BS – ritgerð Maí 2014

Vökvun túna í mýri og mel.

Elvar Örn Birgisson

Landbúnaðarháskóli Íslands
Agricultural University of Iceland

Auðlindadeild

BS – ritgerð Maí 2014

Vökvun túna í mýri og mel.

Elvar Örn Birgisson

Leiðbeinandi: Sigtryggur Veigar Herbertsson

Landbúnaðarháskóli Íslands
Auðlindadeild

Yfirlýsing höfundar

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 né í heild verið lagt fram áður til hærri prófgráðu.

Elvar Örn Birgisson

Ágrip

Markmið verkefnisins var að sjá hvort uppskeru munur fengist með því að vökva tún með mismunandi miklu magni af vatni og hvort áhrifin væru eins í þeim reitum sem fengju tilbúinn áburð og í þeim sem fengu ekki áburð. Vökvað var melatún og mýrartún og áhrif vökvunar skoðuð á hvorum staðnum fyrir sig. Heysýni voru tekin úr öllum reitum til að bera saman mun á stein- og snefilefnum. Til þess að kanna reynslu bænda þá voru viðtöl teknin af bændum sem höfðu fjárfest í vökvunarbúnaði.

Reitartilraun var sett upp annarsvegar í melatúni og hinsvegar mýrartúni voru settar upp á bæjunum Keldudal og Ríp í Hegranesi í Skagafirði. Melatúnið var staðsett í Keldudal og mýrartúnið á Ríp. Sett var upp blokkartilraun 6x3 á báðum stöðum og vökvað var í átta vikur yfir sumarið. Allir reitir voru uppskerumældir tvisvar.

Vökvun á melatúni sem fengið hafði tilbúinn áburð sýndi marktækt meiri uppskeru í seinni slætti með því að vökva þá reiti með 8 mm af vatni vikulega til viðbótar við rigningu. Ekki fékkst marktækur munur í fyrri slætti í melatúninu. Í mýrartúninu fékkst marktækt minni uppskera með því að vökva hvort sem um var að ræða reiti með tilbúnum áburði eða ekki og var það eins í fyrri og seinni slætti.

Lykilorð: Vökvun túna, vökvunartækni, orkuþörf, reynsla að notkun vökvunartækja.

Þakkir

Ég vil þakka leiðbeinanda mínum Sigtryggi Veigari Herbertssyni fyrir alla þá hjálp sem hann hefur veitt mér við ritgerðina og framkvæmd á tilrauninni. Ríkharð Brynjólfsson fær þakka fyrir góð ráð og aðstoð við tilraunina. Guðni Þorvaldsson fær þakkir fyrir aðstoð við tölfræði útreikninga. Eiríkur Loftsson fær þakkir fyrir aðstoð og leiðbeiningar við uppsetningu á tilraun. Þórarinn Leifsson fær þakkir fyrir góð ráð við uppsetningu á tilraun sem og lán á haugsugu og landi fyrir tilraunina.

Sérstakar þakkir fá Jötunn Vélar og Kaupfélag Skagafjarðar fyrir fjárhagslegann stuðning við verkefnið.

Að lokum vil ég vil þakka fjölskyldunni minni fyrir stuðning og aðstoð við tilraunina og þá vil eg sérstaklega þakka föður mínum Birgi Þórðarsyni fyrir lán á tækjum og tólum og landi fyrir tilraunina og kærustu minni Elínu Petru Gunnarsdóttur fyrir alla þá aðstoð og stuðning sem hún veitti mér.

Efnisyfirlit

Yfirlýsing höfundar i
Ágrip ii
Þakkir iii
1. Inngangur 1
1.1 Vökvunarþarfir 1
1.2 Jarðvegsvatn 1
1.3 Vatnið í plöntunum 2
1.4 Vökvunartækni 3
1.5 Vökvun túna 4
1.6 Úrkoma 6
1.7 Markmið 7
2. Efni og aðferðir 8
2.1 Skipulag og uppsetning tilraunar 8
2.2 Vökvun og rakamælingar 9
2.3 Uppskerumælingar 10
2.4 Viðtöl við bændur 11
2.5 Gagnasöfnun 11
2.6 Tölfræðileg úrvinnsla 11
3. Niðurstöður 12
3.1 Mýrartún 12
3.2 Melatún 13
3.3 Stein- og snefilefni 14
3.3.1 Mýrartún 14
3.3.2 Melatún 16
3.4 Rakamælingar 18
3.5 Niðurstöður viðtala við bændur 19
4. Umræður 21
4.1 Mýrartún 21
4.2 Melatún 22
4.3 Erlendar tilraunir 22
4.4 Úrkoma 23
4.5 Jarðvegs- og heysýni 24
4.6 Rakamælingar 24
4.7 Viðtöl við bændur 24
6. Heimildaskrár 27
7. Töfluskrá 29

8. Myndaskrá.....29
9. Viðauki.....30

1. Inngangur

1.1 Vökvunarþarfir

þar sem þurrkar eru miklir yfir sumartímann eiga tún það á hættu að brenna eða spretta illa. Það eru sérstaklega sanda- og melatún- sem eru í hættu (Árni Snæbjörnsson, 1983). Þörfin fyrir vökvun er metin út frá jarðvegsgerð, úrkomu á svæðinu og hitastigi (Haugland, Reiersen og Tollefsen, á.á). Plöntur hafa aðgang að um 40 % af því vatni sem er í jarðveginum en magnið í mm fer eftir jarðvegsgerð. Plöntur í mjög fíngerðum sandjarðvegi hafa aðgang að um 15-20 mm af vatni, plöntur í leir- og sandblönduðum jarðvegi hafa aðgang að um 25-30 mm af vatni, plöntur í leirkenndum jarðvegi hafa aðgang að um 30-35 mm af vatni og plöntur í mýrarjarðvegi hafa aðgang að um 35-40 mm af vatni. Áður en þörf fer að verða á vökvun þá hefur plantan aðgengi að þessu magni ásamt öllu regnvatni sem bætist við. Mikill hiti getur valdið því að uppgufun verður meiri og þá gengur hraðar á vatnið (Haugland o.fl., á.á).

Melar og sandar hafa grófan jarðveg og tapa því vatni auðveldlega úr jarðveginum á meðan mýrar eru með fínni jarðveg sem heldur vatni betur. Þær birgðir sem safnast hafa upp yfir vetrartímann eru fljótari að hverfa eftir að klaki hefur farið úr jörðu og sérstaklega ef það er þurrt og úrkomulítið vorin (Árni Snæbjörnsson, 1983).

Norðmenn eru með ákveðnar aðferðir til að finna út vatnsþarfir og nota til þess mælingar á magni uppgufunar. Þeir reikna með að uppgufun sé frá 1-4 mm á dag í norður Noregi og fer það eftir veðri og sem dæmi þegar það er heiðskýrt og vindasamt þá reikna þeir með að uppgufunin sé um 4 mm. En ekki nema 1 mm þegar það er alskýjað og rakt loft. Meðal uppgufun á dag er á bilinu 2-2,5 mm (Haugland o.fl., á.á).

1.2 Jarðvegsvatn

Jarðvegurinn geymir vatn sem nýtist plöntum og myndar ákjósanlegar aðstæður fyrir örverur til að lifa. Vatnið geymir og flytur næringarefni og sér um skolun á jarðveginum (Ashman og Puri, 2002). Vatnsbúskapurinn í jarðveginum er háður kornastærð, vatnsheldni og vatnsleiðni. Minni korn valda því að vatnið er lengur að síga í gegnum jarðveginn og vatnsheldnin er meiri, þessa gerð er að finna í mýrum en stærri korn eins og sandur og möl valda því að vatnið rennur hraðar í gegnum

jarðveginn. Vatnsleiðni er hversu hratt vatnið flyst um jarðveginn og fer mikið eftir þéttleika. Ef jarðvegur er mjög þéttur þannig að vatn flýtur á yfirborðinu og sígur mjög hægt niður er hann með hæga vatnsleiðni. Þetta er algengt þar sem leir er ríkjandi í jarðvegi. Grófur jarðvegur þar sem möl og sandur er ríkjandi getur vatnsleiðnin verið mjög hröð (Cosgrove og Holbrook, 2010a)

Vatni í jarðveginum er hægt að skipta upp í þrjá flokka, það er laust vatn, nýtanlegt vatn og ónýtanlegt vatn (Árni Snæbjörnsson og Óttar Geirsson, 1981b). Laust vatn er það vatn sem fyllir grófustu holurnar milli jarðvegsagnanna og vatnið sígur niður í jarðveginn en jarðvegurinn þarf að losna við það vatn til að fá loftun. Þegar það vatn er á yfirborðinu nefnist það yfirborðsvatn, á meðan vatnið er að síga niður jarðveginn nefnist það sigvatn og loks þegar það er komið á lokastað og farið að safnast saman nefnist það grunnvatn. Grunnvatnið fyllir loft og holurými og gerir jarðveginn vatnsmettann. Grunnvatnið getur bæði verið kyrrt eða á hreyfingu, fer eftir halla á undirlaginu. Hversu mikið grunnvatnið er og hversu há grunnvatnsstaðan er fer eftir magni heildar úrkomu og magni í hvert skipti sem rignir ásamt jarðvegsgerð, landslagi og uppgufun (Árni Snæbjörnsson og Óttar Geirsson, 1981a). Grunnvatnsstaðna hefur einnig mikil áhrif á rótarvöxt plantna og þar sem grunnvatnið er hátt verður rótarvöxtur lítill og svæðið sem ræturnar taka næringu upp úr minnkar og í leið allur vöxtur, súrefnisskortur er oft í svona jarðvegi ásamt því að lífverur sem eru mikilvægar fyrir plöntur ná sér ekki upp. Til að komast hjá því að lenda í þessu þá er farið í það að framræsa landið (Árni Snæbjörnsson og Óttar Geirsson, 1981a).

Nýtanlegt vatn er fastara fyrir í jarðveginum og fyllir upp í smærri holurými en plönturnar ná samt að nýta það en þær ná hins vegar ekki að nýta sér ónýtanlega vatnið því það er svo fast bundið í jarðveginum að sogkraftur plantnanna nær ekki að sjúga vatnið upp. Hvernig vatnið skiptist milli flokka fer svo eftir jarðvegsgerð og hver vatnsheldni jarðvegsins er, en vatnsheldnin segir okkur hversu mikið vatn getur rúmast í jarðveginum. Leir-, móa-, og mýrarjarðvegur geta haldið miklu vatni á meðan að sand- og grófur jarðvegur halda litlu vatni (Ashman og Puri, 2002).

1.3 Vatnið í plöntunum

Vatn spilar afar stórt hlutverk í lífi plantna. Það er sú auðlind sem plantan þarf mest af til að vaxa og dafna en er oft sem áður mjög takmarkandi þáttur þar sem lítið er um vatn. Plöntur þurfa gríðarlega mikið vatn og þar sem lítið er um vatn fer skortur að

gera vart um sig mjög fljótt í plöntunum. Lang stærsti hluti vatnsins fer í það að kæla plöntuna niður eða um 97% að því vatni sem plantan notar en ekki nema 2% af því vatni sem hún nýtir úr jarðveginum fara í vöxt og restin nýtist í efnaskiptaflutningum (Cosgrove og Holbrook, 2010b). Vatnið sjálft er næring og það sér um flutning á næringarefnum í gegnum viðaræðar plönturnar en þessi næringarefni eru tekin upp úr jarðveginum sem vatnslausn í gegnum ræturnar og vatnsskortur veldur því að minna verður úr upptöku næringarefna (Árni Snæbjörnsson og Óttar Geirsson, 1981b). Vatnið heldur plöntunni stinnri með vökvaspennu og þessi spenna er mikilvæg fyrir ljóstillífunarframleiðslu plöntunnar sem og vöxt hennar. Vatnið sem heldur henni uppi gufar svo jafnt og þétt úr henni í gegnum varaop en það gerist vegna gufuþrýstingsfallanda í laufblöðum (Cosgrove og Holbrook, 2010b). Vatnið er sogið upp í plöntuna í gegnum rætur plöntunnar. Mikið er af rótarhárum út frá rótinni og notast þau við að soga vatnið upp og því fylgja steinefni og lífrænefni. Vatnið sogast upp um ræturnar vegna vatnsmættisfallanda og svo fer það upp með plöntunni vegna togspennu sem er í viðaræðunum. Þessi þrýstingur í viðaræðunum er oftast neikvæður og í mjög háum plöntum myndast mikill undirþrýstingur. Viðaræðarnar hafa mjög þykkan og sterkan vegg og leggjast því ekki saman við undirþrýsting (Cosgrove og Holbrook, 2010b).

Plöntur sem eru iða grænar og í vexti þurfa meira vatn en þær plöntur sem hættar eru vexti. Plöntur sem ekki eru í vexti hafa mikið af dauðum frumum sem tekið hafa yfir blöð plöntunnar og þau hafa fallið, því er vatnið mikilvægast fyrir plöntur á vormánuðum og fram að skriði. Hversu mikið af vatni plantan notar getur hins vega verið mjög breytilegt en því hlýrra og sólríkara sem veðrið er þeim mun meira þarf vatnið að vera (Árni Snæbjörnsson og Óttar Geirsson, 1981b).

1.4 Vökvunartækni

Nú til dags er vökvað að mestu með úðunarkerfum en áveitur vatns á tún er gömul og þekkt ræktunaraðferð. Mönnum stendur til boða mjög flottur og fullkominn búnaður í dag en misjafnt er hversu mikla fjármuni menn eru tilbúnir að setja í slíkan búnað. Áður voru áveituaðferðirnar með þeim hætti að notast var m.a við sjálfflæðiáveitur, uppistöðuáveitun, straumáveitun, seytluáveitun og rótaráveitun svo eitthvað sé nefnt

en það tók tíma fyrir menn að ná valdi á áveituaðferðunum. (Magnús Óskarsson, 2008) (Árni Snæbjörnsson og Óttar Geirsson, 1981b).
Árið 2008 voru áveitur í heiminum á bilinu 220-230 milljón hektarar og eru kínverjar þar fremstir í flokki með áveitubúskap á yfir 77 milljón hektara. (Magnús Óskarsson, 2008). Með úðunarkerfum er töluvert auðveldara að sjá um vökvun og menn eru fljótir að ná valdi á þessari nýju tækni.

Kerfin sem menn eru að nota á Íslandi í dag eru þannig að dæla er við vatnsból sem þrýstir vatni eftir slöngum að úðunarstút. Þessi vökvunartæki eru afkastaminni, minni um sig og ónákvæmari í dreifingu en jafnframt ódýrari en þau sem stærri eru. Þessi stærri eru meiri um sig, afkasta meiru og dreifa lengra og nákvæmar en þau minni. Þetta er t.d eins og búnaður frá Ocmis sem er mikið notaður hér á landi. Hann er með dælu við vatnsból og hún þrýstir vatni eftir slöngum í átt að kefli sem stjórnar svo því vatnsmagni sem borið er á hverju sinni. Þessi búnaður vökvar mun nákvæmara en sá minni og hægt er að stjórna vökvuninni á auðveldari hátt en jafnframt er hann aftur á móti söluvert dýrari (Waterforce, 2014).

1.5 Vökvun túna

Tilraunir sem snúa að því hvort að hægt sé að fá fram uppskerumun, með því að vökva tún sem fengið hafa tilbúinn áburð, eru af skornum skammti og aðeins ein tilraun gerð hérlendis áður sem vitað er um. Ekki er vitað um margar tilraunir erlendis sambærilegum þessari, þar sem jarðvegur og veðurfar svipar til þess sem hér gerist. Að vori 1982 var gerð athugun á vegum Bændaskólans á Hvanneyri í samvinnu við Búnaðarsamband Íslands og Ólaf Jóhannesson bónda á Hóli. Þessi athugun var aðeins frumathugun til að hægt væri að sjá hvort bera myndi árangur að vökva tún (Árni Snæbjörnsson, 1983).

Landið sem notað var fyrir athugunina var áreyrarjarðvegur og hafði verið í rækt í 10-20 ár og var að mestu snarrót, eitthvað af sveifgrösum og vinglum ásamt vegarfa sem þó var aðalega í kalblettum. Efstu 5 cm voru rótartorf en allt neðar því var grjót, möl og sandur. Túnið var um 50-100 m frá Tunguá en vatnið var fengið úr henni. Borið var á tilbúinn áburður um mánaðamótin maí-júní og lambfé var á túninu frá sauðburði

fram í júní. Vatnið var borið á með „Perrot Circle Sprinkler ZA“ úðurum og var úrkoman úr þeim sem svaraði 4 mm á klst. Vökvað var eftir tension mælum sem mæla rakastig í jarðveginum og þegar þeir fóru niður fyrir 300 mb þá var vökvað í eina klst. en þetta var gert af erlendri fyrirmynd. Vökvað var í heildina sem svarar 44 mm frá 3. Júní til 29.júlí en túnið var slegið þá. Úrkoman á svæðinu var í heildina 113-143 mm og þar með heildar vatnsmagn sem túnið fékk 157-187 mm en ónákvæmni var í úrkomumælinum á svæðinu (Árni Snæbjörnsson, 1983).

Niðurstöður sýndu að á því landi sem var ókalið gaf vökvunin 74% uppskeruaukningu eða 14 hkg/ha af þurrefni. Þar sem landið var kalið fékkst minni uppskera með vökvun eða um 3,4 hkg/ha af þurrefni þ.e. um 27 % minni uppskera. Í þessa tilraun vantar endurtekningar og eru niðurstöðurnar því ekki eins áræðanlegar og ef hún hefði verið endurtekin en augljóst er að vökvunin skilaði árangri fyrir ókalið land (Árni Snæbjörnsson, 1983).

Erlendar rannsóknir hafa sýnt að hægt er að auka uppskeru með vökvun. Rannsókn ein sem framkvæmd var frá landbúnaðarháskólanum í Sindey sýndi að marktækt meiri uppskera fékkst vökvun á maís. Veðurfar þar er reyndar töluvert heitara en á Íslandi en rigning svipuð eða um 738 mm í árs úrkomu. Tilraunin var sett upp þannig að reitirnir voru vökvaðir með fjórum mismunandi stórum skömmtum af vatni og fengu reitirnir þrjá mismunandi stóra skammta af áburði. Niðurstöður sýndu að marktækur munur fékkst með vökvun á öllum stigum og mest þar sem borið var mest vatn eða um 480 mm og mestur áburður eða um 158 N kg/ha. Kornastærðin var einnig marktækt meiri á kostnað blaða en meltanleiki og næringargildi var ekki jafn hátt í þeim reitum sem vökvaðir voru (Islam, Garcia og Horadagoda, 2011).

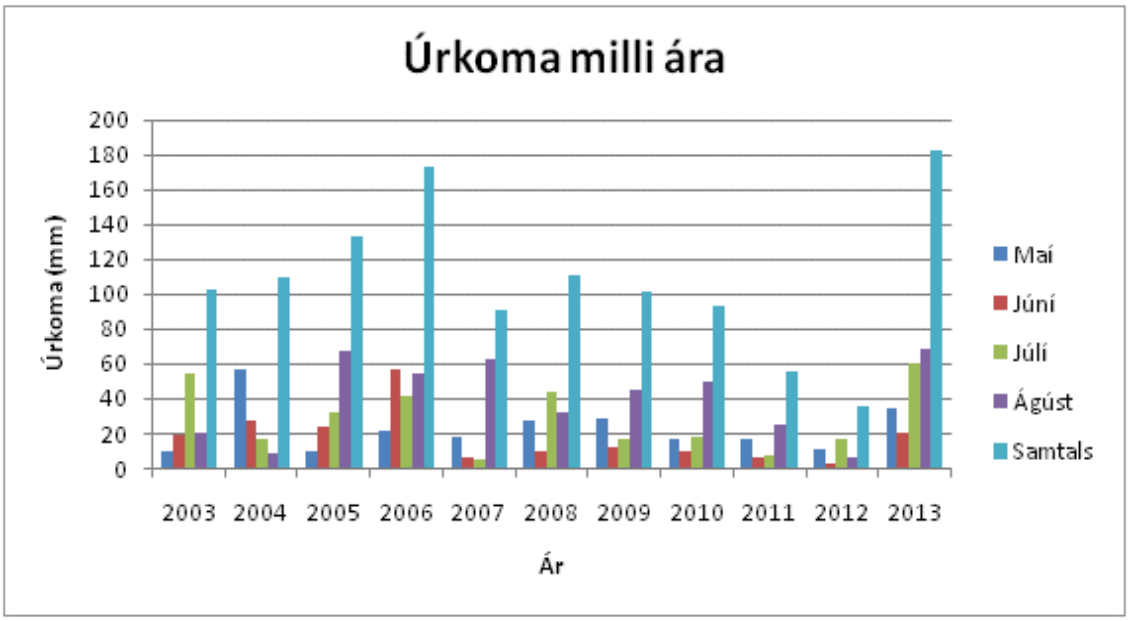
Norðmenn sjá mestu þörfina fyrir vökvun fyrstu þrjár vikurnar í júní því uppgufunin er mest þá. Þá fyrst fer að ganga verulega á vatnsforðann og vatnsþörfin verður meiri því hitastigið er hátt. Þeir reikna með að uppgufunin sé um 2 mm að meðaltali á dag og eru með ákveðnar formúlur til að reikna vatnsþörfina. Þeir margfalda uppgufunina með 1,2 fyrstu vikuna til að sjá hvað þarf að vökva mikið og 1,3 í viku númer tvö og svo með 1,4 eftir það (Haugland o.fl., á.á).

Erlendar tilraunir þar sem verið er að vökva búfjáráburð í sandi hafa sýnt áhugaverðar

niðurstöður. Tilraunirnar voru framkvæmdar í Lýbíu og í Hollandi og sýndu þær að hægt er að auka uppskeru með því að vökva búfjáraburð og einnig að hægt væri að fá mun betri nýtingu á honum. Með því að vökva með 5-10 mm strax eftir að borið var á búfjáraburðinn og svo vökvað sem svaraði 100 % uppgufun fékkst allt að 100 % meiri uppskera á korn heldur en á þeim svæðum sem aðeins var vökvað sem svaraði 70 % uppgufun (Abd El-Wahed og Ali, 2012).

Í Hollandi gerðu menn tilraun með því að vökva strax eftir að borið var á búfjáraburður og fengu þeir út að með því að vökva sem samsvarar 10 mm úrkomu fékkst 93 % betri nýting á köfnunarefni sem og betri upptaka plantna á köfnunarefni (Shaha, Shaha, Groota, Oenemab og Lantingaa, 2011).
Loftslag er töluvert ólíkt því íslenska í þessum löndum en samt sem áður eitthvað sem gæti verið fróðlegt að skoða við íslenskar aðstæður.

1.6 Úrkoma



Mynd 1: Úrkomutölur frá árinu 2003

Úrkoma er mjög misjöfn milli landshluta og svæða og hefur það áhrif á hversu mikið vatn skilar sér í jarðveginn. Þar sem rignir mikið er meira niðursig á vatni heldur en á þeim stöðum þar sem rignir lítið og þurrkar eru miklir. Þar af leiðandi hækkar grunnvatnsstaðan meira á þeim stöðum, ásamt því að þar sem þurrkar eru miklir verður meiri uppgufun (Árni Snæbjörnsson og Óttar Geirsson, 1981a). Teknar voru saman úrkomutölur yfir sumarmánuðina frá veðurstöðinni á Bergstöðum í Skagafirði

frá árunum 2003 til 2013 til að sjá hversu mikil úrkoman hefur verið síðustu ár en tilraunin á vökvunarverkefninu var gerð sumarið 2013 á þeim slóðum. Á mynd 1 sést að heildarúrkoma yfir sumartímann er mjög breytileg og er allt frá því að vera um 35 mm eins og það var árið 2012 og upp í að vera 182 mm árið 2013 en meðalúrkoman fyrir alla mánuðina yfir þetta tímabil voru tæplega 108 mm.

Mikill breytileiki milli mánaða og fór úrkoman minnst niður í 2 mm í júní 2012 en mest í 67 mm í ágúst 2005. Maí og júní eru oftar úrkomuminni heldur en bæði júlí og ágúst og júní hefur verið sérstaklega úrkomulítill síðustu sjö árin og er júní mánuður með minnstu meðalúrkomuna yfir þetta tímabil eða 17,5 mm. Þar á eftir kemur maí með um 22,5 mm, næst júlí með um 28 mm og ágúst er með mestu meðalúrkomuna eða um 39,5 mm (Veðurstofa Íslands, 2014).

1.7 Markmið

Síðan Árni Björnsson sýndi fyrst fram á að hægt væri að auka uppskeru túna með vökvun eru liðin 32 ár. Á þessum tíma hefur mikið gerst í íslenskum landbúnaði og magn og gæði uppskeru af túnum orðið enn mikilvægara en áður. Markmið verkefnisins var því að sjá hvort að uppskerumunur fengist með því að vökva tún með mismunandi miklu magni af vatni og hvort áhrifin væru eins þar sem notaður var tilbúinn áburður og enginn áburður. Vökvað var melatún og mýrartún og áhrif vökvunar skoðað á hvor staðnum fyrir sig. Heysýni voru tekin úr öllum reitum til að bera saman mun á stein- og snefilefnum milli reita. Tekin voru viðtöl við bændur sem höfðu fjárfest í vökvunargræjum og þeir fengnir til að deila reynslu sinni.

2. Efni og aðferðir

2.1 Skipulag og uppsetning tilraunar

Tafla 1: Flokkun reita eftir áburði og vökvun.

Vatn	Áburður	Ekki áburður
Ekkert	1	2
Lítið	2	5
Mikið	3	6

Í upphafi rannsóknarvinnunar var Eiríkur Loftsson jarðræktar ráðunautur á Sauðárkróki fenginn til að aðstoða við leitina að hentugum túnum til að framkalla tilraunina. Túnin voru annarsvegar tveggja ára gamalt mýrartún sem var á Ríp í Hegranesi og hins vegar sex ára gamalt melatún í Keldudal í Hegranesi. Eftir það fundum við hentugar staðsetningar fyrir endurtekningar á sitthvorri spildunni. Sett var upp blokkartilraun 29. maí 2013 með þremur endurtekningum á hvorum stað fyrir sig. Tafla 2 sýnir endurtekningar og röðun reita.

Tafla 2: Röðun reita í endurtekningar.

Endurtek 1	Endurtek 2	Endurtek 3
4	1	5
5	4	2
2	6	3
6	3	6
3	5	4
1	2	1

Hver endurtekning var með 6 reiti sem voru 2 metrar á breidd og 6 metrar á lengd en einnig var hafður 1 meter á milli reita. Reitirnir voru númeraðir frá 1-6 og voru flokkaðir eftir því hvort þeir fengu áburð eða ekki og einnig hversu mikið þeir voru vökvaðir en meðferð fyrir hvern reit sést í töflu 1. Reitirnir voru ýmist vökvaðir ekki neitt, lítið eða 8 mm samtals og svo mikið eða 24 mm samtals. Reitunum var raðað algjörlega handahófskennt upp í hverja endurtekningu og niðurröðunin var eins og meðfylgjandi taflan sýnir. Reitirnir voru afmarkaðir með litlum staurum og stór og greinileg spjöld voru sett við hvern reit með númeri hans svo auðvelt væri að sjá þau úr dráttarvél þegar verið var að vökva. Áburðurinn sem notaður var í reitina fyrir fyrri slátt var Fjölgræðir 6 (22-11-11) frá áburðarverksmiðjunni. Borið var á 660 g fyrir fyrri slátt í þá reiti sem fengu áburð eða sem svarar 550 kg/ha og fyrir seinni slátt var borið á 240 g í þá reiti sem svarar um 200 kg/ha af Magna 1 frá áburðarverksmiðjunni. Notuð var lítil vigt til að vigta áburðinn í hvern reit fyrir sig og borið var á reitina með höndum úr 10 lítra fötu. Veðurstöð var staðsett í Keldudal þetta sumarið og var hún staðsett um 600 metrum frá tilraunarreitum þar og um 1,7 kílómetrum frá tilraunareitum á Ríp. Upplýsingar um veðurfar voru svo fengnar úr henni fyrir úrkomu útreikninga.

2.2 Vökvun og rakamælingar

Notuð var dráttarvél með 4000 lítra haugsugu til að vökva reitina. Vökvunin hófst 30. maí og voru reitirnir vökvaðir einu sinni í hverri viku næstu fjórar vikur áður en það var slegið. Fyrir seinni slátt var einnig vökvað í fjórar vikur frá 17. Júli en ekkert var vökvað á tímabilinu milli fyrri sláttar sem var 2.júlí og fram að 17.júlí. Smíðuð var greiða aftan á haugsuguna úr 2 tommu járnröri sem var 3 metrar á lengd og var smellt upp á haugsuguna að aftan og lagðist til hliðar út frá henni. Hún var fest upp með spotta sem lá úr haugsugunni yfir í endann á greiðunni. Á greiðuna voru boruð 10 mm breið göt með 10 cm millibili á síðustu tveimur metrunum sem var ætlað að vökva reitina. Til að finna út rétt vatnsmagn var gert bakkapróf og út frá því fundið út réttan snúnings- og aksturshraða miðað við að vökvað væri sem svaraði 8 mm af úrkomu í hvern reit. Þeir reitir sem voru vökvaðir lítið fengu eina yfirferð eða 8 mm og þeir sem voru vökvaði mikið fengu 24 mm af vatni eða 3 yfirferðir. Vatnið sem var notað til að vökva var fengið úr vatnslóni á Ríp.

Eins og sést í töflu 3 þá var heildar vökvun fyrir hvern slátt var 32 mm þar sem vökvað var lítið og 96 mm þar sem vökvað var mikið.

Tafla 3: Ákoma í tilraunareitina í mm

	Fyrri sláttur			Seinni sláttur		
Reitir	Vökvun mm	úrkoma mm	Samtals mm	Vökvun mm	úrkoma mm	Samtals mm
Lítið	32	25,6	57,6	32	25,6	57,6
Mikið	96	25,6	121,6	96	25,6	121,6

Mynd 2. Heimasmíðaða vökvunar greiðan

Úrkoma fyrir fyrri slátt var 25,6 mm samkvæmt veðurstöðinni sem var staðsett í Keldudal og fyrir seinni slátt var það 13,6 mm. Heildar vatnsmagn sem reitirnir í fyrri slætti fengu var því 57,6 mm þar sem vökvað var lítið og 121,6 mm þar sem vökvað var mikið. Fyrir seinni slátt fengu reitirnir sem voru vökvaðir lítið 45,2 mm í heildina en þeir sem voru vökvaðir mikið 109,2 mm. Þess má geta að milli þess sem fyrri sláttur leið og seinni tilraunin var sett upp liðu 15 dagar frá 2. Júlí til 17. Júlí og á þeim rigndi 50,4 mm. Allir reitirnir

voru rakamældir í hverri viku áður en þeir voru vökvaðir. Mælinum var stungið niður á 3 stöðum í hvern reit fyrir sig og það var alltaf mælt á sama stað yfir allt sumarið. Mælingar voru skráðar jafnóðum niður og færðar yfir í Microsoft Excel. Mælirinn var af gerðinni HH2 moisture meter frá delta-t devices og neminn sem stungið var í jörðu var af gerðinni ML2X. Tilgangurinn var að kanna hversu mikill munur væri á þeim reitum sem voru vökvaðir mikið eða lítið borið saman við þá sem voru ekkert vökvaðir.

2.3 Uppskerumælingar

Allir reitirnir voru uppskerumældir tvisvar yfir sumarið, 2.júlí og 16.ágúst. Notuð var reitarsláttuvél með slátturbreiddina 1,35 m. Byrjað var að slá milli reita og á endum til að aðgreina þá betur og grasið rakað í burtu. Næst voru allir reitirnir slegnir eftir miðjum reit og grasinu rakað saman í hrúgur. Grasið var svo sett á net, sem voru vigtuð áður en þau voru svo notuð til að vigta grasið, og uppskeran síðan vigtuð . Næst voru allir reitir teknir og mældir til að fá út sláttulengd. Heysýni voru tekin úr öllum reitum fyrir báða slætti og þau efnagreind. Einnig voru tekin jarðvegssýni eftir fyrsta slátt úr þeim reitum sem fengu ekki áburð og voru ekki vökvaðir sem og þeim sem fengu ekki áburð og voru mikið vökvaðir, bæði á mýrartúninu og melatúninu.Öll sýnin voru síðan send í efnagreiningu. Allar upplýsingar voru skráðar jafnóðum niður og færðar inn í Microsoft Excel. Tæki og tól sem voru notuð við uppskerumælingarnar voru sláttuvél, hrífur, heykvíslar, net, vigt, málband og stautur til að taka hey- og jarðvegssýni.

Mynd: 3 Uppskerumælingar í Keldudal

2.4 Viðtöl við bændur

Haft var samband við þá 20 bændur sem upplýsingar fengust um að ættu vökvunarbúnað og kannað var hvernig reynslan væri af notkun hans. Alls voru níu bændur sem höfðu reynslu af notkun búnaðarins og voru þeir beðnir um að deila reynslu sinni. Spurningalisti var sendur til þeirra þar sem þeir voru beðnir að fara yfir spurningarnar og punkta hjá sér niðurstöður og svo var haft samband við þá aftur í gegnum síma og svör við spurningunum fengin. Á spurningalistanum sem bændur fengu sendan voru alls 12 spurningar þar sem m.a. var spurt um staðsetningu á landinu, kostnaður, meðfærileiki, hversu mikið er vökvað, hvernig þeir meta vökvunarþörf og árangur af vökvuninni svo eitthvað sé nefnt en spurningalistann gefur að líta í heild sinni í viðauka.

2.5 Gagnasöfnun

Niðurstöður fyrir úrkomumælingar fengust úr veðurstöðinni sem staðsett var í Keldudal. Rakamælingar voru teknar í hvert skipti áður en vökvað var. Úrkomutölur síðustu ára voru fengnar frá Veðurstofu Íslands.

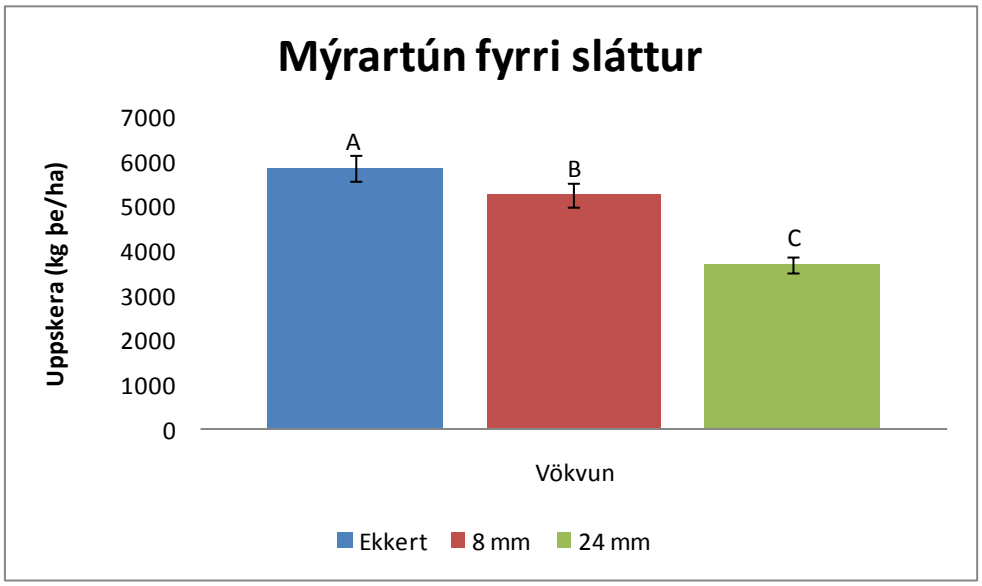
2.6 Tölfræðileg úrvinnsla

Tölfræðileg úrvinnsla fór fram í SAS Enterprise Guide ® 4.2 (© 2006-2008, SAS Institute inc.). Öll gögnin sem notuð voru í tölfræði úrvinnslu voru sett upp í Microsoft Excel 2007 til að byrja með. Útreikningar á þurrefnis uppskeru og heildar vatnsmangi sem reitirnir fengu fóru fram í Microsoft Excel og síðan voru gögnin flutt yfir í SAS. Í SAS voru meðaltöl fyrir þurrefnis uppskeru og steinefnin fengin og voru þau sett upp í stöplarit. Gerð var fervikagreining til að meta uppskeru muninn þar sem háða breytan var þurrefnisuppskera, þar sem tekið var tillit til áburðar, vökvunar og endurtekningar sem og víxláhrif milli áburðar og vökvunar voru könnuð. Voru niðurstöðurnar flokkaðar eftir sláttutíma og stað. Notast var við Tukey próf til að meta það hvort að munurinn á uppskerunni væri marktækur eða ekki.

3. Niðurstöður

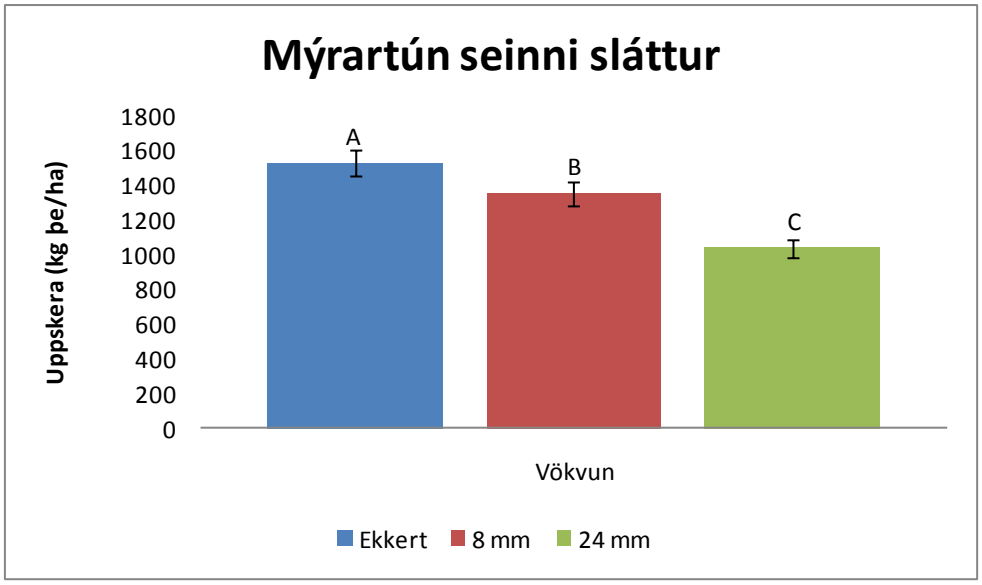
3.1 Mýrartún

Fyrri sláttur á mýrartúninu gaf marktækan mun á áburði p-gildi (<0,001), vökvun p-gildi (0,001) og fyrir endurtekningar p-gildi (0,02) en kross áhrif milli vökvunar og áburðar voru ekki marktæk sem segir okkur það að það voru sömu áhrif af vökvun hvort sem notaður var áburður eða ekki. Uppskeran var marktækt minni á vökvuðu reitunum sjá mynd 4. Einnig fékkst marktækt minni uppskera ef vökvaðir voru 24 mm í staðin fyrir 8 mm



Mynd 4: Uppskera á mýrartúni var minni með meiri vökvun í fyrri slætti

Seinni sláttur á mýrartúninu gaf marktækan mun fyrir áburð p-gildi (<0,01), vökvun p-gildi (<0,01) og endurtekningar p-gildi (0,01), en kross áhrif milli áburðar og vökvunar voru ekki marktæk sem segir okkur það að það voru sömu áhrif af vökvun hvort sem notaður var áburður eða ekki. Uppskera var marktækt minni í vökvuðu reitunum sjá mynd 5. Einnig fékkst marktækt minni uppskera ef vökvaðir voru 24 mm í staðin fyrir 8 mm.

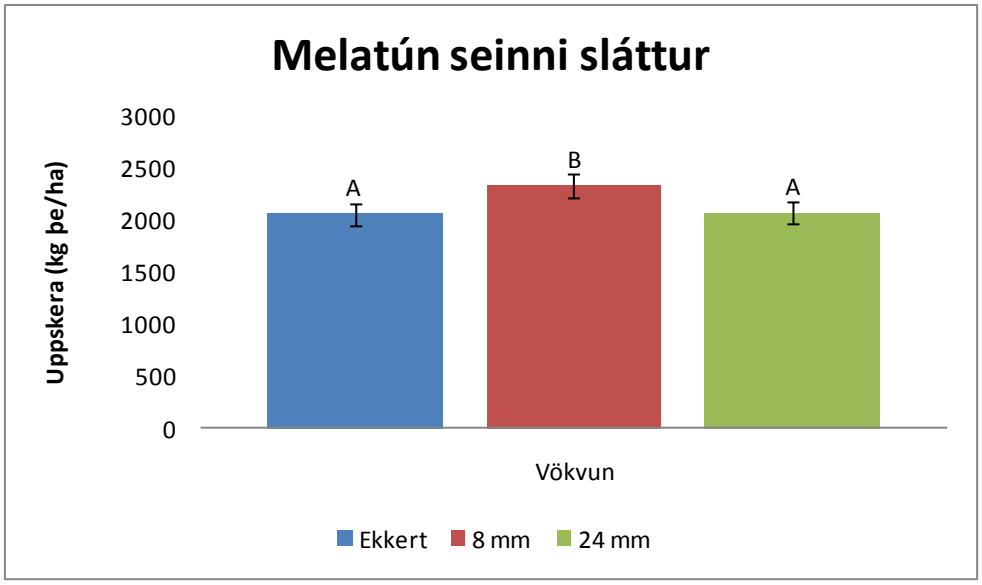


Mynd 5: Uppskera á mýrartúni var minni með meiri vökvun í seinni slætti

3.2 Melatún

Fyrri sláttur á melatúninu gaf marktækan mun fyrir áburð p-gildi (<0,01), endurtekningar p-gildi (0,02) og kross áhrif milli áburðar og vökvunar p-gildi (0,04) sem segir okkur að vökvunin hafði ekki sömu áhrif þegar vökvað var með tilbúnum áburði og þar sem ekki var tilbúinn áburður. Vökvunin sýndi ekki marktækar niðurstöður þannig ekki var gert tukey próf fyrir þennan lið.

Seinni sláttur á melatúninu gaf marktækan mun fyrir áburð p-gildi (<0,01), vökvun p-gildi (0,02) og kross áhrif milli áburðar og vökvunar p-gildi (0,01) en ekki var marktækur munur milli endurtekninga. Uppskera var marktækt meiri í vökvaða reitnum sem fékk 8 mm sjá mynd 6. Kross áhrif milli vökvunar og áburðar eru marktæk þannig vökvunin gefur ekki sömu niðurstöður milli áburðarreita. Uppskeran er því bara marktækt meiri þar sem borinn var á tilbúinn áburður.



Mynd 6: Uppskera á melatúni var meiri með meiri vökvun í seinni slætti

3.3 Stein- og snefilefni

3.3.1 Mýrartún

Fyrri sláttur á mýrartúninu gaf marktækan mun á vökvun fyrir magn Ca, Mg, P og Cu í uppskeru sjá töflu 6. Ca var marktækt meira í uppskeru hjá þeim reitum sem voru vökvaðir lítið borið saman við þá sem voru ekki vökvaðir. Mg var í marktækt meira magni í uppskeru í þeim reitum sem voru vökvaðir lítið eða mikið borið saman við þá sem voru ekki vökvaðir. P var í marktækt meira magni í uppskeru í þeim reitum sem voru vökvaðir lítið eða mikið borið saman við þá ekki vökvaðir og reiturinn sem var mikið vökvaður var einnig með meira magn heldur en sá sem var lítið vökvaður. Ca var marktækt meira í lítið og mikið vökvuðu reitunum borið saman við ekkert vökvað en ekki var munur milli lítið og mikið vökvað. Cu var í marktækt meira magni í uppskeru þegar vökvað var mikið borið saman við þá sem voru ekki vökvaðir Önnur efni sýndu ekki marktækan mun í uppskeru. Ekki var hægt að gera marktækniprof á próteini.

Tafla 6: Stein- og snefilefni úr fyrri slætti á mýrartúninu

Mýrartún fyrri sláttur				
Vökvun	**Ekkert**	**Lítið**	**Mikið**	
	g/kg þ.e.			**P-gildi**
Ca	3,41 **a**	3,69 **b**	3,52 **ab**	**0,03**
Mg	2,46 **a**	2,65 **b**	2,68 **b**	**0,02**
K	11,60	11,97	12,42	**0,20**
Na	0,51	0,55	0,61	**0,50**
P	2,44 **a**	2,63 **b**	2,80 **b**	**0,01**
S	1,81	1,90	1,95	**0,29**
	mg/kg þ.e.			
Fe	254,54	326,81	258,70	**0,52**
Mn	74,32	70,05	65,54	**0,36**
Zn	32,34	33,26	33,80	**0,45**
Cu	6,45 **a**	7,26 **b**	7,66 **b**	**0,01**
Prótein	10,71	10,58	10,92	

Seinni sláttur á mýrartúninu gaf marktækan mun á vökvun fyrir magn K og Zn í uppskeru sjá töflu 7. K var í marktækt meira magni í uppskeru í þeim reitum sem voru vökvaðir lítið eða mikið borið saman við þá sem voru ekki vökvaðir og reiturinn sem var mikið vökvaður var einnig með meira magn heldur en sá sem var lítið vökvaður. Zn var í marktækt minna mæli í þeim reitum sem voru vökvaðir lítið eða mikið borið saman við þá sem voru ekki vökvaðir. Önnur efni sýndu ekki marktækan mun í uppskeru. Ekki var hægt að gera marktækniprof á próteini.

Tafla 7: Stein- og snefilefni úr seinni slætti á mýrartúninu

Mýrartún seinni sláttur				
Vökvun	**Ekkert**	**Lítið**	**Mikið**	
	g/kg þ.e.			**P-gildi**
Ca	5,47	5,76	5,71	**0,90**
Mg	4,91	5,09	4,81	**0,51**
K	7,70 **a**	7,51 **a**	6,98 **b**	**0,01**
Na	1,29	1,25	1,08	**0,17**
P	3,41	3,62	3,53	**0,50**
S	3,59	3,89	3,73	**0,20**
	mg/kg þ.e.			
Fe	676,13	733,58	897,67	**0,34**
Mn	97,48	80,27	92,50	**0,06**
Zn	49,79 **a**	46,84 **b**	46,72 **b**	**0,01**
Cu	12,12	11,97	12,23	**0,66**
Prótein	16,12	17,02	16,43	

Jarðvegssýni úr mýrartúninu sýndu að P var aðeins lægra í mikið vökvuðu reitunum. Na er í aðeins hærra mæli þar sem mikið er vökvað og pH gildi er aðeins lægra. Á meðan annað er mjög svipað milli óvökvaðra reita og þeirra sem voru mikið vökvaðir sjá töflu 9.

Tafla 9: Niðurstöður úr jarðvegssýnum á mýrartúninu

			Mýrartún				
			mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Dýpt	**pH**	**P**	**Ca**	**Mg**	**K**	**Na**
Óáborið, óvökvað	0-5	5,32	73	2979	546	102	157
Óáborið, óvökvað	5-15	5,11	48	3385	642	47	135
Óáborið, mikið vökvað	0-5	5,23	64	2843	510	94	191
Óáborið, mikið vökvað	5-15	5,06	49	2963	522	50	131

3.3.2 Melatún

Fyrri sláttur á melatúninu gaf marktækan mun á vökvun fyrir magn K, Na, P, S og Cu í uppskeru sjá töflu 4. K var í marktækt meira magni í uppskeru í mikið vökvuðum reitum heldur en í þeim reitum sem voru lítið eða ekkert vökvaðir. Na var í marktækt meira magni í uppskeru í þeim reitum sem voru lítið vökvaðir og óáborið en þeir reitir sem fengu áburð sýndu ekki marktækan mun. P fór vaxandi í uppskeru eftir því sem vökvað var meira. S fór hækkandi í uppskeru með aukinni vökvun, það hafði marktæk jákvæð áhrif að vökva lítið eða mikið frekar en ekki neitt. Cu var í marktækt meira magni í uppskeru þegar vökvað var mikið borið saman við þá sem voru ekki vökvaðir Önnur efni sýndu ekki marktækan mun í uppskeru. Ekki var hægt að gera marktækniprófá próteini þar sem sýni úr hverri endurtekningu voru tekin saman áður en það var kannað og því aðeins ein niðurstaða fyrir hvern reit

Tafla 4: Stein- og snefilefni úr fyrri slætti á melatúninu

	Melatún fyrri sláttur			
Vökvun	**Ekkert**	**Lítið**	**Mikið**	
	g/kg þ.e.			**P-gildi**
Ca	3,34	3,48	3,40	**0,75**
Mg	1,72	1,79	1,80	**0,79**
K	20,04 **a**	20,29 **b**	21,90 **c**	**0,01**
Na	0,13 **a**	0,19 **b**	0,16 **ab**	**0,04**
P	2,19 **a**	2,37 **b**	2,51 **c**	**0,01**
S	1,73 **a**	1,95 **b**	2,04 **b**	**0,07**
	mg/kg þ.e.			
Fe	346,21	343,55	357,65	**0,95**
Mn	40,63	40,95	36,94	**0,30**
Zn	22,53	23,04	23,23	**0,83**
Cu	6,20 **a**	7,06 **b**	7,16 **b**	**0,01**
Prótein	9,90	10,31	10,86	

Seinni sláttur á melatúninu gaf marktækan mun á vökvun fyrir magn K, Mg, P ,S, Zn og Cu í uppskeru sjá töflu 5. K var marktækt meira í uppskeru í þeim reitum sem voru vökvaðir mikið borið saman við þá sem voru ekki vökvaðir. Mg var marktækt meira í uppskeru í þeim reitum sem voru vökvaðir mikið borið saman við þá sem voru ekki vökvaðir. P var í marktækt meira magni í uppskeru í þeim reitum sem voru vökvaðir lítið eða mikið borið saman við þá sem voru ekki vökvaðir og reiturinn sem var mikið vökvaður var einnig með meira magn heldur en sá sem var lítið vökvaður. S var í marktækt meira magni í uppskeru í þeim reitum sem voru vökvaðir lítið eða mikið borið saman við þá sem voru ekki vökvaðir. Zn var í marktækt meira magni í uppskeru þegar vökvað var mikið borið saman við þá sem voru ekki vökvaðir. Cu var í marktækt meira magni í uppskeru þegar vökvað var mikið eða lítið borið saman við þá sem voru ekki vökvaðir. Önnur efni sýndu ekki marktækan mun í uppskeru. Ekki var hægt að gera marktæknipróf á próteini.

Tafla 5: Stein- og snefilefni úr seinni slætti á melatúninu

	Melatún seinni sláttur			
Vökvun	**Ekkert**	**Lítið**	**Mikið**	
	g/kg þ.e.			**P-gildi**
Ca	4,27	4,40	4,64	**0,09**
Mg	1,91 **a**	2,17 **ab**	2,24 **b**	**0,04**
K	17,50 **a**	18,59 **ab**	20,14 **b**	**0,01**
Na	0,17	0,29	0,26	**0,39**
P	2,71 **a**	3,04 **b**	3,21 **c**	**<,01**
S	2,16 **a**	2,70 **b**	2,89 **b**	**0,01**
	mg/kg þ.e.			
Fe	301,08	297,87	311,95	**0,97**
Mn	46,06	46,17	47,06	**0,94**
Zn	27,36 **a**	26,32 **ab**	28,77 **b**	**0,03**
Cu	6,56 **a**	7,70 **b**	8,20 **b**	**0,03**
Prótein	9,95	11,37	11,93	

Jarðvegssýni úr melatúninu sýndu að Ca og K voru í minna mæli í efstu 5 cm jarðvegs þar sem mikið var vökvað borið saman við það sem ekki var vökvaði. Ca lækkar örlítið þar sem mikið er vökvað í 5-15 cm. K aftur á móti er hærra í 5-15 cm þar sem mikið er vökvað. pH gildi er aðeins lægra þar sem mikið var vökvað sjá töflu 8.

Tafla 8: Niðurstöður úr jarðvegssýnum á melatúninu

			Melatún				
			mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Dýpt	**pH**	**P**	**Ca**	**Mg**	**K**	**Na**
Óáborið, óvökvað	0-5	6,31	27	3729	1060	435	171
Óáborið, óvökvað	5-15	6,63	7	3517	790	102	215
Óáborið, mikið vökvað	0-5	5,95	24	3232	888	284	174
Óáborið, mikið vökvað	5-15	6,44	8	3449	726	166	182

3.4 Rakamælingar

Eins og áður koma fram þá voru teknar rakamælingar á þremur stöðum úr öllum reitum áður en það var vökvað í hverri viku. Tilgangurinn var að sjá hversu mikill munur væri á raka í þeim reitum sem voru vökvaðir mikið eða lítið á móti þeim sem voru ekkert vökvaðir. Töflu með niðurstöðum úr rakamælingunum er hægt að sjá í viðauka og þar sést að jarðvegurinn varð aldrei þurr allt sumarið. Þegar það fór að rigna minna um seinni hluta sumars fór rakinn að minnka aðeins í reitunum en aldrei

þannig að jarðvegurinn var almennilega þurr. Rakinn var aðeins meiri í reitunum sem vökvaðir voru og þá frekar í þeim sem voru vökvaðir mikið. Þá var rakinn aðeins meiri í þeim reitum sem fengu ekki áburð í mýrartúninu.

3.5 Niðurstöður viðtala við bændur

Tekin voru viðtöl við þá bændur sem höfðu reynslu af því að vökva tún en alls svöruðu 9 bændur af þeim 20 sem hafa fjárfest í vökvunarbúnaði frá Jötunn Vélum og Hákonarson ehf. Svörin við spurningunum voru oft mjög lík en furðulega oft mjög ólík líka og verður að fjallað um helstu niðurstöður úr þeim hér.

Þegar bændur svöruðu spurningunni: Á hvaða landshluta ertu staddur og hvenær var búnaðurinn keyptur, kom í ljós að flestir eða sjö af þeim níu sem svöruðu eru staðsettir á Norðurlandi eða á Norð-vesturlandi, tveir eru þó staddir á suð-Austurlandi. Sjö af þeim höfðu fengið sinn búnað árið 2012 en tveir árið 2011.

Spurt var hvernig dælurnar væru knúnar áfram og hver upphafs kostnaður var. Allar dælurnar nema ein voru knúnar áfram af dráttarvél og þessi eina með rafstöð. Dælurnar skiptast í það að vera minni og stærri. Minni dælurnar eru einfaldari og minni um sig, þær dæla minna magni og hafa styttri kastlengd en þær stærri. þessar minni voru að kosta frá 1.150.000 kr og upp í 2.000.000 kr á meðan stærri dælurnar voru að kosta frá 2.500.000 kr og alveg upp í 5.000.000 kr. Verðið fór að hluta eftir því hversu mikið af slöngubúnaði menn keyptu með.

Þegar bændur svöruðu því hversu öflug dráttarvélin/rafstöðin þyrfti að vera og hvað það kostaði að halda dælunni gangandi í einn klukkutíma var niðurstaðan sú að mati þeirra að dráttarvélarnar sem verið var að nota fyrir minni dælurnar voru frá 60-100 hestöfl og bændum töldu þær eyða frá ca. fjórum lítrum og upp í 10 lítra á klukkustund. Þeir sem voru með stærri dælur voru ekki mjög sammála hvað þyrfti stórar vélar og voru að nota dráttarvélar frá 50-140 hestöflum. Sumum fannst yfirdrifið að nota 50 hestöflin og sögðu þær eyða mjög litlu á meðan að aðrir sögðu að eyðslan væri svo mikil með minni dráttarvélum og álagið mikið að það borgaði sig að nota stærri vélar og láta þær ganga hægar, þannig myndi eyðslan minnka. Eyðslan var

mjög breytileg að mati bænda og var frá tveimur lítrum á klukkustund og upp í 45 lítra á klukkustund en það hefur þó ekki verið kannað nákvæmlega. Rafstöðin þarf að vera 30 kW að lágmark og hámark 70 % lestun. Eyðslan á henni er um 22 kW á klukkutíma.

Þegar bændur svöruðu hvernig væri að meðhöndla vökvunartækin og hversu langan tíma þeir væru að taka búnaðinn saman og setja upp á nýjum stað og hvort það þyrfti einhver tæki til aðstoðunnar. Fengust þau svör að þeir sem eru með minni vökvunartækin eru frá hálftíma og upp í klukkutíma að færa búnaðinn milli staða. Þessi tæki eru mjög meðferðaleg og auðvelt að meðhöndla. Það eru helst slöngur sem geta verið þungar og tímafrekt að taka saman og setja upp. Flestir notuðu fjórhjól til að færa búnaðinn.
Þeir sem eru með stærri vökvunartæki eru frá klukkutíma og upp í rúmlega tvo tíma. Búnaðurinn er frekar meðferðalegur og auðveldara þegar þeir voru búnir að læra almennilega á hann. Slöngur eru helsta vandamálið þar sem þær eru oft þungar og það þarf að nota dráttarvél til að taka þær saman og færa þær milli staða. Einnig þarf dráttarvél til að draga úðunarstútinn út af vökvunarkeflinu.

Spurt var um heildar fjölda vökvaðra hektara. Einnig hvernig þeir meta vökvunar þörfina út frá áburðargjöf og svo hversu lengi og hversu oft þeir vökva sömu spilduna yfir sumarið: Heildar fjöldi vökvaðra hektara var frá sex og alveg upp í 60. Algengast var að bændur væru að vökva um 30 hektara. Aðeins tveir vökvuðu árið 2013 sem verður að teljast frekar lítið. Þeir sem vökvuðu ekkert gerðu það út af miklum rigningum en flestir vilja vökva eins oft og þeir geta og vökva algjörlega eftir þörfum hverju sinni. Þegar bændur voru að meta þörfina fyrir vökvun fór það eftir hvort túnin höfðu fengið búfjáráburð eða ekki , hvernig jarðvegurinn var og sumir vökvuðu aðalega kálið hjá sér. Menn voru að láta dæluna ganga hjá sér frá 20 mínútum og sumir allan sólarhringinn og flestir vildu geta vökað eins mikið og þeir gætu eða eftir þörfum. Þeir sem eru með dýrari búnað geta stillt tímann í græjunni þannig hún vökvar eins og þeir vilja. Þeir sem eru með minni búnað þurfa að færa reglulega sjálfir.

Þegar bændur svöruðu því hvernig þeir myndu meta árangurinn af vökvuninni, á slátturtíma, uppskeru og endurvöxt. Fengum við þá niðurstöðu að flestir töldu

vökvunina flýta sláttutíma og töldu menn sig fá meiri uppskeru eða geta slegið oftar yfir sumarið. Þeir sem voru að slá á svipuðum tíma fengu mikinn uppskeru auka. Bæði tilbúinn- og búfjáráburður nýtist betu,ef vökvað er, að mati þeirra. Endurvöxtur var betri hjá öllum aðilum og tún grænni lengra fram á haust. Sumir sögðu einnig að tún sem væru vökvuð kæmu betur undan vetri og væru fyrr tilbúin á vorin.

Spurt var hvenær dags menn væru að vökva og hvort einhver óhöpp hefðu komið uppá: Það var nokkuð misjafnt hvenær menn voru að vökva en flestir hefðu viljað geta vökvað á nóttunni þegar það væri logn. Nokkrir sögðu það ekki skipta máli hvenær væri vökvað á meðan sumir vökvuðu eingöngu á daginn til að geta haft eftirlit með búnaðinum. Þeir sem vökvuðu seint á kvöldin og nóttunni sögðust ekki fylgjast með sínum búnaði og vökvuðu á þessum tíma til að nýta lognið.
Gallarnir og óhöppin sem menn hafa lent í eru til dæmis, bilandi rafstöð, smásteinar geta fest túrbínuhjól á vökvunarbúnaðinum, fengu tækið galla við afhendingu, koma slóðir eftir úðunarstút í flögum, kál drepst þar sem slöngur liggja á því, á meðan aðrir sögðu mikinn kostnað vera aðalvandamálið.

4. Umræður

Mikil úrkoma sumarið 2013, árið sem tilraunin var gerð, setti stórt strik í reikninginn. Mun erfiðara er fyrir vikið að gera sér almennilega grein fyrir því hver nákvæmlega áhrif vökvunarinnar yrðu í meðal úrkomu, þar sem telja verður líklegra að vökvunarbúnaður yrði helst notaður þau sumur sem úrkoma er í eða undir meðallagi.

4.1 Mýrartún

Uppskerumælingar úr mýrartúninu sýndu marktæk ($p<0,05$) neikvæð áhrif vökvunar á uppskeru fyrir báða slætti og hvort sem notaður var tilbúinn áburður eða enginn áburður. Mýrartúnin geyma meiri raka en melatúnin og því líklegt að vatnsforðinn í mýrartúninu hafi verið í ásættanlegu ástandi allt sumarið eins og rakamælingarnar sýndu og allt það viðbótar vatn sem reitirnir fengu gerði ekkert nema draga úr uppskeru.

4.2 Melatún

Í melatúninu þá var uppskeru aukning fyrir báða slætti á þeim reitum sem að fengu tilbúinn áburð og 8 mm af vatni á viku. Munurinn var hins vega bara marktækur ($p<0,05$) í seinnislætti og var uppskeran meiri heldur en í óvökvaða reitnum og reitnum sem var vökvaður með 24 mm á viku. Þessar niðurstöður sýna okkur hversu mikilvægt vatnið er fyrir melatún, þó svo að það rigni mikið eins og það gerði þetta sumar þá þurfa melatún oft auka vatn til að spretta betur. Vatnsmagnið ætti að vera eitthvað um 45 mm á mánuði en það er nokkurn veginn það vatnsmagn sem reitirnir í seinni slætti fengu þar sem vökvað var með 8 mm á viku.

4.3 Erlendar tilraunir

Samkvæmt aðferðum Norðmanna til að meta vatnsþörf þá þarf að vita uppgufun og margfalda það svo með ákveðnum einingum eftir hvaða margar vikur eru liðnar af sumrinu. Áhugavert væri að gera svona tilraun á Íslandi og athuga hvort það fengjust sömu niðurstöður og þeir hafa fengið.
Tilraunin sem framkvæmd var í Lundareykjadal af Árna Snæbjörnssyni og fleirum sýndi sömu niðurstöður að vissu leyti og þessi tilraun þar sem uppskeru aukning fæst með því að vökva melatún. Sú tilraun er samt eingöngu til að kanna áhrif vökvunar en það vantaði endurtekningar svo hægt væri að taka meira mark á henni.
Erlendu tilraunirnar eru ekki eins og þessi en þar er oftast notaður sendinn jarðvegur og eða verið er að kanna áhrif þess að vökva tún sem hafa fengið búfjáraburð. Þó svo að þessar tilraunir séu ekki eins og sú sem var framkvæmd í Skagafirði, þá sýna þær oft marktæka uppskeruaukningu með vökvun bæði þar sem sandur er vökvaður, búfjáraburður er vökvaður eða þar sem notast er við sendinn jarðveg sem borið hefur verið á búfjáraburður. Engar tilraunir fundust þar sem prófað var að vökva mýrarjarðveg, þannig að ekki er hægt að bera niðurstöðurnar saman við neitt, en þær gefa sterklega til kynna að það er ekki nema í þurrka sumrum sem að þyrfti að huga að vökvun þar. Líklegast þyrfti að endurtaka þessa tilraun í þurrka sumri og bera saman muninn og sjá hvort það þurfi að vökva mýrartún yfir höfuð. Einnig þyrfti að gera tilraunir líkt og þær erlendu í sandi annarsvegar og vökvun á búfjáraburði hinsvegar til að komast betur að notagildi vökvunartækjanna.

4.4 Úrkoma

Úrkomu mælingarnar fyrir síðust ár sýna hversu breytileg úrkoman getur verið milli ára og aldrei að vita hvenær von er á vætu sumri eða þurrka sumri. Samkvæmt niðurstöðunum úr veðurstöðinni á Bergstöðum þá lítur út fyrir að oftast sé þörf fyrir vökvun í júní þar sem þá eru mestu þurrkarnir. Líklega þyrfti að vökva næst oftast í júli eða maí en líklegra er að vatn sé í jarðveginum í maí eftir veturinn frekar en í júlí og því líklega meiri þörf á vökvun í júlí. Svo kemur ágúst mánuður sem er oftast úrkomu mesti mánuðurinn á þessum fjórum og líklega minni þörf fyrir vökvun í þeim mánuði frekar en hinum þrem.

4.5 Jarðvegs- og heysýni

Niðurstöðurnar úr heysýnunum sýndu magn helstu steinefna, snefilefna og próteininnihald en þar hefði vantað að fá upplýsingar um meltanleika til að geta sagt betur til um gæði heyanna. Þau steinefni sem voru í meira mæli þar sem vökvað var voru K, Na, P, S, Mg og Zn í melatúninu og Ca, Mg, P, og K voru í meira mæli í mýrartúninu, Zn var í minna mæli í mýrartúninu þar sem vökvað var. Ef K er í of miklu magni getur það hindrað upptöku á Mg. Þessar niðurstöður sýna að vökvunin er greinilega að hjálpa til við upptöku á þessum efnum og þá sérstaklega ef maður horfir á P og K þar sem þau eru tvö af þrem aðalefnum sem borin eru á tún.
Hlutföll á stein- og snefilefnum eru bætt upp með fóðurráðgjöf.
Jarðvegssýnin sýna að í melatúninu eru Ca og K annað hvort að nýtast plöntunum betur eða skolast út með aukinni vökvun. Líklegt er að Ca sé að nýtast betur þar sem minna magn er í neðri hluta jarðvegsins og K er aftur á móti frekar að skolast út þar sem það er í meira magni í neðri hluta jarðvegsins heldur en í reitunum sem voru ekki vökvaðir. Mýrartúnið sýndi helst að P væri að skolast aðeins út en annað var ekki að sýna mikinn mun.

4.6 Rakamælingar

Rakamælingarnar sýndu frekar hátt rakastig allt sumarið þannig að jarðvegurinn varð aldrei þurr. En það var einna helst þegar líða fór á sumarið sem að rakinn fór að minnka lítillega og var það út af því að það dróg úr úrkomu. Vökvuðu reitirnir sýndu alltaf hátt raka stig þannig að jarðvegurinn var í raun alltaf fullur af vatni.

4.7 Viðtöl við bændur

Búnaðurinn sem bændur hafa er í mismunandi stærðum og því eðlilegt að svona mikill munur væri á kaupverði hjá þeim en búnaður sem er farinn að kosta fimm miljónir hlýtur að hafa þó nokkur gæði fram yfir búnað sem kosta rúmlega miljón. Hversu lengi þessi búnaður borgar sig upp m.t.t. aukinnar uppskeru, væri áhugavert að vita, en miðað við notkunina hjá sumum bændum gæti það tekið þónokkurn tíma.
 Áhugavert var hvað bændurnir sögðu að dráttarvélarnar þeirra þyrftu að vera stórar og hvað þær væru að eyða á hverjum klukkutíma en mikill mismunur var á þeim svörum. Það er áhugavert að þegar sumri segjast ekki getað notað litlar dráttarvélar

við stórar dælur því þær hreinlega ráði ílla eða ekki við það og eyða gríðarlega miklu á meðan að aðrir bændur með sama búnað segja að ekkert mál sé að nota litlar eða um 50 hestafla dráttarvélar til að keyra dæluna áfram. Afhverju þetta er svona misjafnt milli bænda er þó erfitt að segja til um, en þetta er þeirra mat. Það sama var með eyðsluna hjá þeim sem áttu stærri búnað. Það sem sumir segja dráttarvélina eyða tveimur lítrum á klukkutíma á meðan að aðrir eyða 40 lítrum á klukkutíma. Þetta er virkilega skrítið og líklega eru bændurnir ekki að gera sér almennilega grein fyrir eyðslunni. Samkvæmt vökvunarforriti sem fengið er frá Ocmis framleiðenda tækjanna fer eyðslan eftir því hversu hátt dælan þarf að dæla vatninu í átt að keflinu, hver kastlengdin á að vera og hversu sverar og langar leiðslurnar eru. Út frá þessu er hægt að miða við að dælurnar séu að eyða á bilinu 6-15 lítrum á klukkustund en hægt er að eyða minna ef dælan þarf ekkert að dæla vatni upp halla, kastlengd er mjög stutt og slöngur stuttar. Eins er hægt að eyða meira ef dælan er að erfiða mjög mikið og dæla vatni langar leiðir upp mikinn halla og kastlengd er stillt í mjög langt.
Hversu auðvelt er að meðhöndla búnaðinn er háð stærðinni og lengd á slöngum. Minni dælurnar eru mun auðveldari í meðhöndlun en þær stærri og yfirleitt þarf að nota dráttarvélar til að færa stærri búnaðinn milli staða á meðan að fjórhjól nægir fyrir minni búnaðinn.
Það var enginn vafi á því að bændum fannst vökvunin bera árangur og var uppskera töluvert meiri hjá flestum eða að þeir slógu túnin fyrr. Endurvöxtur var betri hjá öllum og túnin grænni lengur frameftir hausti og sumri sögðu þau koma betur undan vetri líka þegar vökvað var árið 2012 en aðeins tveir vökvuðu eitthvað 2013 og var það lítið. Miðað við niðurstöðurnar sem þessi tilraun sýndi þá er hægt að segja það að ef bændur hefðu vökvað melatún síðasta sumar þá hefðu þeir líklega getað fengið meiri uppskeru heldur en þeir fengu.
Vindur er oft mesta vandamálið við vökvunina og mörgum fannst best að vökva á kvöldin og nóttunni á meðan aðrir vildu vökva á daginn til að geta hafs eftirlit með búnaðinum en þeir sem vökvuðu á nóttunni fylgdust ekki með búnaðinum á meðan. Aðeins smávægileg óhöpp hafa komið upp hjá sumum en ekkert sem var að valda þeim töluverðu tjóni.

5. Ályktanir

Hægt er að draga þær ályktanir af þessari tilraun að hægt er að auka uppskeru á melatúnum með því að vökva aukalega með rigningu ef túnið hefur fengið tilbúinn áburð en aftur á móti er hægt að draga úr uppskeru með því að vökva mýrartún með rigningu óháð því hvort það fær tilbúinn áburð eða ekki. Hversu mikið það á að vökva melatúnið fer eftir magni úrkomu en út frá úrkomu og vökvun í þessari tilraun þá ætti heildarvatnsmagn að vera í kringum 45 mm á mánuði.

Viðtöl við bændur gáfu hugmynd um það hver reynsla bænda af vökvunartækjum er nú í dag en reynslan er mjög takmörkuð þar sem tækin vöru notuð mjög lítið eða ekkert sumarið 2013 og því aðeins reynsla til eins eða tveggja ára hjá þessum bændum. Ef þessi tilraun væri endurtekin þá ætti reynslan að verða orðin meiri og þeir bændur sem fengu búnað árið 2013 væntanlega búnir að nota hann og komnir með meiri reynslu til að bæta við.

Endurtekning á þessari tilraun yfir þurrka sumar er nauðsynleg til að sjá hver áhrifin verða þegar mest á reynir fyrir notkun á vökvunarbúnaðinum. Áhugavert væri að sjá hvort það myndi skila árangri að vökva mýrartún þegar það er þurrkur og eins að sjá hversu mikill ávinningurinn af vökvun á melatúni myndi aukast.

6. Heimildaskrár

Abd El-Wahed, M.H. og Ali, E.A. (2012). Effect of irrigation systems, amounts of irrigation water and mulching on corn yield, water use efficiency and net profit [rafræn útgáfa]. *Agricultural Water Management. 120(2013),* 47-62.

Ashman, M.R. og Puri, G. (2002). Particles, Structures and Water. *Essential soil science a clear and concise introduction to soil science* (bls. 26-45). United Kingdom. Blackwell Science Ltd.

Árni Snæbjörnsson, (1983). Vökvun túna. *Ráðunautafundur 1983.* Bls 126-131

Árni Snæbjörnsson og Óttar Geirsson, (1981a). Vatnið í jarðveginum. *Í Vatnsmiðlun* (bls 6-14). Bændaskólinn á Hvanneyri.

Árni Snæbjörnsson og Óttar Geirsson, (1981b). Vökvun – Áveitur. *Í Vatnsmiðlun* (bls 47-54). Hvanneyri:Bændaskólinn.

Cosgrove,D. og Holbrook, M. (2010a). Water and plant cells. Í Lincoln Taiz og Eduardo Zeiger, *Plant Physiology fifth edition* Bls: 67-84, Sunderland Massachusetts USA: Sinauer Associates Inc.

Cosgrove, D. og Holbrook, M. (2010b). Water balance of plants. Í Taiz, L. og Zeiger, E. *Plant Physiology fifth edition* Bls: 85-105, Sunderland Massachusetts USA: Sinauer Associates Inc.

Haugland, E., Reiersen, E. og Tollefsen, R. (á.á). *Vanning til jordbruksvekster*. Skoðað 12.mars 2014 á http://nordnorge.lr.no/media/ring/3358/Grovforskolen/3%20vanning.pdf

Islam, M.R., Garcia, S.C. og Horadagoda, A. (2011). Effects of irrigation and rates and timing of nitrogen fertilizer on dry matter yield, proportions of plant fractions of maize and nutritive value and in vitro gas production characteristics of whole crop maize silage [rafræn útgáfa]. *Animal feed science and technology, 17(2012),* 125-135.

Magnús Óskarsson, (2008) Engjar, saga áveitna og notkun engja. *Plógur vefrit landbúnaðarsafns Íslands* 1(1). Skoðað 2.maí 2014 á http://www.landbunadarsafn.is/Files/Skra_0026530.pdf

Shaha, G.M., Shaha, G.A., Groota, J.C.J., Oenemab, O., Lantingaa, E.A. (2011) Irrigation and lava meal use reduce ammonia emission and improve N utilization when solid cattle manure is applied to grassland [rafræn útgáfa]. *Agriculture, Ecosystems and Environment, 160(2012),* 59-65

Veðurstofa Íslands (2014). Mánaðarmeðaltöl fyrir stöð 361 – Bergstaðir. Skoðað 19. mars 2014 á http://www.vedur.is/Medaltalstoflurtxt/Stod_361_Bergstadir.ManMedal.txt

Waterforce, (2014). *Waterforce – travelling irrigators.* Skoðað 3.maí 2014 á http://www.waterforce.co.nz/Travelling_Irrigator.php

7. Töfluskrá

Tafla 1. Flokkun reita eftir áburði og vökvun 8
Tafla 2. Röðun reita í endurtekningum.....8
Tafla 3. Ákoma í tilraunareitina í mm.....9
Tafla 4. Stein- og snefilefni úr fyrri slætti á melatúninu 15
Tafla 5. Stein- og snefilefni úr seinni slætti á melatúninu 15
Tafla 6. Stein- og snefilefni úr fyrri slætti á mýrartúninu.....16
Tafla 7. Stein- og snefilefni úr seinni slætti á mýrartúninu.....17
Tafla 8. Niðurstöður úr jarvegssýnum á melatúninu 18
Tafla 9. Niðurstöður úr jarðvegssýnum á mýrartúninu.....18

8. Myndaskrá

Mynd 1. Úrkomutölur frá 2003.....6
Mynd 2. Heimasmíðaða vökvunargreiðan.....9
Mynd 3. Uppskerumæling í Keldudal.....10
Mynd 4. Uppskera á mýrartúni var minni með meiri vökvun í fyrri slætti.....12
Mynd 5. Uppskera á mýrartúni var minni með meiri vökvun í seinni slætti 13
Mynd 6. Uppskera á melatúni var meiri með meiri vökvun í seinni slætti.....14

9. Viðauki

Spurningalisti

1. Hvar ertu staðsettur á landinu?

2. Ár sem búnaðurinn er fengin

3. Tegund/gerð vökvunarbúnaðar, frá hvaða aðila er hann keyptur?, knúinn með rafstöð eða dráttarvél?

4. Upphafskostnaður (kaup á öllum búnaðinum)?

5. Hvað þarf öfluga dráttarvél/rafstöð til að halda henni gangandi?

6. Kostnaður á klst við að halda dælunni gangandi?

7. A) Hversu auðvelt/erfitt er að meðhöndla græjuna(dælu,slöngur og úðastút)

   B) Hve langan tíma tekur að taka búnaðinn niður og setja hann upp á nýjum stað. Þarf sérstök tæki til þess

8. Hvað er verið að vökva stórt svæði yfir sumarið? (c.a hektarar)

9. A) Hvernig meturðu þörf fyrir vökvun á hverja spildu, t.d. með hliðsjón af áburðargjöf.

   B) Hve lengi vökvaðu hverju sinni.

   C) Vökvarðu sömu spilduna oftar en einu sinni

10. Hvenær dags er vökvað? (kostir/gallar)

11. Hvernig meturðu árangurinn af vökvuninni á sláttutíma, uppskeru og endurvöxt

12. Eitthvað sem hefur komið uppá þegar verið er að vökva, einhverjir ókostir?

Rakamælingar

Fyrri sláttur									
Ábuður	vökvun	Dags.	Staður	Reitur	Raki %	Dags.	Staður	Reitur	Raki %
0	0	30.maí	Ríp	1	63,5	30.maí	Keld	1	51,5
1	0	30.maí	Ríp	2	65,5	30.maí	Keld	2	50,1
0	1	30.maí	Ríp	3	66,4	30.maí	Keld	3	47,4
1	1	30.maí	Ríp	4	61,6	30.maí	Keld	4	49,5
0	2	30.maí	Ríp	5	64,3	30.maí	Keld	5	50,2
1	2	30.maí	Ríp	6	61,4	30.maí	Keld	6	51,2
0	0	6.jún	Ríp	1	49,5	6.jún	Keld	1	46,0
1	0	6.jún	Ríp	2	51,2	6.jún	Keld	2	44,5
0	1	6.jún	Ríp	3	51,9	6.jún	Keld	3	43,1
1	1	6.jún	Ríp	4	56,5	6.jún	Keld	4	44,7
0	2	6.jún	Ríp	5	48,7	6.jún	Keld	5	42,6
1	2	6.jún	Ríp	6	55,0	6.jún	Keld	6	45,3
0	0	13.jún	Ríp	1	42,7	13.jún	Keld	1	38,4
1	0	13.jún	Ríp	2	45,7	13.jún	Keld	2	32,0
0	1	13.jún	Ríp	3	43,3	13.jún	Keld	3	35,7
1	1	13.jún	Ríp	4	45,1	13.jún	Keld	4	31,1
0	2	13.jún	Ríp	5	48,2	13.jún	Keld	5	36,9
1	2	13.jún	Ríp	6	49,2	13.jún	Keld	6	36,1
0	0	20.jún	Ríp	1	32,2	20.jún	Keld	1	33,9
1	0	20.jún	Ríp	2	41,6	20.jún	Keld	2	33,7
0	1	20.jún	Ríp	3	38,8	20.jún	Keld	3	35,8
1	1	20.jún	Ríp	4	48,8	20.jún	Keld	4	34,9
0	2	20.jún	Ríp	5	44,3	20.jún	Keld	5	40,3
1	2	20.jún	Ríp	6	52,4	20.jún	Keld	6	38,6
Seinni sláttur									
Ábuður	vökvun	Dags.	Staður	Reitur	Raki %	Dags.	Staður	Reitur	Raki %
0	0	17.júl	Ríp	1	58,9	17.júl	Keld	1	48,2
1	0	17.júl	Ríp	2	65,5	17.júl	Keld	2	46,0
0	1	17.júl	Ríp	3	59,7	17.júl	Keld	3	47,6
1	1	17.júl	Ríp	4	65,0	17.júl	Keld	4	45,5

0	2	17.júl	Ríp	5	70,0	17.júl	Keld	5	45,8
1	2	17.júl	Ríp	6	67,4	17.júl	Keld	6	46,5
0	0	25.júl	Ríp	1	48,0	25.júl	Keld	1	37,5
1	0	25.júl	Ríp	2	52,9	25.júl	Keld	2	38,9
0	1	25.júl	Ríp	3	51,3	25.júl	Keld	3	38,3
1	1	25.júl	Ríp	4	57,7	25.júl	Keld	4	39,2
0	2	25.júl	Ríp	5	58,7	25.júl	Keld	5	40,7
1	2	25.júl	Ríp	6	58,2	25.júl	Keld	6	39,6
0	0	1.ágú	Ríp	1	41,4	1.ágú	Keld	1	34,3
1	0	1.ágú	Ríp	2	50,2	1.ágú	Keld	2	40,2
0	1	1.ágú	Ríp	3	49,1	1.ágú	Keld	3	39,5
1	1	1.ágú	Ríp	4	54,7	1.ágú	Keld	4	41,6
0	2	1.ágú	Ríp	5	54,0	1.ágú	Keld	5	52,2
1	2	1.ágú	Ríp	6	57,5	1.ágú	Keld	6	42,6
0	0	8.ágú	Ríp	1	46,5	8.ágú	Keld	1	31,8
1	0	8.ágú	Ríp	2	42,2	8.ágú	Keld	2	40,6
0	1	8.ágú	Ríp	3	53,2	8.ágú	Keld	3	38,5
1	1	8.ágú	Ríp	4	52,7	8.ágú	Keld	4	36,7
0	2	8.ágú	Ríp	5	43,8	8.ágú	Keld	5	42,0
1	2	8.ágú	Ríp	6	47,4	8.ágú	Keld	6	43,5