



Augasteinn vorsins

Þroskun og spírun lambagrass (*Silene acaulis L*) við tvennar ólíkar umhverfisaðstæður á Íslandi

Heiðdís Snorradóttir



**Líf- og umhverfisvísindadeild
Háskóli Íslands
2015**

Augasteinn vorsins

Þroskun og spírun lambagrass (*Silene acaulis* L) við tvennar
ólíkar umhverfisaðstæður á Íslandi

Heiðdís Snorradóttir

12 eininga ritgerð sem er hluti af
Baccalaureus Scientiarum gráðu í Líffræði

Leiðbeinandi
Þóra Ellen Þórhallsdóttir

Líf- og umhverfisvísindadeild
Verkfræði- og náttúruvísindasvið
Háskóli Íslands
Reykjavík, Febrúar 2015

Augasteinn vorsins. Proskun og spírun lambagrass (*Silene acaulis* L) við tvennar ólíkar umhverfisaðstæður á Íslandi.

12 eininga ritgerð sem er hluti af *Baccalaureus Scientiarum* gráðu í líffræði

Höfundarréttur © 2015 Heiðdís Snorradóttir
Öll réttindi áskilin

Líf- og umhverfisvísindadeild
Verkfræði- og náttúruvísindasvið
Háskóli Íslands
Sturlugötu 7
101 Reykjavík

Sími: 525 4000

Heiðdís Snorradóttir, 2015, Augasteinn Vorsins. Spírunareiginleikar Lambagrass (*Silene acaulis* L) við tvennar ólíkar umhverfisaðstæður á Íslandi, BS ritgerð, Líf- og umhverfisvísindadeild, Háskóli Íslands, 21 bls.

Prentun: Háskólaprent
Reykjavík, Febrúar 2015

Efnisyfirlit

Efnisyfirlit	iii
Myndaskrá	iv
Töfluskrá	iv
Þakkir	v
Útdráttur	vi
Abstract	vii
1 Inngangur	1
2 Aðferðir	3
2.1 Rannsóknarsvæði	3
2.2 Veðurfar	3
2.3 Gagnasöfnun	4
2.4 Flokkun fræja eftir þroskastigi	4
2.5 Spírunarpróf	5
3 Niðurstöður	6
3.1 Fræframleiðsla lambagrass	6
3.2 Spírunarhæfni lambagrass	7
4 Umræður	9
Heimildir	11

Myndaskrá

Mynd 1 Yfirlitskort af Íslandi sem sýnir rannsóknarsvæðin tvö, Húsavík og Snæfell	3
Mynd 2 Meðalsumma (°C) úr sólahringsmælingum á veðurathugunarstöðvunum á Hólmavík og Kárahnjúkum frá 1. maí til 31. ágúst 2014. Með því að skoða þunnu svörtu línurnar (<i>e. trend lines</i>) má sjá hvernig hitinn þróast yfir sumarið. Hér sést að það er alltaf heitara á Húsavík en á Snæfelli	4
Mynd 3 Spírunarprósenta af heildarfjölda lambagrasfræja plantna á Húsavík og Snæfelli sumarið 2014.	7
Mynd 4 Spírunarhraði fræja frá Húsavík og Snæfelli. X-ásinn sýnir daga talninga frá degi 1 þann 8. okt til dags 6 þann 28. okt og fjölda fræja frá degi 1 til dags 6 fyrir viðkomandi rannsóknarsvæði. Fjöldi spíraðra fræja er sýndur á y-ás.....	7
Mynd 5 Munur á heildarfjölda spíraðra fræja af heildarfjölda fullþroska fræja hverrar plöntu frá Snæfelli og Húsavík.....	8

Töfluskrá

Tafla 1 Þroskastig fræja lambagrass við Húsavík (10 m.h.y.s) og Snæfell (800 m.h.y.s) skiptast niður í fullþroska, hálfþroska eða vanþroska eftir sitt hvoru rannsóknarsvæðinu.....	6
---	---

Þakkir

Leiðbeinanda mínum Þóru Ellen Þórhallsdóttur fyrir ómetanlega aðstoð. Stefáni Karli Snorrasyni fyrir dygga aðstoð við tölfræðiúrvinnslu. Einnig vil ég þakka Jóhannesi úr Kötlum fyrir fallegt ljóð sem lýsir lambagrasinu svo vel

Útdráttur

Markmið þessarar rannsóknar var að kanna samband lofthita og umhverfis á þroskun og spírun lambagrasfræja. Lofthiti á jörðinni er að hækka vegna aukinna gróðurhúsaáhrifa og áhrif á lífverur um allan heim eru orðin greinanleg. Áhrif hitastigs á hina ýmsu viðkvæmu þroskunarferla í lambagras (*Silene acaulis* L) hafa verið skoðuð og þá sérstaklega í sambandi við loftslagsbreytingar og hlýnandi loftslag. Lambagras (*Silene acaulis* L) hentar því vel til rannsókna er varða þroskunarferla því allir ferlar hjá því taka stuttan tíma, meðal annars spírun. Verkefnið er hluti af stærra rannsóknarverkefni SÓLEY sem hófst árið 2008. Gagnasöfnun fór þannig fram að lambagrasfræ upprunnin frá tveimur mismunandi rannsóknarsvæðum á Íslandi voru talin og flokkuð og voru fullþroska heilbrigð fræ síðan spírunarprófuð. Niðurstöður gáfu til kynna að marktækur munur sé á milli fjölda fullþroska fræja með tilliti til staðsetningar rannsóknarsvæðanna tveggja. Spírunarprósenta hækkar við aukinn lofthita og marktækur munur er á milli rannsóknarsvæðanna tveggja. Hægt er að segja með vísu að veðurfar sé greinilega að hafa áhrif á þroskun og spírunareiginleika lambagrasfræja á Íslandi. Líklega er þó frekari rannsókna á spírunareiginleikum þörf með þá mun stærra úrtaki.

Abstract

The aim of this study was to measure how temperature and environment affects the seeds of *Silene acaulis* L. Climate change is occurring all over the world and is affecting all living organisms. Warmer climate is predicted to have major effects on developmental processes in all kinds of plants including the Icelandic widespread plant *Silene acaulis* L. This thesis is a part of a bigger project SÓLEY which started in 2008. Seeds of *Silene acaulis* L originating from two different areas of Iceland were sorted and counted, germination was then tested with healthy seeds. The conclusion was that *Silene acaulis* L is being affected by temperature and environmental effects and that there is a significant difference between the two areas. Further studies with possibly larger sample will be needed but it is obvious that warmer climate in the next decades will probably have great effects on these plants.

1 Inngangur

Fyrsta jurt vorsins (Lambagras (*Silene acaulis* L))

*Augasteinn vorsins, lambagrasíð litla,
löngum í draumi sá ég þig í vetur.*

*Guði sé lof, að líf þitt blómstrar aftur,
líkt þeirri von sem aldrei dáíð getur.*

*Vorið í dalnum opnar hægt sín augu,
-yljar á ný með vinabrosi ljúfu.*

*Eins og þá barnið rís af rökkursvefni,
rauðhvítar stjörnur ljóma á grænnu þúfu.*

(eftir Jóhannes úr Kötlum)

Lambagras (*Silene acaulis* L.) er jurtkennd planta af hjartagrasaætt (*Caryophyllaceae*). Aldinmyndun á sér stað í litlum hluta blómsins neðst í frævunni, í eins konar bikar og vaxa blómin á ávöllum, hálfkúlulaga þúfum (Hörður Kristinsson, 2010). Blóm lambagras eru yfirleitt *gynodioecious*, sem vísar til stofns planta með kven- eða tvíkynja plöntur (Desfeux o.fl. 1996). Þúfurnar eru um 15–40 sm í þvermál og blómgast oftast frá maí og fram í júní (Hörður Kristinsson, 2010). Þetta er harðgerð planta sem breiðir úr sér um land allt, en hún telst til mela- og sandgróðurs. Lambagras er með langa og svera stólparót, sem gerir henni kleyft að lifa við þurrar aðstæður (Hjálmar R. Bárðarson, 1999). Plöntur, þá meðal annars lambagras, innihalda í aldini sínu þrjú þroskastig fræja; fullþroska, hálfþroska og vanþroska (*e. aborted seeds*) sem vísar til þess hversu langt þau hafa komist í þroska. Fullþroska fræin má þekkja á því að þau eru fallega nýrnalaga og vel fyllt, ýmist rauðbrún eða ljósbrún að lit einnig er fræskurnin vel hörð og hrjúf og svipar til lárperu (*e. avocado*) í útliti. Hálfþroska fræin eru krumpuð og samanskroppin og töluvert minni en þau fullþroska. Einnig virðast þau vera glær og tómleg. Vanþroska fræin eru síðan ennþá minni en hinar gerðirnar tvær en þekkjast á svörtum hring efst hjá fræopinunni, þau eru alveg saman skroppin og einungis brotabrot af stærð þeirra fullþroska.

Lofthiti á jörðinni er að hækka vegna vaxandi styrks gróðurhúsalofttegunda og áhrif á náttúruna um allan heim eru orðin vel merkjanleg (Veðurstofa Íslands, 28. Jan, 2015; IPCC 2014). Skýrsla sem Milliríkjanefnd Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar (IPCC) gaf síðast út í mars árið 2014 gerir greinagóð skil á því hversu mikið er vitað um þessar breytingar. Talið er að áhrif megi nú þegar greina á náttúruna en umdeilt er hvort búast megi frekar við jákvæðum eða neikvæðum áhrifum, þá sérstaklega á köldum svæðum eins og t.d. á Íslandi. (Veðurstofa Íslands, 28. Jan, 2015; IPCC 2014). Vitað er að loftslagsbreytingar hafa áhrif á blómgun plantna (Guðrún L. Pálmadóttir, 2012). Ljóst er að þær hafa áhrif á viðkvæma þroskunarferla í jurtkenndum plöntum. Það sem vantaði hinsvegar í framhaldi af fyrrgreindri ritgerð Guðrúnar L. Pálmadóttur (2012) var að kanna hver áhrifin væru á plöntunar og fræin sem þær þroska.

Rannsókn sem Milbau ofl. (2009) gerðu tengdri spírún fræja upprunin á köldum svæðum (*e. subarctic regions*), skoðaði einmitt sambandið milli lofthita og spírúnareiginleika fræja. Snjóþekan er talin staldra við styttra við á köldum svæðum í kjölfar loftslagsbreytinga sem og hækkun hitastigs á spírúnartímabili plantanna. Lambagras (*Silene acaulis L*) var ein þeirra tegunda sem Milbau ofl. (2009) prófuðu. Milbau o.fl. (2009) beyttu fyrst kuldameðferð (*e. cold stratification*) og því næst hitameðferð (*e. warm incubation*). Kuldameðferð líkti eftir snjóþekunni sem liggur yfir á ákveðnum árstíma og hitameðferðin líkti eftir hitastigi í mold við spírún plantnanna á ákveðnum árstíma. Allar hitabreytingar voru eins líkar náttúrulegum aðstæðum og hægt var (Milbau ofl. 2009). Niðurstöður rannsóknar Milbau o.fl (2009) gáfu til kynna að spírúnarþróenta hækkaði sem og hraði spírunar við styttri kuldameðferð og aukna hitameðferð.

Meginmarkmið minnar rannsóknar var að kanna hver fræframleiðsla hvernar plöntu væri sem og að prófa spírúnareiginleika fullþroska heilbrigðra fræja. Einnig var kannað hvort staðsetning lambagrass skipti máli í sambandi við lofthita og hæðar yfir sjávarmáli (m.y.s). Enn fremur var kannað hvort marktækan samanburð mætti sjá á milli tveggja fyrirfram ákveðinna rannsóknarsvæða. Til samanburðar voru ólíkir sýnatökustaðir valdir, sveitabærinn Húsavík nærri Hólmavík á Ströndum í um 10 metra hæð yfir sjávarmáli (m.h.y.s.) og Snæfell í um 800 m.h.y.s. Spírúnarpróf gefa tækifæri til að einangra eiginleika eins og spírunarhæfni og útiloka áhrif umhverfis eins mikið og mögulegt er.

Eftirfarandi rannsóknarspurningum var varpað fram:

1. Má sjá marktækan mun á milli rannsóknarstaða með tilliti til fræframleiðslu og spírunarhæfni fræjanna?
2. Hvað gæti haf áhrif á spírunarhæfni og fjölda þeirra mismunandi fræja sem planta býr til?

Til að svara þessum spurningum voru tvær tilgátur settar fram, í fyrsta lagi þá er búist við meiri spírunarhraða fræja frá Húsavík en frá Snæfelli. Í öðru lagi er búist við hærri spírunarþróentu frá Húsavík en frá Snæfelli.

2 Aðferðir

2.1 Rannsóknarsvæði

Rannsóknarsvæðin voru tvö (mynd 1), annað liggur við sveitabæinn Húsavík á vesturströndum Hólmavíkur í um 10 m.h.y.s. en hitt rannsóknarsvæðið er í hlíðum Snæfells sem er hæsta fjall Íslands utan jökla. Það er staðsett norðan við Vatnajökul og austan við Kárahnjúka. Rannsóknarsvæðið sjálft er í um 800 m.h.y.s.

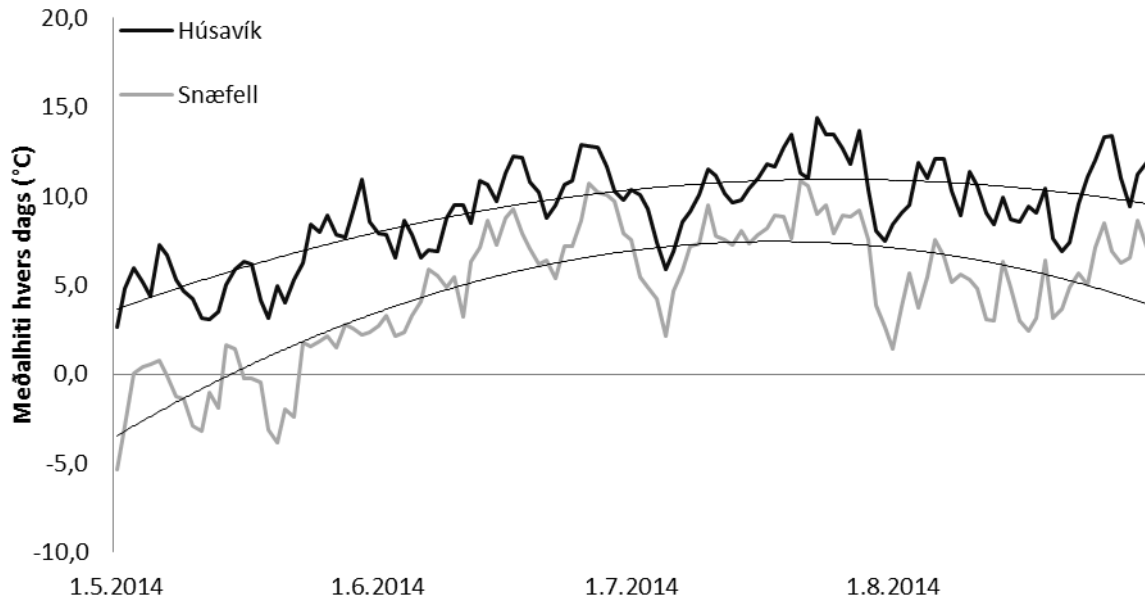


Mynd 1 Yfirlitskort af Íslandi sem sýnir rannsóknarsvæðin tvö, Húsavík og Snæfell

2.2 Veðurfar

Haft var samband við Guðrúnu Gísladóttur á Veðurstofu Íslands og fengin frá henni gögn um veðurfar á rannsóknarsvæðunum tveimur á tímabilinu 1. maí til 31. ágúst 2014. Gögnin voru frá tveimur sjálfvirkum veðurathugunarstöðvum sem næst voru rannsóknarsvæðunum. Önnur var staðsett á Hólmavík í 10 m.h.y.s. (Veðurstofa Íslands, 20. janúar, 2015) og um það bil 6,5 km frá Húsavík. Hin var staðsett við Kárahnjúka í um 639 m.h.y.s (Veðurstofa Íslands, 20. Janúar, 2015) og um það bil 19 km frá Snæfelli (Landmælingar Íslands, 28. Janúar, 2015). Aldin frá Snæfelli voru hins vegar tínd í 800 m.h.y.s og þurfti því að leiðrétta lofthitastær frá veðurathugunarstöð Kárahnjúka. Samkvæmt munnlegum heimildum frá Guðrúnu mátti gera ráð fyrir lækkingu á hitastigi um 0,65°C á hverja 100 m.h.y.s. Lofthitastær frá Kárahnjúkum voru því lækkaðar um u.þ.b. 1°C til að fá mat á hita í 800 m.h.y.s á Snæfelli.

Heitara er á Húsavík en á Snæfelli yfir allt sumarið en hitinn er að meðaltali yfir 2°C sama á hvaða tíma sumars lítið er á. Hitamuninn má sjá á mynd 2 á myndrænan hátt. Með því að sýna meðalsummu hvers dags á grafi er hægt að finna út hvernig hitastigið þróast yfir sumarið með svokölluðum þróunarlínum (e. *trendlines*). Þegar lítið er á þessa þróun kemur skýrt fram að hitastigið á Húsavík er alltaf hærra en á Snæfelli.



Mynd 2 Meðalsumma (°C) úr sólahringismælingum á veðurathugunar-stöðvunum á Hólmanvík og Kárahnjúkum frá 1. maí til 31. ágúst 2014. Með því að skoða þunnu svörtu línurnar (e. *trend lines*) má sjá hvernig hitinn þróast yfir sumarið. Hér sést að það er alltaf heitara á Húsavík en á Snæfelli

2.3 Gagnasöfnun

Gagnasöfnun fór þannig fram að aldinum af lambgrasi var safnað frá rannsóknarsvæðunum tveimur síðla sumars 2014. Þann 15. ágúst var aldinum safnað á Húsavík af Hafdísí Sturlaugsdóttur og voru valdar þær 10 kvenplöntur sem fyrst blómguðust innan rannsóknarsvæðisins. Af hverri plöntu var safnað 5 aldinum, hverju í sitt sýnatökuglas. Þann 30. ágúst var aldinum safnað á Snæfelli af Guðmundi Inga Guðbrandssyni. Valdar voru þær plöntur sem ekki voru búnar að dreifa fræjum. Tíu plöntur voru síðan valdar handahófskennt úr því úrtaki og safnað 5 aldinum af hverri.

2.4 Flokkun fræja eftir þroskastigi

Talning og flokkun fræja í fullþroska, hálfþroska og vanþroska var mikilvægt stig í rannsókninni. Ekki var þetta einungis undirbúningur fyrir spírunarprófið sjálft heldur voru þetta mikilvægar upplýsingar um gæði hvers einasta aldins. Talning fór fram á rannsóknarstofu við Háskóla Íslands undir handleiðslu Þóru Ellenar Þórhallsdóttur og voru talin öll fræ úr hverju aldini frá báðum rannsóknarsvæðum. Sýnum var hellt varlega á petrískál og þau greind undir víðsjá í 3,2x stækkun, þar sem hálfþroska- og vanþroska fræin voru of lítil til að greina með berum augum. Mikinn stærðarmun mátti greina á hálfþroska og fullþroska fræjum.

Pinsetta var notuð til að opna aldinin og litlum málningarpensli beitt við að taka fræin upp og setja í þar til gerð sýnatökuglös. Sýnum voru gefin númer sem gáfu til kynna; staðsetningu rannsóknarsvæðis (1 fyrir Húsavík og 2 fyrir Snæfell), plöntunúmer, aldinnúmer (1-5) og síðan hólfanúmer (1-4) á petrískálum. Þannig mátti rekja í gegnum alla tilraunina um hvaða aldin var að ræða hverju sinni.

2.5 Spírunarpróf

Spírunarpróf fór fram í spírunarkassa með flúrlömpum sem stilltir voru á 16 klukkustunda ljóslotu frá klukkan 8:00-24:00. Í kassanum eru glerplötur með jafnstórum bilum á milli og liggja þær jafnt um kassann. Þar til gerðar skálar voru lagðar ofan á, filterstrimlar voru þræddir í gegnum þar til gerðar skálar og náðu þeir í gegnum bilin um 0,5sm ofan í vatnsborðið og var filterpappír síðan settur ofan á. Þannig var það tryggt að nægur raki væri til staðar fyrir fræin. Hver skál var hólfuð í fjögur jafnstór hólf út frá miðju og hvert hólf merkt eftir sýnanúmeri. Þótt það væri ekki vitað fyrir vissu fyrirfram, þá gátu verið misgóðar aðstæður innan kassans sem var notaður í tilrauninni. Skálunum var því raðað á handahófskenndan (*e. random*) hátt um spírunarkassa til að útiloka að misræmi í aðstæðum innan kassans myndi hafa áhrif á niðurstöðurnar. Mest voru 5-6 fræ sett í hvert hólf til að hvert þeirra fengi sitt pláss til að spíra. Aðeins fullþroska heilbrigð fræ voru sett í spírunarpróf, alls 301 Húsavík og 277 frá Snæfelli. Talning hófst um 6 dögum eftir að spírunartilraunin hófst. Talið var með með 2-7 daga millibili þar sem millibilið fór vaxandi eftir því sem lengra dró í tilrauninni. Í lok talningar hvers dags voru gögnin skráð í Excel skjal og spíruð fræ fjarlægð jafnóðum. Í hvert skipti sem talið var, var spírunarkassinn tæmdur af vatni og látið renna í gegnum hann til að sporna við þörungagróðri. Tilraunin stóð í 28 daga en þá hafði ekki bæst við spírað fræ í 2 daga.

3 Niðurstöður

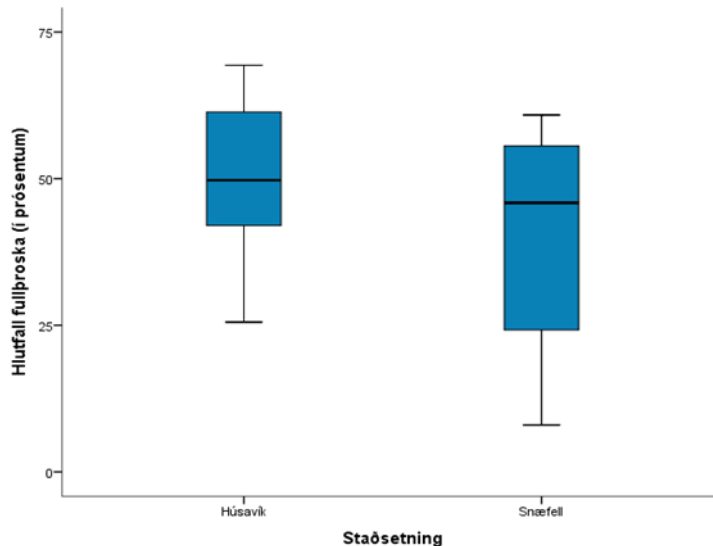
3.1 Fræframleiðsla lambagrass

Töluverðan stærðarmun mátti sjá á milli þroskunarstiganna þriggja, fullþroska fræ voru stærst og greinanleg með berum augum. Hálfþroska fræin voru um helmingi minni og greinanleg með berum augum á meðan vanþroska voru illgreinanleg og aðeins brotabrot af stærð þeirra fullþroska. Alls voru talin 1.240 fræ (fullþroska, hálfþroska og vanþroskuð (*e.aborted*) af lambagrasi, 614 frá Húsavík og 626 frá Snæfelli. Þar af voru 316 fullþroska, 33 hálfþroska og 265 vanþroska fræ frá Húsavík, og 291 fullþroska, 38 hálfþroska og 297 vanþroskuð fræ frá Snæfelli (sjá töflu 1).

Tafla 1 Þroskastig fræja lambagrass við Húsavík (10 m.h.y.s) og Snæfell (800 m.h.y.s) skiptast niður í fullþroska, hálfþroska eða vanþroska eftir sitt hvoru rannsóknarsvæðinu.

	Fullþroska		Hálfþroska	Vanþroska	Heildarfjöldi fræja
	Heilbrigð	Sýkt			
Húsavík	301 (49,0%)	15 (2,4%)	33 (5,4%)	265 (43,2%)	614
Snæfell	278 (44,4%)	13 (2,1%)	38 (6,1%)	297 (47,4%)	626

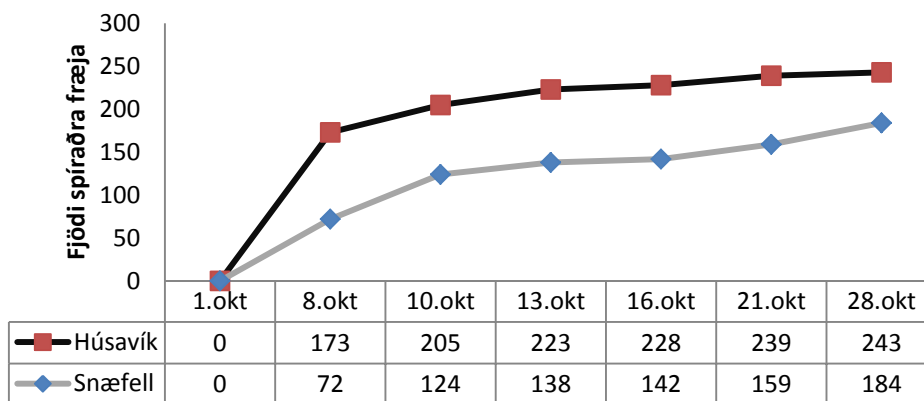
Frá Húsavík voru fullþroska fræ samtals 51,4% af heildarfjölda fræjanna en frá Snæfelli voru fullþroska fræ samtals 45,5%. Þegar þessar upplýsingar voru settar upp í kí-kvaðrat kom í ljós að munurinn var upp á 4,98% sem er marktækt þar sem $\chi^2(df=1)=3,08$, $p<0,05$. Í spírunartilrauninni sjálfri var hins vegar eingöngu notast við heilbrigð fullþroska fræ. Grunur var að sveppasýking hefði gert var við sig í 15 fullþroska fræjum frá Húsavík og 13 fullþroska fræjum frá Snæfelli og þau því fjarlægð áður en spírunarpróf hófst. Þetta þýðir að Húsavík gaf af sér 49,0% heilbrigð fullþroska fræ og Snæfell 44,4%. Þrátt fyrir mun upp á 4,61% var munurinn milli þessara prósentu ekki marktækur þar sem $\chi^2(df=1)=2,65$, $p>0,05$. Breytileikinn milli plantna innan hvers rannsóknarsvæðis var þó töluverður líkt og mynd 3 gefur til kynna.



Mynd 3 Spírunarprósenta af heildarfjölda lambgrasfræja á Húsavík og Snæfelli sumarið 2014.

3.2 Spírunarhæfni lambgrass

Frá Húsavík spíruðu að lokum 243 af 301 heilbrigðum fullþroska fræjum sem fóru í spírunarprófið eða um 80,4%. Frá Snæfelli spíruðu 184 af 278 heilbrigðum fullþroska fræjum sem jafngildir 66,2%. Marktækur munur upp á 14,2% var á milli fjölda spíraðra fræja frá sittthvoru rannsóknarsvæðinu þar sem ($\chi^2(df=1)=15,79$, $p<0,001$). Húsavík skilaði því fleiri spíruðum fræjum en Snæfelli.



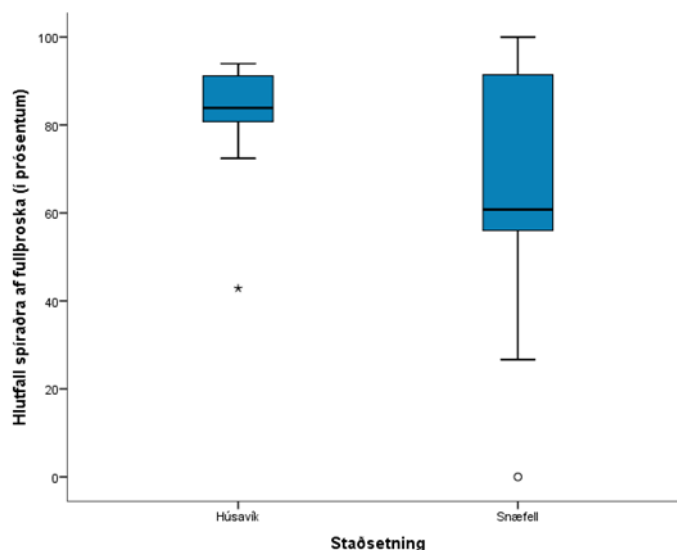
Mynd 4 Spírunarhraði fræja frá Húsavík og Snæfelli. X- ásinn sýnir daga talninga frá degi 1 þann 8. okt til dags 6 þann 28. okt og fjölda fræja frá degi 1 til dags 6 fyrir viðkomandi rannsóknarsvæði. Fjöldi spíraðra fræja er sýndur á y-ás.

Á mynd 4 má sjá spírunarhraðan í tilrauninni milli svæðanna tveggja. Þar sést að fræin frá Húsavík eru fljóttari að taka við sér og helst munurinn marktækur alveg fram á seinasta talningardag þann 28. október 2014.

Munur á heildarfjölda spíraðra fræja af heildarfjölda fullþroska fræja hvefrrar plöntu frá Snæfelli og Húsavík er sýndur á mynd 5. Tíu plöntur voru frá hvoru svæði fyrir sig og var spírunarprósenta fullþroska fræja reiknuð út. Sterkar vísbendingar eru um að það séu frávillingar (*e. outliers*) til staðar við framkvæmd rannsóknarinnar, ein planta frá hvorum stað. Voru þessir frávillingar skoðaðir nánar til að ákvarða hvort ætti að fjarlægja þá úr gögnunum.

Ef litið er á plöntur frá Snæfell þykir mjög áhugavert að 0% fræja hafi spírast frá einni plöntu og 100% fræja í annarri plöntu. Við nánari skoðun kom í ljós að aðeins 2 fullþroskuð fræ voru notuð frá fyrri plöntunni og 1 fullþroskað fræ frá þeirri seinni. Við nánari athugun höfðu þessar tvær plöntur hverfandi áhrif á lokaniðurstöður rannsóknarinnar og því ekki fjarlægðar sérstaklega úr gögnunum.

Frávillingurinn hjá Húsavík er einnig áhugaverður en ekki tókst sérstaklega að sjá hvers vegna spírurinn var svona óeðlilega lág miðað við hinar plönturnar. Prófað var að fjarlægja þessa plöntu úr gögnunum en áhrifin voru ekki mikil, þar sem að munurinn milli staðanna var þegar marktækur. Þar sem ekkert bendir til þess að spírurinn sé það einkennileg að um óeðlilegt gildi sé að ræða og að plantan sjálf hafi ekki áhrif á lokaniðurstöðu tilraunarinnar var ákveðið að fjarlægja hana ekki úr gögnunum.



Mynd 5 Munur á heildarfjölda spíraðra fræja af heildarfjölda fullþroska fræja hvefrrar plöntu frá Snæfelli og Húsavík.

4 Umræður

Úrtakið var heldur lítið og einnig var ólíkum aðferðum beitt við sýnasöfnun. Þó var það ekki talið minnka marktækni niðurstaðnanna. Þegar lítið er á frætalningu og spírunarprósentu fullþroska fræja er ekki hægt að segja að staðsetning hafi þar bein áhrif á heildarfjölda fræja hjá plöntunum. Ekki var teljanlegur munur á prósentu hálfþroskaðra fræja hvað þá vanþroskaðra. Almennt má þó sjá á frætalningu að prósentu vanþroska fræja er yfirleitt svipuð milli plantna óháð staðsetningu. Líklega þarf þó að hafa úrtakið stærra í frekari rannsóknum til að fá nákvæmari niðurstöður. Tvær plöntur hjá Snæfelli voru með einungis 1-2 fræ að meðaltali, en annars höguðu þær sér mjög svipað og plöntur frá Húsavík. Húsavíkurplönturnar framleiddu að meðaltali færri fræ miðað við heildarfjölda fræja, en þær framleiddu fleiri fullþroska, færri hálfþroska og sköpuðu færri vanþroskuð fræ. Loftslagsbreytingar eru því ólíklegar til að hafa áhrif beint á frjóvgun eggbúanna sjálfra, en hugsanlega gætu þær haft áhrif á frægæði eins og kom fram í spírunartilrauninni.

Spírunarhraði var breytilegur á milli svæða og greinilegt að staðsetning sem og hitastig sérstaklega skipta þar máli. Fræin frá Húsavík spíruðu mun fyrr en frá Snæfelli og höfðu tvöfalt fleiri fræ spírað þegar vika var liðin á tilraunina. Sama hvaða dag var talið var spírunarprósentan alltaf hærra hjá fræjum frá Húsavík. Hægt er að draga þá ályktun að það séu meiri líkur á því að fræ spírast á Húsavík en á Snæfelli. Þetta hefur með sér ýmsa kosti, þar sem því fyrr sem fræ spíra því meiri líkur eru á útbreiðslu plöntunnar sjálfrar. Breytileiki milli plantna frá Snæfelli er mun meiri en frá Húsavík sem þýðir að það er ófyrirsjáanlega hvort að fræin frá Snæfelli spírast eða ekki.

Sé horft til áhrifa lofthita á spírunareiginleika lambagrass þá er hægt að telja að samband sé þarna á milli (Veðurfarsyfirlit sumar, 2014). Niðurstöðurnar gefa til kynna að fræ upprunin úr mildari umhverfisáðstæðum spíri mun fyrr og hraðar en fræ úr kaldari. Þó er ekki ljóst hvort þetta skiptir máli til langs tíma lítið þar sem minni munur var á fjölda spíraðra en búist var við í upphafi eða um 14%. Engu að síður er þetta marktækur munur og gefur sterklega til kynna einhverskonar breytileika á spírunareiginleikum lambagrasfræja frá mismunandi rannsóknarsvæðum. Rannsókn sem Cummins og Miller (2002) framkvæmdu leiddi í ljós að lágt hitastig hafði í raun hamlandi áhrif á þroskun og spírun fræja (Cummins og Millier. 2002; Fenner og Thompson, 2005). Þroskun fræja og spírun haldist í raun í hendur og þær plöntur sem áhrif loftslagsbreytinga hafa jákvæð áhrif á, muni hafa aukna hæfni (e. fitness) (Cummins og Miller. 2002; Fenner og Thompson, 2005). Rannsókn sem Stenstrom o.fl. (1997) framkvæmdu sýndi fram á aukna samkeppni milli tegunda sem sýna sterkari svörun í kjölfar loftslagsbreytinga. Hvort hlýnandi loftslag á Íslandi og í heiminum öllum gæti haft þau áhrif að tegundaauðgi eigi í raun eftir að minnka er enn óljóst (Stenstrom o.fl. 1997; Fenner og Thompson, 2005).

Rannsókn sem Guðrún L. Pálmadóttir, (2012) framkvæmdi um áhrif loftslagsbreytinga á blómgun lambagrass styður þá staðhæfingu að hækkað hitastig hafi áhrif á þroskunarfræðilega eiginleika hjá plöntu eins og t.d. spírunarhraða. Plöntur blómgudust fyrr við mildari aðstæður og má ætla að með auknum hitafarsbreytingum þá muni hækkað hitastig bæði hafa áhrif á blómgun sem og spírun lambagrass. Lambagrass er með töluverða útbreiðslu og er harðgerð planta (Hjálmar R. Bárðarson, 1999), sem einnig er fljót að spíra og allt eru þetta eiginleikar sem hækkað hitastig kyndir undir. Líklega munu því loftslagsbreytingar hafa jákvæð áhrif á spírunarhæfni lambagrass á Íslandi (Wagner og Mitterhofer, 1998; Fenner og Thompson, 2005).

Rannsókn Milbau ofl (2009) styður niðurstöður þessarar rannsóknar og gefur til kynna að lofhiti sem og snjóþeka spila stóran þátt á spíruneiginleika lambagrass. Milbau ofl. (2009) sýndu að hækkað lofthiti í kjölfar loftslagsbreytinga myndi ekki einungis leiða til aukins fjölda spíraðra fræja, heldur einnig flýta fyrir spírun. Rannsóknin gefur hugmynd um hver áhrif gætu verið á lambagrasið á Íslandi, við mikinn snjóþunga að vetri til í lengri tíma en áður sem og aukinn lofthiti á meðan spírun stendur.

Vert er að hafa í huga að aðstæður á rannsóknarstofunni sem notast var við voru eins og best verður á kosið fyrir spírun plantanna og því ekki fyllilega sambærilegar umhverfinu sem plönturnar komu úr. Einungis er verið að prófa spírunarhæfni fræfakvæma við bestu mögulegu aðstæður. Mögulegt er að aðstæður á rannsóknarstofunni séu í raun of góðar miðað við heimahaga og fræin séu að flýta sér óvenju mikið af stað vegna þess að aðstæður eru óvenju góðar.

Heimildir

- Cummins, R. P. og Miller, G. R. 2002. Altitudinal gradients in seed dynamics of *Calluna vulgaris* in eastern Scotland. *Journal of Vegetation Science* 13, 859-866.
- Desfeux, C., Maurice, S., Henry, J. P., Lejeune, B., og Gouyon, P. H. 1996. Evolution of reproductive systems in the genus *Silene*. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 263(1369), 409-414.
- Fenner og Thompson. 2005. The Ecology of Seeds. 1. útgáfa. Bls. 132. *The Edinburgh building, Cambridge CB2 2 RU, UK*
- Guðrún L. Pálmadóttir, 2012. Áhrif loftslagsbreytinga á þroskunarferli plantna – Samanburður á blómgunartíma tveggja heimskautaplantna í mismikili hæð við Snæfellsjökul. Ritgerð til MS-prófs, Líf- og umhverfisvísindadeild Háskóla Íslands, Reykjavík. *Háskólaprent, Reykjavík maí 2012.*
- Hjálmar R. Bárðarson, 1999. Íslenskur gróður. *Hjálmar R. Bárðarson, Reykjavík 1999.*
- Hörður Kristinsson. 2010. Íslenska plöntuhandbókin - Blómplöntur og byrkningar. 3. útg. *Mál og menning, Reykjavík 2012.*
- IPCC, 2014: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (ritsjóri)]. *Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, bls. 1-32.*
- Landmælingar Íslands, sótt 28. Janúar 2015 af: <http://atlas.lmi.is/ornefnasja/>
- Milbau, B.J. Graae, A. Shevtsova og I. Nijss 2009. Effects of a warmer climate on seed germination in the subarctic. *Annals of Botany* 104: bls. 287-296.
- Stenstrom, M., Gugerli, F. og Henry, G. H. R. 1997. Response of *Saxifraga oppositifolia* L. to simulated climate change at three contrasting latitudes. *Global Change Biology* 3, bls. 44-54.
- Veðurfarsyfirlit sumarið 2014 Guðrún Þórunn Gísladóttir, sérfræðingur í úrvinnslu veðurgagna, gudrun@vedur.is, hjá Veðurstofu Íslands, 2014.
- Veðurstofa Íslands, Sótt 29. Janúar 2015 af: <http://www.vedur.is/loftslag/rannsoknir/ipcc/ipcc2014/>
- Veðurstofa Íslands, Sótt 20. Janúar 2015 af: <http://www.vedur.is/vedur/stodvar/?s=holma>

Veðurstofa Íslands, Sótt 20. Janúar 2015 af: <http://www.vedur.is/vedur/stodvar/?s=karah>

Wagner, J. og Mitterhofer, E. 1998. Phenology, seed development, and reproductive success of an alpine population of *Gentianella germanica* in climatically varying years. *Botanica Acta* **111**, bls. 159--66.