

BS – ritgerð

Maí 2013

Möguleikar á nýtingu sjávarvatns sem áburðagjafa

Fjóla Veronika Guðjónsdóttir



Landbúnaðarháskóli Íslands
Agricultural University of Iceland

Náttúru og umhverfisfræði

Möguleikar á nýtingu sjávarvatns sem áburðargjafa
Fjóla Veronika Guðjónsdóttir

Leiðbeinendur: Ríkharð Brynjólfsson og
Þorsteinn Guðmundsson

Landbúnaðarháskóli Íslands
Náttúru og umhverfisfræði

Yfirlýsing

Hér með lýsi ég því yfir að verkefni þetta er byggt á mínum eigin athugunum, er samið af mér og að það hefur hvorki að hluta til né í held verið lagt fram áður til hærri prófgráðu.

Fjóla Veronika Guðjónsdóttir

Ágrip

Sjór er steinefnaríkur og því spurning hvort hægt sé að nýta hann sem áburðargjafa. Þar sem sjór flæðir reglulega yfir er mikil frjósemi og gróska í gróðrinum. Eftirsótt bæði til beitar, fóðuröflunar öldum saman og nú til heyfengs fyrir lífræna ræktun. Með stöðugri áveitu getur selta safnast upp í jarðveginum og gert hann ófrjósaman, en það á helst við þar sem þurrt er og lítið er um vætu. Þau svæði sem sjór flæðir yfir hér á landi verða ekki ófrjösöm, þau halda frjósemi sinni. Hér er næg úrkoma til þess að regluleg útskolun verði úr jarðveginum, sem kemur í veg fyrir uppsöfnun NaCl. Með sjó sem áburðargjafa getum við nýtt okkur ódýra viðbót í áburðaflóruna.

Að Neðri-Hálsi í Kjós hafa 3 t ha^{-1} af sjó verið borin á í tvö ár og hefur að mati bónda gefið góða raun. Þar sem engin rannsókn liggur að baki hans nýtingu á sjó sem áburð var farið í rannsókn til að kanna hvort sjór gæti aukið uppskeru og steinefnamagn í fódri.

Einföld tilraun með sjó var gerð á tveimur stöðum, á Hvammi í Hvítársíðu og Hesti í Borgarfirði. Bornir voru á $0,3$ og $1,0 \text{ l m}^{-2}$ (samsvarar 3 og 10 t ha^{-1}) af sjó og áhrif á uppskeru var kannaður. Enginn munur var milli meðferða, þannig að nýting sjávar sem áburðar hafði hvorki jákvæð né neikvæð áhrif á uppskerumagn eða fóðurgæði. Þó var Na innihals örlítið hærra í liðum sem fengu sjó. Sumarið 2012, þegar tilraunin fór fram, var með eindæmum þurrt og mun eflaust hafa komið niður á upptöku næringarefna og haft áhrif á uppskeru.

Lykilorð: *Sjávarvatn, áburður, NaCl, flæðiengjar, sjávarfitjar, salt álag.*

Þakkir og tileinkunn

Bestu þakkir til þeirra sem veittu mér stuðning í náminu og við gerð þessarar ritgerðar. Þó sérstaklega vildi ég þakka leiðbeinendum mínum, Ríkharði og Þorsteini, fyrir ómældan stuðning og hjálp við úrvinnslu og framsetningu, Kristjáni Oddssyni fyrir góða hugmynd að verkefni auk upplýsinga, Torfa Guðlaugssyni fyrir að lána land undir tilraunareit á Hvammi, Sveini Gíslasyni og Helgu Maríu Magnúsdóttir á Fossi fyrir fróðlega upplýsingagjöf og síðast en ekki síst Tilraunabúinu á Hesti fyrir að lána land undir tilraunareit. Starfsmenn rannsóknarstofu LBHI á Hvanneyri eiga einnig þakkir skilið fyrir liðlegheit og hjálpsemi.

Fjölskyldu minni fyrir að gefa mér tíma og rúm til að ljúka við námið og vinna í þessu verkefni. Sérstaklega vildi ég þakka öfum og ömmum sem tóku þátt í barnapössun og gæðastundum.

Efnisyfirlit

Yfirlýsing	ii
Ágrip.....	iii
Þakkir og tileinkunn	iv
1 Inngangur	1
1.1 Markmið verkefnisins.....	1
1.2 Samsetning næringarefna í sjávarvatni.....	2
1.3 Mikilvæg næringarefni fyrir plöntur.....	3
1.4 Áhrif salts á plöntur og jarðveg	4
1.5 Sjávarfitjar og flæðiengjar	6
1.6 Áveitur með sjávarvatni og ferskvatni.....	8
1.7 Sjór í stað tilbúins áburðar í lífrænni ræktun	8
2 Efni og aðferðir	9
2.1 Staðhættir og veðurfar	9
2.2 Tilraunaskipulag	10
2.3 Efni og áhöld	11
2.4 Sláttur.....	11
2.5 Greiningar.....	11
3 Niðurstöður	12
3.1.1 Jarðvegsgreining.....	12
3.1.2 Gróðurfar	13
3.1.3 Uppskera og niðurstöður tölfraðigreiningar	13
3.1.4 Heyefnagreining	14
3.2 Aðrar athuganir.....	16
4 Umræða og ályktanir.....	18
5 Lokaorð.....	21
6 Heimildaskrá	22
7 Myndaskrá.....	24
7.1.1 Höfundar mynda.....	24
8 Töfluskrá	24
9 Viðauki.....	25
9.1.1 Uppskera kg þe ha ⁻¹	25
9.1.2 Veðurgögn.....	25

1 Inngangur

Síðustu ár hefur áburðaverð hækkað jafnt og þétt, jafnvel um tugi prósentu á milli ára (Eiríkur Loftsson, 2013). Í kjölfarið hafa bændur í meira mæli breytt og aðlagast nýjum búskaparháttum með því að draga úr áburðargjöf, notast jafnvel eingöngu við búfjáráburð eða vinna áburð úr öðrum lífrænum úrgangi sem fellur til. Leitast hefur verið við að finna ódýra áburðargjafa sem gætu komið að einhverju leiti í staðinn fyrir tilbúinn áburð, eins og fiskiúrgang, þang og fleira (Ragnheiður Sveinþórsdóttir, Hólmfríður Hartmannsdóttir & Ólafur Ögmundsson, 2012). Víða um heim hafa menn gert tilraunir með að nota sjó sem áburðargjafa eða unnið úr honum næringarvökva til ræktunar á matvælum. Einnig hefur verið notast við sjó til vökvunar þar sem ferskvatn er takmarkað (Glenn, Brown & O'Leary, 1998). Á Íslandi er sjór víða nálægur og því spurning hvort hægt sé að nýta hann á einhvern hátt. Sjór er með mörg næringarefni og í styrk sem máli geta skipt fyrir plöntur en á hinn bóginn er vel þekkt að salt í of miklum styrk hefur neikvæð áhrif á plöntur og jarðveg, sérstaklega í heitum löndum þar sem lítillar úrkomu gætir. Hið mikla magn steinefna í sjó freistar og því er fróðlegt að kanna hvort þau geti nýst og skilað sér til fóðursins en jafnframt hvort hætta væri á uppsöfnun salts í jarðveginum.

Frjósöm og gjöful vistkerfi er oft að finna þar sem sjór gengur yfir, svo sem á sjávarfitjum og flæðiengjum. Þar sem ýmist hreinn sjór eða ferskvatn og sjór mætast. Landvinninga er einnig að finna við sjó þar sem næringarefni og agnir safnast saman og mynda nýjar sjávarfitjar með tíð og tíma. Með stöðugri ákomu agna og næringarefna hækkar landið og ný landsvæði byggjast upp (Agnar Ingólfsson, 1998). Gjölfular sjávarfitjar og engjar hafa um aldir verið nýttar til beitar og hefyngs. Með það að leiðarljósi vaknar sú spurning hvort mögulegt sé að nýta sjó eða sjávarvatn sem næringargjafa í ræktun fóðurs hér á landi. Í verkefninu munum við kanna nokkur atriði varðandi áhrif sjávar og sjávarvatns á gróður og nýtingu hans.

1.1 Markmið verkefnisins

Hugmyndir um græn hagkerfi byggja m.a. á að auka við lífræna ræktun og að nota staðbundnar auðlindir. Því er eðlilegt og nærtækt að líta til næringarefna í sjó sem hugsanlegan ódýran áburðargjafa.

Markmið verkefnisins er að kanna:

- heimildir um áhrif sjávarvatns og salts á jurtir.
- heimildir um gróður, gróðurfur og nýtingu engja sem sjór flæðir yfir.

- áhrif dreifingar sjávarvatns á tún og athuga hvort næringarefni sjávar skili sér í fóðrið og auki uppskeru.

- reynslu eins bónda í lífrænni ræktun sem notar sjó sem áburð og bónda með hefðbundinn búskap af því að hætta að nota tilbúinn áburð.

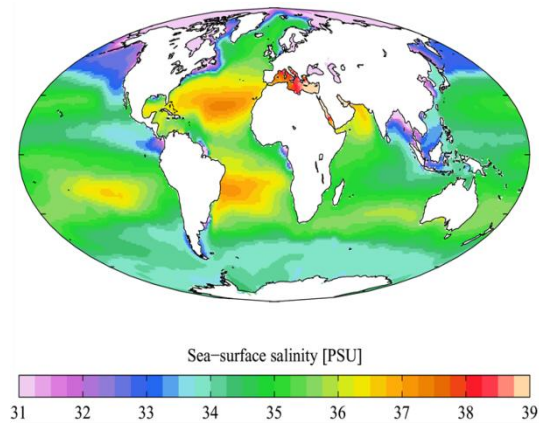
1.2 Samsetning næringarefna í sjávarvatni

Styrkur næringarefna í sjó við Ísland er mjög breytilegur eftir árstíðum þar sem landið er á kaldtempruðu beltí. Við slíkar aðstæður lag skiptist sjórinn við veðurfar, hitalag, straumlag og virkni lífvera. Mestur styrkur næringarefna í hafinu við landið verður seinni part vetrar áður en blómgun þörungna á sér stað. Þá hafa næringarefni á ólífrænu formi safnast upp sem síðar eru nýtt af frumbjarga lífverum (Sólveig R. Ólafsdóttir, 2006). Á vorin er sjórinn seltu minni vegna afrennslis og snjóbráðunar af landi (Þórunn Þórðardóttir & Unnsteinn Stefánsson, 1977). Rannsókn sem gerð var af Unnsteini Stefánssyni og Jóni Ólafssyni (1991) um næringarstöðu sjávar við landið, sýndi fram á mikinn breytileika á milli landshluta, sunnan og vestan til annars vegar og norðan og austan til hinsvegar. Lagskipting er tilkomin vegna samspils áður upptalinna þátta. Straumar sem umlykja landið bera mishljýjan sjó til landsins auk næringarefna. Talið er að næringarefni í sjónum séu tilkomin vegna þeirra strauma sem bera þau að, fremur en þau séu upprunnin af landi (Unnsteinn Stefánsson & Jón Ólafsson, 1991). Uppistaða næringarefna í sjó mun vera svipuð um heim allan, þannig getur næringarinnihald sjávar verið það sama við strendur Ástralíu og hér við land (Unnsteinn Stefánsson, 1999). Í töflu 1 gefur að líta magn þeirra næringarefni sem finna má í sjó.

Tafla 1. Helstu katjónir og anjónir og magn þeirra í sjó (Unnsteinn Stefánsson, 1999)

Katjónir	g/kg	Anjónir	g/kg
Natrín (Na ⁺)	10,784	Klóríð (Cl ⁻)	19,353
Magnesín(Mg ²⁺)	1,284	Súlfat(SO ₄ ²⁻)	2,712
Kalsín(Ca ²⁺)	0,412	Brómíð(Br ⁻)	0,067
Kalín(K ⁺)	0,399	Karbónat(CO ₃ ²⁻ + HCO ₃ ⁻)	0,130
Strontín(Sr ²⁺)	0,008	Bórsýra(H ₃ BO ₃)	0,026
		Flúoríð(F ⁻)	0,001
Samtals	12,887		22,289

Megin næringarefni plantna eru köfnunarefni (N), kalí (K), kalsíum (Ca), magníum (Mg), fosfór (P), brennisteinn (S) og kísill (Si) (Taiz & Zeiger, 2010). Flest þessara næringarefna, auk snefilefna eru í sjó þó magn flestra sé lágt. Natríum (Na) og klór (Cl) eru í sérstöðu þar sem magn þeirra er mjög hátt. Í sjó eru raunar öll frumefni jarðar enda er þar er mikið og fjölskrúðugt líf.



Mynd 1. Selta sjávar hér við land jafngildir 35g/kg (World Ocean Atlas, 2009)

Næringarefnin koma að góðum notum fyrir gróðurinn, en seltan (NaCl) er það sem gæti haft neikvæð áhrif á jarðveg og gróður. Á mynd 1. má sjá hvernig seltu magn skiptist í hafinu. Við Íslandsstrendur er selta í meðallagi eða í kringum 35 PSU (Practical Salinity Scale) sem jafngildir 35 g/kg. Seltan mun því ekki hafa eins neikvæð áhrif á gróðurfar og jarðveg, hér við land og hún gerir við Miðjarðarhafið, þar er bæði þurr og hlýtt sem veldur mikilli uppgufun. Uppsöfnun salts í jarðvegi hefur mjög slæm áhrif á jarðveg

og kemur í veg fyrir áframhaldandi nýtingu.

1.3 Mikilvæg næringarefni fyrir plöntur

Plöntur taka næringarefni úr jarðveginum með jónaupptöku, efnin leysast upp í vökva þar sem þau eru ýmist sem neikvætt- eða plús-hlaðnar jónir. Plöntur skipta út jónum, s.s. plús jón fyrir aðra plús jón sem þær þurfa ekki og það sama á við um neikvætt hlaðnar jónir (Magnús Óskarsson & Matthías Eggertsson, 1991). Þannig geta plönturnar að ákveðnu marki valið og hafnað þeim næringarefnum sem þær þurfa á að halda.

Næringarefnin hafa lífsnauðsynlegum hlutverkum að gegna:

Köfnunarefni er tekið upp sem ammóníumjón (NH_4^+) og sem nítratjón (NO_3^-) af plöntum. Þær koma við sögu í fjölda efnasambanda s.s við próteinmyndun, hvötum og blaðgrænu. Ef skortur verður á köfnunarefni verða blöð ljós að lit og plöntur skríða fljótt (Magnús Óskarsson & Matthías Eggertsson, 1991).

Kalí er tekið upp sem K^+ og er að finna sem jón í frumusafanum og öðrum vökvum í plöntunni. Það heldur jafnvægi á saltmagni og sýrustigi (Magnús Óskarsson & Matthías Eggertsson, 1991). Stuðlar að osmósu virkni innan plöntufrumunnar og hefur þannig bein áhrif á vöxt, stjórnar opnun og lokun varafrumna í ljóstillífunarferlinu. Það kemur á jónajafnvægi og sér um efnaflutning innan plöntunnar. Auk þess eru mörg ensím háð K bæði við öndun og ljóstillífun (Taiz & Zeiger, 2010).

Plöntur taka **kalsíum** upp sem Ca^{++} jón. Yfirleitt er nægilegt Ca í jarðvegi og skortur því fátíður. Hækkar sýrustig í jarðvegi og bætir jarðvegsástand (Magnús Óskarsson & Matthías Eggertsson, 1991).

Magníum er tekið upp sem Mg^{++} jón (Magnús Óskarsson & Matthías Eggertsson, 1991). Það sér um virkjun ensíma við öndun, ljóstillífun og kjarnsýruframléiðslu (Taiz & Zeiger, 2010).

Fosfór er tekinn upp sem $H_2PO_3^-$ og HPO_3^- jón (Magnús Óskarsson & Matthías Eggertsson, 1991). Fosfór hefur víðtæku hlutverki að gegna í efnaskiptum, kjarnsýrum og við myndun ATP, sem er einn af orkugjöfum plöntunnar (Taiz & Zeiger, 2010).

Brennisteinn er tekinn upp á tvo vegu, sem SO_4^{--} í gegnum rót og SO_2 um loftmunna. Brennistein skortir í jarðveg hér á landi, einkum þar sem þurrviðrasamt er. Þar sem mikið er um brennistein er hætta á kali í túnnum (Magnús Óskarsson & Matthías Eggertsson, 1991).

Snefilefni sem koma til með að hafa mestu áhrifin á plöntur og jarðveg þegar vökvað er með sjó er natríum (Na) og klór (Cl). Efnasamband natríum og klór (NaCl) myndar sjávarsaltið, sem unnið hefur verið úr matarsalt, en það getur hjálpað plöntum við upptöku næringarefna með jónaskiptum. Plöntur nýta ekki mikið magn af klór, en taka það upp sem Cl^- í svipuðu magni og fosfór. Hér á landi er skortur á klór fátíður enda nær sjávarrok marga kílómetra inn í landið. Klór í plöntum getur valdið því að þær safna meiri vökva í vefjum. Sumar tegundir s.s. kartöflur, tómatar og jarðaber missa gæði af þeim sökum (Magnús Óskarsson & Matthías Eggertsson, 1991). Plöntur geta tekið natríum sem hlaðna plúsjón (Na^+), en þær þurfa mjög lítið af natríum. Skortur á natríum er nær óþekktur hér á landi en talið er að hann geti að einhverju leiti komið í stað kalís (Magnús Óskarsson & Matthías Eggertsson, 1991, Marschner, 1986). Margar tegundir hafa þróað með sér hæfni til að taka til sín meira K^+ en kemur með jarðvegsvatninu sem plantan tekur upp. Natríum er hinsvegar einungis tekið upp með jarðvegsvatninu. Samvirkni Na og K getur stuðlað að meiri vexti í ákveðnum hlutum af plöntunni á meðan Na getur verið skaðlegt eitt og sér (Marschner, 1986).

1.4 Áhrif salts á plöntur og jarðveg

Plöntur skiptast í tvo hópa, saltþolnar og saltnæmar, þær hafa mismunandi vaxtarviðbrögð við Na og getu þeirra til flutnings næringarefna (Marschner, 1986). Seltuplöntur (halophytar) eru tegundir plantna sem hafa samkeppnisyfirburði í söltu umhverfi (Flowers, Troke & Yeo, 1977). Þessar tegundir þola stress/álag af völdum salts og hafa þróað aðferðir til að lifa í söltu umhverfi. Seltuplöntur beita tveimur megináðferðum til að glíma við salt, þær sem taka upp salt en ná að losa það út á yfirborðið eða í safabólur og millifrumusvæði, og þær tegundir sem geta útilokað upptöku á salti (Taiz & Zeiger, 2010). Þær er helst að finna á fitjum við strendur víða um heim. Meirihluti plöntutegunda sem ræktaðar eru í landbúnaði hafa ekki þróað með

sér sérstakt seltuþol (glycophytar) (Ashraf, 1994), og eru því ekki samkeppnishæfar við slíkar aðstæður.

Margar rannsóknir hafa verið gerðar um þolmörk og stress í plöntum og þeim áhrifum sem plantan verður fyrir þegar hún verður fyrir álagi eða raski. Við vökvun gróðurs með sjávarvatni breytast umhverfisaðstæður plöntunnar. Viðbrögð plöntunnar við utanaðkomandi áhrifum s.s. álag af þurrki og seltu, er stjórnað af hormónum sem draga úr skaða sem gæti hlotist af (Chaves, Flexas & Pinheiro, 2009). Við áreiti sem plantan í heild sinni verður fyrir, sendir hún frá sér boð til allra anga plöntunnar svo sem rôtarkerfis, blaða og blóma, í þeim tilgangi að koma í veg fyrir skaða. Þetta verður til þess að plantan er betur undir það búin að verða fyrir áföllum af þessu tagi. Rannsóknir hafa leitt það í ljós að viðbrögð plöntunnar eru þau sömu við seltu og við þurrk (Chaves o.fl., 2009).

Streita af völdum salts á plöntur hefur áhrif á ljóstillífun og alla helstu ferla innan plöntunnar s.s., prótein og lípíð myndun. Þegar of mikið magn Na^+ og Cl^- verður í umhverfi plantna hefur það áhrif á getu hennar á osmotískum flutningi, vatns og næringarefna, frá jarðvegi í röt og upp til plöntunnar (Rasool, o.fl. 2013).

Rótarkerfi hjá saltþolnum tegundum getur dregið úr upptöku salts með því að draga úr vatnsupptöku. Þannig minnkar vatnsþrýstingur/flæðiþrýstingur, sem gefur merki eða boð um stress. Áhrifin kalla á virkni í ABA hormónum, ethylene, cytokines, ROS (hvarfgjörn súrefnissamböndum), sem eru boðberar og frumuboðberar sem taka þátt í boðmiðlun milli og innan frumna. Fosfór lípíð og sykrur eins og súkrósa, glúkósa, frúktósa breytast í frumuboðbera ef skortur verður á vatni eða ef of mikil selta er í umhverfinu (Chaves, Maroco & Pereira, 2003).

Þurrkun og salt leiðir til framleiðslu ABA hormónum í rötum sem flutt er í sprota plöntunnar, sem leiðir til lokunar á loftmunnum og dregur úr stækkun frumna (Wilkinson & Davies, 2002).

Mesta hættan er af skaðlegum áhrifum ROS, þau geta valdið breytingum á DNA, svo sem útfellingum, stökkbreytingum og öðrum hættulegum erfðafræðilegum áhrifum á gerð plantnanna (Srivalli, Chinnusamy & Chopra, 2003). ROS geta einnig virkjað andoxunarefni ensíma og aukið þannig þol plöntunnar við salti (Alscher, Erturk & Heath, 2002).

Jarðvegur hefur fjölskrúðuga fínu af örverum og stærri lífverum sem sjá um niðurbrot næringarefna og viðhalda þar með frjósemi jarðvegsins. Því er nauðsynlegt að hafa það í huga

hvaða áhrif seltu mun hafa á slíkt samfélag. Örverur jarðvegs hafa gríðarlegu hlutverki að gegna við það að koma næringarefnum á nýtanlegt form fyrir gróður. Hafa verður í huga að selta mun breyta umhverfi þeirra, ekki verður það kannað nánar í þessu verkefni hvort það sé á jákvæðan eða neikvæðan hátt. Samt ber að hafa það í huga að áhrifin af völdum seltunnar eru eflaust víðtækari en eingöngu á plöntur og jarðveg. Aðrir þættir svo sem jarðvegsgerð, kornastærð, holurými, sýrustig, raki og rótardýpt hafa mikil áhrif á upptöku næringarefna (Þorsteinn Guðmundsson & Jóhannes Sigvaldason, 2000).

1.5 Sjávarfitjar og flæðiengjar

Sjávarfitjar eru landsvæði sem liggja mjög lágt og flæðir yfir mjög reglulega. Gróður fer á kaf undir sjó á aðfalli en þornar á milli sjávarfalla. Jarðvegur er oft leðjukenndur og gróður einkennist af grösum og störum. Sjávarfit myndast eingöngu þar sem lygn sjór kemur hægt að landi og öldugangur er enginn. Á lygnu aðfalli ná jarðvegsefni og næringarefni að setjast til og með tíð og tíma myndast jarðvegur sem gróður getur dafnað í. Mikið brim gerir það verkum að jarðvegur nær ekki að festast í fjörunni, því myndast oftast sjávarkambar við slíkar aðstæður. Þeir hafa sömu einkenni gróðurs og sjávarfitjar, þar sem gróður verður fyrir ágangi sjávar. Ákveðnar plöntutegundir eru einkennandi fyrir þessi svæði s.s. sjávarfitjungur (*Puccinellia maritima*), flæðistör (*Carex subspathacea*), skriðstör (*Carex mackenziei*) og marstör (*Carex salina*). Fyrir ofan sjávarfitjunginn eru tegundir á borð við túnvingul (*Festuca rubra*), blávingul (*Festuca vivipara*) og skriðlíngresi (*Agrostis stolonifera*), þegar komið er svo ofarlega í fitina er erfitt að sjá hvor áhrifa sjávar gætir enn. Þær tegundir sem þrífast á sjávarfitjum þurfa að þola seltu og flóð. Þessar tegundir eru ekki háðar seltu en geta dafnað þar sem áhrif sjávar gætir. Talið er að áhrif seltunnar haldi keppinautum fjarri og skapi aðstæður fyrir ákveðnar tegundir sem eru þol meiri, en eru ekki samkeppnishæfar við aðrar aðstæður (Agnar Ingólfsson, 1998).

Flæðiengjar hafa verið stór þáttur í menningu um aldir. Mikilvægi þeirra til búsetu, fyrir menn og dýr, hafa fyrst og fremst verið vegna framboðs á fæðu (Bakker o.fl., 2005). Íslenskar flæðiengjar hafa víða verið undirstaða búskapar við upphaf landnáms. Þær voru sléttar af náttúrunnar hendi sem gerði mönnum kleyft að nýta engjar og ná í góða töðu fyrir búpeninginn. Þessar engjar gáfu vel af sér en gátu verið mjög erfiðar yfirferðar vegna bleytu. Þær þóttu torveldar og oft á tíðum gat verið erfitt að koma töðunni á þurrt land til þurrkunnar. Eftir seinna stríð breyttust búskaparhættir hér á landi mikið. Með tilkomu bættra samgangna og aukins vélakosts gátu bændur ræktað land sitt og juku um leið uppskeru með áburðagjöf og framræslu. Að sama skapi dró mikið úr nýtingu engja (Magnús Óskarsson, 2008).

Síðustu ár hefur orðið mikil vitundavakning gangvart lífrænum landbúnaði. Neytendur hugsa í meira mæli um aðbúnað dýra og meðferð matvæla. Í náninni framtíð munu náttúrulega engjar því vera mjög verðmætar, þar sem þær gefa af sér náttúrulegt og næringarríkt fóður sem bændur með lífrænan búskap sækjast eftir.

Þessi svæði eru mjög frjósöm, en hvaðan koma næringarefnin? Koma þau af landi, með ám eða frá sjó. Hægt að velta því fyrir sér hvort þau koma með dýrum, svo sem fuglum sem nota þessi svæði til fæðuöflunar eða þegar flæðir yfir engjar þannig að næringarefnin sitja eftir og gróðurinn nýtur góðs af. Grasætur, svo sem fuglar, jörturdýr og hestar, hjálpa til við niðurbrot næringarefnanna en flytja þau ekki að. Aftur á móti sjávarfuglar sem lifa við strendur koma til með að flytja næringu frá sjó að strönd, þegar þeir hafa satt hungur sitt á hafi úti og koma til lands til hvíldar. Þorsteinn Þorsteinsson (1963) skrifaði grein í Frey, þar sem talið er að svifefni falli fyrr í söltu vatni en í ósöltu. Þegar flæðir yfir engjarnar ber vatnið með sér næringarefni sem dreifast jafnt yfir þær. Þau falla til botns í lygnu og koma reglulega inn með flóðum sem náttúrulegur áburður. Það kemur síðan fram í meira magni af auðleystum næringarefnum en á öðru óábornu landi og má þar sérstaklega nefna fosfór og magníum (Arnheiður Þórðardóttir & Þorsteinn Guðmundsson, 1994).

Stækkun bóva hafði í för með sér þörf fyrir aukið magn fódurs. Bændur hófu því ræktun túna og fóru að nota tilbúinn áburð í auknu mæli. Of mikið magn áburðar getur auðveldlega skolest af yfirborði við mikla úrkomu, þannig berast næringarefnin í vatnsföll sem þau bera til sjávar. Þar geta þau haft áhrif á gróður á flæðiengjum og aukið þar með næringargildi þess. Samkvæmt gögnum frá Orkustofnun frá árinu 1986 á vatnasvæði Grímsár í Borgarfirði sem var þá um 700 ha, mun áætluð útskolun köfnunarefnis á svæðinu hafa verið um 37 tonn á ári og þar var áætlað að um 12 – 38 % hafi verið af ræktuðu landi og úthaga (Friðrik Pálmasson, Gunnar S. Jónsson, Magnús Óskarsson & Þorsteinn Guðmundsson, 1989).

Gróður við strendur landsins verður fyrir óbeinum ágangi sjávar og seltu þegar sjór gengur á land í miklum veðrum. Gróðurinn aðlagast aðstæðum og þolmeiri plöntur ná að dafna við slíkar aðstæður á meðan aðra lúta og hverfa. Þannig myndast gróðursamfélag sem stenst álagið á svæðinu (Chaves o.fl., 2009).

Það sama á við um votlendisgróður, sem hefur ekki greiðan aðgang að súrefni. Hann hefur þróað með sér leiðslukerfi sem leiðir súrefnið niður til rótar og sér þannig rôtarkerfinu fyrir nægilegu súrefni (Taiz & Zeiger, 2010). Þar sem sjór flæðir yfir verða tegundirnar því að ráða við raka og seltu.

1.6 Áveitur með sjávarvatni og ferskvatni

Allt frá því að Egyptar veittu vatni úr Níl yfir akurlönd fyrir um 7000 árum (Allam, El-Gamal & Hesham, 2005) hafa margar aðrar þjóðir fetað í fótspor þeirra og nýtt áveitur til að auka vöxt og grósku gróðurs á ræktarlöndum. Vatn er nauðsynlegt öllum gróðri, það hefur verið takmarkandi þáttur í ræktun á stórum svæðum og því hefur verið gripið til gerð áveitukerfa. Áveitukerfi er að finna víða um heim og er þeim ætlað að tryggja ræktarlöndum nægilegt vatn til ræktunnar. Vatnið er leitt eftir stokkum og skurðum um langan veg og þeim beint á svæði sem hafa takmarkast af ræktanleika vegna vatnsskorts. Með tíð og tíma falla sölt úr vatnsveitunni og menga jarðveg með salti. Plöntur sem hafa lítið þol gagnvart salti geta ekki lifað við slíkar aðstæður, því verða slík svæði ófrjósöm og óræktanleg eftir ákveðinn tíma.

Áveitur hafa um aldir verið og eru taldar af hinu góða. Þær hafa tryggt meiri uppskeru á þeim svæðum þar sem lítið er um ferskvatn. En þrátt fyrir marga góða kosti hafa áveitur einnig nokkra ókosti, eins og t.d. uppsöfnun salts í jarðveginum og á það sérstaklega við þar sem úrkoma er lítil. Þannig hafa áveitur með ferskvatn ekki alltaf staðist sjálfbærnimat vegna uppsöfnunar á salti í jarðvegi eða í grunnvatni (Glenn o.fl., 1998). Landið þolir salt upp að ákveðnu marki en við ákveðinn þröskuld fer frjósemi landsins að dvína. Talið er að allt að 20% ræktanlegs lands í heiminum hafi orðið fyrir skaða vegna seltu og er óræktanlegt (Yeo, 1999). Með nægilegri útvötnun með hreinu vatni, svo og þar sem úrkomu gætir reglulega er síður hætt við að salt safnist fyrir í jarðveginum. Meiri hætta á að slíkt gerist á þurrum svæðum nær miðbaug.

Vandamál við seltu eiga helst við um heit lönd þar sem úrkomu gætir ekki í miklu magni (Magnús Óskarsson, 2008). Mun vandamál af völdum uppsöfnunar salts í jarðvegi vera helsti ókostur þess á að hægt verið að nýta sjó sem áburðargjafa. Því er nauðsynlegt að fylgjast vel með ástandi jarðvegs og finna úrbætur til að koma í veg fyrir uppsöfnun salts í jarðvegi.

1.7 Sjór í stað tilbúins áburðar í lífrænni ræktun

Notkun sjávar sem áburðar eða til vökvunar tíðkast víða um heim (Duncan, Carrow & Huck, 2000), en hér á landi virðist þetta nýlunda. Frumkvöðull í þeim efnun er Kristján Oddson bóndi á Neðri-Hálsi í Kjós. Hann stundar lífrænan búskap og hefur verið að leita nýrra leiða til að afla næringarríks fóðurs. Hann hefur borið 3000 lítra af sjó á hektara, einu sinni á ári með búfjáraþurðargjöf. Hann notast við haugsugu sem hann dælir upp sjónum og ber jafnt yfir túnin. Neðri-Háls í Kjós er staðsettur innarlega í Kjósinni, þar rennur Laxá í Kjós út í sjó. Hún er bergvatnsá og ber því lítið magn næringarefna með sér til sjávar (Sigurjón Rist, 1986). Það má því gera ráð fyrir að hún þynni sjávarvatnið eitthvað og minnki þar með áhrif seltu á

gróðurinn. Að hans mati hefur nýting sjávarvatns sem áburðar gefið honum góða raun, fóðrið er lystugt og kýrnar hraustari fyrir vikið. Þar sem enginn rannsókn stendur að baki hans hugmyndum hér á landi, var ákveðið að fara af stað með athugun sem gæti gefið skýrari mynd af þeim áhrifum sem slík áburðargjöf gæti haft í för með sér.

2 Efni og aðferðir

2.1 Staðhættir og veðurfar

Gerð var tilraun á tveimur ólíkum svæðum, að Hvammi í Hvítársíðu (GPS punktur: 64°42' 22.25"N og 21°5'50.89"W) (sjá mynd.2), þar sem melatún á bökkum Hvítár var notað undir tilraunareit og að Hesti í Borgarfirði (GPS punktur: 64°34' 32.99"N og 21°37'2.12"W) (sjá



Mynd 2. Tilraunareiturinn á Hvammi 2. júlí



Mynd 3. Tilraunareiturinn á Hesti 2. júlí

mynd 3) þar sem gamalt gróið mýrartún var notað undir tilraunareitinn.

Huga verður að veðurfari þegar slík vökvun fer fram þar sem mikil hætta er á að gróður brenni þegar mikil og sterk sól er. Því var ákveðið að fara seinnipart dags þegar sól var gengin til náðar. Fyrstu dagana eftir vökvun var mikil rigning sem náði til beggja tilraunasvæðanna. En annars var sumarið í heild sinni mjög þurrt.

Samkvæmt veðurgögnum frá Veðurstofu Íslands, frá viðmiðunna stöðvum Hvanneyri og Stafholtsey, auk gagna frá Andakílsárverkjun og Augastöðum var meðal sólarhrings úrkoma fyrir maí, júní og júlí um 0,8 mm. Meðal úrkoma allt tímabilið fyrir þessar fjórar stöðvar var 78 mm.

Einnig voru fengin úrkomugögn frá Hvanneyri frá árunum 1964-1995 og sjálfvirkri stöð á Hvanneyri frá 1999-2012 fyrir allt árið. Ef reiknað er meðaltal þessara gagna þá er meðal

úrcoma 956 mm á ári. Árið 2012 var í rauninni ekki langt frá meðaltalinu, þar sem meðal úrkoman var 889 mm. Minnst úrkoma reyndist árið 1977, en þá mældist úrkoma á Hvanneyri eingöngu 586 mm. Mest úrkoma mældist árið 2007, þegar meðaltalsmæling fór í 1613 mm yfir árið.

2.2 Tilraunaskipulag

Tilraunasvæðið sem var 32 x 8m var lagt út (sjá töflu 2). Innan þessa svæðis var mælt fyrir fjórum blokkum sem voru 4m á breidd og 8m langar. Í hverri blokk voru 4 reitir, 2m breiðir og 8m langir.

Tafla 2. Tilraunaskipulag í Hvammi og á Hesti

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Sjór	Ekkert	Sjór	Vatn	Sjór	Ekkert	Sjór	Vatn	Ekkert	Sjór	Vatn	Sjór	Sjór	Vatn	Ekkert	Sjór
0,3		1	1	0,3		1	1		1	1	0,3	1	1		0,3
C	A	B	D	C	A	B	D	A	B	D	C	B	D	A	C

Röð meðferða innan blokka var ákveðin af handahófi. Bera átti saman áhrif á milli fjögurra meðferða og kanna hvort mælanlegur munur væri á uppskeru magni. Einn liður fékk enga meðhöndlun, annar liður fékk 1 l m⁻² af sjó, þriðji liðurinn fékk 0,3 l m⁻² af sjó (Kristján Oddsson, 2012) og fjórði og síðasti liðurinn fékk 1 l m⁻² af vatni. Hvammur fékk vatn úr Hvítá en Hestur fékk kranavatn úr Borgarnesi (sjá töflu 3).

Tafla 3. Magn vökvunar í l m⁻², meðhöndlun liða og umreiknað magn næringarefna í kg ha⁻¹

Liður	Magn l m ⁻²	Lítrar á reit	----Magn efna á reit kg ha ⁻¹ ----			
			Na	Mg	K	S
A-ekkert	0	0	0	0	0	0
B -sjór	1,0	16,0	108	12,80	4,00	9,20
C-sjór	0,3	4,8	32	3,90	1,20	2,80
D-Hvítá	1,0	16,0	0,05	0,02	0,004	0,04
D-vatn	1,0	16,0	0,07	0,02	<0,004	0,01

Í töflu 1 kemur fram magn súlfats (SO₄²⁻) en út frá þeirri tölu er reiknað magn Brennisteins(S) í sjó. Í 2,17 g kg⁻¹ af súlfati eru 0,917 g kg⁻¹ af S. Efnainnihald Hvítár var sótt í skýrslu Orkustofnunnar frá 1986 (Sigurjón Rist, 1986). Efnainnihald kranavats úr Borgarnesi var fengið frá Heilbrigðiseftirliti Vesturlands (Hrólfur Sigurðsson og Franklín Georgsson, 2012).

2.3 Efni og áhöld

Sjór var sóttur frá Straumfirði á Mýrum til þess að hann væri sem minnst vatnsþynntur, hann var notaður á báðum tilraunastöðunum.

Til verksins voru notaðir hælur og málband til að merkja fyrir reitum, en við framkvæmd tilraunarinnar var vatni/sjó dreift sem jafnast á hvern reit með garðkönnu, 200 l tunnu til að flytja sjó og vatn, fötu og vigt til að mæla magnið sem fór á hvern reit. Hverjum skammti fyrir sig var svo dreift jafnt yfir reitinn. Vökvun fór fram 23. maí 2012 á Hesti en 24. maí 2012 á Hvammi. Verkfæri við slátt var notuð göngusláttuvél með greiðubreidd 1,35 m, hrífu, net, vog auk plastpokar til að safna sýnum í og heysting til að ná sýni úr heyi.

2.4 Sláttur

Tilraunirnar voru slegnar 2. júlí 2012 á báðum stöðum. Heyinu var rakað saman, vigtað og tekið úr því sýni til frekari úrvinnslu. Sláttubreiddi greiðunnar var þekkt og þurfti því



Mynd 4. Sláttur á tilraunareit

eingöngu að mæla lengd hvers reits fyrir sig.

Þannig var hægt að finna út uppskerumagnið fyrir hvern hektara.

Sýnum var safnað í merкта poka fyrir hvern reit, síðan geymd í frosti þar til leið að frekari úrvinnslu.

Þurrkun, mölun og greining á sýnum fór fram á rannsóknarstofunni á Hvanneyri, þar sem unnið var úr jarðvegs- og heysýnum.

2.5 Greiningar

Jarðvegssýni voru tekin úr 0-5 og 5-10 cm dýptum á tilraunasvæðunum að vori fyrir vökvun. Á athugunarþæjum, að Neðri-Hálsi og að Fossi, voru sýni tekin út 0-5 cm dýpt. Sýrustig var greint í blöndu jarðvegs vatna í hlutföllunum 1:2,5. Næringarefni voru greind í ammóníum laktat skoli (AL-aðferð) eftir Egner, Riehm og Domingo (1960).

Þurrrefnishlutfall var mælt með þurrkun við 70°C í sólarhring. Þurrkuð og möluð sýni voru síðan leyst upp í saltpétursýru og steinefni greind í ICP tæki. Nitur og meltanleiki voru mæld með NIR-tæki.

3 Niðurstöður

3.1.1 Jarðvegsgreining

Jarðvegssýni voru tekin fyrir vökvun til að meta ástand jarðvegs, með tillit til áburðarþarfar og möguleika gróðurs til vaxtar. Jarðvegur og jarðvegseiginleikar á þessum tveimur stöðum voru mjög ólíkir.

Túnið á Hvammi er staðsett á áreyrum við Hvítá og eru um 20 cm af jarðvegi ofan á undirlaginu sem er möl. Í efstu 5 cm var mikið magn fosfórs (P) eða 38,5 mg/100g en á 5-10 cm dýpi var einungis 5,7 mg/100g, sem gefur til kynna að áborinn fosfór hafi safnast fyrr í efsta lagi jarðvegsins. Í túlkun á jarðvegsefnagreiningum segir að þar sem P er yfir 10 mg/100g er magn þess orðið mjög hátt, en tölur á milli 5-10 mg/100g eru í meðallagi (Þorsteinn Guðmundsson og Jóhannes Sigvaldason, 2000). Í efri lögum jarðvegs á Hvammi er 2,16 cmol_c kg⁻¹ af kalí (K) en í neðri lögum er það ekki nema 0,38 cmol_c kg⁻¹. Kalí magn í jarðvegi telst mikið þegar það er yfir 0,8 cmol_c kg⁻¹ en lítið þegar magn þess er komið niður fyrir 0,3 cmol_c kg⁻¹ og neðar. Kalí magn er því eins og fosfórinn mjög hátt í efstu 5 cm. Sýrustig jarðvegsins á Hvammi var á bilinu 5,1 til 5,6 pH sem er í lagi fyrir tún. Mikið magn auðleysta næringarefna í efstu 5 cm jarðvegsins á Hvammi benda til þess að mun meira hefur verið borið á en upp tekið og fjarlægt með uppskeru á undanförunum árum og að um verulega uppsöfnum sé að ræða. Þar sem Hvammur er við bakka Hvítár, eru líkur á að með henni berist líparít og því er mikið K í jarðveginum.

Tafla 4. Niðurstöður á greiningum jarðvegssýna á tilraunasvæðunum.

	Ca cmol _c kg ⁻¹	Mg cmol _c kg ⁻¹	K cmol _c kg ⁻¹	Na cmol _c kg ⁻¹	P mg/100g	pH
Hvammur 0-5	11,0	6,2	2,1	0,6	38,9	5,1
Hvammur 5-10	4,8	1,8	0,5	0,3	5,7	5,6
Hestur 0-5	5,0	3,0	0,9	0,9	10,1	4,8
Hestur 5-10	4,5	1,3	0,4	0,5	2,9	4,9

Tilraunin á Hesti er á djúpum framræstum mýrarjarðvegi, hér er mun minna magn fosfórs í jarðveginum heldur en á Hvammi. Í efstu 5 cm var fosfór 10,1 mg/100g en var komið í lægri mörk, 2,9 mg/100g, á 5-10 cm dýpi. Samkvæmt túlkun á jarðvegsefnagreiningum telst það lítið magn af fosfór þar sem er magn þess er fyrir neðan 4 mg/100g í jarðvegi. Í töflu 4 sést að kalí í jarðveginum á Hesti var um og yfir meðallag í efri 5 cm, en þar mældist það 0,92 cmol_c kg⁻¹ en í neðra sýninu var magn þess í meðallagi eða 0,46 cmol_c kg⁻¹. Túnið á Hesti stendur ofarlega í hallamýri og er sýrustigið mun lægra þar en var á Hvammi, í kringum um 4,8 sem er

lágt. Hærra sýrustig mælist þegar farið er dýpra í jarðveginn. Á Hesti er einnig mikil uppsöfnun á fosfór og K-talan er há fyrir mýri sem einnig bendir til uppsöfnunar. Á Hvammi eru Na-tölurnar lægri en á Hesti sem væntanlega er vegna meiri fjarlægðar frá sjó en getur einnig verið vegna hins grófari jarðvegs og meiri útskolun. Einungis í efstu 5 cm á Hvammi eru Ca- og Mg-tölur háar en sérstaklega í neðri lögum eru Mg-tölur lágar.

3.1.2 Gróðurfar

Í samanburði á gróðurfari (sjá töflu 5) má sjá að í túninu á Hvammi er töluvert af blávingli (*F. vivipara*) en þó mest af hálíngresi (*Agrostis capillaris*). Gróður var mun fjölbreyttari í túninu á Hesti, en þar mátti finna snarrót (*Deschampsia caespitosa*), túnvingul (*F. rubra*), skriðlíngresi (*A. stolonifera*) og lítið eitt af vallarfoxgrasi (*Phleum pratense*).

Tafla 5. Ríkjandi tegundir í tilraunareitum

Tegund	Hvammur	Hestur
Blávingull	lítið	
Hálíngresi	mikið	
Snarrót		meðal
Túnvingull		meðal
Skriðlíngresi		mikið
Vallarfoxgras		lítið

3.1.3 Uppskera og niðurstöður tölfræðigreiningar

Þegar skoðaðar eru meðaluppskerutölur á milli meðferða í töflu 6, kemur í ljós að mun minni

Tafla 6. Meðal uppskera kg ha⁻¹ á Hvammi og Hesti

Meðferð	Hvammur Kg/ha	Hestur Kg/ha
A	2796	5779
B	2998	5284
C	2821	5450
D	3000	5063
Staðalskekkja	119	211

uppskera var á tilraunareitunum á Hvammi en á Hesti í öllum meðferðum. Þar sem um mjög ólík svæði var um að ræða komu þessar niðurstöður ekki á óvart og gerðum við ráð fyrir þeim við upphaf tilraunarinnar.

Á Hvammi er mun minni og næringarsnauðari jarðvegur, gróður sýndi mikil merki um þurrk þar sem hann hafði gulnað eftir þurrka. Þar voru ríkjandi

tegundir sem eru harðar á velli s.s. hálíngresi en það gefur allgott fóður. Túnið á Hesti gaf mun meiri uppskeru, enda nægur raki í mýrinni sem var ekki hamlandi þáttur í uppskeru.

Til að kanna hvort marktækur munur væri á milli meðferða voru niðurstöður um magn uppskeru keyrðar í gegnum tölfræðiforritið SAS.

Áhrif meðferðar á kg þurrefnis/ha var greind með tveggja þátta færvikagreiningu, niðurstöður fyrir tilraunirnar tvær voru sem hér segir:

Hvammur

Tegund	Df	SS	MS	F	P
Blokk	3	861606	287202	5,10	0,025
Liður	3	145977	48659	0,86	0,494
Skekkja	9	506854	56317		
Alls	15	1514437			

Hestur

Tegund	Df	SS	MS	F	P
Blokk	3	685383	228461	1,29	0,337
Liður	3	1091243	363748	2,05	0,177
Skekkja	9	1596480	177387		
Alls	15	3373106			

Eins og sjá má hafði meðferðin á hvorugum staðnum ekki marktæk áhrif á uppskrumagn. Staðalskekkja meðaltalna var mun lægri á Hvammi (119 kg ha⁻¹) en á Hesti (211 kg ha⁻¹) því þótt reynt væri að leggja tilraunina þar sem jafnast land tókst það ekki alveg.

3.1.4 Heyefnagreining

Við samanburð á heysýnum við gott þurrhey með meðal efnainnihaldi og meltanleika (Gunnar Guðmundsson, 2011), kemur í ljós að gott gróffóður er með um 70 % meltanleika, 14 % af próteini og fódureiningar eru um 0,8 % í hverju kíló þurrefnis. Þetta segir okkur að fódrið á Hvammi og Hesti er töluvert undir þessum mörkum (sjá töflu 7) og nær því ekki að teljast sem gott fóður. Meltanleiki fódursins á Hvammi og Hesti er um og yfir 60% og því töluvert fyrir neðan viðmiðið um gott fóður. Þrátt fyrir það er prótein innihald fódurs á Hesti á milli 7-9% á meðan sýnin frá Hvammi eru með 5-7 %.

Tafla 7. Meltanleiki (%), prótein (%) og FEM í kg þe í tilraunum og til viðmiðunar þurrhey/gott/MP (Gunnar Guðmundsson, 2011).

	Meltanleiki % af þe.	Prótein	FEM í kg þe
Hvammur A	62	5,78	0,68
Hvammur B	62	6,16	0,68
Hvammur C	61	5,60	0,67
Hvammur D	61	5,60	0,67
Hestur A	62	8,81	0,68
Hestur B	62	8,97	0,68
Hestur C	59	8,61	0,64
Hestur D	61	9,23	0,67
Gott fóður	70	14	0,8

Steinefnainnihald sýnanna í samanburði við gott gróffóður (sjá töflu 8) sýnir að Ca í góðu gróffóðri er um 0,35%, sem er ívið hærra en magn Ca á Hvammi og ekki að sjá að neinn breytileiki sé á milli meðferða. Á Hesti er Ca magn aðeins hærra eða um 0,37 % í þ.e. Magníum er um 0,2 % í þ.e. í góðu fóðri á meðan Mg er aðeins fyrir neðan viðmið á Hvammi en er fyrir ofan viðmið á Hesti. Magn kalís mælist í meira í fóðri en önnur næringarefni og er því algengt að sjá kalítölur um 1,8 % í góðu fóðri. Á Hvammi er magn K mun lægra eða um 1,2 % í þ.e. á meðan magn þess er en lægra á Hesti og er rétt um 1% þ.e. Í góðri töðu er magn Na 0,18 % í þ.e. Þrátt fyrir áborinn sjó sem inniheldur mikið magn Na komu ekki glögg merki um það í greiningum, samt er mikill munur á Na magni á Hvammi og á Hesti. Hvammur er langt frá sjó og því gætir áhrifa frá sjó ekki þar. Na magn í fóðri var mjög lágt á Hvammi, þrátt fyrir áborinn sjó í liðum B og C. Í þessum liðum er hærra magn Na á báðum stöðum, sem gefur okkur til kynna að við áborinn sjó eykst magn Na í fóðri. Magn fosfórs í góðri töðu er um 0,3 % í þ.e. en á Hvammi og Hesti er magn þess ekki nema í kringum 0,2 % í þ.e.

Tafla 8. Steinefnainnihald í heysýnum og til viðmiðunar þurrhey/gott/MP (Gunnar Guðmundsson, 2011)

Heysýni	Ca	Mg	K	Na	P	S	Fe mg/kg	Ca/P
nr.	% í þ.e.	% í þ.e.	% í þ.e.	% í þ.e.	% í þ.e.	% í þ.e.	þ.e.	
Hvammur A	0,32	0,18	1,2	0,01	0,18	0,11	530	1,76
Hvammur B	0,32	0,20	1,3	0,03	0,20	0,12	433	1,59
Hvammur C	0,32	0,19	1,2	0,02	0,19	0,11	536	1,69
Hvammur D	0,31	0,18	1,2	0,01	0,19	0,10	510	1,65
Hestur A	0,37	0,20	0,9	0,21	0,21	0,14	291	1,77
Hestur B	0,36	0,21	1,0	0,24	0,21	0,15	326	1,71
Hestur C	0,37	0,22	0,9	0,25	0,22	0,15	431	1,72
Hestur D	0,37	0,21	0,9	0,21	0,20	0,15	481	1,83
Gott fóður	0,35	0,20	1,8	0,18	0,30	-	-	-

Við greiningu á steinefnum kemur í ljós að enginn munur er á steinefnamagni á milli liða hvorki á Hvammi né Hesti, en aftur á móti var mikill munur á steinefnamagni á milli bæjanna.

3.2 Aðrar athuganir

Til samanburðar var ákveðið að taka einnig sýni frá Neðri-Hálsi í Kjós þar sem búið er að nota sjó sem áburð í tvö ár. Þar sem engin rannsókn liggur að baki, var ákveðið að kanna bæði jarðvegs- og heysýni þaðan.

Á Neðri-Hálsi í Kjós er eingöngur notast við lífrænan úrgang sem áburð, þar sem landbúnaðarvörurnar frá búinu eru lífrænt vottaðar. Þar var notast við hæsnaskít fyrir nokkrum árum, þar til það var bannað. En annars hefur bóndinn notast við hefðbundinn búfjáráburð. Seinni ár hefur hann farið að notast við sjó sem áburðargjafa. Landið liggur að sjó og því er ekki mikill kostnaður við flutning. Túnið á Neðri Hálsi þar sem jarðvegssýni og heysýni voru tekin, hefur fengið sjávarvatn sem áburðargjafa síðustu tvö ár.

Jarðvegurinn á Neðri Hálsi er mjög fosfórríkur þar sem magn þess er komið yfir 10mg/100g. Þar er einnig mjög mikið magn af kalí í jarðveginum, enda telst kalí ríkur jarðvegur hafa meira en 0,8 cmol_c kg⁻¹ af kalí. Þessar háu P- og K-tölur má væntanlega rekja til notkunar á hæsnaskíts sem notaður var á árum áður (sjá töflu 9).

Á Fossi í Staðarsveit hefur tilbúinn áburður ekki verið borinn á síðustu ár, heldur eingöngu notast við búfjáráburð og skeljasand sem er auðfenginn úr fjörunum. Ákveðið var að taka jarðvegs og fódursýni úr nokkrum tünnum þar, til að kanna áhrifin af því að kalka með skeljasandi og hvernig næringarástand jarðvegs verður við að notast eingöngu við búfjáráburð.

Tafla 9. Jarðvegssýni frá Neðri - Hálsi og Fossi

	Ca cmol _c kg ⁻¹	Mg cmol _c kg ⁻¹	K cmol _c kg ⁻¹	Na cmol _c kg ⁻¹	P mg/100g	pH
Neðri-Hálsi í Kjós	39,4	7,3	2,9	1,6	13,3	5,9
Foss/Stórafura	3,1	3,4	0,6	0,5	29,4	4,6
Foss/ofan hús ekki kalkað	5,1	4,7	0,6	0,9	21,2	4,7
Foss/neðan hús kalkað	20,4	5,3	0,4	1,1	11,6	5,4

Túnin á Fossi eru seinni að taka við sér á vorin miðað við, þegar tilbúinn áburður var notaður með búfjáráburði. Þetta veldur því að fyrri sláttur er seinni en áður var og engin seinni slægja næst af tünunum. Hinsvegar hafa túnin komið vel undan þurrkum síðustu ára og ekki orðið fyrir skemmdum vegna þurrka eins og á svo mörgum bæjum þar sem notast er við tilbúinn áburð. Jarðvegstölur á Fossi, sýna mikið magn Ca í þeim tünnum sem kólkuð voru með

skeljasandi. Fosfór í jarðveginum í túninu Stórufuru á Fossi sem sker sig úr. Fosfór talan var í 29,4 mg/100g, sem er mjög hátt og bendir eindregið til að þar hafi mun meiri fosfór verið borinn á undanfarin ár eða áratugi en fjarlæggt var með uppskeru. Áhrif fosfórs getur varað lengi í jarðvegi ef honum er ekki bylt. Hann situr lengi í efstu lögum hans. Annars er fosfór rétt fyrir ofan meðal mörk kalís í túnunum þar sem kalkað var og ókalkað á Fossi. Kalítölur í túnunum á Fossi eru rétt undir viðmiði þar sem ekki er kalkað, en þar sem kalkað var er K ekki nema 0,4 cmol_c kg⁻¹ sem telst til neðri marka í meðal magni af K í jarðvegi (Þorsteinn Guðmundsson & Jóhannes Sigvaldason, 2000).

Í töflu 10 sjáum við að þar sem mikið magn Ca er í jarðveg, skilar það sér í fóðrið. Bæði á Neðri-Hálsi og Fossi þar sem kalkað var mikið magn Ca í fóðri. Kalí er töluvert hátt þar sem hefur verið kalkað á Fossi en lágt bæði á Neðri-Hálsi og þar sem ekki var kalkað á Fossi. Á Neðra Hálsi verður það að teljast merkilegt þar sem K-tala í jarðvegi var há.

Tafla 10. Heysýni frá Neðri Hálsi og Fossi til viðmiðunar þurrhey/gott/MP (Gunnar Guðmundsson, 2011)

Sýni	Ca	Mg	K	Na	P	S	Ca/P
	% í þ.e.	% í þ.e.	% í þ.e.	% í þ.e.	% í þ.e.	% í þ.e.	
Neðri Háls	0,63	0,26	1,1	0,34	0,27	0,20	2,31
Neðri Háls	0,60	0,26	1,1	0,33	0,27	0,20	2,24
Foss/ekki kalkað	0,28	0,27	1,3	0,51	0,23	0,22	1,21
Foss/ekki kalkað	0,26	0,27	1,2	0,53	0,23	0,21	1,12
Foss/kalkað	0,36	0,18	2,2	0,04	0,23	0,22	1,60
Foss/kalkað	0,35	0,18	2,2	0,04	0,23	0,23	1,52
Gott fóður	0,35	0,20	1,80	0,18	0,30	-	-

Áhugavert er hversu lítið er af Na í fóðrinu á Fossi, þar sem kalkað var en mikið þar sem ekki var kalkað. Á Neðri-Hálsi er mikið magn Na í fóðri og gæti það skýrst af nálægð við sjó og vegna vökvunar með sjó.

4 Umræða og ályktanir

Sjór eða sjávarvatn er víða notað til ræktunnar á fódri og við ræktun matvæla, þó sér í lagi þar sem vatn er af skornum skammti og þá oft til að „drýgja“ ferskvatnið. Á slíkum stöðum er mikil hættá á uppsöfnun salts í jarðvegi því er mikilvægt að næg úrkoma komi til á einhverjum árstíma. Þar sem næg útskolun verður vegna úrkomu ætti sjór að nýtast að einhverju leiti sem áburður, eða koma sem hluti af áburðargjafa á móti annarri viðbót s.s búfjáráburði, skeljasandi eða tilbúnum áburði. Steinefnamagn í sjó gæti nýst sem viðbót við annan áburð og gæti jafnvel komið til með að spara bændum kalí áburð, þar sem Na getur komið að einhverju leiti í staðinn fyrir K en þá þarf að gæta vel að hlutföllum kalís og natríums. Ef nægilegt kalí er til staðar í jarðveginum þá hefur Na engin jákvæð áhrif upp að ákveðnu marki en það fer eftir ræktunarjurt, magni af Na og af hlutföllum Na og K (Marschner, 1986).

Niðurstöður rannsóknarinnar sýndu ekki marktækan mun á milli meðferða, hvorki á Hvammi né Hesti. Sumarið 2012 var með eindæmum þurrt en mikil rigning var fyrstu dagana eftir vökvun. Þá gæti Na hafa skolest í gegn um jarðveginn og þess vegna orðið til þess að árangur náðist ekki. Einnig er mögulegt að vatnsskortur síðar á vaxtarskeiðinu hafi hamlað upptöku næringarefna eins og lágt steinefnamagn bendir til. Þetta var því með eindæma þurrt sumar sem sýnir sig í steinefnamagni fódurs frá sumrinu 2012, en samkvæmt hefynagreiningum var magn fosfórs og kalís minna en verið hefur árin á undan (Eiríkur Loftsson, 2013). Það má því gera ráð fyrir að lítið magn úrkomu hafi haft mikil áhrif á upptöku næringarefna í rannsókninni. Eflaust hefði komið betur út að vökva oftar yfir tímabilið og kanna einnig áhrif jarðvegs eftir að uppskera var tekin, það var ekki gert að þessu sinni.

Niðurstaða þessarar rannsóknar er að lítil munur var á uppskerumagnni eftir meðferðum og efnainnihaldi, vegna þess hversu lítið var borið á af sjó, vegna mikillar úrkomu strax eftir að borið var á, vegna hins annars þurra sumars eða samspils þessara þátta. Heildarniðurstaða er sú að það magn sem borið var á hafði hvorki jákvæð né neikvæð áhrif á uppskeru.

Smávægilegur galli var á rannsókninni, þar sem vatn úr Hvítá var notað á Hvammi en kranavatn úr Borgarnesi var notað á Hesti. Talið var að meira magn næringarefna væri í Hvítá en í kranavatninu. Við nánari úttekt kom í ljós að sáralítill munur væri þar á (sjá töflu 2). Kranavatnið er með ívið meira magn natríum, en vatnið í Hvítá inniheldur meira magn brennisteins. Munurinn er þó sáralítill og magn steinefna ekki nema örlítið brot af því sem er í sjávarvatni. Þetta ætti því ekki að hafa nein áhrif á niðurstöður tilraunarinnar. Eins og sjá má í

töflu 2, er sjórinn að gefa mest af Na, en þar sem það er ekki eitt af megin næringarefnum, mun það haf lítil sem engin áhrif á vöxt en gæti haft áhrif á bragð gert fóðrið lystugra. Í sjó er töluvert magn af brennisteini sem gæti haft áhrif hér á landi, þar sem hann er oft af skornum skammti. Einnig gæti sjór hjálpað til við að viðhalda eða auka skiptanlegu Mg í jarðvegi, á flæðiengjum er mikið skiptanlegu Mg í jarðvegi og því ætti sjór að gefa aukið magn Mg í jarðveg við vökvun með sjó. Lítil breytileiki var á efnainnihaldi fóðurs á milli meðferða á báðum stöðum og ekki hægt að álykta til um aukið magn Na sé vegna vökvunar með sjávarvatni, þó kemur ívið meira magn Na í liðum (B og C) sem meðhöndlaðir voru með sjó á báðum stöðum. Þrátt fyrir að áborinn sjór gæfi ekki aukna uppskeru gæti aukið magn Na e.t.v. haft jákvæð áhrif á átu.

Vegna þessara niðurstaðna getum við ekki dregið þær ályktanir að hægt sé að nota sjó sem áburð, en hvað gerðist ef meira magn og jafnvel tíðari vökvun væri beitt? Heimildir sýna að svo sé en einnig að hættan á saltmengun sé það mikil að það sé ekki áhættunnar virði, þar sem 20% alls ræktanlegs lands í heiminum er ofauðgað salti. Hinsvegar megum við ekki gleyma því að saltvandamál og þær heimildir sem stuðst er við eru ekki sambærilegar við þær aðstæður sem eru hér á landi. Ofauðgun salts í jarðvegi er að langmestu leiti bundið við þurr og heit lönd. Hér er mun meiri raki og tíðari úrkoma, kaldara og minni uppgufun og meiri útskolun gegn um jarðveginn auk þess sem minna saltmagn er í sjónum. Samkvæmt heimildum eru sömu viðbrögð plantna við seltu og þurrk. Spurningin er því hvort hægt sé að nýta sjó til vökvunar á þurru árum og komið í veg fyrir að sandatún gulni í miklum þurrkum. En það verður að horfa í kostnað við slíkar framkvæmdir, þar sem mjög dýrt væri að flytja sjó langar leiðir, því ætti þetta helst við þar sem hann væri nærtækur. Seltan getur haft bæði jákvæð og neikvæð áhrif á gróður, þar sem viðbrögð plöntunnar getur valdið því að hún gefur af sér meiri uppskeru s.s í hveiti undir vissum kringumstæðum (Glenn & Brown, 1998) þar sem plantan bregst við með þeim hætti að setja meiri kraft í að fjölga sér, þ.e. í fræmyndun, sem gefur þá meiri uppskeru. En aftur á móti getur hún einnig dregið úr vexti plantna með varnarkerfi sínu, þegar hún stöðvar osmótískan flutning næringarefna og dregur þannig úr frumuvexti. Þannig getur seltan haft bæði jákvæð og neikvæð áhrif á plöntur. Með tíð og tíma geta plöntur myndað varnir og þróað með sér þol við seltu. Þá geta komið fram skaðleg áhrif og breytingar á DNA vegna hvarfgjarnra súrefnissambanda (ROS), svo sem útfellingar, stökkbreytingar og aðrar hættulegar erfðafræðilegar breytingar á gerð plantnanna, þegar þær beitir vörnum við seltu.

Fróðlegt er að sjá hvaða tegundir geta lifað við álag af seltu, þegar við berum saman tegundir sem finna má á sjávarfitjum og þær tegundir sem greindar voru í túnunum þar sem tilraunin fór fram í kemur í ljós að tegundir sem eru fyrir ofan sjávarfitjung (*P. maritima*), eru tegundir sem einnig var að finna á tilraunareitunum, þ.e. blávingull (*F. vivipara*), túnvingull (*F. rubra*) og skriðlíngresi (*A. stolonifera*), sem segir okkur að þessar tegundir gætu lifað við seltuálag.

Að nota sjó sem áburð getur breytt samkeppnisstöðu plantna, þær tegundir sem þola vel salt umhverfi verða sterkari á velli. Þetta getur breytt tegunda flórunni í túnunum. Því væri fróðlegt að skoða betur tegundasamsetningu í túninu á Neðri Hálsi, og kanna í leiðinni hvort aukið magn blómplantna þ.e. tvíkímblöðunga sé það sem hefur áhrif á átu kúnna á fóðrinu þar eða bragðmeira fóður. Samkvæmt heimildum eru dýr sólnari í blómplöntur þar sem þær innihalda meira magn steinefna (Stuth, 1991), því gæti það haft áhrif á bætt heilsufar kúnna á Neðri Hálsi, en það þyrfti að kanna betur.

Þar sem eingöngu er notast við búfjáráburð, eins og á Fossi í Staðarsveit, verður rôtarkerfi gróðursins þéttara og dýpra, þar sem ræturnar verða að bera sig sjálfar eftir næringarefnunum. Þar sem notast er við tilbúinn áburð þurfa rætur lítið sem ekkert að hafa fyrir því til að ná honum til sín, þar verður rôtarkerfið lítið og liggur lágt. Á slíkum stöðum er meiri hætta á að tún komi illa undan þurrki eins og var hér á landi sumarið 2012. Samkvæmt bóndanum á Fossi, (Sveini Gíslasyni, 2012) komu tún mun fyrr til hjá honum í þurrkinum, en á næstu bæjum þar sem notast var við tilbúinn áburð auk búfjáráburðar. Þar var mikill uppskerubrestur og áburður nýttist illa.

5 Lokaorð

Með heimildavinnunni og tilrauninni hafa vaknað upp margar spurningar um áframhaldandi rannsóknir í sambandi við sjó sem áburðargjafa. Þar sem tilraunin sem fram fór sumarið 2012 gaf ekki svör við þeim spurningum sem leitað var eftir væri hægt að endurtaka hana á sömu reitum og sjá hvað langtímaáhrif kæmu í ljós. Einnig væri hægt að útfæra tilraunina á annan hátt, svo sem með tíðari vökvun þ.e. oftar yfir sumarið eða með meiru magni t.d. 3 eða 5 l m⁻² (30 eða 50 t ha⁻¹) af sjó. Þá væri hægt að kanna samkeppnisstöðu tegunda og athuga hvort tegundaflóran breyttist við notkun sjávar sem áburðargjafa. Hvaða tegundir kæmu inn í samfélagið og hverjar myndu hörfa. Þá væri hægt að kanna áhrif á mismunandi jarðvegsgerðir og kanna hvaða jarðvegsgerð hentaði best til slíkrar áburðargjafar. Einnig væri fróðlegt að kanna nánar hvað áhrif NaCl hefði á byggingu jarðvegs og á jarðvegsflórana, svo sem örverur og ánamaðka. Þá þyrfti að gera nákvæmari rannsóknir á áhrifum þess að notast eingöngu við búfjáráburð, hvaða kosti og galla hefur það í för með sér auk þess að leita nýrra leiða til að finna ódýra áburðargjafa sem henta grænu hagkerfi.

6 Heimildaskrá

- Agnar Ingólfsson (1998). Sjávarfitjar. Í Jón S. Ólafsson, *Íslensk votlendi, verndun og nýting* (bls. 57-68). Reykjavík: Háskólaútgáfan.
- Allam M., El-Gamal F. & Hesham M. (2005). Irrigation systems performance in Egypt. *Options Méditerranéennes, Series B, n 52*, (bls. 86-100).
- Alscher, R.G., Erturk, N. & Heath, L.S. (2002). Role of superoxide dismutases (SODs) in controlling oxidative stress in plants. *Journal Experimental Botany*, 53, (bls. 1331-1341).
- Arnheiður Þórðardóttir og Þorsteinn Guðmundsson (1994). Jarðvegskort af Hvanneyri. *Rit Búvísindadeildar*(4).
- Ashraf M. (1994). Organic substances responsible for salt tolerance in *Eruca sativa*. *Biologia Plantarum* 36 (2), (bls. 255-259).
- Bakker, J.P., Bunje, J., Dijkema, K., Frikke, J., Hecker, N., Kers, B., Körber, P., Kohlus, J & Stock, M. (2005). 7. Salt Marshes. *Wadden Sea Ecosystem* (19), (bls.163-179).
- Chaves, M.M., Flexas, J. & Pinheiro, C. (2009). Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of Botany*, (bls. 551-560).
- Chaves, M.M., Maroco, J.P. & Pereira, J.S. (2003). Understanding plant responses to drought- from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology*(30), (bls. 239-264).
- Duncan, R.R., Carrow, R.N., & Huck, M. (2000). Effective use of Seawater Irrigation on Turfgrass. *Usga green section record*, (bls. 11-17).
- Egner, H., Riehm, H. & Domingo, W. R. (1960). Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. *II Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor und Kalium Bestimmung.*, (bls. 199-215).
- Eiríkur Loftsson (11. apríl 2013). Lágur fosfór og kalí í heyjum frá sumrinu 2012. *Bændablaðið*, 45.
- Flowers T., Troke P. & Yeo A. (1977). The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, 28, (bls. 89-121).
- Friðrik Pálmasson, Gunnar Steinn Jónsson, Magnús Óskarsson & Þorsteinn Guðmundsson (1989). *Landbúnaður og umhverfi*. Ráðunautafundur.
- Glenn, E. P. & Brown, J. J. (1998). Effects of soil salt levels on the growth and water use efficiency of *Atriplex Canescens* (Chenopodiaceae) varieties in drying soil. *American Journal of Botany* 85, I, (bls. 10-16).
- Glenn, E. P., Brown, J. J. & O'Leary, J.W. (1998). Irrigating Crops with Seawater. *Scientific American*, (bls. 76-81).
- Gunnar Guðmundsson (2011). Fóður og fóðrun. Í Tjörvi Bjarnason. ritstj., *Handbók bænda 2010- 2011* (bls. 135). Reykjavík: Bændasamtök Íslands.
- Hrólfur Sigurðsson og Franklín Georgsson (2012). *12-1114-03/2022/B1/Langhús Hamarslandi Borgarnes*. Matís. Heilbrigðisstofnun Vesturlands.

- Magnús Óskarsson (Mars 2008). *Plógur*, 1. grein. (V. L. Íslands, Framleiðandi) Sótt 2012
- Magnús Óskarsson og Matthías Eggertsson (1991). *Áburðarfræði*. Reykjavík: Búnaðarfélag Íslands.
- Marschner H. (1986). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. ACADEMIC PRESS.
- Ragnheiður Sveinþórsdóttir, Hólmsfríður Hartmannsdóttir og Ólafur Ögmundsson (2012). *Nýting á slógi með tilliti til umhverfisáhrifa*. Matís.
- Rasool, S., Hameed, A., Azooz, M.M., Rehaman, M., Siddiqi, T.O., & Ahmad, P. (2013). Salt Stress: Causes, Types and Responses of Plants. Í M. M. Parvaiz Ahmad, *Ecophysiology and Responses of Plants under salt stress* (bls. 1-24). London: Springer.
- Sigurjón Rist (1986). *Efnarannsókn vatna Borgarfjörður. Einnig Elliðaár í Reykjavík*. Reykjavík: Orkustofnun.
- Sólveig R. Ólafsdóttir (2006). *Styrkur næringarefna í hafinu umhverfis Ísland*. Reykjavík: Hafrannsóknarstofnunin.
- Srivalli, B., Chinnusamy, V. & Chopra, R.K. (2003). Antioxidant defense in response to abiotic stresses in plants. *Journal of Plant Biology* 30, (bls. 121-139).
- Stuth, J.W. (1991). Foraging Behavior. Í Heitschmidt, R. K., *Grazing Management* (bls. 64-84). Portland, Oregon: Timber Press.
- Taiz L. & Zeiger E. (2010). *Plant physiology*.
- Unnsteinn Stefánsson (1999). *Hafið*. Reykjavík: Háskólaútgáfan.
- Unnsteinn Stefánsson & Jón Ólafsson (1991). *Nutrients and fertility of Icelandic waters*. Rit Fiskideildar 12 (3).
- Wilkinson, S. & Davies, W.J. (2002). ABA-based chemical signalling: the co-ordination of responses to stress in plants. *Plant, Cell & Environment*(25)(Issue 2), (bls. 195-210).
- Yeo, A.R. (1999). Predicting the interaction between the effects of salinity and climate change on crop plants. *Scientia horticultrae*, 78, (bls. 159-174).
- Þorsteinn Guðmundsson & Jóhannes Sigvaldason (2000). *Túlkun og hagnýting jarðvegsefnagreininga*. Ráðunautafundur.
- Þorsteinn Þorsteinsson (1963). Engjarnar á Hvanneryi. *Freyr*, 59(19), (bls. 347-349).
- Þórunn Þórðardóttir & Unnsteinn Stefánsson. (1977). *Productivity in relation to environmental variables in the Faxafói region 1966-1967*. ICES C.M.1977/L:34.

7 Myndaskrá

Mynd 1. Selta sjávar hér við land jafngildir 35g/kg.....	Bls. 3
Mynd 2. Tilraunareiturinn á Hvammi 2. júlí.....	Bls. 9
Mynd 3. Tilraunareiturinn á Hesti 2. júlí.....	Bls. 9
Mynd 4. Sláttur á tilraunareit.....	Bls. 11

7.1.1 Höfundar mynda

Mynd 1. World Ocean Atlas (2009). Annual mean sea surface salinity from the World Ocean Atlas. Sótt 5. desember 2012 á (http://en.wikipedia.org/wiki/World_Ocean_Atlas(National Oceanographic Data Center)

Mynd 2. Fjóla Veronika Guðjónsdóttir, 2. júlí 2013

Mynd 3 Fjóla Veronika Guðjónsdóttir, 2. júlí 2013

Mynd 4. Fjóla Veronika Guðjónsdóttir, 2. júlí 2013

8 Töfluskrá

Tafla 1: Helstu katjónir og anjónir og magn þeirra í sjó (Unnsteinn Stefánsson, 1999)	Bls. 2
Tafla 2: Tilraunaskipulag í Hvammi og á Hesti	Bls. 10
Tafla 3: Magn vökvunar í 1 m ² , meðhöndlun liða og umreiknað magn næringarefna í kg ha ⁻¹	Bls. 10
Tafla 4: Niðurstöður á greiningum jarðvegssýna á tilraunasvæðunum.....	Bls. 12
Tafla 5: Ríkjandi tegundir í tilraunareitum.....	Bls. 13
Tafla 6: Meðal uppskera kg/ha á Hvammi og Hesti.....	Bls. 13
Tafla 7: Meltanleiki (%), prótein (%) og FEm í kg þe í tilraunum og til viðmiðunar þurrhey/gott/MP (Gunnar Guðmundsson, 2011).....	Bls. 15
Tafla 8: Steinefnainnihald í heysýnum og til viðmiðunar þurrhey/gott/MP (Gunnar Guðmundsson, 2011).....	Bls. 15
Tafla 9: Jarðvegssýni frá Neðri - Hálsi og Fossi	Bls. 16
Tafla 10: Heysýni frá Neðri Hálsi og Fossi til viðmiðunar þurrhey/gott/MP (Gunnar Guðmundsson, 2011)	Bls. 17

9 Viðauki

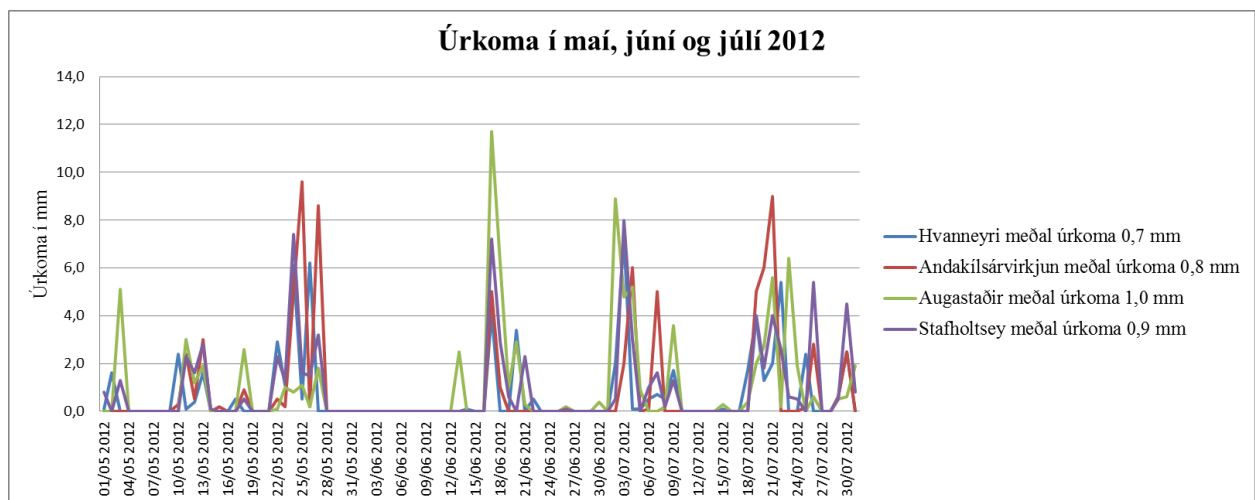
9.1.1 Uppskera kg þe ha⁻¹

Í töflu 11 í viðauka er gefin upp kg af grasi í hverjum reit eftir meðferð liða á Hvammi og Hesti. Uppskerunni var safnað saman og vigtuð í neti. Sláttuvélagreiðan var 1,35 m að breidd og því þurfti einungis að mæla lengd hvers reits til þess að reikna út Kg þe ha⁻¹. ((Kg grass*þ.e)/(lengd*breidd)*10þús=Kg þe ha⁻¹)) Þurrefnis % (Þe%) er fundin með því að vigta gras, þurrka það og vigta aftur. Þe % gefur til kynna meltanleika fódursins.

Tafla 11. Uppskerumagn kg þe ha⁻¹ á Hvammi og Hesti

Liður	Hvammur				Hestur			
	Kg gras	Lengd	Þe%	Kg þe ha ⁻¹	Kg gras	Lengd	Þe%	Kg þe ha ⁻¹
C	8,4	6,0	27	2407	26,0	6,7	21	6036
A	9,3	6,9	26	2604	24,5	6,6	23	6186
B	9,4	6,8	26	2651	22,0	6,7	23	5464
D	11,1	6,8	26	3180	21,5	6,8	22	5058
C	12,8	6,8	25	3441	25,5	6,9	21	5776
A	11,0	6,7	25	3064	23,5	6,8	22	5708
B	12,7	6,9	24	3282	21,0	6,7	21	5005
D	11,0	6,9	25	2999	22,5	6,5	21	5307
A	9,7	6,8	27	2800	25,0	6,7	22	6053
B	12,0	6,8	25	3331	24,0	6,8	21	5557
D	11,5	6,8	25	3155	19,5	6,8	21	4493
C	11,3	6,8	24	2966	22,5	6,8	21	5209
B	10,4	6,8	24	2727	22,0	6,6	21	5111
D	9,6	6,8	26	2666	23,0	6,6	21	5395
A	9,6	6,7	26	2717	21,0	6,7	22	5169
C	8,4	6,8	27	2470	20,0	6,6	21	4781

9.1.2 Veðurgögn



Mynd 5. Meðal úrkoma fyrir tímabilið á fjórum stöðvum pr. dag

Tafla 12. Heildar úrkoma í mm, maí, júní og júlí 2012

	Stafholtsey	Augastaðir	Andakílsvirkjun	Hvanneyri
Maí	27	19	31	24
Júní	13	25	6	8
Júlí	40	47	39	33
Heild	80	91	77	64

Sótt frá Veðurstofu Íslands