírunarborði þannig að stöðugur raki var á fræjunum. Hitastigi vatnsins í spírunarborðinu var stjórnað þannig að hitinn var 10°C á nóttunni og 20°C yfir daginn. Hlutfall spírandi fræja var skráð tvisvar sinnum, eftir tvo og sjö daga.

Samband fræspírunar við þroskastig, söfnunardag og lengd rekils var kannað með fylgniprófi (Spearman correlation). Öll tölfræðiúrvinnsla gagna var unnin með tölfræðiforritinu SPSS 11. útgáfa (SPSS Inc., Chicago, Illinois).

Niðurstöður

Þroskaferli víðirekla

Báðar tegundirnar hófu blómgun í fyrrihluta maí. Loðvíðir blómgaðist þó heldur fyrr en gulvíðir. Á fyrsta athugunardeginum, 11. maí, var blómgun hafin hjá yfir helmingi loðvíðiplantnanna en innan við fimmtungi gulvíðiplantna (mynd 2.5). Loðvíðirinn hélt þessu forskoti að mestu leyti yfir allt tímabilið þar sem hann var almennt fyrr að ná flestum þroskastigunum. Af 10 athugunardögum með mælingum beggja tegunda var í níu tilfellum marktækur munur á fjölda plantna á mismunandi þroskastigum eftir tegundum ($p<0,05$). Eina skiptið sem ekki mældist marktækur munur milli tegunda var í lok júní (6. athugunardagur; mynd 2.5).

Athuganirnar náðu yfir 91 daga eða 13 vikur. Í upphafi þess tíma var hluti þeirra 240 plantna sem fylgst var með þegar byrjaðar að blómgast og í lokin voru reklar ekki enn fallnir af öllum plöntum þannig að allt blómgunarferlið var eitthvað lengra hjá báðum tegundunum. Plöntur á blómgunarstigunum (stig 1A, 1B og 1C) fundust hjá báðum tegundunum fram í síðustu viku júní en þá var þetta stig aðeins ríkjandi hjá fáum plöntum. Yfir tveggja ára tímabil fundust því víðiplöntur á blómgunarstigunum þremur í sex vikur á rannsóknarsvæðunum. Hjá loðvíði fundust plöntur á öllum þremur stigunum (1A, 1B og 1C) strax fyrsta athugunardaginn (11. maí), plöntur á stigi 1A fundust til 12. júní, plöntur á stigi 1B til 23. júní og plöntur á stigi 1C til 2. júlí (mynd 2.5). Stig 1A var hins vegar ríkjandi á tímabilinu 18. til 29. maí, stig 1B aðeins á einum athugunardegi, þann 5. júní og stig 1C á tímabilinu 7. til 16. júní (mynd 2.6b). Gulvíðiplöntur fundust á stigi 1A á tímabilinu 11. maí til 1. júlí, á stigi 1B frá 18. maí til 23. júní og á stigi 1C milli 6. júní og 13. júlí. Gulvíðiplöntur á stigi 1B voru aldrei ríkjandi á athugunardögunum og aðeins ríkjandi á stigi 1C einu sinni, þann 10. júní. Plöntur á stigi 1A voru hins vegar ríkjandi í nokkurn tíma, milli 18. maí og 5. júní (mynd 2.6a) en hér er ekki gerður greinarmunur á milli ára.

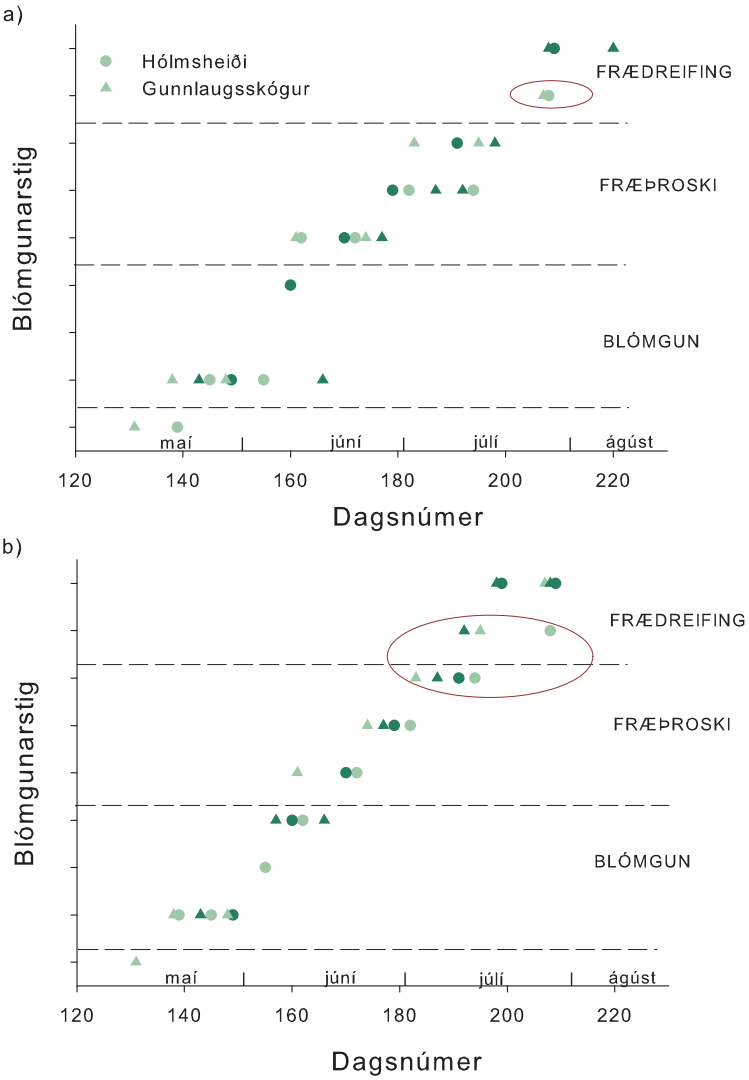
Hjá loðvíði voru fyrstu plönturnar skráðar á fræþroskastigi (2A) um miðjan maí fyrra árið (mynd 2.5b) og síðustu plönturnar voru enn skilgreindar á fræþroskastigi (stig 2C) á síðasta athugunardeginum (27. júlí) seinna árið en þá voru aðeins tvær plöntur á því stigi. Loðvíðiplöntur fundust því á fræþroskastigum á 10 vikna tímabili. Loðvíðiplöntur fundust á stigi 2A frá 18. maí til 2. júlí en það stig var ríkjandi 11. til 22. júní. Plöntur með rekla á stigi 2B voru skráðar milli 6. júní og 17. júlí en það var ríkjandi frá 24. júní til 2. júlí. Plöntur metnar á stigi 2C voru skráðar frá 22. júní til 27. júlí og stigið var ríkjandi milli 3. og 14. júlí (mynd 2.6b). Gulvíðiplöntur fundust á fræþroskastigunum í samtals sjö vikur. Fyrstu

gulvíðiplönturnar voru skráðar á stigi 2A viku af júní fyrra árið en þá höfðu nokkrar plöntur rekla á þessu stigi. Á síðasta athugunardegi í lok júlí bæði árin var fræþroskastig (2B og 2C) enn ríkjandi hjá 15-25% gulvíðiplantna. Reklar gulvíðis voru skráðir á stigi 2A frá 7. júní til 17. júlí en þetta stig var ríkjandi á tímabilinu 11. til 27. júní. Reklar á stigi 2B fundust frá 22. júní til 27. júlí en þeir voru ríkjandi frá 29. júní til 12. júlí. Plöntur á stigi 2C voru skráðar á tímabilinu 1. til 27. júlí en stigið var ríkjandi milli 3. og 18. júlí.

Frædreifing loðvíðis hófst í byrjun júlí (mynd 2.5b) en gulvíðis viku til 10 dögum síðar (mynd 2.5a). Frædreifingu var aðeins skipt upp í tvö stig (3A og 3B) og var tímabil frædreifingar styttra en önnur þroskastig hjá báðum tegundunum. Hjá loðvíði voru þetta tæpar fjórar vikur, frá 1. til 27. júlí, og hjá gulvíði um fjórar vikur, frá 10. júlí til 8. ágúst. Þar sem gagnasöfnun lauk áður en þessum stigum var lokið er tíminn eitthvað vanmetinn, sérstaklega hjá gulvíði (mynd 2.5a). Í lok júlí (síðasti athugunardagur loðvíðis) voru nær allir loðvíðireklar fallnir en á sama tíma voru enn margar gulvíðiplöntur á fræþroskastigunum. Loðvíðireklar fundust á báðum stigum frælosunar (3A og 3B) á sama tímabili eða frá 2. til 27. júlí (mynd 2.5b) en reklar á stigi 3A voru ríkjandi 12. til 28. júlí en frá 18. til 29. júlí á stigi 3B (mynd 2.6b). Gulvíðireklar fundust á stigi 3A fyrst og fremst á þriggja vikna tímabili, frá 10. júlí til 27. júlí en tvær plöntur voru þó enn á þessu stigi 8. ágúst 2000 (mynd 2.5a). Reklar á stigi 3A voru ríkjandi aðeins í lok tímabilsins, 27. og 28. júlí (mynd 2.6a). Reklar gulvíðis á stigi 3B fundust á tímabilinu frá 17. júlí til 8. ágúst en þá voru nær allar gulvíðiplönturnar búnar að ná loka þroskastiginu og var það ríkjandi frá 27. júlí og fram til loka rannsóknartímans (mynd 2.6a).

Nokkur breytileiki var á þroskastigum víðiplantna milli rannsóknarsvæðanna tveggja. Á sex athugunardögum var marktækur munur á þroskastigum loðvíðiplantna milli svæða (marktækni frá $p<0,05$ til $p<0,001$) og fimm sinnum hjá gulvíði ($p<0,05$ eða $p<0,001$). Þroski víðireklanna var yfirleitt heldur fyrr í Gunnlaugsskógi en á Hólmsheiði. Eina undantekningin frá þessu var um miðjan júlí 2000 (9. athugunardagur) en þá höfðu 43% gulvíðiplantna á Hólmsheiði hafið frædreifingu (þroskastig 3A eða 3B) á móti 17% gulvíðiplantna í Gunnlaugsskógi ($p<0,001$). Á árinu 2000 var yfirleitt aðeins hærra hitastig á Hellu en í Reykjavík en á u.þ.b. 10 daga tímabili um miðjan júlí snérist þetta við og fellur 9. athugunardagur innan þess tíma (mynd 2.1).

Rannsóknin sýndi að einnig var munur á þroskastigi víðisins milli rannsóknaráranna tveggja, en almennt þroskaðist víðirinn heldur

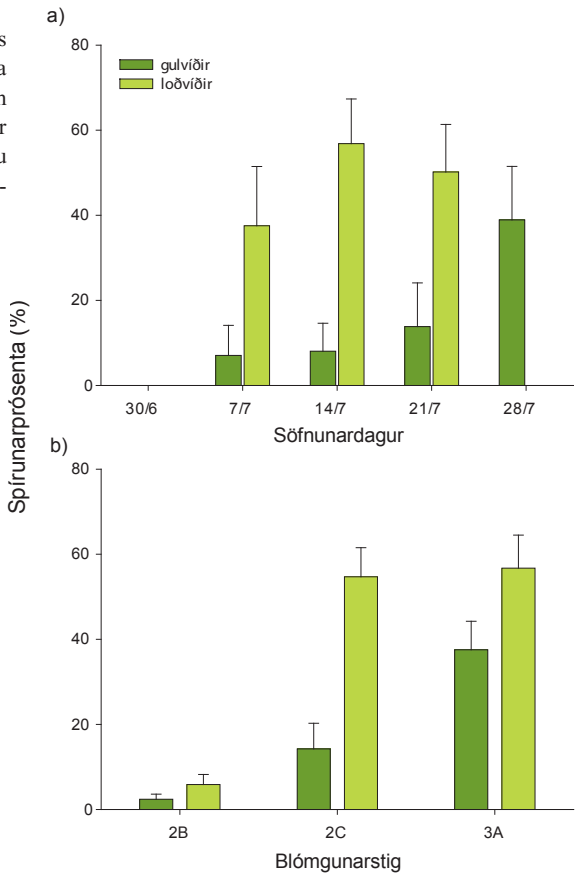


Mynd 2.6 Ríkjandi blómskipun a) gulvíðis og b) loðvíðis á athugunardögum 1999 og 2000. Punktar vísa til plantna á Hólmsheiði og þríhyrningar til plantna í Gunnlaugsskógi og gögn frá 1999 eru sýnd með ljósgrænum táknum og 2000 með dökkgrænum. Rauður hringur er dreginn utan um blómgunarstig þegar safna skal reklum.

fyrr árið 1999 en árið 2000. Í Gunnlaugsskógi blómstruðu báðar tegundirnar fyrr sumarið 1999 en árið 2000 ($p<0,01$). Í lok maí 1999 voru flestar plöntur byrjaðar að blómgast en á sama tíma árið 2000 var nokkuð um plöntur sem ekki höfðu hafið blómgun og átti það einkum við um gulvíði. Munur á þroskastigum milli ára greindist fram í júní í Gunnlaugsskógi en á Hólmsheiði fannst ekki munur á þroskastigi plantna á milli ára fyrr en eftir miðjan júní. Þá kom fram marktækur munur milli ára hjá báðum tegundum ($p<0,05$) þannig að plöntur þroskuðust heldur fyrr árið 1999 en 2000. Þessi munur á milli ára hvarf síðan á báðum stöðum en marktækur munur á milli ára ($p<0,001$) kom síðan aftur fram hjá loðvíðiplöntum í Gunnlaugsskógi í byrjun júlí (7. athugunardagur) og hjá gulvíðiplöntum á Hólmsheiði ($p<0,05$) í lok júlí (10. athugunardagur). Í þessum tveimur tilfellum voru reklar þroskaðri árið 2000 en 1999 miðað við sama athugunartímabil og í báðum tilfellum var frædreifing hafin (stig 3A og 3B) (mynd 2.5). Í báðum tilfellum fellur þetta saman við stutt tímabil þar sem hitastig á þessum stöðum var hærra árið 2000 en 1999 (mynd 2.1).

Ríkjandi þroskastig eftir athugunardögum sýna mismunandi mynstur eftir tegundunum

og virðast einstök þroskastig ríkja lengur hjá gulvíði en loðvíði (mynd 2.6). Þegar upphaf fyrstu tveggja flokkanna er hins vegar skoðað, þ.e. hvenær blómgun og fræþroski verða ríkjandi kemur í ljós að sami athugunardagur hjá báðum tegundum, blómgun verður fyrst ríkjandi 18. maí 1999 (138. dagur) og fræþroski 10. júní 1999 (161. dagur). Frædreifing var hins vegar mismunandi hjá tegundunum. Frædreifing varð ríkjandi mun fyrr hjá loðvíði en gulvíði eða fyrst 11. júlí 2000 hjá loðvíði en ekki fyrr en 26. júlí 1999 hjá gulvíði. Í þessum tilfellum var um að ræða plöntur í Gunnlaugsskógi.



Mynd 2.7 Spírun víðifræs eftir a) söfnunardögum rekla og b) blómgunarstigum þeirra. Súlurnar sínar meðaltal spírunarprósentu og lóðréttu strikin staðalskekkju þeirra (n=5).

Ríkjandi þroskastig á athugunardögum, óháð staðsetningu og ári, var best skýrt með mismunandi gráðudögum hjá tegundunum tveimur. Hjá gulvíði var sterkasta sambandið við núllgráðudaga (þrepalínulegt aðhvarf; y = -1,128 + 0,011x; p<0,001) og uppsafnað hitastig daga umfram 0ºC útskýrði 91% breytileikans í gögnunum. Uppsafnað hitastig daga umfram 4ºC útskýrði hins vegar best breytileikann í ríkjandi þroskastigi loðvíðis eða 93% (y = 0,033 + 0,019x; p<0,001).

Fræþroski

Fræ úr fyrstu fræsöfnun, 30. júní, spíraði alls ekki. Af fræi sem safnað var viku síðar spíraði 37% loðvíðifræs en innan við 10% gulvíðifræs (mynd 2.7a). Hámarksspírun loðvíðifræs var úr fræsöfnun 14. júlí en hjá gulvíði tveimur vikum seinna, eða 28. júlí (mynd 2.7a). Gulvíðifræið spíraði aldrei eins mikið og loðvíðifræið, hámarksspírun þess var tæplega 49% en mesta spírun loðvíðifræs var tæplega 60%. Marktæk fylgni (Spearman próf) var á milli spírunar fræs og söfnunardags hjá báðum tegundunum (p< 0,01), spírun jókst eftir því sem leið á sumarið. Sambandið milli spírunarhlutfalls fræs og tíma söfnunar var heldur sterkara hjá loðvíði (r_s = 0,69; p < 0,001; n=20) en hjá gulvíði (r_s = 0,60; p < 0,01; n=19).

Þegar spírunargögnin voru skoðuð með hliðsjón af þroskastigi rekla á söfnunartímanum kemur í ljós að nánast ekkert af fræjum úr reklum á stigi 2B spíraði (mynd 2.7b). Eftir að reklarnir komust á þroskastig 2C og 3A jókst spírun mikið og var mest á því síðara eða 56 ±11,7% (meðaltal og staðalskekkja) hjá loðvíði og 39 ±12,9% hjá gulvíði. Spírunarhlutfall jókst hlutfallslega hraðar hjá loðvíði en gulvíði miðað við þroskastig reklanna eins og sést þegar spírun er skoðuð hjá fræi úr reklum á þroskastigi 2C (mynd 2.7b) en spírun loðvíðifræs var þá næstum búin að ná hámarki en hjá gulvíði var um jafna hækkun að ræða. Það er marktæk fylgni milli spírunarhlutfalls og þroskastigs beggja tegunda (p < 0,01; loðvíðir: r_s = 0,70, n=15; gulvíðir: r_s = 0,74, n=13).

Loðvíðireklar voru að meðaltali lengri (4,2 ±0,19 cm, n=15) en gulvíðireklar (2,4 ±0,19 cm, n=13) en hjá hvorugri tegund fannst marktæk fylgni milli lengdar rekla og spírunarhlutfalls þannig að ekki er hægt að nota stærð rekla í þessu sambandi.

Umræða

Þroski víðirekla og hitastig

Í tempraða beltinu fara plöntuvefir almennt í vetrardvala og hefur hitastig áhrif á það hvenær plöntur undirbúa sig undir veturinn og brjóta dvalann að vori (Burrows 1990). Á vaxtartímanum er hitastig oftast sá þáttur sem hefur mest áhrif á blómgun og fræþroska trjáplantna og jurtkenndra plantna (Wielgolaski 1999). Á norðurslóðum er talið að snjóbráð hafi einnig áhrif á tímasetningu þess hvenær blómbrum opnast og plantan laufgast (Post og Stenseth 1999; Pop o.fl. 2000). Takmarkaðar rannsóknir hafa farið fram á blómgun innlendra tegunda á Íslandi. Besta gagnasafnið er frá miðhálendi landsins þar sem vaxtartíminn er mjög stuttur en þar var fylgst með hvaða tegundur höfðu byrjað blómgun í byrjun júlí (Thórhallsdóttir 1998). Á 11 ára tímabili (1983-1994) var skráð hvort blómgun væri hafin hjá 75 tegundum á tveimur föstum stöðvum í Þjórsárverum. Þar útskýrði uppsafnað hitastig (núllgráðudagar) næstu fimm vikur á undan best fjölda tegunda í blóma, en tími frá því snjó leysti hafði ekki áhrif nema ef tekin voru með tvö sérstaklega köld ár (Thórhallsdóttir 1998). Í okkar rannsókn skýrði

uppsafnað hitastig einnig best ríkjandi þroskastig en fór þó eftir tegundum, núllgráðudagar hjá gulvíði og fjögurragráðudagar hjá loðvíði. Ekki er ljós ástæða þessa tegundamunar, sérstaklega þar sem þroski rekla hjá gulvíði var almennt seinni en hjá loðvíði og hefði því frekar mátt búast við því að þessu væri öfugt farið hjá tegundunum. Þess ber að geta að þrátt fyrir að tilteknir gráðudagar gæfu besta sambandið við ríkjandi þroskastig hjá hvorri tegund þá var einnig sterkt samband við aðra gráðudaga hjá báðum tegundum. Í rannsóknum á blómgun og laufgun plantna hefur mismunandi grunnhitastig verið notað við útreikninga á gráðudögum og sýnt hefur verið að það sé breytilegt eftir tegundum (e.g. Strand 1987; Heide 1993). Heide (1993) hefur mælt með því að nota 0ºC (núllgráðudaga) í sambandi við laufgun norðlægra lauftrjáa en hugsanlega ætti að nota aðeins hærra grunnhitastig fyrir blómgun (Wang 1960). Í rannsókn okkar á víði var sambandið milli ríkjandi þroskastigs og hitastigs (hlaupandi sjö daga meðaltal) einnig marktækt þó það útskýrði mun minni breytileika í gögnunum en gráðudagar.

Á hverjum athugunardegi voru plöntur beggja tegunda á mismunandi þroskastigi sem gefur til kynna breytileika í blómgun og fræþroska þessara tegunda innan rannsóknarsvæðis og árs. Breytileika í þessum þáttum milli rannsóknarsvæða og ára má að einhverju leyti skýra út frá hitastigi. Á milli svæða var hverfandi munur á hitastigi yfir sumarmánuðina en í maí var hlaupandi sjö daga meðaltal að jafnaði 0,4ºC hærra á Hellu en í Reykjavík (mynd 2.1). Þó munurinn sé lítill er þetta í samræmi við mismuninn sem var í blómgun eftir svæðum en hún var heldur fyrr í Gunnlaugsskógi en á Hólmsheiði. Víðirinn blómgaðist aðeins fyrr árið 1999 en 2000 og hitastig var að jafnaði 0,3ºC hærra fyrra árið. Gögnin benda því til þess að mjög lítill munur á hitastigi geti haft áhrif á blómgun víðis, en gögnin hefðu þurft að ná yfir fleiri ár og svæði til að hægt væri að prófa þá tilgátu. Nýlegar athuganir benda til að á síðastliðinni öld hafi orðið stefnubundnar breytingar á blómgun jafnt sem öðrum líffræðilegum þáttum sem hitastig hefur áhrif á, en á þessum tíma hefur hitastig að jafnaði aðeins hækkað um 0,6ºC (Root o.fl. 2003). Þroskaferli eins og blómgun og laufgun eru fyrr á vorin en áður og viðbrögð við hækkun hitastigs er sterkari á hærri breiddargráðum (Root o.fl. 2003). Í rannsókn þeirra sem náði yfir gagnaúrvinnslu á mörgum rannsóknum á mismunandi tíma og rannsóknasvæðum (svokallaðar „meta-analyses“) hafa trjátegundir náð ákveðnu þroskastigi að meðaltali þremur dögum fyrr fyrir hvern liðinn áratug. Samantekt niðurstaðna á rannsóknum á norðurslóðum þar sem notuð eru búr til að hækka hitastig í tilraunareitum sýnir sömu mynd, þ.e. að blómgun verður marktækt fyrr við hærra hitastig (Arft o.fl. 1999). Niðurstöður okkar benda til að með hækkandi hitastigi megi búast við því að blómgunarferli gulvíðis og loðvíðis hefjist fyrr. Þetta gefur því vísbendingu um breytingar sem gætu orðið ef hitastig hækkar á Íslandi vegna áhrifa gróðurhúsalofttegunda.

Fræþroski og söfnun fræs

Útlitseinkenni rekla, svo sem litur og stærð fræva endurspegla þroska fræjanna. Niðurstöður okkar sýna að með því að skoða reklana er hægt að meta hvaða reklar muni gefa af sér spírunarhæft fræ sem þá er hægt að nýta til sáninga. Samkvæmt spírunarprófunum er best að safna loðvíðireklum sem eru á þroskastigi 2C og 3A en gulvíðireklum á stigi 3A (mynd 2.7b). Reklar sem komnir eru á stig 3B eru hins vegar fallnir og hætta á að fræ sé þegar horfið úr þeim. Frævur loðvíðis á stigi 2C eru gular eða gulgrænar, hárlausar og orðnar nokkuð bústnar (sjá mynd 2.3f) en á gulvíði eru frævurnar enn grænar eða rétt farnar að fá gulgrænan lit. Þetta samræmist notkun á lit við mat á aldinþroska sjö víðitegunda í Bandaríkjunum en aldin er þar talið þroskað þegar það er hætt að vera grænt og er orðið gulleitt eða ljósgult (Young og Young 1992). Þetta voru tegundirnar *Salix bebbiana*, *S. caroliniana*, *S. discolor*, *S. exigua*, *S. lasiandra*, *S. nigra* og *S. rigida* (Young og Young 1992) en enginn þeirra hefur verið prófuð í ræktun á Íslandi (Jóhann Pálsson 1997). Á þroskastigi 3A hefst frælosun og þá er heppilegt að safna reklum beggja tegunda. Auðvelt er að greina þetta þroskastig vegna þess að frævurnar eru farnar að þorna upp og aldin að opnast þannig að fræullin kemur í ljós (mynd 2.4). Algengt var á þessu stigi að sjá hálfopnar frævur þar sem glitti í fræhárabrúsk á nær fullþroska reklum. Fræin voru þá orðin dökkgræn, ógegnsæ og með langan mjúkan svifhárabrúsk og með hátt spírunarhlutfall sem endurspeglar góðan fræþroska. Fræ úr reklum sem safnað var á þroskastigi 2B var ekki nógu þroskað þannig að of snemmt er að safna reklum á því þroskastigi. Þá eru frævur byrjaðar að stækka en eru enn grágrænar og frænið brúnt, frævur eru mjóar og linari en síðar verður. Á þessu stigi var fræið oft enn hálfglært eða gulleitt og svifhárin blaut og lin. Stundum var fræið orðið grænt þó það væri ekki eins dökkt og eftir að það hafði náð fullum þroska. Á öllum þroskastigum voru frævur og reklar gulvíðis minni en hjá loðvíði, en lengd rekla var ekki góður mælikvarði á þroska víðifræs.

Nokkur munur var á milli tegundanna á því hvenær fræ þeirra voru fullþroskuð. Fræ loðvíðis þroskaðist fyrr en fræ gulvíðis og því er hentugt að byrja að safna loðvíðireklum ef safna á fræi beggja tegunda. Vegna breytileika í blómgun og fræþroska tegundanna, bæði í tíma og rúmi, er æskilegt að fara eftir útliti



Mynd 2.8 Loðvíðireklar þar sem afrán skordýra er nokkuð greinilegt; fræullin sést koma út úr reklum þrátt fyrir að þeir séu ekki komnir á frælosunarstig. (Ljósmynd: Kristín Svavarsdóttir.)

reklanna eins og áður hefur verið lýst. Miðað við plöntur í Gunnlaugsskógi sumarið 1999 væri hægt að hefja fræsöfnun loðvíðis um viku af júlí en a.m.k. tveimur vikum seinna hjá gulvíði (mynd 2.7a). Það er nokkuð breytilegt eftir stöðum og árum hvenær reklar ná því þroskastigi sem heppilegast er til fræsöfnunar (mynd 2.5). Þegar litið er á það tímabil sem viðkomandi þroskastig eru ríkjandi (mynd 2.6) er ljóst að söfnun gulvíðirekla ætti að hefjast síðar en söfnun loðvíðirekla og tímabilið er styttra. Þetta orsakast af tvennu. Í fyrsta lagi er spírunarhæfni gulvíðifræs mun hærri á stigi 3A en 2C (mynd 2.7b) þannig að ágætt er að miða einungis við seinna þroskastigið. Í öðru lagi þroskast gulvíðireklar nokkru seinna en loðvíðireklar, sérstaklega er munur á því hvenær fræþroskun hefst (mynd 2.5). Ef safna skal fræi beggja tegunda innan sama svæðis ætti því að byrja á að safna loðvíðireklum og meta jafnframt þroskastig gulvíðis og ákvarða söfnunartíma þess.

Nokkuð mikið afrán getur verið á víðireklum af völdum skordýra (Ása L. Aradóttir o.fl. 1999) og er einfaldast að greina það á hvítum hnoðrum sem koma út úr frævunum (mynd 2.8). Þar sem mikið er um afrán eru reklarnir oft þaktir ullarkenndum hvítum hnoðrum er flæða út um göt sem skordýralirfur hafa gert á botn frævunnar. Þá eru svifhár fræjanna í frævum sem hafa orðið fyrir afráni oftast klístruð en svifhár fræja í fullþroskuðum reklum eru þurr og mynda mun gisnari hnoðra er aldinið opnast (sjá mynd 2.4). Mikilvægt er að rugla skordýraafráni ekki saman við frælosun en útlit aldina gefur hugmynd um þroska reklanna auk þess sem oft er hægt að sjá gat á frævunni eftir lirfuna.

Lokaorð

Niðurstöður okkar gefa vísbendingar um viðmiðunartíma fyrir fræsöfnun hjá gulvíði og loðvíði. Þær sýna einnig að ferli fræþroskans er breytilegt eftir stöðum og árum þannig að nauðsynlegt er að meta þroskastig víðisins hverju sinni og ákvarða söfnunartímann út frá því. Þótt breytilegt sé milli staða og ára hvenær plöntur eru á æskilegu stigi til fræsöfnunar sýna niðurstöður að gera má ráð fyrir að hægt sé að safna fræi þessara tegunda á u.þ.b. þriggja vikna tímabili í júlí. Hægt er að huga að söfnun loðvíðirekla um viku af júlí og reikna má með að best sé að safna þeim á tveggja vikna tímabili. Hins vegar er tíminn til reklasöfnunar gulvíðis nokkru styttri, ekki nema u.þ.b. vika og hefst hann um tveimur vikum seinna en hjá loðvíði. Þar sem bæði rannsóknarsvæðin voru á Suðurlandi er ekki hægt að gefa sér að þessi söfnunartími passi um land allt. Því þyrfti að kanna í öðrum landshlutum hvenær reklar víðiplantna eru á því þroskastigi að æskilegt sé að safna reklum.

Þakkir

Ásrún Elmarsdóttir, Lilja Karlsdóttir og Sesselja Sigurðardóttir aðstoðuðu okkur við gagnasöfnun og færum við þeim bestu þakkir fyrir. Við þökkum einnig starfsfólki Veðurstofu Íslands sem aðstoðuðu okkur við aðgang að óbirtum veðurgögnum og Magnúsi H. Jóhannssyni sem las kaflann yfir í handriti og kom með hjálplegar athugasemdir. Tæknisjóður Rannís og Framleiðnisjóður styrktu rannsóknina.

Heimilidir

Arft, A.M., Walker, M.D., Gurevitch, J., Alatalo, J.M., Bret-Harte, M.S., Dale, M., Diemer, M., Gugerli, F., Henry, G.H.R., Jones, M.H., Hollister, R.D., Jonsdottir, I.S., Laine, K., Levesque, E., Marion, G.M., Molau, U., Molgaard, P., Nordenhall, U., Raszhivin, V., Robinson, C.H., Starr, G., Stenstrom, A., Stenstrom, M., Totland, O., Turner, P.L., Walker, L.J., Webber, P.J., Welker, J.M. og Wookey, P.A. 1999. Responses of tundra plants to experimental warming: Meta-analysis of the international tundra experiment. *Ecological Monographs 69*: 491-511.

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.

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.

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

Burrows, C.J. 1990. *Processes of vegetation change*. Unwin Hyman, London.

Culley, T.M., Weller, S.G. og Sakai, A.K. 2002. The evolution of wind pollination in angiosperms. *Trends in Ecology & Evolution 17*: 361-369.

Heide, O.M. 1993. Daylength and thermal time responses of budburst during dormancy release in some northern deciduous trees. *Physiologia Plantarum 88*: 531-540.

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

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

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

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

Peeters, L. og Totland, Ø. 1999. Wind to insect pollination ratios and floral traits in five alpine *Salix* species. *Canadian Journal of Botany 77*: 556-563.

Pop, E.W., Oberbauer, S.F. og Starr, G. 2000. Predicting vegetative bud break in two arctic deciduous shrub species, *Salix pulchra* and *Betula nana*. *Oecologia 124*: 176-184.

Post, E. og Stenseth, N.C. 1999. Climatic variability, plant phenology, and northern ungulates. *Ecology 80*: 1322-1339.

Root, T.L., Price, J.T., Hall, K.R., Schneider, S.H., Rosenzweig, C. og Pounds, J.A. 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature 421*: 57-60.

Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1989. Þættir um vistfræði birkis og not þess í landgræðslu. Í *Græðum Ísland. Landgræðslan 1988* (ritstjórar Andrés Arnalds og Anna Guðrún Þórhallsdóttir), bls. 97-108. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt.

Strand, E. 1987. Base temperature levels in heat sum calculations. *Acta Agriculturae Scandinavica 37*: 279-286.

Thórhallsdóttir, T.E. 1998. Flowering phenology in the central highland of Iceland and implications for climatic warming in the Arctic. *Oecologia 114*: 43-49.

von Denffer, D., Schumacher, W., Mägdefrau, K., Ehrendorfer, F. 1980. *Strasburger´s textbook of botany*. Longman, London.

Wang, J.Y. 1960. A critique of the heat unit approach to plant-response studies. *Ecology 41*: 785-790.

Wielgolaski, F.E. 1999. Starting dates and basic temperatures in phenological observations of plants. *International Journal of Biometeorology 42*: 158-168.

Young, J.A. og Young, C.G. 1992. *Seeds of woody plants in North America. Revised and enlarged edition*. Dioscorides Press, Portland.

Áhrif áburðar á stærð, blómgun og fræframleiðslu gulvíðis og loðvíðis

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

Ágrip

Áhrif áburðargjafar á blómgun, fræþroska og fræframleiðslu gulvíðis (*Salix phylicifolia*) og loðvíðis (*S. lanata*) voru prófuð með tilraun á tveimur stöðum á Suðvesturlandi og Suðurlandi; á Hólmsheiði við Reykjavík og í Gunnlaugsskógi á Rangárvöllum. Sumarið 1998 voru 60 plöntur af hvorri tegund merktar á hvorum stað. Síðan var plöntum skipt niður í fjóra hópa og misstórir áburðarskammtar bornir á plöntur í þremur þeirra en í fjórða hópnum voru óábornar viðmiðunarplöntur. Notaður var Græðir 5 áburður og skammtarnir innihéldu 3,5 - 7,0 - 14,0 g N m^{-2}. Fylgst var með þroska rekla plantnanna á um það bil 10 daga fresti í tvö sumur (1999 og 2000) og fjöldi rekla talinn á öllum plöntunum árin 1999, 2000 og 2001. Upphaf blómgunar var óháð áburðargjöf og almennt hafði áburður ekki áhrif á þroskastig víðirekla fyrir utan örfáar undantekningar hjá gulvíði í Gunnlaugsskógi. Reklum fjölgaði við áburðargjöf og þar af leiðandi jókst fræframleiðslan. Ekki fundust merki um að áburðargjöf hefði bein áhrif á reklaframleiðsluna heldur fjölgaði reklum vegna aukins vaxtar plantna en jákvæð fylgni var á milli flatarmáls plantna og fjölda rekla á gulvíði og loðvíði. Hjá loðvíði var reklafjöldi svipaður milli ára en hjá gulvíði meira en tvöfaldaðist reklafjöldi árið 2001 miðað við árin á undan. Marktækt fleiri frævur voru í einstökum reklum og fleiri fræ í einstökum frævum hjá loðvíði en hjá gulvíði. Rannsóknin sýndi að áburðargjöf eykur fræframleiðslu gulvíðis og loðvíðis og því er unnt að örva sjálfgræðslu gulvíðis og loðvíðis með áburðargjöf á svæðum þar sem tegundirnar eru til staðar.

Inngangur

Meginmarkmið rannsóknarverkefnisins um innlendar víðitegundir er að afla þekkingar á líffræði og vistfræði gulvíðis (S*alix phylicifolia* L.) og loðvíðis (*S. lanata* L.) til að hægt sé að nýta þær á markvissan hátt í landgræðslu. Hægt er að fjölga víðiplöntum á landgræðslusvæðum með ýmsum hætti og fer það m.a. eftir því hvort víðir er fyrir á svæðinu. Þar sem víðir er fyrir getur verið ódýrt og áhrifaríkt að auka hann með því að ýta undir sjálfgræðslu hans en gera þarf þó ráð fyrir að það geti tekið langan tíma. Sjálfgræðsla er einkum háð framboði á fræi og öruggum setum (safe sites; Harper 1977) þar sem fræ geta spírað og fræplöntur lifað veturinn af. Umfjöllun um landnám víðis er að finna í sjötta kafla þessa rits (Ása L. Aradóttir o.fl. 2006). Ein leið til að ýta undir útbreiðslu víðis á landgræðslusvæðum er því að auka fræframboð hans. Ef víðir er ekki til staðar á svæðinu eða í nánasta umhverfi þannig að fræ berist inn á það svæði sem unnið er á er nauðsynlegt að koma tegundunum til með sáningum (Ása L. Aradóttir o.fl. 2006) eða gróðursetningum (Kristín Svavarsdóttir o.fl. 2006a) þannig að þær plöntur geti síðar orðið uppspretta fræs fyrir frekara landnám víðis á svæðinu (Ása L. Aradóttir 1994). Ef víðir er hins vegar til staðar er spurning hvort ekki megi auka fræframleiðsluna á þeim plöntum sem þar eru.

Einfalt er að hafa áhrif á næringarstig jarðvegs og létt áburðargjöf er nú í vaxandi mæli notuð í landgræðslu til að styrkja þann gróður sem fyrir er (Ása L. Aradóttir 2001). Oft má sjá vöxtulegar plöntur gulvíðis og loðvíðis þar sem áburðaráhrifa gætir, sem bendir til þess að þessar tegundir svari áburðargjöf vel. Áburðargjöf getur aukið fræframleiðslu hjá ýmsum plöntutegundum (t.d. Meyer og Root 1993; Campbell og Halama 1993; Sperens 1997) en ekki var vitað hvort þannig væri farið hjá víðitegundum. Til að kanna hvort hægt sé að auka fræframleiðslu gulvíðis og loðvíðis með léttri áburðargjöf var sett upp tilraun á tveimur stöðum á Suðvesturlandi og Suðurlandi.

Markmið rannsóknarinnar var að kanna hvort og þá hvernig næringarástand jarðvegs hefur áhrif á þroskastig rekla gulvíðis og loðvíðis og hvort hægt sé að auka fræframleiðslu með

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.

áburðargjöf. Í rannsókninni var leitað svara við eftirfarandi rannsóknarspurningum: 1) Hefur áburðargjöf áhrif á þroska rekla hjá gulvíði og loðvíði? 2) Hefur áburðargjöf áhrif á fræframleiðslu gulvíðis og loðvíðis vegna: a) Áhrifa á fræfjölda í hverjum rekli, b) beinna áhrifa á reklafjölda, c) óbeinna áhrifa á reklafjölda vegna aukins vaxtar plantnanna þar sem stærri plöntur bera fleiri rekla. Auk þessa gefur tilraunin upplýsingar um áhrif áburðargjafar á vöxt gulvíðis og loðvíðis.

Aðferðir

Svæðislýsingar og uppsetning tilraunar

Sumarið 1998 var tilraun lögð út til að skoða áhrif áburðargjafar á fullorðnar kvenplöntur tveggja víðitegunda á tveimur stöðum á Suðvesturlandi og Suðurlandi, þ.e. á Hólmsheiði við Reykjavík og í Gunnlaugsskógi á Rangárvöllum. Bæði svæðin eru friðuð fyrir beit og víðitegundirnar eru áberandi í gróðursamfélögum svæðanna.

Hólmsheiði er skammt austan Reykjavíkur í 110-120 m h.y.s. Rannsóknarsvæðið nær yfir tæplega 0,15 km^2 svæði þar sem loðvíðiplöntur eru dreifðar á syðsta og austasta hlutanum. Gulvíðiplönturnar eru á afmarkaðra svæði norðan loðvíðiplantnanna en þó skarast svæðin aðeins. Um er að ræða lyngmóa þar sem bæði gulvíðir og loðvíðir eru áberandi tegundir í gróðursamfélaginu en auk þeirra eru krækilyng (*Empetrum nigrum* L.), bláberjalyng (*Vaccinium uliginosum* L.), beitilyng (*Calluna vulgaris* (L.)), vinglar (*Festuca* spp.) og mosar áberandi í sverðinum. Reykjavíkurborg hefur á undanförnum árum gróðursett nokkuð magn stafafuru (*Pinus contorta* Douglas ex Loudon) í lyngmóann en á rannsóknartímanum voru þær ekki farnar að hafa áhrif á víðiplönturnar. Næsta veðurathugunarstöð við Hólmsheiði er í Heiðmörk sem er í svipaðri hæð eða 136 m h.y.s. (Veðurstofa Íslands, óbirt gögn). Meðalhitastig þar var um 6,2º C í maí 1999 og 6,0º C í maí 2000. Meðalhitastig sumarmánuðina þrjá (júní til ágúst) var um 10ºC bæði árin (9,9 ± 0,44ºC árið 1999 og 10,2 ± 0,30ºC árið 2000).

Gunnlaugsskógur er á Rangárvöllum, rétt fyrir norðan Gunnarsholt. Helsta trjátegundin þar er birki (*Betula pubescens* Ehrh.) en upphaf skógarins eru sáningar birkifræs frá Bæjarstaðarskógi árið 1939 og 1945 (Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1989). Í fyrstu var birki sáð undir hraunbrún sem þarna er, en síðar voru birkiplöntur fluttar upp á hraunbrúnina og gróðursettar í nokkra lundi sem síðan hafa sáð sér mikið út (Aradóttir 1991). Rannsóknarsvæðið er uppi á hraunbrúninni og þar eru birki, gulvíðir og loðvíðir ríkjandi. Aðrar tegundir eru m.a. krækiberjalyng, bláberjalyng og língresi (*Agrostis* sp.). Svæðin með gulvíði og loðvíði eru aðskilin en liggja saman. Næsta veðurathugunarstöð Veðurstofu Íslands er á Hellu í um 50 m h.y.s. og stendur því lægra en rannsóknarsvæðið sem er í um 110 m h.y.s. Þar var meðalhitinn í maí rúmlega 7,2°C bæði 1999 og 2000 en á árinu 2000 voru þó aðeins 22 athugunardagar. Yfir sumarmánuðina þrjá (júní til ágúst) var meðalhitinn 10,3°C (± 0,28) árið 1999 og 10,8°C (± 0,30) sumarið 2000. Hitastigið var því almennt aðeins hærra í nágrenni Gunnlaugsskógar en í nágrenni Hólmsheiðar, sérstaklega í maí. Líklegt má telja að hitastigsmunur á rannsóknarsvæðunum sé aðeins minni en munurinn á Hellu og Heiðmörk segir til um þar sem veðurathugunarstöðin í Heiðmörk liggur hærra en Hólmsheiðin en þessu er öfugt farið á Rangárvöllum þar sem veðurathugunarstöðin á Hellu liggur lægra en Gunnlaugsskógur og er nær sjó.

Á báðum svæðum voru merktar 60 kvenplöntur af gulvíði og 60 plöntur af loðvíði, alls 240 plöntur. Plönturnar voru valdar í byrjun sumars 1998 eftir að blómgun hófst þannig að hægt væri að kyngreina þær. Til að tryggja að um afmarkaða einstaklinga væri að ræða var fjarlægð milli plantnanna höfð a.m.k. 10 m. Mesta þvermál plantnanna var á bilinu 0,5 til 2 m. Þó að nokkur breytileiki væri í upphafsstærð plantnanna var ekki marktækur munur á meðalstærð plantna eftir meðferðum. Plöntunum var skipt handahófskennt upp í fjóra hópa sem fengu mismunandi meðferðir, viðmiðun með óábornar plöntur og þrír misstórir áburðarskammtar sem svöruðu til 3,5 - 7,0 – 14,0 g N m^{-2} af Græði 5 áburði (15% N, 6,6% P og 12,4% K). Við áburðargjöfina var lagður út reitur í kringum hverja plöntu og áburði dreift jafnt yfir hann. Þar sem plönturnar voru misstórar í upphafi voru notaðar fjórar stærðir reita (sjá nánar Ása L. Aradóttir o.fl. 1999). Eingöngu var borið einu sinni á plönturnar, í júlí 1998. Við hverja plöntu var rekinn niður viðarstaur með plöstuðum merkimiða með númeri og meðferð og auk þess hafa GPS hnit allra plantnanna verið skráð.

Gagnasöfnun

Hæð og þvermál allra plantnanna voru mæld við upphaf tilraunarinnar sumarið 1998. Þvermál var mælt þannig að fyrst var mesta þvermál krónu mælt og síðan þvermál hornrétt á það. Þvermálsmælingarnar voru endurteknar árin 1999 og 2001 og hæðarmælingarnar árið 2001. Við hæðarmælingar hefur nákvæmni mælinga verið 1 cm en 5 cm í þvermálsmælingum. Við hæðarmælingu árið 1998 var miðað við hæsta laufblað en árið 2001 var miðað við hæsta brum þannig að hækkun milli ára er líklega aðeins vanmetin.

Ríkjandi þroskastig rekla á hverri plöntu var metið á u.þ.b. 10 daga fresti á tímabilinu frá maí til loka júlí árið 1999 og frá maí til snemma í ágúst árið 2000. Við ákvörðun á þroskastigi var notaður kvarði sem þróaður var í verkefninu (tafla 3.1; sjá einnig Kristínu Svavarsdóttur o.fl. 2006b).

Fjöldi rekla var talinn á öllum plöntum í júlí árin 1999, 2000 og 2001. Til að meta fræmagn var reklum safnað til nánari skoðunar í júlí árið 1999. Reklum var safnað af fjórum plöntum sem valdar voru tilviljunarkennt innan hverrar meðferðar fyrir báðar tegundir á báðum athugunarstöðunum, eða alls af 64 plöntum. Af hverri plöntu var safnað þremur reklum og samtals því safnað 192 reklum. Reklasýnin voru geymd í kæli þar til búið var að vinna úr þeim. Á hverjum rekli voru frævurnar taldar og þrjár frævur teknar til talningar á fræjum. Leitast var við að taka eina frævu efst á rekli, aðra neðst og þá þriðju um miðjan rekilinn. Í nokkrum tilfellum var ekki unnt að ná frævum frá öllum þremur stöðum t.d. vegna skordýraafráns og var þá fundin heil fræva annars staðar á reklinum. Skorið var þvert á frævur, fræin úr þeim sett á petriskál og þau talin.

Úrvinnsla gagna

Þar sem athugunardagar á þroskastigum rekla voru ekki nákvæmlega sömu milli staða og ára voru 11 athugunartímabil skilgreind á því tveggja ára tímabili sem rannsóknin stóð yfir (tafla 3.2) og var allur samanburður á þroskastigum gerður innan þessara athugunartímabila. Þar sem loðvíðir blómgaðist á undan gulvíði og marktækur munur var á milli tegundanna á því hvenær reklar þeirra náðu skilgreindum þroskastigum (Kristín Svavarsdóttir o.fl. 2006b) voru gögn hvorrar tegundar prófuð sér. Fyrir hvora tegund og hvert athugunartímabil var kíkvaðratspróf (chi-square test) notað til að athuga hvort munur væri á fjölda viðmiðunarplantna og fjölda plantna sem fengu misstóra skammta af áburði á mismunandi þroskastigum. Í kíkvaðratsprófunum var miðað við yfirflokkana þrjá (blómgun, fræþroska og frædreifingu) auk núllstigsins.

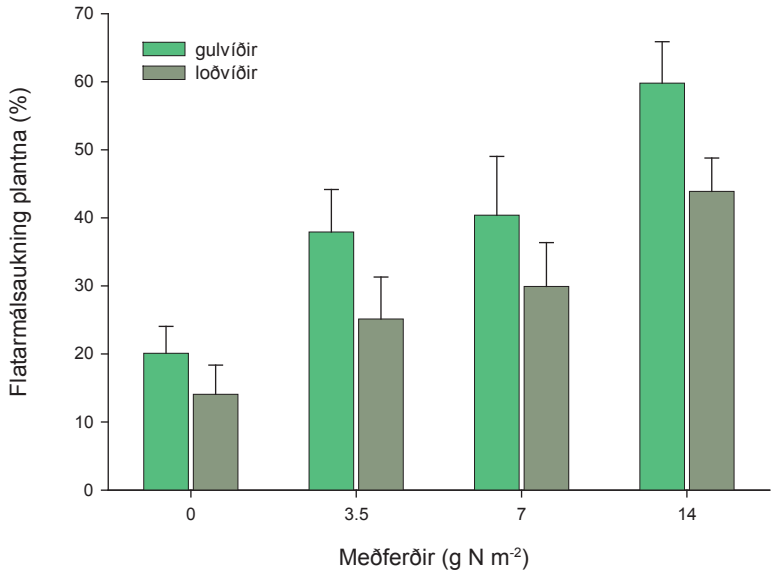
Fervikagreining (ANOVA) var notuð til að kanna áhrif mismunandi áburðarmeðferða á fjölda fræja og fræva, og stærð og hæð plantna. Prósentustækkun og prósentuhækkun plantnanna voru notaðar í úrvinnslunni vegna breytileikans sem var í gögnunum í upphafi tilraunarinnar. Fervikagreining var einnig notuð til að kanna áhrif áburðarmeðferða á fjölda rekla. Til að greina á milli beinna og óbeinna áhrifa áburðargjafar á reklafjölda víðisins voru áhrif áburðargjafar á þéttleika rekla skoðuð þar sem ýmist var notað flatarmál plantna við upphaf tilraunarinnar eða á því ári sem reklarnir voru taldir. Bein áhrif áburðargjafar á þéttleika rekla voru prófuð fyrir árin 1999 og 2001 en þau ár var stærð plantnanna mæld. Óbein áhrif áburðargjafar á reklafjölda voru könnuð með því að nota upphaflegt flatarmál plantnanna 1998 sem hjábreytu (covariable) í úrvinnslunni. Með þessu er tekið tillit til þess breytileika í reklafjölda plantnanna sem skýra má með mismunandi upphafsstærð þeirra, áður en breytileikinn er skoðaður með tilliti til tilraunaþáttanna. Náttúrulegur lógaritmi var reiknaður fyrir fjölda rekla hverrar plöntu og notaður í úrvinnslu gagnanna. Fylgnipróf var notað til að kanna nánar sambandið á milli flatarmáls tilraunaplantna og fjölda rekla fyrir árin 1999 og 2001. Flatarmál víðiplantna var reiknað út miðað við að lögun þeirra væri sporöskjulaga en vænta má að sú nálgun ofmeti aðeins þekju trjáplantna ef króna þeirra er óregluleg (Aradóttir o.fl. 1997; Sigurðsson o.fl. 1998). Við úrvinnsluna var unnið með gögn einstakra ára. Forritið SPSS 11. útgáfa var notað við alla tölfræðivinnu (SPSS Inc., Chicago, Illinois).

Tafla 3.1 Lýsing á þroskastigum gulvíðis og loðvíðis. Sjá nánari umfjöllun um blómgunarferlið í 2. kafla (Kristín Svavarsdóttir o.fl. 2006b).

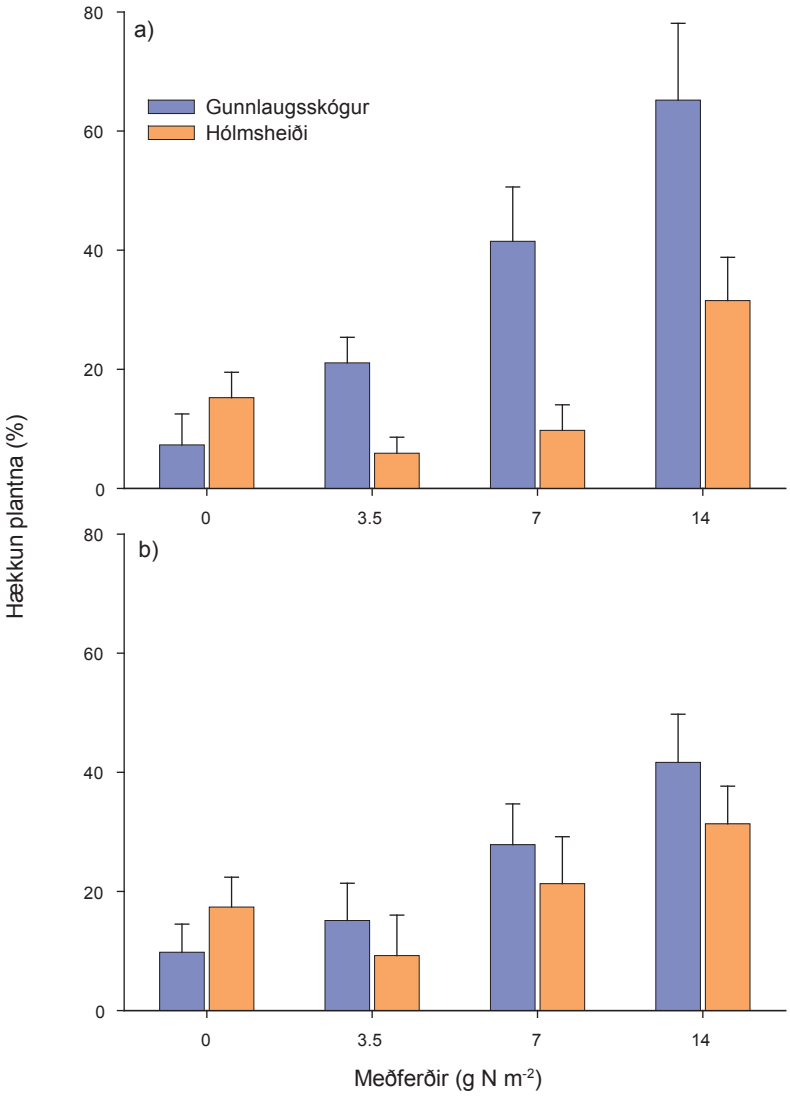
Flokkur	Þroskastig	Lýsing
	0	Brum enn lokuð
1. Blómgun	1A	Brum farin að opnast, brumhlífar enn á
	1B	Blómskipun komin út úr brumi, brumhlífar yfirleitt fallnar
	1C	Stílar frævanna sjást greinilega
2. Fræþroski	2A	Einstakar frævur greinanlegar, grágrænar og hálfloðnar
	2B	Frævur stærri og sverari, grænar eða grágrænar, fræni brúnt
	2C	Frævur gulgrænar eða gular, hár horfin
3. Frædreifing	3A	Frævur gular, harðar og sumar byrjaðar að opnast
	3B	Reklar fallnir

Tafla 3.2 Athugunartímabil á þroska rekla gulvíðis og loðvíðis í Gunnlaugsskógi og Hólmsheiði sumrin 1999 og 2000.

	Gunnlaugsskógur		Hólmsheiði	
Athugunartímabil	**1999**	**2000**	**1999**	**2000**
1	11.5	-	-	-
2	18.5	-	19.5	18.5
3	28.5	23.5	25.5	29.5
4	10.6	6.6	4.6	-
5	-	15.6	11.6	9.6
6	23.6	26.6	21.6	19.6
7	2.7	6.7	1.7	28.6
8	14.7	11.7	13.7	10.7
9	-	17.7	-	18.7
10	26.7	27.7	27.7	28.7
11	-	8.8	3.8	9.8



Mynd 3.1 Meðalaukning flatarmáls (%) gulvíðis og loðvíðis eftir meðferðum í áburðartilraun í Gunnlaugsskógi og á Hólmsheiði milli áranna 1998 til 2001. Meðaltöl eru sýnd ásamt staðalskekkju þeirra (lóðrétt strik; n=30).



Mynd 3.2 Meðalaukning í hæð (%) a) gulvíðiplantna og b) loðvíðiplantna í áburðartilraun í Gunnlaugsskógi og á Hólmsheiði frá upphafi tilraunarinnar sumarið 1998 og til ársins 2001. Meðaltöl eru sýnd ásamt staðalskekkju þeirra.

Niðurstöður

Áhrif áburðar á stærð víðiplantna

Við upphaf tilraunarinnar, sumarið 1998, var nokkur breytileiki í stærð víðiplantna. Meðalflatarmál plantna var 1,0 ±0,05 m^2 (meðaltal ± staðalskekkja; n=240) og hvorki var munur á milli tegunda né áburðarmeðferða. Samspil milli tegunda og athugunarstaða var marktækt vegna þess að í Gunnlaugsskógi voru plöntur gulvíðis minni en loðvíðis (0,7 ±0,07 m^2 á móti 1,2 ±0,11 m^2, n=60) en þessu var öfugt farið á Hólmsheiði þar sem gulvíðiplöntur voru að meðaltali 1,3 ±0,11 m^2 og loðvíðiplöntur 0,9 ±0,08 m^2. Upphafshæð víðiplantna var að meðaltali um 25 cm. Hæðin var marktækt lægri ($p<0,001$) í Gunnlaugsskógi (22 ±0,7 cm) en á Hólmsheiði (27 ±0,8 cm) en hvorki var marktækur munur milli áburðarmeðferða né tegunda.

Litlar breytingar urðu á flatarmáli plantna fyrsta árið eftir áburðargjöf en árið 2001, þremur árum eftir að plöntur fengu áburð, var kominn fram marktækur munur á flatarmáli gulvíðis og loðvíðis ($p<0,01$). Frekari úrvinnsla flatarmálsgagna var því gerð innan hvorrar tegundar. Stækkun plantna af báðum tegundum var háð áburðarmeðferðum ($p<0,001$ hjá gulvíði og $p<0,01$ hjá loðvíði) og stækkuðu þær meira eftir því sem þær fengu meiri áburð (mynd 3.1), sérstaklega við hæsta skammtinn. Einnig var marktækur munur á aukningu flatarmáls gulvíðiplantna milli rannsóknarsvæða ($p<0,01$). Plöntur stækkuðu meira í Gunnlaugsskógi þar sem þær stækkuðu að meðaltali 48 ±5,7% (n=60) en á Hólmsheiði stækkuðu þær að meðaltali 30 ±3,4%.

Plöntur hækkuðu að meðaltali um 23 ±1,9% frá því tilraunin var sett upp sumarið 1998 og til ársins 2001 en þá var meðalhæð víðiplantnanna komin í 29 ±0,7 cm (n=236). Marktækur munur var á hækkun plantna milli áburðarmeðferða og rannsóknarsvæða ($p<0,001$). Einnig var marktækt samspil á milli áburðarmeðferða og svæða ($p<0,01$) og á milli tegunda og svæða ($p<0,05$). Plönturnar í Gunnlaugsskógi hækkuðu mun meira (29 ±3,1%) en á Hólmsheiði (18 ±2,2%). Í Gunnlaugsskógi hækkuðu plönturnar jafnt með auknum styrki áburðar (mynd 3.2) en á Hólmsheiði hækkuðu viðmiðunarplöntur hlutfallslega meira en plöntur sem fengu lægsta áburðarskammtinn.

Áhrif áburðar á þroskaferli víðirekla

Alls voru 192 kíkvaðratspróf gerð á gögnunum eða 64 próf fyrir pörin þrjú þar sem bornar voru saman viðmiðunarplöntur og plöntur sem fengu hver hinna þriggja áburðarskammta. Í mjög fáum tilfellum fannst marktækur munur á þroskastigum, aðallega milli viðmiðunarplantna og plantna sem fengu hæsta áburðarskammtinn (14 g N m^{-2}).

Enginn munur fannst við samanburð á viðmiðunarplöntum og plöntum með lægsta áburðarskammtinn (3,5 g N m^{-2}) og aðeins í einu tilfelli í samanburði milli viðmiðunarplantna og miðlungs skammts (7 g N m^{-2}). Í lok maí 1999 (á 3. athugunardegi) var munur á þroskastigum loðvíðis milli viðmiðunarplantna og plantna sem fengu 7 g N m^{-2} árinu áður ($p<0,05$). Sumar loðvíðiplöntur í Gunnlaugsskógi sem fengu áburð voru komnar á fræþroskastigin (stig 2A, 2B og 2C) á meðan allar viðmiðunarplöntur voru enn á blómgunarstigum.

Reklar gulvíðiplantna í Gunnlaugsskógi sem fengu hæsta áburðarskammtinn (14 g N m^{-2}) voru komnir marktækt lengra í þroskaferlinu en reklar á viðmiðunarplöntum á tveimur athugunardögum sumarið 2000. Um miðjan júní (á 5. athugunardegi) voru reklar margra plantna sem fengu áburð komnar á þroskastig 2A á meðan reklar flestra viðmiðunarplantna voru enn á fyrstu þroskastigunum, þ.e. blómgun (1A, 1B og 1C) ($p<0,01$). Mánuði seinna (athugunardagur 9) voru reklar á um helming þessara ábornu plantna komnar á stig frælosunar (stig 3A og 3B) en reklar flestra viðmiðunarplantna voru þá enn á fræþroskastigi, þ.e. 2A, 2B og 2C ($p<0,05$).

Áhrif áburðar á fræfjölda í víðireklum

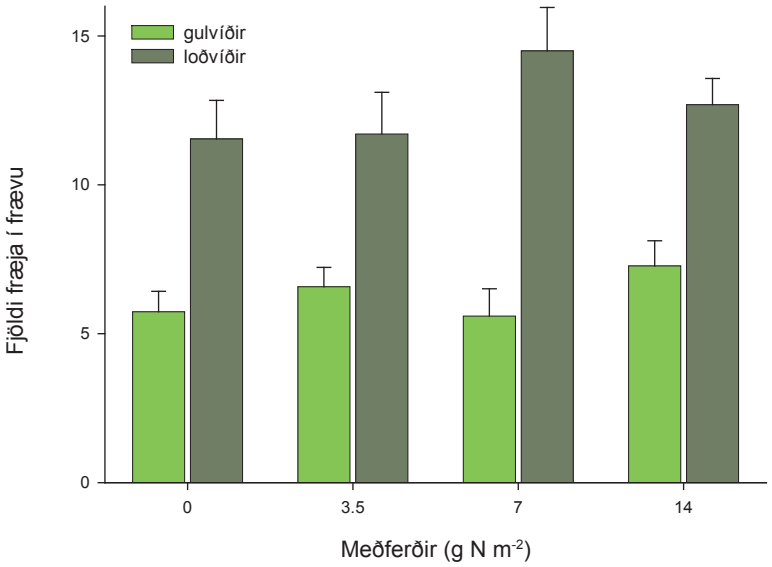
Frævur voru marktækt fleiri í reklum loðvíðis en gulvíðis ($p<0,001$). Að meðaltali voru 115 ±3,3 frævur (n=32) í hverjum loðvíðirekli og 64 ±2,6 frævur í hverjum gulvíðirekli. Ekki var marktækur munur á fjölda fræva í reklum milli áburðarmeðferða eða rannsóknarsvæða. Sambærilegar niðurstöður fengust fyrir fræfjölda í einstökum frævum ári eftir áburðargjöf. Marktækt fleiri fræ voru í frævum loðvíðis en gulvíðis ($p<0,001$). Að meðaltali voru 12,6 ±0,63 fræ í hverri frævu loðvíðis (n=32) en 6,3 ±0,38 hjá gulvíði. Þegar prófað var með fervikagreiningu hvort tilraunarþættir hefðu marktæk áhrif innan tegunda var enginn munur milli staða og meðferða þó greina mætti mynstur milli meðferða hjá loðvíði þar sem flest fræ (14,5 ±1,46) voru í einstökum frævum á plöntum sem fengu næsthæsta áburðarskammtinn (7 g N m^{-2}) árinu áður (mynd 3.3).

Þessar niðurstöður sýna að mun meira fræ var í einstökum reklum loðvíðis en gulvíðis; bæði voru fleiri frævur í reklunum og auk þess voru helmingi fleiri fræ í hverri frævu. Ef ekki er gert ráð fyrir afföllum á fræinu gætu samkvæmt þessu verið að meðaltali rúmlega 1400 fræ í hverjum loðvíðirekli en rétt rúmlega 400 fræ í hverjum gulvíðirekli.

Áhrif áburðar á fjölda rekla

Ekki var marktækur munur á þéttleika rekla gulvíðis eða loðvíðis árin 1999 og 2001 eftir áburðarmeðferðum (tafla 3.3) og er hér miðað við flatarmál plantnanna þessi ár. Í umfjöllun hér á eftir eru niðurstöður um reklafjölda hins vegar miðaðar við flatarmál plantnanna í upphafi tilraunarinnar (árið 1998) og er þannig tekið tillit til breytileika í upphafsstærð víðiplantnanna.

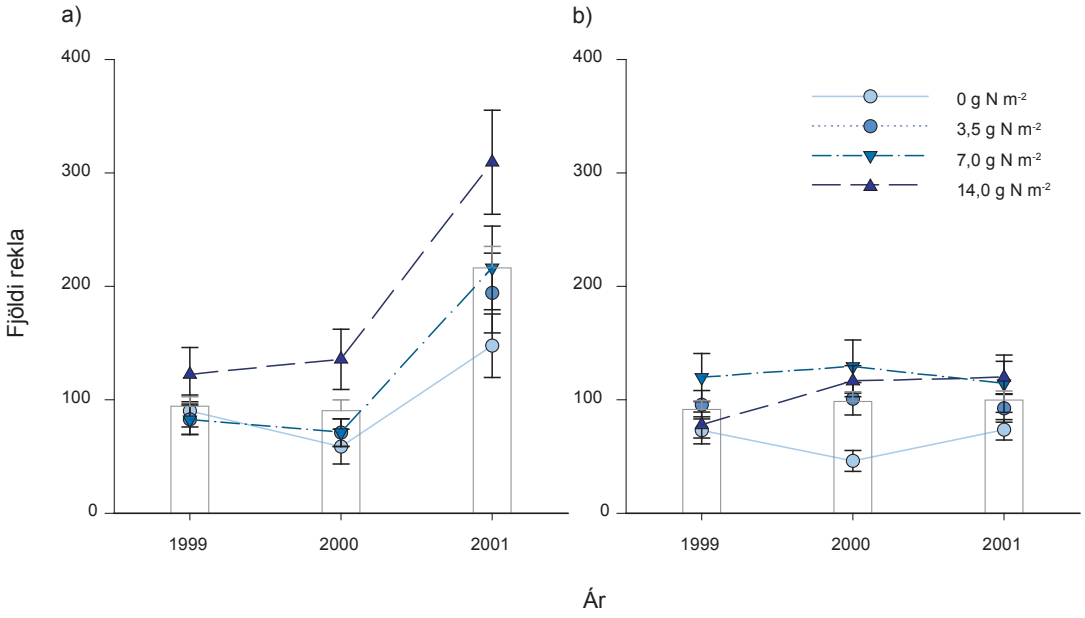
Reklafjöldi var jafn fyrstu tvö árin eftir áburðargjöf, 93 ±5,6 reklar m^{-2} árið 1999 og 94 ±6,3 reklar m^{-2} árið 2000 en helmingi fleiri eða 158 ±11,0 m^{-2} árið 2001. Þessi mikla aukning síðasta árið var vegna mikils fjölda rekla á gulvíði (mynd 3.4). Ekki var marktækur munur á milli tegundanna árið 1999 en munurinn varð marktækur eftir það og jókst marktæknin á milli ára ($p<0,05$ árið 2000 og $p<0,001$ árið 2001). Árið 2000 voru fleiri reklar á loðvíði en árið 2001 voru gulvíðireklar orðnir miklu fleiri (mynd 3.4).



Mynd 3.3 Meðalfjöldi fræja í einstökum frævum gulvíðis og loðvíðis eftir meðferðum (n=8). Lóðréttar línur sýna staðalskekkju meðaltalanna.

Tafla 3.3 Niðurstöður fervikagreiningar á áhrifum áburðargjafar (Á), rannsóknarstaðar (R) og samspil þessara þátta (ÁxR) á þéttleika rekla gulvíðis og loðvíðis árin 1999 og 2001. Marktækni tölfræðiprófa er sýnd með *, p< 0,05.

		Gulvíðir		Loðvíðir	
	Frítölur	F	P	F	P
Þéttleiki rekla 1999					
Áburðargjöf (Á)	3	1,2	0,300	1,8	0,144
Rannsóknarstaður (R)	1	12,1	<0,05*	0,4	0,552
ÁxR	3	0,6	0,618	0,3	0,813
Þéttleiki rekla 2001					
Áburðargjöf (Á)	3	1,4	0,236	1,4	0,259
Rannsóknarstaður (R)	1	4,3	<0,05*	3,4	0,066
ÁxR	3	0,1	0,958	2,4	0,069



Mynd 3.4 Meðalfjöldi rekla á a) gulvíðiplöntum og b) loðvíðiplöntum á rannsóknartímabilinu. Fjöldinn er miðaður við að stærð allra plantna árið 1998 væri einn fermetri. Línurnar sýna fjölda rekla við mismunandi áburðarmeðferðir en súlurnar sýna meðalfjölda rekla fyrir allar meðferðir. Meðaltöl eru sýnd ásamt staðalskekkju þeirra.

Hjá gulvíði var marktækur munur ($p<0,05$) á reklafjölda milli meðferða árin 2000 og 2001. Bæði árin fjölgaði reklum með auknum áburði (mynd 3.4a). Mikil fjölgun gulvíðirekla árið 2001 dreifðist milli allra meðferða en breytileikinn var meiri en áður eins og sést í staðalskekkjunni.

Reklafjöldi á loðvíði eftir mismunandi áburðarmeðferðum sýndi nokkuð annað mynstur en hjá gulvíði (mynd 3.4b). Árin 1999 og 2000 var reklafjöldinn mestur á plöntum sem fengu áburð sem svaraði til 7 g N m^{-2} (mynd 3.4b) en heldur færri reklar voru á plöntum sem fengu mestan áburð. Marktækur munur var á milli meðferða ári eftir áburðargjöf (árið 1999; $p<0,05$) og næsta ár á eftir (árið 2000; $p<0,001$) en árið 2001 fannst ekki lengur marktækur munur á milli meðferða.

Frekari vísbending um óbein áhrif áburðargjafar á reklafjölda á gulvíði og loðvíði var marktæk jákvæð fylgni ($p<0,01$; $n=60$) á milli plöntustærðar og fjölda rekla árin 1999 og 2001 á báðum rannsóknarsvæðunum (tafla 3.4).

Umræða

Rannsóknin sýndi að hægt er að örva fræframleiðslu gulvíðis og loðvíðis með áburðargjöf en þau áhrif má fyrst og fremst rekja til óbeinna áhrifa á vöxt og stærð víðiplantnanna. Áburðargjöf hafði hins vegar mjög takmörkuð áhrif á þroskaferli reklanna.

Áhrif áburðar á stærð víðiplantna

Áburður jók vöxt gulvíðis og loðvíðis á tilraunarstöðunum tveimur (mynd 3.5). Plöntur í tilrauninni stækkuðu bæði að flatarmáli (mynd 3.1) og hækkuðu (mynd 3.2) með aukinni áburðargjöf. Vegna mismunandi aðferða við mælingu á hæð plantna 1998 og 2001 var hækkun víðiplantnanna aðeins vanmetin. Við hæsta áburðarskammtinn var mesta flatarmálsaukning yfir 50% hjá gulvíðiplöntum. Okkur vitandi hafa mælingar á áhrifum mismunandi áburðargjafar á vöxt gulvíðis og loðvíðis í náttúrulegu umhverfi ekki verið gerðar áður hér á landi. En í ræktunartilraunum á Rangárvöllum sem voru hluti af þessu verkefni (Kristín Svavarsdóttir o.fl. 2006a) kom einnig fram aukning á flatarmáli gulvíðiplantna og loðvíðiplantna með aukinni áburðargjöf. Í tilraunum með ræktun erlendra víðitegunda, m.a. fyrir ræktun skjólbelta á Suðurlandi (Aðalsteinn Sigurgeirsson 2000), hefur áherslan einkum verið lögð á leit að heppilegum klónum og samspil þeirra við vaxtarskilyrði og mismunandi jarðvegsundirbúning en áhrif áburðar á vöxt víðiplantna hafa ekki verið skoðuð sérstaklega. Allmargar erlendar rannsóknir sýna hins vegar að margar víðitegundir svara áburðargjöf mjög vel hvað varðar þekju og vöxt, bæði í náttúrulegum gróðurlendum (Baddely o.fl. 1994; Robinson o.fl. 1998; Turkington o.fl. 1998) og í ræktunartilraunum þar sem unnið er með gróðursettar plöntur og græðlinga (Bishop og Chapin 1989; Houle og Babeux 1994).

Í rannsóknum á áburðaráhrifum á úthagagróður á Blöndusvæðinu rúmlega 10 árum eftir að uppgræðsla þar hófst jókst tíðni grasvíðis (*Salix herbacea* L.) við áburðargjöf en tíðni grávíðis (*Salix callicarpaea* Trautv.) minnkaði á sama tíma í landi sem hafði verið gróið þegar áburðargjöf hófst (Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon 1995). Í þeirri rannsókn var þekja víðitegunda ekki metin en bæði grávíðir og loðvíðir voru ríkjandi tegundir í um og yfir 50% ábornu tilraunareitanna en ekki í neinum óábornum reitum. Þetta bendir til þess að áburðargjöf auki vöxt grávíðis sem er í samræmi við niðurstöður okkar fyrir gulvíði og loðvíði. Rannsóknarsvæðið á Blöndusvæðinu er beitt og grávíðir er meðal eftirsóttustu tegunda í fæðu sauðfjár í beitartilraunum á svæðinu (Borgþór Magnússon og Sigurður H. Magnússon 1992). Á tilraunarsvæðunum á Hólmsheiði og í Gunnlaugsskógi hefur gróður

verið friðaður í mörg ár en rannsóknir, t.d. á Auðkúluheiði hafa sýnt að víðir er viðkæmur fyrir sauðfjárbeit (Ingibjörg Svala Jónsdóttir 1984). Þar sem tilraun okkar var á friðuðu landi á láglendi eru aðstæður ekki sambærilegar við rannsóknirnar á Blöndusvæðinu en rannsóknirnar benda til að innlendar víðitegundir svari áburði við ólíkar aðstæður. Reynslan af fjölmörgum landgræðslusvæðum hefur einnig bent til hins sama. Til dæmis höfum við séð að víðiplöntur í landgræðslugirðingu við Sænautasel á Jökuldalsheiði svöruðu áburðargjöf með auknum vexti. Þar var þó einnig friðað fyrir sauðfjárbeit samfara áburðargjöf þannig að ekki er ólíklegt að þarna sé um samspil þessara þátta að ræða.

Tafla 3.4 Niðurstöður fylgniprófa (Pearson) á sambandinu milli flatarmáls víðiplantna og fjölda rekla á tveimur rannsóknarsvæðum á Suðvesturlandi og Suðurlandi árin 1999 og 2001. Taflan sýnir fylgnistuðla eftir tegundum innan rannsóknarsvæða og yfir bæði svæðin (n=120 fyrir tegundir, n=60 fyrir tegund á rannsóknarsvæði). Marktækni tölfræðiprófa er sýnd með ** , $p < 0,01$.

	Ár	
	1999	**2001**
Gulvíðir	0,71**	0,62**
Hólmsheiði	0,67**	0,64**
Gunnlaugsskógur	0,67**	0,61**
Loðvíðir	0,62**	0,70**
Hólmsheiði	0,67**	0,49**
Gunnlaugsskógur	0,62**	0,87**

Áhrif áburðar á þroskastig rekla gulvíðis og loðvíðis

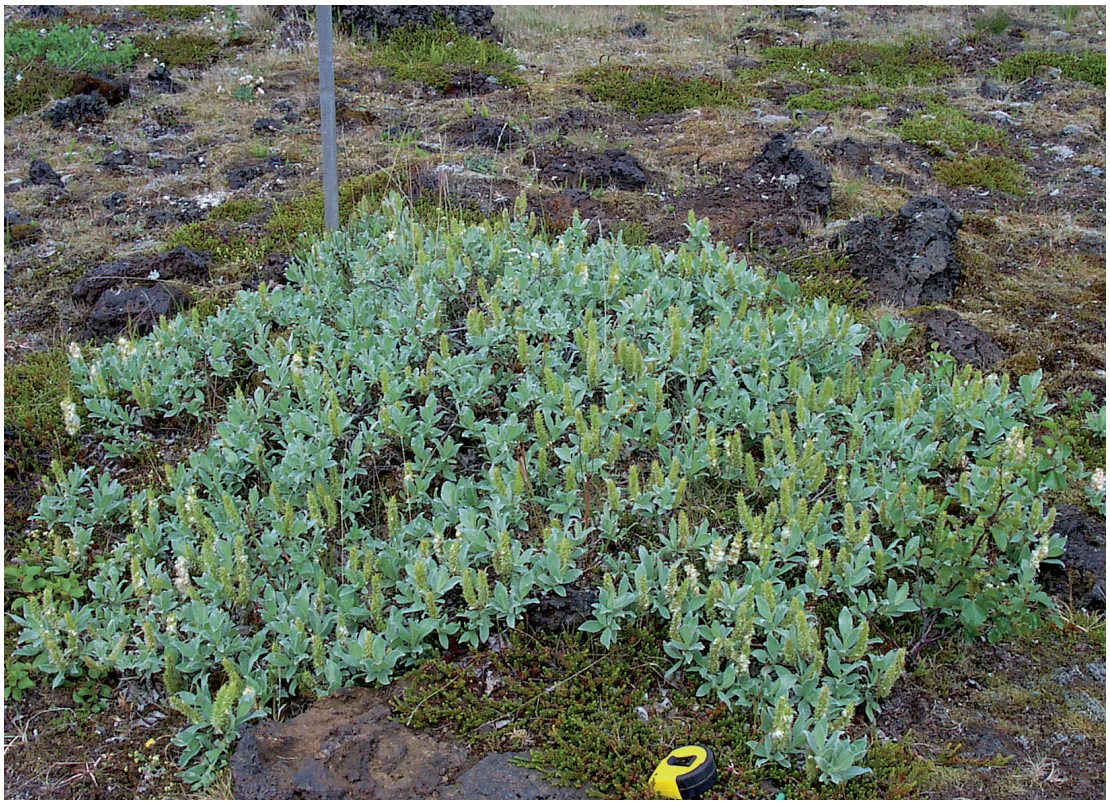
Áburðargjöf hafði almennt lítil áhrif á þroskastig rekla beggja tegunda. Í heildina var meiri munur á blómgunarstigum bæði gulvíðis og loðvíðis milli rannsóknarsvæða og ára (Kristín Svavarsdóttir o.fl. 2006b) en á milli áburðarskammta. Í þeim þremur tilfellum sem áburðargjöf hafði marktæk áhrif í þá átt að hraða þroska víðirekla var um plöntur í Gunnlaugsskógi að ræða. Miðað við þann fjölda para sem prófuð voru til að kanna þetta má telja ljóst að áburðaráhrif á þroskastig reklanna voru hverfandi. Gera má ráð fyrir að af svo mörgum kíkvaðratprófum gæti um 10 próf komið út sem marktæk án þess að um raunverulegan mun sé að ræða (miðað við α=0,05). Í rannsókn á selju (*Salix caprea*) í Noregi (Wielgolaski 2001) kom fram marktækt samband á milli þroskastigs plantnanna og jarðvegsþátta eins og pH og hlutfalls malar og leirs í efri hluta jarðvegs. Hins vegar var veðurfar, sérstaklega hitastig, sá þáttur sem mest áhrif hafði á tímasetningu laufgunar og blómgunar (Wielgolaski 2001). Við fundum marktækt samband milli þroskastigs víðirekla og uppsafnaðs hitastigs á rannsóknarsvæðunum (Kristín Svavarsdóttir o.fl. 2006b).

Fræframleiðsla gulvíðis og loðvíðis og áburðaráhrif

Hjá loðvíði voru bæði fleiri fræ í hverri frævu svo og fleiri frævur í rekli en hjá gulvíði. Þetta mynstur að tegund sé með mesta framleiðslu á báðum stigum er ekki reglan hjá öðrum víðitegundum (Karrenberg o.fl. 2002). Niðurstöður okkar sýna að mögulegur hámarksfjöldi fræja í einstökum reklum er mjög mikill og margfalt meiri hjá loðvíði en gulvíði. Afföll fræs geta þó verið mikil, m.a. vegna skordýraafráns en merki um nokkuð afrán fannst hjá gulvíði og loðvíði á rannsóknarstöðunum (Ása L. Aradóttir o.fl. 1999). Rannsókn í Alaska á *Salix setchelliana*, sýndi að fjöldi fræja var langt undir mögulegum hámarksfjölda (Douglas 1997). Þar var um afrán að ræða en einnig var talið að takmörkuð frævun orsakaði þetta. Þó gögn okkar sýni að loðvíðir framleiði að jafnaði fleiri fræ en gulvíðir kom fram meiri breytileiki í reklafjölda gulvíðis milli ára (mynd 3.4). Það gæti bent til þess að gulvíðir eyði að jafnaði minni orku en loðvíðir í fræframleiðslu en auki hana við hagstæð skilyrði með því að fjölga reklum. Slíkt atferli gæti flokkast undir sérstaka þróunarfræðilega leið sem fengið hefur fræðiheitið gnóttár (mast seeding; Kelly and Sork 2002), en nauðsynlegt er að afla gagna yfir fleiri ár og af fleiri svæðum til að staðfesta hvort um slíkt fyrirbrigði sé að ræða hjá gulvíði.

Fræðilega gæti fræframleiðsla víðis aukist eftir a.m.k. þremur leiðum. Hver fræva gæti framleitt fleiri fræ, frævum gæti fjölgað í einstökum reklum eða að fleiri reklar myndist á hverri plöntu. Hvað varðar síðasta þáttinn geta áhrif áburðargjafar verið tvenns konar, fleiri reklar væru framleiddir vegna jákvæðra áhrifa áburðargjafar á vöxt plantna og að stærri plöntur beri fleiri rekla, eða að áburður hafi bein áhrif á fjölda rekla óháð stærð plöntunnar. Báðar skýringar gætu einnig átt við samtímis. Í rannsókninni fengust niðurstöður fyrir alla þessa þætti þó ítarlegustu gögnin séu fyrir heildarfjölda rekla því þeir voru taldir fyrir hverja plöntu á þriggja ára tímabili, frá 1999 til 2001.

Fræframleiðsla gulvíðis og loðvíðis jókst við áburðargjöf með fjölgun rekla (mynd 3.4), en fræjum í einstökum frævum (mynd 3.3) eða frævum í eintökum reklum fjölgaði ekki marktækt við áburðargjöf á fyrsta árinu. Sambærilegar niðurstöður hafa fengist fyrir reyni (*Sorbus aucuparia*) þar sem fleiri blóm, aldin og fræ fundust á ábornum trjám en á viðmiðunartrjám (Sperens 1997). Fræframleiðslan jókst vegna fjölgunar á blómskipunum og fjölda blóma innan einstakra blómskipana, en aldinum fjölgaði ekki innan blóma né fræjum í aldini. Svipað hefur fundist í fleiri tegundum, t.d. *Ipomopsis aggregata* þar sem aukning í fjölda blóma við áburðargjöf hafði mun meiri áhrif á heildar fræfjölda en fræfjöldi í blómi,



Mynd 3.5 Loðvíðiplanta í Gunnlaugsskógi sumarið 2001 en hún fékk hæsta áburðarskammtinn (14 g N m^{-2}) þremur árum fyrr, í júlí 1998. (Ljósmynd: Ása L. Aradóttir).

sem var tiltölulega stöðugur (Campbell og Halama 1993). Gögn okkar fyrir fjölda fræva og fræja eru þó takmörkuð við árið 1999 og því getum við ekki sagt til um hvort síðar hafi komið fram munur á milli meðferða.

Reklum beggja tegundanna fjölgaði með aukinni áburðargjöf þó mynstrið væri ekki eins hjá tegundunum. Gulvíðireklum fjölgaði jafnt og þétt við aukna áburðargjöf, og voru flestir reklar á plöntum sem fengu 14 g N m^{-2}. Loðvíðiplöntur svöruðu áburðargjöf vel strax við lægsta skammt en lítill munur var á milli efstu tveggja áburðarskammtanna sem bendir til mettunar í svörun á fjölda loðvíðirekla (mynd 3.5). Þessar niðurstöður benda til að það þurfi minni áburð til að hafa áhrif á fræframleiðslu loðvíðis en gulvíðis.

Þéttleiki víðirekla breyttist ekki marktækt við áburðargjöf árin 1999 og 2001 og því teljum við að áburðargjöf hafi ekki haft bein áhrif á reklaframleiðsluna. Fjölgun rekla var fyrst og fremst vegna óbeinna áhrifa, þar sem vöxtur plantnanna jókst með aukinni áburðargjöf og stærri plöntur gátu framleitt fleiri rekla. Flatarmál beggja tegundanna jókst strax við lægsta áburðarskammtinn í samanburði við viðmiðunarplönturnar og gulvíðir heldur meira en loðvíðir (mynd 3.1). Lægsti áburðarskammturinn (3,5 g N m^{-2}) samsvarar rúmlega 200 kg af Græði 5 ha^{-1} (15% N, 6,6% P, 12,4% K) og tæplega 150 kg af Móða 2 ha^{-1} (26% N, 14% P) en algengast er að Landgræðsla ríkisins noti 150 – 250 kg af Móða 2 ha^{-1} eða sambærilegum áburði við gróðurstyrkingu (Reynir Þorsteinsson, munnl. upplýs.). Magnið getur verið mismunandi eftir svæðum vegna breytilegra aðstæðna. Miðað við þessa notkun má því búast við að þar sem víðir er fyrir aukist vöxtur gulvíðis og loðvíðis við væga áburðargjöf og að hún skili sér einnig í aukinni reklaframleiðslu.

Lokaorð

Áburðargjöf hafði lítil sem engin áhrif á þroskastig víðirekla, þ.e. áburður hvorki seinkaði né flýtti fyrir blómgun á tveggja ára tímabili rannsóknarinnar. Rannsóknin sýndi að unnt er að auka fræframleiðslu gulvíðis og loðvíðis með áburðargjöf. Aukningin varð fyrst og fremst vegna meiri reklaframleiðslu sem má að stórum hluta rekja til þess að plöntur svöruðu áburðargjöf með auknum vexti og stærri víðiplöntur bera fleiri rekla. Þessar niðurstöður benda til þess að hægt sé að örva fræregn á eða við landgræðslusvæði með áburðargjöf. Það ætti að stuðla að aukinni sjálfgræðslu ef aðstæður fyrir landnám eru á annað borð fyrir hendi.

Áhrif áburðar á vöxt einstakra plantna gefa einnig mikilvægar vísbendingar um að hægt sé að styrkja náttúrulegan víðigróður með áburðargjöf en það getur haft þýðingu t.d. við að skapa skjól og styrkja gróðurinn fyrir áföllum vegna öskufalla eða áfoks. Báðar tegundirnar sýndu aukinn vöxt við staka áburðargjöf upp að 14 g m^{-2} af N, sem svarar til 140 kg N ha^{-1}. Þó skal hafa í huga að bæði rannsóknarsvæðin voru friðuð fyrir búfjárbeit og áhrif áburðargjafarinnar gætu orðið önnur á beittu landi.

Þakkir

Margir hafa komið að gagnasöfnun í þessari rannsókn og viljum við þakka þeim öllum, sér-

staklega þeim Hörpu K. Einarsdóttur, Ásrúnu Elmarsdóttur, Sesselju Sigurðardóttur, Lilju Karlsdóttur og Tuma Traustasyni. Einnig þökkum við Magnúsi H. Jóhannssyni fyrir hjálplegar athugasemdir við yfirlestur kaflans í handriti. Rannsóknin var styrkt af Tæknisjóði Rannís og Framleiðnisjóði landbúnaðarins.

Heimildir

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

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., 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 1994. Nýjar leiðir við endurheimt landgæða. Í *Græðum Ísland, Landgræðslan 1993-1994* (ritstjóri Andrés Arnalds), bls. 65-72. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt.

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

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.

Baddeley, J.A., Woodin, S.J. og Alexander, I.J. 1994. Effects of increased nitrogen and phosphorus availability on the photosynthesis and nutrient relations of 3 arctic dwarf shrubs from Svalbard. *Functional Ecology 8*: 676-685.

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.

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

Campbell, D.R. og Halama, K.J. 1993. Resource and pollen limitations to lifetime seed production in a natural plant population. *Ecology 74*: 1043-1051.

Douglas, D.A. 1997. Pollination, capsule damage, and the production of seeds in *Salix setchelliana* (Salicaceae), an Alaskan glacial river gravel bar willow. *Canadian Journal of Botany 75*: 1182-1187.

Harper, J.L. 1977. *Population biology of plants*. Academic Press, London.

Houle, G. og Babeux, P. 1994. Fertilizing and mulching influence on the performance of four native woody species suitable for revegetation in subarctic Quebec. *Canadian Journal of Forest Research 24*: 2342-2349.

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

Karrenberg, S., Kollmann, J. og Edwards, P.J. 2002. Pollen vectors and inflorescence morphology in four species of *Salix. Plant Systematics and Evolution 235*: 181-188.

Kelly, D. og Sork, V.L. 2002. Mast seeding in perennial plants: Why, how, where? A*nnual Review of Ecology and Systematics 33*: 427-447.

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.

Meyer, G.A. og Root, R.B. 1993. Effects of herbivorous insects and soil fertility on reproduction of goldenrod. *Ecology 74*: 1117-1128.

Robinson, C.H.P.A., Wookey, P.A., Lee, J.A., Callaghan, T.V. og Press, M.C. 1998. Plant community responses to simulated environmental change at a high arctic polar semi-desert. *Ecology 79*: 856-866.

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 1989. Þættir um vistfræði birkis og not þess í landgræðslu. Í *Græðum Ísland. Landgræðslan 1988* (ritstjórar Andrés Arnalds og Anna Guðrún Þórhallsdóttir), bls. 97-108. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholt.

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

Sperens, U. 1997. Long-term variation in, and effects of fertiliser addition on, flower, fruit and seed production in the tree *Sorbus aucuparia* (Rosaceae). *Ecography 20*: 521-534.

Turkington, R., John, E., Krebs, C.J., Dale, M.R.T., Nams, V.O., Boonstra, R., Boutin, S., Martin, K., Sinclair, A.R.E. og Smith, J.N.M. 1998. The effects of NPK fertilization for nine years on boreal forest vegetation in northwestern Canada. *Journal of Vegetation Science 9*: 333-346.

Wielgolaski, F.E. 2001. Phenological modifications in plants by various edaphic factors. *International Journal of Biometeorology 45*: 196-202.