



**Fræframleiðsla og spírun birkis
(*Betula pubescens* Ehrh.)
á Skeiðarársandi**

Rannveig Ólafsdóttir



**Líf- og umhverfisvísindadeild
Háskóli Íslands
2010**

Fræframléiðsla og spírun birkis (*Betula pubescens* Ehrh.) á Skeiðarársandi

Rannveig Ólafsdóttir

10 eininga rannsóknarritgerð sem er hluti af
Baccalaureus Scientiarum gráðu í líffræði

Leiðbeinendur
Þóra Ellen Þórhallsdóttir
Kristín Svavarsdóttir

Líf- og umhverfisvísindadeild
Verkfræði- og náttúruvísindasvið
Háskóli Íslands
Reykjavík, Febrúar 2010

Samantekt.

Á síðastliðnum árum hefur birki (*Betula pubescens* Ehrh.) tekið að breiðast út á Skeiðarársandi á Suð-Austurlandi, en rannsóknir á því hófust árið 2004. Talið er að landnám birkis á sandinum hafi byrjað um 1980 og sé sjálfsáð með vindbornum fræjum úr norðaustri frá Skaftafellsheiði eða Morsárdal. Fyrri rannsóknir hafa sýnt stigvaxandi fræframleiðslu birkisins á sandinum en mjög lélega spírun birkifræs. Markmiðið með rannsókn minni haustið 2009 var að kanna betur fræframleiðslu og spírunarhæfni birkistofnsins á Skeiðarársandi og gera samanburð við annars vegar fyrri rannsókn á sandinum og hins vegar við birkistofn við Skaftafellsjökul. Ef spírunarhæfni fræsins var enn léleg var ætlunin að skoða hvað gæti stýrt svo lélegri spírun. Á miðjum ofarlegum Skeiðarársandi voru 25 birkiplöntur sem báru rekla rannsakaðar. Hæð plöntu og mesta lengd hennar voru mældar. Þá voru taldir reklar á plöntunni og 10 kvenreklum var safnað. Til samanburðar við birkistofninn á Skeiðarársandi voru samskonar mælingar gerðar á 10 plöntum af svipaðri stærð framan við Skaftafellsjökul. Á rannsóknastofu var fræ í reklum talið, þroski þess metinn og fræ sett í spírunarpróf, bæði með og án kælimeðferðar til að kanna spírunarkröfur fræsins. Veruleg fræframleiðsla var á Skeiðarársandi haustið 2009 með stórum og fallegum fræjum en spírunarprósentan var hins vegar afar léleg eða aðeins 2,6%. Í Skaftafelli var fræframleiðsla dræm og fræin lítil og illa útlítandi en spírun aftur á móti miklu meiri, 53% (. Hjá þeim fræjum af Skeiðarársandi sem ekki spíruðu var litað fyrir frækíminu með efninu TTC til að kanna lífvænleika þeirra en kímplantan virtist vera dauð í langstærstum hluta þeirra. Ekki reyndist marktæk fylgni milli spírunarprósentu og hæðar plöntu svo að það var ekkert sem gaf til kynna að eldri og þroskaðri plöntur væru líklegri til að leggja til nýliðunar stofnsins á sandinum. Þessi mikli munur á milli stofnanna tveggja, á Skeiðarársandi og Skaftafelli, er afar forvitnilegur. Þó fræframleiðsla sé góð er ekki þar með sagt að frægæði fylgi með og gæti það átt við um birkistofninn á Skeiðarársandi að skortur sé á frjókornum sem veldur lélegum frægæðum. Einnig væri mögulegt að svo mikill munur milli stofna geti verið fölginn í erfðabreytileika en til að komast að því þyrfti all viðameiri rannsóknir.

Abstract.

In the last few years birch (*Betula pubescens* Ehrh.) has grown really fast on Skeiðarársandur, SE Iceland, but research on the birch started there in 2004. Present evidence indicates that birch started to colonize Skeiðarársandur in the 1980s and that it was wind-dispersed from NE from the birch woodland on Skaftafellaheiði or Bæjarstaðarskógur, both within Vatnajökull National Park. Former research has shown gradual increase in seed production of the birch in Skeiðarársandur but very poor germination.

The aim of my research in the fall of 2009 was to evaluate seed production and germination of the birch on Skeiðarársandur and compare it to similar data of Marteinsdóttir et al. (2004) and Hiedl (2009) and to the birch population in front of Skaftafellsjökull glacier. Twenty five birch plants with catkins were investigated in the central north part of Skeiðarársandur. Plant height and maximum shoot length were measured. Total catkin number per plant were recorded and ten catkins sampled from each plant. To compare the birch of Skeiðarársandur to birch in Skaftafell we carried out the same measures in 10 plants of similar stature in front of Skaftafells-glacier within Vatnajökull National Park. In the laboratory, seeds per catkin were counted and their maturity assessed. Germination was assessed with and without cold-stratification.

The birch population on Skeiðarársandur produced a large seed crop in 2009, with a big, beautiful and apparently healthy seeds with large wings. However, only 2.6% germinated. In Skaftafell on the other hand, seed production was meager and the seeds were smaller, often with malformed wings. Contrary to their wizened look their germination was much higher, 53%. For those seeds from Skeiðarársandur that didn't germinate I tested the viability with TTC staining the embryo but almost all of them were non-viable. There was not a significant relation between germination and height of the plant and hence no indication that older and larger trees were disproportionately important for recruitment from seed on Skeiðarársandur. The great difference between two populations of birch, in Skeiðarársandur and Skaftafell is an interesting but unresolved puzzle. It may be related to different environmental conditions in the two areas, genetic differences between the two populations or reflect the low density of birch and much lower pollen rain on Skeiðarársandur compared with Skaftafell.

Efnisyfirlit

Inngangur.....	6
Aðferðir	8
Rannsóknarsvæði.....	8
Gagnasöfnun.....	9
Spírunarpróf.....	9
Lífvænleiki kíma.....	10
Úrvinnsla gagna.....	11
Niðurstöður.....	12
Stofnbreytur.....	12
Spírun.....	13
Kímlitun.....	14
Umræða	15
Fræf framleiðsla birkis á Skeiðarársandi	15
Spírun.....	16
Kímlitun.....	18
Lokaorð.....	19
Heimildir.....	20

Töflu og myndayfirlit

Tafla 1 Meðalhæð frá jörðu, lengd lengsta stofns, fjöldi rekla og meðalfjöldi fræja í rekli hjá birki á Skeiðarársandi og Skaftafelli haustið 2009. SE= staðalskekkja meðaltals	12
Mynd 1 Spírunarprósenta birkifræs af Skeiðarársandi á þeim rúmum þremur vikum sem fylgst var með spírun þess. Á 24 dögum spíraði 2,6% af 2.440 fræjum.	13
Mynd 2 Fjöldi spíraðra birkifræja á hverja plöntu í a) Skeiðarársandi (að ofan) og b)Skaftafelli (að neðan). Plöntum er raðað á x-ás eftir því hve mörg fræ af plöntunni spíruðu.....	14
Mynd 3 Höfundur við hæstu birkiplöntu sem fundist hefur á Skeiðarársandi, 2,05 m að hæð, og með beinan stofn. Ljósmynd: Kristín Svavarsdóttir.	15

Inngangur

Aldursgreining birkis á Skeiðarársandi bendir til þess að landnám hafi ekki byrjað þar fyrir en um og upp úr 1980 um miðjan sandinn en nokkru seinna austar og vestar. Birkifræ eru lítil og létt og líklegt þykir að birkið á sandinum sé sjálfsáð með vinddreifingu fræja frá Skaftafellsheiði eða Bæjarstaðarskógi í Morsárdal, um 10 km vegalengd en ríkjandi vindátt á þessu svæði er einmitt úr norðaustri á haustin þegar birkifræin eru að dreifast (Bryndís Marteinsdóttir o.fl., 2007). Tvennt þarf að vera til staðar fyrir landnám plantna, nægt fræframboð og örugg set fyrir fræ að spíra og unglöntur að dafna (Harper, 1977). Spírun getur ýmist verið stuttu eftir dreifingu fræs eða íkjölfar dvalatímabils (Cook 1980). Hjá mörgum tegundum, þar á meðal birki, skiptir framboð öruggra seta miklu máli fyrir spírun fræs (Harper et al., 1965, Carlton og Bazzaz 1998). Öruggetur eru örbúsvæði þar sem líkur á spírun og lifun fræplöntu eru meiri en á öðrum svæðum í kring (Harper, 1977). Fræ birkiættkvíslarinnar kjósa frekar opna, sólríka staði fjarri mikilli gróðurþekju (Reyes o.fl., 1997) þannig að nýliðun virðist vera takmörkuð nema þar sem sár hafa myndast í svörðinn eins og gerist til dæmis við beit og traðk dýra, skógarelda, flóð og skriðuföll og dauða annarra plantna (Crawley, 1997). Birkifræin eru smá og hafa afar litla forðanæringu, því er ekki að furða að fræplöntur eiga erfiðar uppdráttar í þykkum sverði (Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon, 1988). Birki getur komið tiltölulega snemma inn gróðurframvindu og verður svo gjarnan ríkjandi á síðari stigum framvindu (Persson, 1964). Brum birkis myndast um mitt sumar en sum brum mynda greinar og önnur mynda blómbrum. Af blómbrumunum vaxa svo karlkyns eða kvenkyns reklar, en það eru að sjálfsgöðu aðeins kvenreklarnir sem mynda fræ. Blómgun er oft mikil í birki vorið eftir þurr og sólrík sumur en getur verið lítil eftir köld og blaut sumur. Einnig geta þættir eins og vorfrost, bleytutíð eða þurrkar eyðilagt eða dregið úr fræmyndun þó blómgun eigi sér stað að vori. (Ása L. Aradóttir og Þróstur Eysteinnsson, 1994)

Helsti afræningi birkisins á Skeiðarársandi er sauðfé, en um 220 lambær ganga í sumarhaga á sandinum (Ingibjörg E. Ármannsdóttir, munnleg heimild, 2009). Mikil beit getur dregið úr vexti birkiplantna (Hester et al., 1996) hindrað nýliðun og aukið afföll

(Pollock et al., 2005). Merki um sauðfjárbeit hafa fundist á birkinu á Skeiðarársandi (Bryndís Marteinsdóttir o.fl., 2007). Annar alræmdur afræningi birkis er birkihnúðmý (*Semudobia betulae*), skordýrategund sem verpir eggjum sínum í kvenrekla birkisins og lirfan vex svo inn í fræinu og étur fræhvítuna. Mismiklar skemmdir eru eftir þessa flugu milli ára en hún virðist lúta lögmálum afránskenningarinnar um framboð og eftirspurn. Þannig fer oft saman að í lítilli fræmyndun er léleg spírun og með mikilli fræmyndun er góð spírun. (Ása L. Aradóttir og Þröstur Eysteinnsson, 1994; Héraðsskógar, 2009). Ekki er þó vitað til þess að fluga þessi hafi valdið nokkrum skaða á birkinu á Skeiðarársandi.

Fyrstu rannsóknir á gróðri á Skeiðarársandi hófust árið 1998 með grófri kortlagningu gróðurflokka á sandinum (Kristín Svavarsdóttir og Þóra Ellen Þórhallsdóttir, óbirt gögn) en rannsóknir á birki þar hófust ekki fyrr en árið 2004 (Bryndís Marteinsdóttir o.fl., 2005). Á þeim fáu árum sem rannsóknir á birki hafa staðið yfir hefur fræframleiðsla farið stigvaxandi því árið 2004 báru aðeins 2,6% plantna rekla (Bryndís Marteinsdóttir o.fl., 2007) en 14% árið 2008 (Hiedl, 2009). Spírunarhæfni birkifræs af Skeiðarársandi var fyrst könnuð haustið 2008 og var spírunin afar lélega eða aðeins 0.7% (Hiedl, 2009). Markmiðið með rannsókn minni var að kanna frekar fræframleiðslu og spírun birkis á Skeiðarársandi og gera samanburð við annars vegar fyrri mælingar á sama rannsóknasvæði og hins vegar við annan stofn birkis sem vex ekki fjarri. Ef spírunin var enn jafn dræm og árið 2008 var ætlunin að leitast við að finna skýringu á því hvað hindrar spírun og þroskun kímplantna á þessu svæði.

Aðferðir

Rannsóknarsvæði

Skeiðarársandur í Örafum er stærsti jökulsandur hér á landi, um eitt þúsund ferkílómetrar að flatarmáli sem svarar til 1% af yfirborði landsins. Sandurinn er hallalítill aurkeila sem mótast hefur af straumvötnum og með framburði jökulhlaupa. Hann teygir sig um 46 km meðfram ströndinni frá Hvalsíki í vestri og austur fyrir Ingólfshöfða. Jökuljaðarinn er í um 100 metra hæð yfir sjávarmáli en rúmlega 20 km eru frá Skeiðarárjökli og suður á fjörur (Hörleifur Guttormsson og Oddur Sigurðsson, 1997).

Þrjár stórar jökulár sem renna undan Skeiðarárjökli hafa tekið þátt í myndun Skeiðarársands. Þær eru Núpsvötn í vestri, Gígjukvísl um 5 km austar og Skeiðará austast (Sigurður Þórarinnsson 1974). Jökulhlaup hafa alla tíð verið algeng á þessu svæði og geta skolið á allt árið um kring. Skeiðará lá mun vestar á fyrri öldum en víst er að jökulárnar með Skeiðará helsta eyddu graslendi í Örafum að minnsta kosti frá 1540, hugsanlega enn fyrr og fram til ársins 1948 er hún flutti sig síðast í austur (Sigurður Björnsson, 2003). Um miðja 20. öldina tók Skeiðarárjökull að hopa aftur fyrir jökulgarða sína sem leiddi til þess að jökulvötnin flæddu ekki ótamin um sandinn heldur í ákveðnum farvegum gegn um skörð á jökulgörðunum (Helgi Björnsson, 2009). Upp úr því fóru hlutar sandsins að gróa og í dag bera um 70% sandsins mjög strjálán gróður, þ.e. minna en 10% gróðurþekju, en 15-20% sandsins teljast vel gróin með yfir 50% gróðurþekju (Kristín Svavarsdóttir og Þóra Ellen Þórhallsdóttir, 2006). Mosi er oft ríkjandi þar sem gróður er samfelldur (Kristín Svavarsdóttir og Þóra Ellen Þórhallsdóttir, 2006) en útbreiðsla birkis verður sífellt meira áberandi einkum á miðjum sandinum ofanverðum (Bryndís Marteinsdóttir o.fl., 2005).

Á miðjum Skeiðarársandi norðan þjóðvegjar 1 hefur birki breytt hvað mest úr sér og er þéttleiki þess mestur þar (Bryndís Marteinsdóttir o.fl., 2007). Þarna var rannsóknarsvæðið á Skeiðarársandi en fyrri rannsóknir á birki fóru þarna einnig fram árin 2004 (Bryndís Marteinsdóttir o.fl., 2007) og 2008 (Hiedl, 2009). Rannsóknarsvæði var valið rétt hjá hlaðinni grjótrétt (N: 63°58,204; W: 17°09,515; 1. mynd) og var svæðið 1-2 ha stórt. Gróðurþekja á svæðinu er næstum samfelld og er mosi ríkjandi í gróðurs-

verðinum (Kofler, 2004). Undirlagið er gróft og stöðugt miðað við mestan hluta Skeiðarársands en sunnan þjóðveggar er yfirborðið að mestu leyti finn sandur.

Rannsóknasvæðið fyrir framan Skaftafellsjökul var staðsett nálægt hlíðunum vestan megin við jökulinn og nærri svæði þar sem jökullinn náði lengst fram í kringum þar síðustu aldamót.

Gagnasöfnun

Góð regla er að safna fræjum um það leyti sem náttúruleg dreifing er að hefjast (Baskin og Baskin, 1998). Fræfall birkis hefst venjulega í september og getur staðið fram eftir vetri, en líkur á því að stormar blási fræjum af trjánum aukast eftir því sem á líður veturinn. Best er því að safna birkifræi seint í september eða í október, t.d. skömmu eftir lauffall þegar gott er að sjá reklana (Ása L. Aradóttir og Þróstur Eysteinnsson, 1994). Gögnum var safnað á Skeiðarársandi og fyrir framan Skaftafellsjökul þann 11. október 2009. Veður var mjög gott þennan dag en daginn áður hafði gengið stormur yfir landið. Gagnasöfnun fór þannig fram að gengið var um svæðið og plöntur sem báru rekla voru tilviljunarkennt valdar til mælinga og sýnatöku. Plöntur voru einungis valdar ef reklar litu út fyrir að hafa fullþroska fræ. Úrtakið var 25 plöntur. Hver planta var hæðamæld (hæð frá jörðu til hæsta brums) og lengd lengsta stofns mæld. Þá voru reklar á plöntunni taldir. Af hverri plöntu voru 10 reklar teknir og hverjum rekli komið fyrir í sér sýnatökupoka til að halda þeim aðskildum. Af fimm plöntum var einungis safnað 1-8 reklam þar sem reklar þeirra reyndust ekki nægilega margir, óþroskaðir eða tættir.

Gagnasöfnun framan við Skaftafellsjökul fór fram sama dag og á Skeiðarársandi. Leitast var við að velja plöntur af svipaðri stærð og á Skeiðarársandi og voru 10 tilviljanakenndar birkiplöntur valdar. Heildarfjöldi rekla var talinn og hæð og lengd plantna mælt og skráð eins og áður er lýst. Af hverri plöntu var 5-10 reklam safnað og þeim komið fyrir í sama pokanum.

Spírunarpróf

Á rannsóknastofu voru öll fræ látin þorna áður en hafist var handa við spírunarmedferð, til að minnka líkurnar á því að fræin mygli. Tveimur dögum eftir söfnun voru alls 200 fræ af Skeiðarársandi og 40 fræ frá Skaftafelli sett í forspírunarpróf. Notuð voru fræ af fimm reklam fyrir hverja plöntu frá Skeiðarársandi og fræ af öllum plöntum frá Skaftafelli því

Þaðan var reklum ekki haldið aðskildum. Fræið hafði þá ekki gengist undir kælimeðferð heldur fór beint í spírun í þeim tilgangi að kanna nauðsyn dvala fyrir spírun birkis.

Á meðan á forspírunartilraun stóð voru fleiri fræ undirbúin fyrir kælimeðferð og spírunarpróf að henni lokinni. Tuttugu fræjum af hverjum rekli var komið fyrir á rökum 90 mm filterpappír í petrískál. Notaðir voru fimm af 10 reklum hveurrar plöntu, svo úrtak var alls 100 fræ af hverri plöntu. Þeim var dreift með jöfnu millibili á petridisk því klessur af fræjum getur haft áhrif á spírunina (Baskin og Baskin, 1998). Því næst voru fræin sett í kælimeðferð, þ.e. látin standa í kæliskáp við 5°C í tvær vikur. Kælimeðferð er ætlað að líkja eftir aðstæðum á veturnum þegar fræ er í dvala.

Að lokinni kælimeðferð var fræjum endurraðað á rakan filterpappír en nú voru fræ af fjórum mismunandi plöntum saman á petrískál. Alls voru 2.440 fræ frá Skeiðarársandi og 200 fræ frá Skaftafelli spírunarprófuð á þennan hátt. Filterpappírinn var látinn á þar til gert plastlok þannig að filterpappírsrenningur náði niður í vatn spírunarkassans til að tryggja stöðugan raka á fræjunum. Petrískálunum var raðað tilviljunarkennt í spírunarkassann til að tryggja að fræ allra plantna hafði jafna möguleika á ljósmagni. Fjórir lampar lýstu á glæran spírunarkassann. Hægt er að stýra umhverfi spírunarkassans. Hann var stilltur á 16 tíma ljóslotu þannig að ljós var kveikt frá kl. 08.00 til miðnætis en myrkur var frá 00.00 til 08.00. Vatnshiti var stilltur á 12°C með sjálfvirku rennsli í kassann og lofthiti var 20-22 °C.

Lífvænleiki kíma

Til að kanna lífvænleika þeirra fræja sem ekki spíruðu var litað fyrir frækíminu með TTC prófun. Efnið 2,3,5-triphenyltetrazolium chloride (TTC) litar lífvænleg kím rauð vegna öndunarkærni lifandi frumna (Marrero et al., 2007). Ef fræið er dauð er öndunarkærni óvirkt og TTC áhrif verða engin á fræin (Kesara Anamthawat-Jónsson, 2008).

Tuttugu fræ af fimm plöntum, samtals 100 fræ, voru skorin langsum í tvennt, þannig að sæist í fræhvítuna. Valin voru stór fræ sem mögulegt var að skera til helminga. Passað var upp á að prófa fræ af plöntum sem höfðu fræ með mismikla spírun, tvær plöntur með ekkert fræ sem spíraði, ein planta með eitt fræ sem spíraði og tvær plöntur sem fleiri en fjögur fræ spíruðu. Annar helmingur fræsins var settur á petridisk í 1% TTC lausn og látin liggja þar í um það bil fjóra klukkutíma (Grabe, 1970). Þá voru þau skoðuð undir víðsjá til að greina lifandi og dauð fræ.

Úrvinnsla gagna

Meðaltöl, staðalskekkja og gröf voru unnin í töfluforritinu Exel. Fylgnistuðlar (Speraman fylgni) og P-gildi þeirra voru reiknaðir í tölfræðiforritinu SigmaStat.

Niðurstöður

Stofnbreytur

Meðalhæð birkiplantna á Skeiðarársandi var rétt um 1 m og meðallengd lengsta stofns aðeins meiri eða um 1,2 m (Tafla 1). Meðalfjöldi rekla á plöntu var 74,7 ($\pm 19,8$) með miðgildið 38. Fjöldi rekla var mjög breytilegur milli plantna, allt frá einum upp í 412 rekla á plöntu, en fjórar plöntur eða næstum fimmta hver planta bar fleiri en hundrað rekla. Hver rekill bar að meðaltali tæplega 200 fræ (Tafla 1).

Í Skaftafelli voru tölugildi almennt lægri og staðalskekkja meðaltalsins yfirleitt meiri enda úrtakið þar aðeins 10 plöntur. Meðalhæð úrtaksins var heldur lægri í Skaftafelli en á Skeiðarársandi og um það bil helmingi færri rekla voru á plöntu í Skaftafelli en á Skeiðarársandi, auk þess sem þeir voru mun minni og báru færri fræ (Tafla 1).

Tafla 1 Meðalhæð frá jörðu, lengd lengsta stofns, fjöldi rekla og meðalfjöldi fræja í rekli hjá birki á Skeiðarársandi og Skaftafelli haustið 2009. SE= staðalskekkja meðaltals

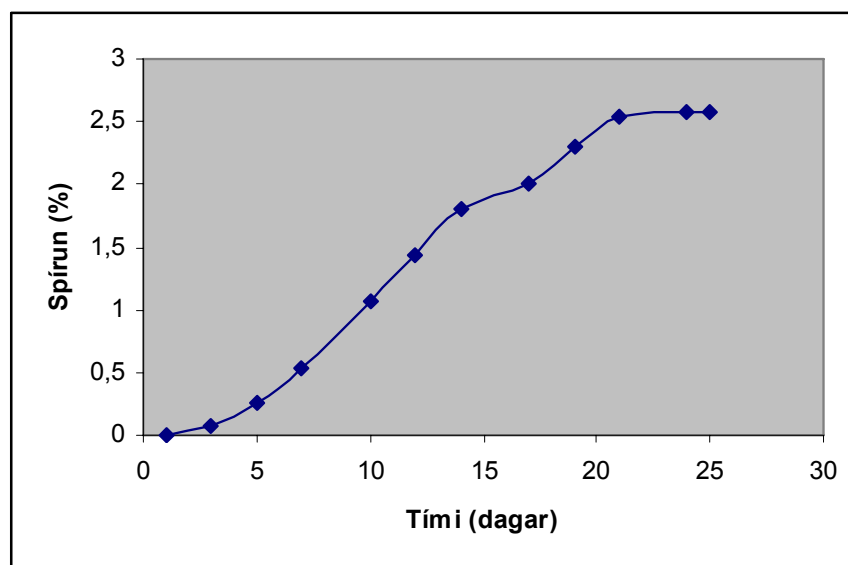
	Skeiðarársandur	Skaftafell
Hæð (cm)		
Meðalhæð	99,6 (SE= $\pm 6,04$)	78 (SE= $\pm 7,97$)
Lægsta planta	47,5	39
Hæsta planta	153	122
Lengd (cm)		
Meðallengd	111,9 (SE= $\pm 5,8$)	94,8 (SE= $\pm 9,4$)
Stysta planta	57	65
Lengsta planta	153	147
Kvenreklar (fjöldi)		
Meðalfjöldi á plöntu	74,7 (SE= $\pm 19,8$)	35,3 (SE= $\pm 13,9$)
Fæstir rekla á plöntu	1	7
Flestir rekla á plöntu	412	151
Fræ (fjöldi)		
Meðalfjöldi í rekli	196,5 (SE= $\pm 13,5$)	121,2 (SE= $\pm 36,5$)

Hvorki var marktækt samband ($P > 0,05$) milli hæðar né lengdar plöntu og fjölda rekla á henni. Sambandið milli fjölda rekla og hæð birkis var nær því að vera marktækt í Skaftafelli ($P = 0,081$) en á Skeiðarársandi ($P = 0,377$).

Spírun

Eftir forspírunartilraun (án kælimeðferðar) höfðu fimm fræ af 200 spírað frá Skeiðarársandi sem gefur 2,5% spírun en 19 fræ af 40 spírað frá Skaftafelli eða 47,5%. Þessi fræ spíruðu á tveimur vikum en voru þó höfð áfram í spírunarkassanum í þrjár vikur í viðbót til að fylgjast með hvort meira ætti eftir að spíra en svo varð ekki raunin.

Skeiðarársandsfræin sem fóru beint úr kælingu í spírun byrjuðu að spíra strax á þriðja degi. Spírun jókst jafnt og þétt fram að 24. degi. (2. mynd). Eftir það spíruðu ekki fleiri fræ þó þeim væri haldið nokkrum dögum lengur í spírun. Af þeim 2.440 fræjum af Skeiðarársandi sem prófuð voru eftir kælingu spíruðu aðeins 63 fræ eða tæp 2,6%.

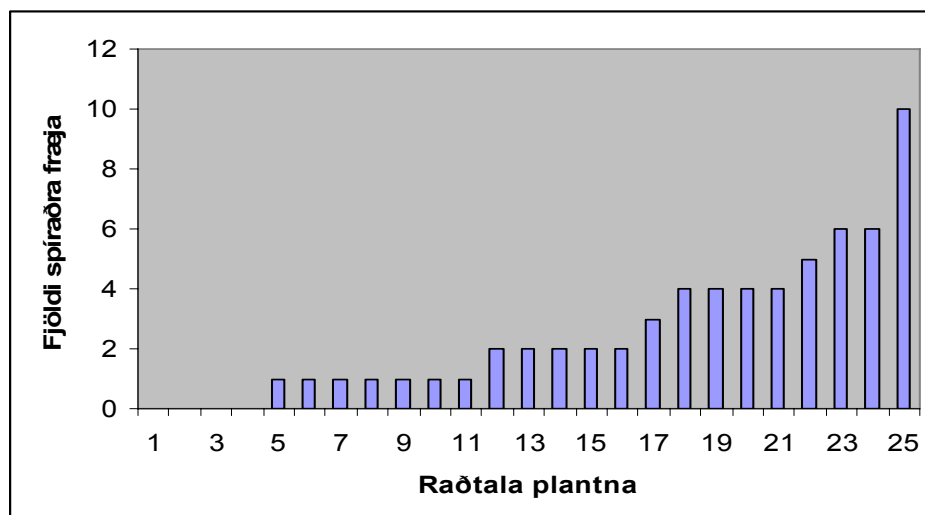


Mynd 1 Spírunarprósenta birkifræs af Skeiðarársandi á þeim rúmum þremur vikum sem fylgst var með spírun þess. Á 24 dögum spíraði 2,6% af 2.440 fræjum.

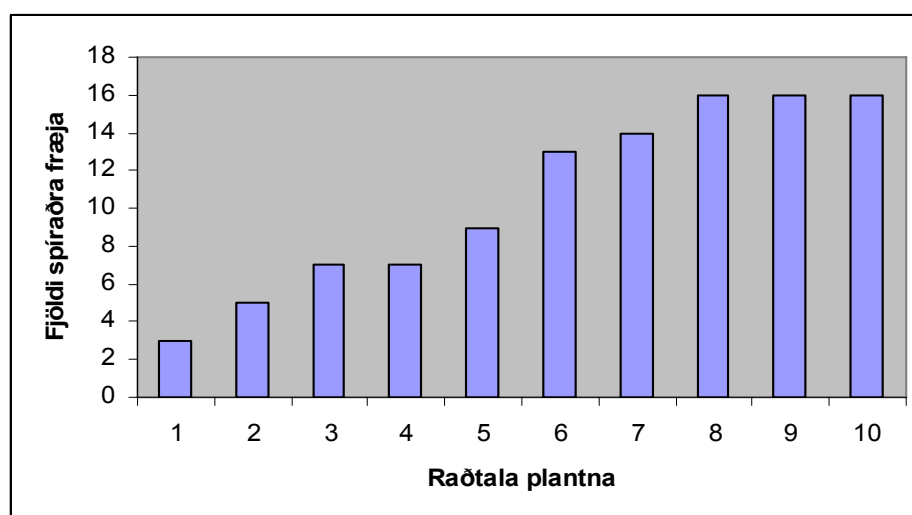
Fræ af öllum nema fjórum plöntur af þeim 25 sem rannsakaðar voru spíruðu, þó mismikið, allt frá einu spíruðu fræi á plöntu og upp í mest 10 spíruð fræ á plöntu (3. mynd a).

Af þeim 200 fræjum frá Skaftafelli sem fóru í spírun eftir kælimeðferð spíruðu alls 106 eða 53%. Fræ af öllum 10 birkiplöntunum frá Skaftafelli sem rannsakaðar voru spíruðu, allt frá þremur fræjum á plöntu og upp í 16 fræ á plöntu (3. mynd b).

A



B



Mynd 2 Fjöldi spíraðra birkifræja á hverja plöntu í a) Skeiðararsandi (að ofan) og b) Skaftafelli (að neðan). Plöntum er raðað á x-ás eftir því hve mörg fræ af plöntunni spíruðu.

Ekki reyndist vera marktækt samband ($P > 0,05$) milli fjölda spíraðra fræja og fjölda rekla á plöntu, né á milli fjölda spíraðra fræja og hæðar plöntu, hvorki á Skeiðararsandi né í Skaftafelli.

Kímlitun

Af þeim 100 fræjum sem sett voru í litun, lituðust aðeins þrjú fræ greinilega rauð þar sem kímrótin litaðist mest rauð og kímlöðin bleik. Tvö önnur lituðust fölbleik á kímlöðum eða með vott af rauðum lit á ógreinanlegum stað. Það voru því fimm af 100 eða 5% fræja sem gátu flokkast sem lífvænleg. Öll önnur fræ voru örugglega dauð því fræhvítan var gul eða ljósbrún á lit og samanskroppin og virkaði eins og frauð sem molnaði í sundur við snertingu.

Umræða

Fræframleiðsla birkis á Skeiðarársandi

Hæsta planta sem á vegi okkar varð reyndist 2,05 m að hæð en henni var sleppt í úrtakinu vegna þess að á henni voru engir reklar. Þetta er töluvert hærra tré en hæsta tré í úrtakinu árið 2008 sem var 121 cm (Hiedl, 2009) og í úrtakinu árið 2004 sem var 72 cm (Bryndís Marteinsdóttir o.fl., 2007). Athyglisvert var að þetta fallega hávaxna tré hafði beinan stofn sem er einmitt svo einkennandi fyrir birkitrén í Bæjarstaðarskógi en þetta gæti stutt þá tilgátu að stofninn á Skeiðarársandi sé þaðan komin (4. mynd) þó nauðsynlegt sé að rannsaka það frekar.



Mynd 3 Höfundur við hæstu birkiplöntu sem fundist hefur á Skeiðarársandi, 2,05 m að hæð, og með beinan stofn. Ljósmynd: Kristín Svavarsdóttir.

Meirihluti birkiplantna á rannsóknarsvæðinu bar rekla, sem kom nokkuð á óvart vegna óveðurs daginn fyrir gagnasöfnunina sem hefði þess vegna getað feykt öllum reklum á brott. Því er frekar líklegt að vanmat sé á fjölda rekla vegna þess að sums staðar lágu reklar á jörðinni í kringum plönturnar. Þetta er mikil breyting á stofninum frá því sumarið

2004 þegar aðeins 2,6% birkiplantna báru rekla. Þá var talið að aðeins lítill hluti birkisins á sandinum hefði náð lágmarksstærð eða aldri til að blómgast (Bryndís Marteinsdóttir o.fl., 2007). Því má nú reikna með að margar plöntur í stofninum hafi náð lágmarksstærð og aldri til að blómgast. Niðurstöðurnar gefa því vísbendingu um að fræframleiðsla og fræregn stórauðist á næstu árum miðað við áratuginn á undan.

Fræframleiðsla var meiri á Skeiðarársandi en í Skaftafelli þar sem fjöldi rekla á trjám var miklu meiri á sandinum en í Skaftafelli. Auk þess báru reklarnir á sandinum fleiri fræ. Við nánari athugun mátti sjá greinilegan útlitsmun á milli fræja frá Skeiðarársandi og Skaftafelli. Í heildina litið voru fræ frá Skeiðarársandi mun fallegri, stærrri og með mikla og breiða vængi, þó vissulega væri einstaklingsmunur á milli plantna. Skaftafellsfræin aftur á móti reyndust minni og ljótari, samanskroppin, með litla eða enga vængi og virtust oft eins og hálfskemmd.

Spírun

Í rannsókn minni spíruðu 2,6% birkifræs frá Skeiðarársandi sem er talsvert betri árangur en í rannsókn sem gerð var á síðasta ári á sama svæði en þá spíruðu aðeins 0,7% birkifræs (Hiedl, 2009). Ýmsar ástæður geta verið fyrir lélegri spírun og frægæðum á Skeiðarársandi og má þar nefna skort á frjóregni, skiptingu milli fjárfestingar í vexti og æxlun og aðrar umhverfisaðstæður svo sem veðurfar.

Þó flest frjókorn birkiættkvíslarinnar dreifist innan lítils ríðis frá móðurplöntu eru til dæmi um dreifingarhæfni um langar vegalengdir, 55 km og allt að 600 km (Holm 1994). Ekki er þó vitað hvort frjókornin séu lífvænleg þegar þau lenda á fræni eftir svo langt ferðalag (Holm, 1994), og alls óvíst er hvort frjókornin yfir höfuð lendi á móttækilegu fræni (Crawley 1997). Þannig getur skortur á frjókornum og frjóregni á Skeiðarársandi verið hugsanleg ástæða fyrir lélegum frægæðum. Þar er þó verið að gera því skóna að fræþroski haldi áfram þótt engin frjóvgun hafi átt sér stað en tvöföld frjóvgun hjá blómplöntum (þ.e. samruni eggis og sæðisfrumu til að mynda tvílitna okfrumu annars vegar og hins vegar samruni tvíkjarna frumu hjá móður og kjarna frá föður til að mynda þrílitna fræhvítu) er alla jafna talin tryggja að ekki sé eytt orku og auðlindum í þroskun fræs nema frjóvgun hafi átt sér stað. Þekkt eru frávik frá þessari reglu en ekki hafa fundist heimildir um hvort þetta er þekkt innan birkiættkvíslarinnar.

Vegna mikils kostnaðar við æxlun og fræframleiðslu hjá plöntum á sér venjulega stað skipting milli fjárfestingar í vexti og æxlun, en slík skipting er líklega greinilegust í forðasnaudum búsvæðum. (Crawley, 1997). Hjá langlífum, fjölærum plöntum, eins og birki, er venjulega ekki fjárfest í æxlun fyrr en skilyrði afkomu hennar hafa verið uppfyllt, svo sem vöxtur, geymsla næringarefna og vörn gegn afráni. (Crawley, 1997). Þar sem spírunarhæfni birkifræs á Skeiðarársandi hefur aukist frá síðasta ári má ætla að plönturnar séu komnar langt með að uppfylla afkomuskilyrði sín og séu því nú farnar að fjárfesta meira í æxlun, þ.e.a.s. meiri fræframleiðslu ásamt meiri spírun frá því árinu áður. Aðrir þættir geta einnig spilað inn í meiri fræframleiðslu og spírun eins og veðurfar, en eins og áður segir hefur veðurfar áhrif á spírun birkis (Ása L. Aradóttir og Þröstur Eysteinnsson, 1994). Bæði sumrin 2008 og 2009 voru frekar mild og þurr framan af með vætutið seinnipart sumars en aðstæður í veðri gætu hafa verið hagstæðari fyrir spírun nú í sumar en í fyrra.

Ekki var marktæk fylgni á milli fjölda spíraðra fræja og hæðar plöntu eða fjölda rekla hennar. Það kemur nokkuð á óvart í ljósi þess að ætla mætti að hávaxnari plöntur, og þar af leiðandi eldri plöntur, bæru fleiri spírunarhæf fræ en þær minni og yngri. Einnig hefði ég búist við að plöntur með marga rekla ættu að öðru jöfnu mynda fleiri spírunarhæf fræ en sú var ekki raunin, heldur virtist það tilviljunarkennt hversu mikið fræ spíraði óháð fjölda rekla á plöntunni. Hugsanleg skýring á þessu gæti verið að úrtakið hafi verið of lítið eða jafnvel að spírunarhæf fræ sem voru tilbúin til dreifingar hafi fokið deginum áður. Einnig gæti verið að það hafi þurft að aldursgreina hverja birkiplöntu til að segja til um hvort hún hafi lifað það lengi að hún sé farin að fjárfesta í fleiri fræjum og spírun þeirra, þó að hæð plöntu gefi vissulega hugmynd um aldur hennar.

Í Skaftafelli spíruðu 53% fræja sem rannsökuð voru og telst það nokkuð góður árangur miðað við spírun á Skeiðarársandi. Valdar voru birkiplöntur af svipaðri hæð og af sandinum og því væntanlega á svipuðum aldri. Birkistofninn í Skaftafelli er miklu eldri og þroskaðri en á Skeiðarársandi og er birkið nú orðið lykiltegund í framvindu framan við Skaftafellsjökul sem endurspeglast í aukinni fræframleiðni.

Athyglisvert var að spírun á fræjum sem gengust undir kælimeðferð sýndu nánast alveg sömu niðurstöður og forspírunarfræin sem sett voru í spírun án þess að hafa gengist undir kælimeðferð. Niðurstöðurnar sýna því að kæling hafi svotil engin áhrif á spírun fræjanna hvorki frá Skeiðarársandi né Skaftafelli. Það að kælimeðferð hafi ekki borið árangur í

spírun gefur vísbendingu um að birkifræ á þessum svæðum geti spírað jafnt fyrir og eftir veturinn, þ.e. geti spírað án þess að fara í dvala. Spírun þessara fræja kann því að vera frekar háð ljóslotum sem leiðir til þess að þau spíri á vorin þegar dag tekur að lengjast en ekki á haustin þegar ljóslotan styttist.

Sum fræ, eins og birkifræ, eru ljósháð sem þýðir að þau byrja ekki að spíra fyrir en á vorin þegar daginn fer að lengja, eftir að hafa legið í dvala yfir kaldan veturinn (Baskin og Baskin, 1998).

Kímlitun

Af þeim fræjum sem ekki spíruðu var litað fyrir kíminu til að kanna lífvænleika fræjanna en efnalitun á fræjum er algengari aðferð en talning á spíruðum fræjum til að kanna lífvænleika þeirra (Vujanovic 2000). Fimm fræ af 100 lituðust ljósbleik, bleik eða rauð eftir kímlitun. Þessi fræ myndi ég telja lífvænleg enda var áferðin á fræhvítunni heilbrigðari og þéttari hjá þessum en þeim sem lituðust ekki. Í kímlitun reyndust tvö lífvænleg fræ af plöntu með einu spíruðu fræi, eitt lífvænlegt fræ var hjá annarri plöntunni með fleiri en fjögur spíruð fræ en ekkert lífvænlegt hjá hinni. Sitthvort fræið litaðist föllbleikt eða rautt á ógreinanlegum stöðum hjá plöntunum sem sýndu enga spírun fræja. Hin 95% fræjanna lituðust ekki og voru greinilega ekki lífvænleg. Af þessu má áætla að 5% þess fræs sem spíraði ekki hefði getað spírað við fullkomnar aðstæður eða ef þeim hefði verið gefin lengri tími til spírunar.

Lokaorð

Rannsókn mín leiddi í ljós að spírun birkisins á Skeiðarársandi hefur aukist frá því á síðasta ári úr 0,7% í 2,6% og á sama tíma hefur fræframleiðsla aukist. Samanborið við birkiplöntur af svipaðri hæð í Skaftafelli er spírunin þar miklu meiri þó fræframleiðslan sé minni. Breytileikinn á spírun þessara tveggja stofna er ef til vill falinn í erfðum en til að kanna það þyrfti að ráðast í samanburð á erfðafni þeirra. Þá væri gaman að fá samanburð á breytileika erfðafnis fjögurra helstu stofna birkis á svæðinu, það er frá Skeiðarársandi, Skaftafelli, Bæjarstaðarskóg og Núpstaðarskógi en með slíkri rannsókn væri hugsanlegt að ákvarða frá hvaða stofni birkið á Skeiðarársandi er komið.

Niðurstöðurnar benda til þess að fræregn sé ekki takmarkandi, a.m.k. ekki lengur, fyrir nýliðun birkisins á Skeiðarársandi því fræframleiðsla var með betra móti nú síðastliðið haust. Af því leiðir að ekki er hægt að rekja lélega spírun til sauðfjárbeitar á sandinum vegna þess að ef beitin væri mikil myndu rekjar líklega ekki myndast í jafn miklum mæli, heldur færi mestur kostnaður plantnanna í vöxt afbitinna plöntuhluta. Léleg frægæði gætu útskýrt lélega spírun og þá gæti skortur á frjóregni og það að frjókorn hafi ekki lent á fræni verið ástæða þess. Þannig geta frægæði verið léleg þó fræframleiðsla sé góð.

Þar sem birkið á Skeiðarársandi er enn á fyrstu stigum frumframvindu, og elstu plönturnar ennþá tiltölulega ungar, tel ég að spírunin eigi líklega eftir að aukast eftir því sem plönturnar eldast og vaxtarskilyrðum verður fullnægt. Kannski er hægt að segja það sama með birkið og flestar aðrar lífverur að á fyrstu æviárum eiga þau erfitt með fjölgun því fyrst þarf að huga að því að koma sjálfum sér á legg. Með áframhaldandi rannsóknnum á birkinu á Skeiðarársandi næstu árin verður vonandi hægt að ákvarða betur mynstur í spíruninni, enda er svæðið kjörinn staður til rannsókna á frumframvindu birkis.

Heimildir

- Ása L. Aradóttir og Þröstur Eysteinnsson. 1994. Birkifræ söfnun og sáning. Morgunblaðið 16. október 1994. Sótt 7. október 2009. Vefslóð: http://www.mbl.is/mm/gagnasafn/grein.html?grein_id=159163
- Baskin, C.C. and Baskin, J.M. 1998. *Seeds*. Academic Press, San Diego.
- Bryndís Marteinsdóttir, Kristín Svavarsdóttir og Þóra Ellen Þórhallsdóttir. 2005. Landnám birkis (*Betula pubescens*) á Skeiðarársandi. *Fræðaving landbúnaðarins 2005*: 316-318.
- Bryndís Marteinsdóttir, Kristín Svavarsdóttir og Þóra Ellen Þórhallsdóttir. 2007. Landnám birkis á Skeiðarársandi. *Náttúrufræðingurinn 75*: 123-129.
- Carlton, G.C. og Bazzaz, F.A. 1998. Regeneration of three sympatric birch species on experimental hurricane blowdown microsites. *Ecological Monographs 68* (1): 99-120.
- Cook, R. 1980. The biology of seeds in the soil. Bls 107-129 í *Demography and evolution in plant populations*. Ritstjóri O. Solbrig. University of California Press, Berkeley, Calif., USA.
- Crawley, M.J. 1997. *Plant Ecology*. 2.útgáfa. Blackwell Science, Oxford.
- Grabe, D.F, ritstýrði. 1970. *Tetrazolium Testing Handbook: for Agricultural Seeds*. Association of Official Seed Analysts.
- Harper, J.L. 1977. *Population biology of plants*. Academic Press, London.
- Harper, J.L., Williams, J.T. og Sagar, G.R. 1965. The behaviour of seeds in soil, Part I. The heterogeneity of soil surfaces and its role in determining the establishment of plants from seed. *Journal of Ecology 53*: 273-286.
- Helgi Björnsson. 2009. *Jöklar á Íslandi*. Opna, Reykjavík.
- Héraðsskógar. 2009. Sótt 7. desember 2009. Vefslóð: http://www.heradsskogar.is/index.php?option=com_content&task=view&id=35&Itemid=49

- Hester, A.J., Mirchell, F.J.G og Kirby, K.J. 1996. Effects of season and intensity of sheep grazing on tree regeneration in a British upland woodland. *Forest Ecology and Management* **88**: 99-106.
- Hiedl, M.M. 2009. Development of early successional populations of Mountain Birch (*Betula pubescens* Erh.) on Skeiðarársandur, Southeast Iceland. 60 ECTS project, University of Iceland.
- Hjörleifur Guttormsson og Oddur Sigurðsson. 1997. *Leyndardómar Vatnajökuls*. Fjöll og firnindi, Reykjavík.
- Holm, S.O. 1994. Reproductive variability and pollen limitation in three *Betula* taxa in northern Sweden. *Ecography* **17**: 73-81.
- Ingibjörg Ester Ármannsdóttir. 2009. Munnleg heimild.
- Kesara Anathawat-Jónsson. 2008. *Plöntulífeðlisfræði*. Verklegar æfingar. Háskólaprent, Reykjavík.
- Kofler, K. 2004. Large scale vegetation patterns on a sandur plain: a digital vegetation map of Skeiðarársandur derived from satellite imagery. MSc. Ritgerði frá Universitát Salzburg, Salzburg.
- Kristín Svavarsdóttir og Þóra Ellen Þórhallsdóttir. 2006. Sjálfræðsla Skeiðarársands. Hvað getur hún kennt okkur? *Fræðaging landbúnaðarins 2006*: 375-378.
- Marrero, P., Padilla, D.P., Valdés, F. og Nogales, M. 2007. Comparison of three chemical tests to assess seed viability: the seed dispersal system of the Macaronesian endemic plant *Rubia fruticosa* (Rubiaceae) as an example. *Chemoecology* **17**: 47-50
- Persson, Å. 1964. The vegetation at the margins of the receding glacier Skaftafellsjökull, Southeastern Iceland. *Botaniska Notiser* **117**: 323-354.
- Pollock, M.L., Milner, J.M., Waterhouse, A., Holland, J.P., & Legg., C.J. 2005. Impacts of livestock in regenerating upland birch woodlands in Scotland. *Biological Conservation* **123**: 443-452.
- Reyes, O., Casal, M. og Trabaud, L. 1997. The influence of population, fire and time of dissemination on the germination of *Betula pendula* seeds. *Plant Ecology* **133**: 201-208.

Sigurður Björnsson. 2003. Skeiðarársandur og Skeiðará. Náttúrufræðingurinn 71: 120-128.

Sigurður H. Magnússon og Borgþór Magnússon. 1988. Þættir um vistfræði birkis og not þess í landgræðslu, bls 97-108 í: Græðum Ísland, Landgræðslan 1988. Ritstj. Andrés Arnalds og Anna Guðrún Þórhallsdóttir. Landgræðsla ríkisins, Gunnarsholti.

Sigurður Þórarinsson. 1974. *Vötnin stríð: Saga Skeiðarárhlaupa og Grímsvatnagosa*. Prentsmiðjan Oddi, Reykjavík.

Vujanovic, V., St-Arnaud, M., Barabé, D. og Thibeault, G. 2000. Viability testing of Orchid seed and the promotion of colouration and germination. *Annals of Botany* 86: 79-86.

