

Áburður að hausti, vetri og vori

Ragnheiður Másdóttir



Landbúnaðarháskóli Íslands
Agricultural University of Iceland

Auðlindadeild

Áburður að hausti, vetri og vori

Ragnheiður Másdóttir

Leiðbeinandi: Guðni Þorvaldsson

Landbúnaðarháskóli Íslands
Auðlindadeild



Yfirlýsing höfundar

Hér með lýsi ég því yfir að ritgerð þessi er byggð á mínum eigin athugunum, er samín af mér og að hún hefur hvorki að hluta né í heild verið lögð fram áður til hærri prófgráðu.

Ragnheiður Másdóttir



Ágrip

Áburði er dreift á tún til að grösin fái næga næringu og svo hámarka megi uppskeru þeirra og gæði. Hér á landi hefur það tíðkast að dreifa búfjáráburði að hluta til á haust- og vetrarmánuðum og tilraunir hafa sýnt fram á að haustáburður á tún getur nýst plöntum að einhverju leyti til sprettu sumarið eftir.

Tilraun með mismunandi áburðartíma var gerð á Korpu á árunum 2006 – 2009. Markmið tilraunarinnar var að komast að því hvort munur væri á uppskeru þurrefnis og upptöku niturs við mismunandi áburðartíma. Bornir voru saman níu mismunandi áburðartímar, frá ágúst til maí og einn liður fékk ekki áburð. Liðirnir voru því alls tíu í fjórum endurtekningum. Sýni til ákvörðunar á þurrefni voru tekin úr hverjum reit um leið og slegið var. Niturmælingar voru einnig gerðar á þessum sömu sýnum. Til að meta hugsanleg áhrif veðurfars á uppskeru þurrefnis og upptöku niturs voru notuð veðurgögn frá Korpu á árunum 2006 – 2009.

Helstu niðurstöður eru þær að marktækur munur er á uppskerumagni þurrefnis og niturupptöku við mismunandi áburðartíma. Uppskeran var alltaf minnst af áburðarlausu reitunum en ábornu reitirnir skiluðu 49 – 95% af uppskeru voráburðarreitsins og eitt árið skilaði einn haustáburðarreitanna 12% meira en voráburðarreitinn. Skoðað var hvort að meðalofthiti og meðalúrkoma fyrstu vikuna eftir áburðardreifingu hefði áhrif á áburðarnýtinguna. Ekki fengust marktæk áhrif fyrir þessa veðurþætti á áburðarnýtingu. Til að fá frekari skýringar á því af hverju munur milli og innan áburðartíma stafar þyrfti að rannsaka áhrif veðurfars og fleiri þátta enn frekar.

Lykilorð: áburðartími, nitur, þurrefnisuppskera, veðurfar



Þakkir

Fyrst vil ég þakka leiðbeinanda mínum Guðna Þorvaldssyni fyrir hjálpssemi og þolinmæði í minn garð við gerð verkefnisins ásamt því að veita mér aðgang að þeim gögnum sem að verkefninu stóðu. Tryggva Eiríkssyni þakka ég fyrir þær efnagreiningar sem unnar voru í tengslum við verkefnið.

IngaVala Gísladóttir, Lilja Jóhannesdóttir og Þorbjörg Helga Konráðsdóttir eiga þakkir skildar fyrir sýndan skilning og samhug meðan á skrifum stóð. Síðast en ekki síst þakka ég Sveini Rúnari Ragnarssyni kærlega fyrir stuðning og hjálp við að halda huganum við efnið.



Efnisyfirlit

Yfirlýsing höfundar	i
Ágrip	ii
Þakkir.....	iii
1 Inngangur.....	1
1.1 Áburður.....	1
1.1.1 Nitur (N)	2
1.2 Virkni róta.....	2
1.3 Tap næringarefna úr jarðvegi í túnum	3
1.4 Áburðartilraunir á Íslandi utan hefðbundins áburðartíma	5
1.5 Markmið	6
2 Efniviður og aðferðir	8
2.1 Staðsetning og framkvæmd	8
2.2 Sýnataka, efnagreining og tölfræðiuppgjör	9
3 Niðurstöður	10
3.1 Uppskera þurrefnis	10
3.2 Upptaka niturs	11
3.3 Áhrif veðurfars á uppskeru þurrefnis	13
3.4 Klaki í jörðu	14
3.5 Gróandi	14
4 Umræður.....	16
4.1 Uppskera þurrefnis	16
4.2 Virkni róta.....	16
4.3 Áhrif veðurfars á þurrefnisuppskeru	17
4.4 Breytileiki og lítið gagnasafn.....	18
5 Ályktanir	19
6 Heimildaskrá.....	20
7 Töfluskrá.....	22



1 Inngangur

Á Íslandi hefur það tíðkast að dreifa búfjáráburði að hluta til að vetri og af þeim sökum hafa vaknað upp spurningar um nýtingu áburðarefna sem dreift er á og losna að vetri. Úr grasfrærækt er þekkt að haustáburður er til bóta hjá sumum tegundum, til dæmis stuðlar haustáburður að sprotamyndun vallarsveifgrass og betri grassverði vorið eftir (Hólmgeir Björnsson, 1998a). Rannsóknir hafa sýnt fram á að gott næringarástand grasa að hausti flýtir grænku á vorin (Guðni Þorvaldsson, 2007) en hafa ber í huga að veðurfar hefur einnig afgerandi áhrif á byrjun gróanda (Guðni Þorvaldsson, 1998). Auk þess er nauðsynlegt að afla þekkingar um áhrif áburðartíma á áburðarnýtingu til að áburður bænda nýtist sem best þar sem þetta er einn stærsti kostnaðarliðurinn í búrekstri. Á Íslandi eru svæði þar sem erfitt er að komast um tún að vori auk þess sem vorkuldar og bleyta geta hamlað nýtingu áburðar. Sum landsvæði eru þurr og þá skiptir miklu máli að koma áburðinum út sem fyrst og nýta jarðrakann þegar hann er til staðar í jarðveginum, einn möguleikinn er að bera hann á að hausti. Síðast en ekki síst er áhugavert að kanna nýtingu áburðarefna með tilliti til þess að afla upplýsinga um virkni róta að vetri. Því að athuganir benda til þess að upptaka næringarefna sé virk á veturna og nitur borið á að hausti sé að miklu leyti tekið upp og geymt bundið í rôtarkerfi og sprotum yfir veturinn (Hólmgeir Björnsson, 1999).

1.1 Áburður

Áburður er borinn á ræktað land til að plönturnar fái næga næringu og svo hámarka megi uppskeru þeirra. Áburðargjöf á tún eykur gæði uppskerunnar hvað snertir orkuinnihald, prótein og steinefni. Hún stuðlar að jöfnuði helstu steinefna og snefilefna sem vantar í jarðveg og þar með fæst betra heilsufar búfjár en hafa verður í huga að áburðarefnin sjálf mega ekki valda sjúkdómum í búfé. Einnig viðheldur og bætir áburður frjósemi jarðvegs (Þorsteinn Guðmundsson, 1999).

Á Íslandi er hefðbundinn áburðartími að vori í byrjun gróanda. Ekki er talið æskilegt að láta dreifingu dragast svo lengi að spretta sé hafin (Hólmgeir Björnsson, 1999). Algengt er að áburðarskammti sé skipt, borið á að vori og aftur eftir fyrsta slátt, ef nýta á endurvöxt til sláttar eða beitar. Skipting skammtsins eykur þó ekki uppskeru en gæði hennar aukast (Hólmgeir Björnsson & Jónatan Hermannsson, 1987).



Næringarefni sem áburður inniheldur eru nauðsynleg til þess að plantan geti tillífað og þar með vaxið eðlilega. Þau næringarefni sem eru mikilvæg plöntunni og er mest af í áburði eru nitur (N), fosfór (P) og kalí (K) (Magnús Óskarsson & Matthías Eggertsson, 1991).

1.1.1 Nitur (N)

Plöntur þurfa meira af nitri en af öðrum næringarefnum og það hefur meiri áhrif á magn uppskeru heldur en nokkurt annað næringarefni (Þorsteinn Guðmundsson, 1994). Nitur er plöntum mjög mikilvægt efni því að það er ómissandi hluti próteina, kjarnsýra (DNA og RNA) og blaðgrænu. Það hefur því mikilvægu hlutverki að gegna í efnaskiptum og ljóstillífun plöntunnar en þessir þættir hafa mikil áhrif á vöxt og þroska hennar. Nitur er að mestu leyti tekið upp af plöntum í gegnum ræturnar sem nítrat (NO_3^-) eða ammóníum (NH_4^+), einnig geta plöntur tekið upp ammóníak (NH_3) sem er í andrúmsloftinu (Husted, 2006). Þess ber að geta að belgjurtir eru mun afkastameiri við nýtingu niturs úr lofti heldur en önnur túngrös vegna hæfileika þeirra að vinna það í sambýli við örverur (Áslaug Helgadóttir, 1989).

Nitur kemur í jarðveginn með áfoki, með vatni sem flæðir yfir land, niturnámi gerla, áburði og regni. En hér á landi berst minnstur hluti með rigningu (Þorsteinn Guðmundsson, 1998). Stærsti hluti niturs í jarðvegi er bundið í lífrænum efnum hans. Við rotnun losnar það svo sem ammóníumjón (NH_4^+) sem nítrunargerlar breyta í nítrat (NO_3^-). Þetta ferli er plöntum mjög mikilvægt því að þær vilja frekar taka upp nítrat en ammóníum (Þorsteinn Guðmundsson, 1994).

1.2 Virkni róta

Helstu hlutverk róta eru að halda plöntunni jarðfastri, taka upp vatn og næringarefni og flytja til stिल्s plöntunnar og geyma næringu (Hopkins, 1999a).

Til þess að rótin geti tekið upp næringarefni verður að flytja þau yfir frumuhimnur og inn í frumur rótarinnar. Uppleyst efni geta flust yfir himnur með þrenns konar hætti, með einföldu flæði yfir himnu, með flæði í gegnum prótein eða með virkum flutningi sem þarfnast orku, til dæmis á formi ATP. Talið er að frjáls flutningur vatns yfir himnur fari fram í gegnum millihimnuprótein (aquaporin) sem búa til vatnsgöng í gegnum himnur (Hopkins, 1999b).

Rótin tekur upp næringarefnin úr jarðvegslausn og þau eru flutt inn í rótina með flæði yfir himnu. Þá eru þau komin inn í frumur yfirhúðarinnar og casparian-band varnar því að efnin komist með flæði yfir himnur í gegnum innsta lag barkhúðarinnar og inn í leiðsluvefi plöntunnar. Þess í stað verða jónir að komast yfir barkhúðina með flutningspróteinum í



frumuhimnunni, með virkum flutningi eða yfir frymisbrýr. Þannig komast næringarefni í viðarvef plöntunnar og þau eru svo flutt til þeirra hluta plöntunnar sem þarfnast næringar með viðaræðunum (Hopkins, 1999b).

Tilraunir hafa verið gerðar til að sjá hvort að hægt sé að meta rótarvirkni yfir veturinn með því að skoða þyngd rótanna. Hanson og Juska (1961) gerðu tilraun á vallarsveifgrasi (*Poa pratensis L.*) og var hún framkvæmd frá 16. september 1959 til 7. júní 1960. Áburður með fosfór og kalí en ekki nitur, 0-10-10, var borinn á allar meðferðir, 488 kg/ha, þann 21. september. Auk þess voru 146,5 kg/ha borið á af ammóníum nitrati á fjórum mismunandi tímum og einn liður fékk ekki áburð. Tilraunin sýndi fram á að vöxtur jarðstöngla jókst lítið frá september til apríl en þyngd róta jókst marktækt. Fjórfold aukning á þyngd róta átti sér stað milli 3. desember og 6. apríl á plöntum sem fengu nituráburð í september og október.

Í ljós kom einnig að rætur sem skoðaðar voru í febrúar og fengu nituráburð í september voru marktækt stærri en þær sem fengu ekkert nitur auk þess að þær plöntur sem fengu nitur í september mynduðu margar nýjar rætur í desember og janúar. Nitur sem borið var á í febrúar virtist örva toppvöxt í febrúar og mars á kostnað rótarþroska. Mjög svipaðar niðurstöður fengust þar sem nitur var borið á seint í mars þar sem ræturnar þyngdust ekki fyrr en í maí (Hanson & Juska, 1961). Af þessari rannsókn má því draga þá ályktun að áburður, sem er borinn á að hausti, hefur jákvæð áhrif á rætur plantna en áburður borinn á í febrúar til mars hefur meiri áhrif á toppvöxt en rótarþroska.

Hitastig hefur mikil áhrif á vöxt plantna. Yfirleitt hægir á vexti við lágt hitastig og eykst svo þegar hitastig hækkar þar til kjörhitastigi hefur verið náð, ef hitastig eykst frekar veldur það minni vexti (Thorvaldsson & Martin, 2004). Því má telja að upptaka róta á næringarefnum minnki þegar kalt er og aukist þegar hlýnar, upp að vissu marki, eins og vöxtur plantna.

Jarðvegshiti, sem er mjög tengdur lofthita, hefur þar af leiðandi afgerandi áhrif á rætur og hæfni þeirra til að taka upp vatn og næringu. Hiti í jarðvegi er háður jarðvegsgerð og legu landsins á öllum tímum ársins. Rætur plantna geta skemmst ef þær slitna í frostlyftingum eða rotna í vatnsósa jarðvegi þegar leysingavatn kemst ekki í burtu (Ríkharð Brynjólfsson & Stefanía Nindel, 2006).

1.3 Tap næringarefna úr jarðvegi í tünunum

Áburður nýtist ekki alltaf vel og áburðartími er valinn með tilliti til nýtingar niturs, áhrifa þess á vöxt og gæði og hættu á tapi (Hólmgeir Björnsson, 1999).



Næringarefni tapast úr jarðvegi við útskolun, veðrun, afrennsli á yfirborði og uppgufun á formi lofttegunda (Friðrik Pálmason, Gunnar Steinn Jónsson, Magnús Óskarsson & Þorsteinn Guðmundsson, 1989). Á vorin og sumrin er útskolun nánast engin því að plöntur nýta sér meira vatn til vaxtar en það sem fellur sem úrkoma. Utan sprettutíma er töluvert af ammóníum- og nítatrjónum í ábornum jarðvegi vegna umsetningar á lífrænu efni en við þau skilyrði taka plöntur ekki upp næringarefni svo að uppleyst efni geta skolast út en skolonin stöðvast svo þegar jarðvegur frýs (Hólmgeir Björnsson, 2001). Fyrst og fremst á sér stað tap á næringarefnum þegar rætur eru ekki virkar í jarðveginum til að taka upp þau næringarefni sem losna úr lífrænum samböndum (Guðni Þorvaldsson, 1996). Erlendis er það vel þekkt að mest af næringarefnum tapast þegar akrar standa opnir og ógrónir því að þá eru engar plönturætur til að taka upp efnin sem losna. Því má ætla að við túnrækt eins og stunduð er hér á landi sé tap næringarefna á þennan hátt mjög lítið (Guðni Þorvaldsson, 1994).

Til að koma í veg fyrir óþarfa útskolun í túnrækt skiptir tvennt miklu máli. Í fyrsta lagi verður sig vatns í gegnum jarðveginn að vera sem minnst. Í öðru lagi þarf að draga úr notkun áburðar umfram þarfir og fyrirbyggja súrnun jarðvegsins og þar með útskolun eða veðrun. Líklega verður útskolun mest ef leysingavatn sígur niður í gegnum jarðveginn en rennur ekki af á yfirborði (Hólmgeir Björnsson, 2001). Útskolun getur aukist vegna framræslu og við lækkun á sýrustigi (Þorsteinn Guðmundsson, 1998).

Nitur nýtist vel ef því er dreift á hagstæðum tíma. Talið er að þriðjungur þess niturs sem borið er á verði eftir í jarðvegi og tapist eða bindist sem lífrænt efni og safnist fyrir. Útskolun á kalí getur verið veruleg því að það er frekar laust bundið í jarðvegi. Því er forði kalís mjög lítill og sums staðar enginn í jarðvegi. Fosfór er hins vegar frábrugðinn hinum tveimur áburðarefnum því að hann binst jarðvegi fast og útskolun er mjög lítil, að minnsta kosti þegar hann er borinn á tún. Það verður þó að hafa í huga að ef fosfór er dreift á óhagstæðum tíma getur hann runnið af yfirborði (Hólmgeir Björnsson, 2001).

Árið 2001 var gerð athugun á styrk næringar- og steinefna í afrennslisvatni af ræktuðu landi á Hvanneyri. Mælingar og sýnataka fóru fram við útfall frárennslisvatns af athugunarsvæði á tímabilinu 14. maí – 6. nóvember 2001. Túnin sem voru innan þess svæðis voru nýtt til beitar, sláttar, kornræktar og skjólbeltaræktar auk þess var jarðvinnsla á svæðinu á hverju ári. Niðurstöður sýndu að á hásprettutíma er greinilega minna magn niturs, fosfórs og kalís í afrennslisvatninu. Þegar líður á haustið eykst styrkur þessara efna í skurðavatni þrátt fyrir að þynningaráhrifa ætti að gæta vegna aukins vatnsmagns á þessum árstíma. Í ljós kom einnig að



hætta á miklu tapi niturs, fosfórs og kalí má tengja úrhellisrigningum og jafnvel vindstyrk sem veldur útskolun og tapi á jarðvegsefnum utan vaxtartíma plantnanna. Styrkur fosfórs er lægri en niturs og kalís sem er í samræmi við þær staðreyndir að styrkur uppleysts fosfórs er tiltölulega lítill og fosfór binst fast við jarðvegsefni. Nitur og kalí eru hins vegar mjög hreyfanleg í jarðvegi og tapast því auðveldlega. Styrkur kalís var hærri en niturs og fosfórs allt tímabilið. Sá hluti niturs sem er hreyfanlegastur er ólífrænn og athuginin leiddi í ljós að mjög lítið af því tapast um hásprettutímam, júní – ágúst, en styrkur lífræns niturs er mun hærri á því tímabili í afrennslisvatni (Guðmundur Hrafn Jóhannesson & Björn Þorsteinsson, 2002).

Tap á áburðarefnum getur valdið skaða fyrir umhverfið auk þess sem áburður er dýr. Því er mikilvægt að gera sér grein fyrir því tapi sem getur orðið og minnka það eins og hægt er.

1.4 Áburðartilraunir á Íslandi utan hefðbundins áburðartíma

Hér á landi hafa verið gerðar tilraunir með dreifingu áburðar utan hefðbundins áburðartíma og hafa þær sýnt fram á að talsverður hluti áburðar sem er borinn á að hausti geti nýst til sprettu árið eftir. Áður en tilbúinn áburður fór að ryðja sér til rúms í íslenskum landbúnaði voru gerðar nokkrar tilraunir með dreifingartíma búfjáráburðar frá hausti til vors (Hólmgeir Björnsson, 1998b). Þessar tilraunir fóru fram á fjórum tilraunastöðvum á árunum 1929 – 1959 og sýndu að nýting búfjáráburðar væri góð á haustin (Hólmgeir Björnsson, 1998a).

Tilraunirnar með búfjáráburð hvöttu til frekari rannsókna á dreifingu tilbúins áburðar að hausti. Gerðar voru tilraunir á Korpu 1980 – 1987 og fékkst mest uppskera ef borið var á í ágústlok en einnig gafst vel að bera á strax eftir fyrsta slátt. Hins vegar hefur nýting áburðar að sumri og hausti ekki oft farið yfir helming og verður lakari eftir því sem seinna er borið á þó að uppskera sé síst minni en eftir voráburð. Þetta gefur til kynna að áburðurinn hafi ekki síður nýst til vaxtar róta en grasvaxtar. Hægt var að álykta að frekar sé um bindingu niturs að ræða en tap því að í rótarsýnum hefur fundist aukning niturs sem nemur um 90 – 100% þess sem er borið á. Einnig kom í ljós að nýting áburðar versnar ef dreifing dregst fram í september og þá eykst líka hættan á tapi áburðar, sérstaklega ef komið er frost (Hólmgeir Björnsson, 1998b).

Tilgangur tilrauna með dreifingu áburðar að hausti var ekki síst að kanna áhrif á grassprettu vorið eftir. Í tilrauninni á Korpu, 1980 – 1987, hafði haustáburðurinn aðeins skilað sér að takmörkuðu leyti í grængresið 25. maí en mæling á nýgræðingnum er óviss vegna þess að þó



nokkur sina var á reitunum sem fengu haustáburð. Það er talið að spretta í maí vegna haustáburðar hafi aukist að meðaltali um rúmlega 100 kg þurrefnis umfram liðinn sem fékk voráburð. Þess ber að geta að þetta fer mjög eftir gróðurfari, ef vorið er gott þá hefur haustáburður eflaust meiri áhrif í maí (Hólmgeir Björnsson, 1998a).

Árið 1990 hófst tilraun á Korpu þar sem bornir voru saman tveir mismunandi áburðartímar að vori og einn að hausti. Tilraunin var á gömlu túni og stóð í 13 ár. Uppskeyra var klippt í hverjum reit um leið og það var hægt vikulega fram í júní. Í byrjun ágúst voru reitirnir slegnir og uppskeyran vegin. Niðurstöður leiddu í ljós að næringarástand grasa hefur mikil áhrif á það hvenær byrjar að grænka á vorin. Reitirnir sem fengu haustáburð byrjuðu fyrst að grænka, næstir voru reitirnir með fyrri áburðartímum að vori en óábornir reitir voru langsíðastir. Hvað varðar uppskeyrumagn þá var meiri uppskeyra á haustáburðarreitunum fram eftir vori en eftir því sem lengra leið þá náðu voráburðarreitirnir þeim. Í byrjun ágúst var uppskeyra reita með haustáburði 90% af uppskeyru voráburðarreita, ekki skipti máli hvort miðað var við þurrefnisuppskeyru eða upptöku niturs (Guðni Þorvaldsson, 2007).

Frá haustinu 2007 hefur farið fram tilraun á Hvanneyri þar sem dreifingartími mykju hefur verið kannaður. Tilbúnum áburði hefur einnig verið dreift á til samanburðar, þar af er borið á einn lið fyrri hluta október en hinir liðirnir fá áburð á hefðbundnum tíma í maí. Uppskeyrutölur árið 2008 leiddu í ljós að tilbúinn áburður í október skilar nokkurri uppskeyru en mun minni heldur en svipaður skammtur í maí. Niðurstöður sumarið 2009 sýndu að tilbúinn áburður sem dreift er í október skilar sér bæði í uppskeyru og próteinprósentu þó að mykja sem borin er á sama dag skili sér illa. En tilbúinn áburður borinn á í október skilar minna próteinhlutfalli í uppskeyru heldur en jafnstór skammtur í maí (Ríkharð Brynjólfsson, 2009a; 2009b).

1.5 Markmið

Eins og fram kom í kaflanum hér á undan þá hafa niðurstöður tilrauna leitt í ljós að haustáburður á tún getur nýst plöntum að einhverju leyti til sprettu sumarið á eftir. Í fyrrnefndum tilraunum hafa mismunandi áburðartímar verið til samanburðar miðað við þurrefnisuppskeyru og niturupptöku, einnig hefur magn niturs verið mælt í rótum (Hólmgeir Björnsson 1998a; 1998b, Guðni Þorvaldsson, 2007).

Markmið þessa verkefnis var að fá mat á nýtingu áburðar sem borinn er á tún að hausti og vetri. Verkefnið fór fram á Korpu síðustu þrjú ár, 2006 – 2009, þar sem tilbúinn áburður var borinn á tún á mismunandi tímum frá hausti til vors.



Rannsóknarspurningar eru eftirtaldar:

1. Er marktækur munur á uppskeru við mismunandi áburðartíma?
2. Er marktækur munur á upptöku niturs við mismunandi áburðartíma?



2 Efniviður og aðferðir

2.1 Staðsetning og framkvæmd

Tilraunin var gerð á Korpu á árunum 2006 – 2009 en aldrei á sama landinu. Áburðinum var dreift handvirkt. Aldrei var borið á svell eða snjó en jörð gat verið frosin. Hælar voru reknir niður að hausti þegar tilraunirnar voru settar út og bönd voru strengd á milli hælanna þegar áburði var dreift á reiti. Stærð uppskerureita var minni en stærð reitanna sem borið var á. Breidd uppskerureita var alltaf 1 m en lengd var mismunandi eftir árum, að meðaltali var lengd uppskerureita 6,35 m árið 2007, 4,86 m árið 2008 og 6,11 m árið 2009.

Í tilrauninni voru bornir saman níu mismunandi áburðartímar, sjá 1. töflu, og einn liður fékk ekki áburð, liðirnir voru því tíu alls í fjórum endurtekningum. Dregið var af handahófi í blokkirnar öll ár tilraunarinnar.

1. tafla. Áburðartímar eftir tilraunaárum.

Áburðartími	2006 - 2007	2007 - 2008	2008 - 2009
1	4. 9.	2. 9.	31. 8.
2	25. 9.	24. 9.	18. 9.
3	17. 10.	18. 10.	8. 10.
4	13. 11.	8. 11.	5. 11.
5	30. 1.	2. 1.	29. 12.
6	28. 2.	18. 2.	18. 2.
7	28. 3.	14. 3.	18. 3.
8	21. 4.	17. 4.	6. 4.
9	7. 5.	5. 5.	6. 5.

Árið 2006 var tilraunin á gömlu túni sem er vaxið blönduðum gróðri. Mest var af hálíngresi í túninu en nokkuð var af túnvingli, snarrót, vallarfoxgrasi, háliðagrasi og túnsúru. Í mun minni mæli sáust túnfífill, skarífífill, vallhumall, njóli, kerfill og vallarsveifgras. Einnig sáust hvítsmári, akurarfi, vegarfi, maríustakkur og ilmreyr. Stærð reitanna var 3 m x 10 m eða 30 m² en stærð áburðarreita var 2,5 m x 9,75 m eða 24,4 m², þannig að 50 cm varðbelti var á milli reita. Áburði var dreift frá 4. september 2006 til 7. maí 2007 og borin voru á 60 kg N/ha í blönduðum áburði (20% N, 4,4% P, 8,3% K). Allir reitir voru slegnir 20. júlí 2007 og uppskera vegin.

Árið 2007 var tilraunin á gömlu túni sem er vaxið blönduðum gróðri, þetta land er mun ófrjósamara en þar sem tilraunin var árið 2006. Í túninu var mest af hálíngresi og túnvingli en



þarna sáust líka snarrót, vallarfoxgras, skarífífill, vallhumall, vallhæra, gulmaðra, hvítmári, maríustakkur, túnfífill, umfeðmingur og njóli. Stærð reitanna var 2,4 m x 6 m eða 14,4 m² og 25 cm varðbelti var hvorum megin við hvern reit. Áburði var dreift frá 2. september 2007 til 5. maí 2008. Borin voru á 60 kg N/ha í blönduðum áburði (18% N, 7% P, 8% K). Allir reitir voru slegnir 29. júlí 2008 og uppskera vegin.

Árið 2008 var tilraunin framkvæmd á túni sem er vaxið nánast hreinu vallarsveifgrasi og er þetta land frekar ófrjósamt. Reitirnir voru 8 m x 2,5 m eða 20 m² að stærð. Þess ber að geta að engin varðbelti voru notuð í þessari tilraun því að í fyrri tilraununum tveimur sáust engin merki þess að áburður skolaðist til í reitunum. Áburði var dreift frá 31. ágúst 2008 til 6. maí 2009 og borin voru á 60 kg N/ha í blönduðum áburði (17% N, 5% P, 13% K). Allir reitir voru slegnir 20. ágúst 2009 og uppskeran vegin.

Til að meta áhrif veðurfars á uppskeru þurrefnis og upptöku niturs voru notuð veðurgögn frá Korpu frá árunum 2006 – 2009.

2.2 Sýnataka, efnagreining og tölfræðiuppgjör

Sýni til ákvörðunar á þurrefni voru tekin úr hverjum reit í öllum tilraunum um leið og slegið var. Sýnin voru þurrkuð við 60°C og möluð í 2mm á Rannsóknarstofu Landbúnaðarháskóla Íslands á Hvanneyri. Niturmælingar voru gerðar á þessum sömu sýnum með NIR tækni og hluti sýnanna var einnig greindur í Kjeldahl (Bremner & Mulvaney, 1982) til samanburðar. Efnagreiningar voru gerðar af Tryggva Eiríkssyni hjá Landbúnaðarháskóla Íslands á Keldnaholti.

NIR mæliaðferðin byggir á endurvarpi ljóss sem varpað er á fín malað sýni. Endurkastið er mælt, það er hve mikil orka er í endurkastinu á ýmsum stöðum á innrauða bylgjusviðinu. Með þessari aðferð er meðal annars hægt að mæla frumefni í plöntum, til dæmis köfnunarefni í stórum sameindum (Tryggvi Eiríksson, 1990).

Við tölfræðiuppgjör var keyrð tveggja þátta ferveikagreining á gögnin og lýsandi tölfræði, hvert ár fyrir sig, í forritinu SAS 9.1.3 (© 2002-2003 SAS Institute Inc.). Auk þess var gerð aðhvarfsgreining (General Linear Model) á veðurgögnum og uppskeru þurrefnis í sama forriti.



3 Niðurstöður

3.1 Uppskera þurrefnis

Í 2. töflu eru upplýsingar um þurrefnisuppskeru tilraunarinnar öll þrjú árin eftir mismunandi áburðartímum. Að meðaltali var uppskeran mest árið 2006 – 2007 en það skýrist af því að þá var tilraunin á frjósamara landi en hin tvö árin. Staðalfrávik skekkju er hæst í tilrauninni á árinu 2007 – 2008 og það má rekja til þess að meiri breytileiki var í tilraunalandinu sem ekki var ljós þegar hún var lögð út haustið 2007. Marktækur munur var á milli liða öll ár tilraunarinnar ($p < 0,05$).

2. tafla. Uppskera þe., hkg/ha, eftir áburðartíma og tilraunaárum. Fritölur fyrir skekkju eru 27.

Áburðartími	2006 - 2007	2007 - 2008	2008 - 2009
1	52,7	28,6	13,3
2	50,5	21,9	15,6
3	47,3	21,1	15,8
4	51,3	18,9	19,1
5	50,4	21,4	18,8
6	49,5	20,9	21,0
7	51,5	18,7	20,3
8	53,8	24,3	18,9
9	57,3	25,5	26,9
10	45,7	6,8	7,2
Meðaltal	51,0	20,8	17,7
Staðalfrávik	3,26	7,69	3,63
P – gildi	0,0025	0,0481	< 0,0001

Öll árin var minnst uppskera að jafnaði af liðnum sem fékk engan áburð, áburðartími 10. Tvö ár tilraunarinnar af þremur, 2006 – 2007 og 2008 – 2009, var mest uppskera að meðaltali af liðnum sem fékk áburð í maí, áburðartími 9. Árið 2007 – 2008 var mest uppskera að jafnaði af liðnum sem var borið á í september, áburðartími 1, en áburðartími 9 var þá með næstmestu uppskeruna að meðaltali.

Í 3. töflu má sjá hversu stór hluti uppskerunnar skilaði sér af mismunandi áburðartímum samanborið við áburðartíma 9. Helstu niðurstöður eru þær að talsverður hluti þess áburðar sem dreift er á reiti utan hefðbundins áburðartíma skilar sér í uppskeru þurrefnis miðað við áburðartíma 9, sem er hefðbundinn áburðartími. Þetta bendir til þess að áburðurinn fari ekki til spillis nema að hluta þó honum sé dreift á óhefðbundnum tíma.



3. tafla. Hlutfall þurrefnisuppskeru sem skilaði sér af mismunandi áburðartímum samanborið við áburðartíma 9.

Áburðartími	2006 - 2007	2007 - 2008	2008 – 2009
1	0,92	1,12	0,49
2	0,88	0,86	0,58
3	0,82	0,83	0,59
4	0,89	0,74	0,71
5	0,88	0,84	0,70
6	0,86	0,82	0,78
7	0,90	0,73	0,76
8	0,94	0,95	0,70
9	1,00	1,00	1,00
10	0,80	0,27	0,27

Eins og gefur að skilja þá er hlutfallið alltaf lægst á áburðarlausu liðnum, áburðartími 10. Ekki er samræmi milli ára hvaða áburðartími er með næstlægsta hlutfallið eða næsthæsta og gefur það til kynna að það sé margt sem hafi áhrif á magn þurrefnisuppskeru, til dæmis er hlutfallið næstlægst við áburðartíma 1 árið 2008 – 2009 en það er næstlægst við áburðartíma 7 árið 2007 - 2008.

Ef áburðartímum frá 1 til 9 er skipt í hópa eftir árstíma, ágúst til nóvember, desember til febrúar og mars til maí, og meðaltal tekið af hlutfalli uppskeru af hverju tímabili má sjá ákveðið mynstur í hlutfallslegri uppskeru. Hlutfallið er lægst að jafnaði af liðum sem borið er á desember til febrúar, áburðartímar 5 og 6, fyrstu tvö árin en síðasta árið er sama tímabil með annað hæsta hlutfallið að meðaltali. Hlutfallið er að meðaltali hæst af áburðartímum í mars til maí öll árin. Fyrsta og þriðja árið eru fyrstu fjórir áburðartímarnir, ágúst til nóvember, með lægsta hlutfallið en árið 2007 – 2008 eru sömu áburðartímar með jafnhátt hlutfall uppskeru að meðaltali og áburðartímar 7 til 9.

Eins og áður var nefnt er engin regla á því hvenær ársins minnsta eða næstmesta uppskeran er, fyrir utan áburðarlausu liðinn. En ljóst er að hlutfallið er aldrei lægst við áburðartíma sem eru í desember til febrúar þó að það sé að meðaltali lægst tvö ár tilraunarinnar. Þetta rennir stoðum undir það að margt annað en árstíminn getur haft áhrif á uppskeruna.

3.2 Upptaka niturs

Í 4. töflu má sjá magn upptekins niturs í tilrauninni öll ár hennar eftir áburðartíma og tilraunaárum. Að meðaltali var upptekið nitur mest á fyrsta ári tilraunarinnar og skýringin á því er sú að landið var frjósamara þá en hin árin tvö. Staðalfrávik skekkju er hæst á öðru ári



tilraunarinnar, eins og áður sagði þá er það vegna ófyrirsjáanlegs breytileika í landi. Marktækur munur var á milli liða á fyrsta og þriðja ári tilraunarinnar ($p < 0,05$) en á öðru ári var ekki marktækur munur milli liða ($p > 0,05$).

4. tafla. Magn upptekins niturs, kg N/ha, eftir áburðartíma og tilraunaárum. Frítölur fyrir skekkju eru 27.

Áburðartími	2006 - 2007	2007 - 2008	2008 - 2009
1	87,1	32,9	11,4
2	89,4	24,7	13,2
3	82,9	26,2	13,3
4	91,2	21,0	16,2
5	83,5	24,2	15,6
6	81,4	24,1	17,0
7	89,9	22,2	16,9
8	95,7	31,1	15,8
9	100,9	33,2	21,4
10	74,5	9,0	6,6
Meðaltal	87,6	24,9	14,7
Staðalfrávik	7,26	9,88	2,85
P – gildi	0,0014	0,0711	< 0,0001

Öll ár tilraunarinnar var upptaka niturs mest í liðum með áburðartíma 9, borið á í maí. Minnst upptaka niturs var í liðum sem fengu engan áburð, áburðartími 10, öll ár tilraunarinnar. Þessar niðurstöður, líkt og uppskerutölurnar, gefa sterklega til kynna að rætur séu að einhverju leyti virkar yfir veturinn og taka þar af leiðandi upp nitur. Þess ber að geta að uppskera þurrefnis og niturupptaka eru tengdar mælingar þar sem upptaka niturs er margfeldi af uppskeru þurrefnis. Því er eðlilegt að niðurstöður þessara tveggja mælinga sýni svipað mynstur.

Ef samanburður er gerður á mælingum þurrefnis og niturs má sjá að mest upptaka niturs er við áburðartíma 9 öll ár tilraunarinnar en annað árið var ekki mest uppskera við sama áburðartíma. Síðasta ár tilraunarinnar var minnst niturupptaka og þurrefnisuppskera við áburðartíma 1, fyrir utan áburðarlausu liðinn, en hin tvö árin er ekki samræmi milli þess hvenær minnsta upptaka og uppskera er. Til dæmis er minnst niturupptaka við áburðartíma 4 en minnst uppskera við áburðartíma 7 á öðru ári. Næstmesta uppskeran er við sama áburðartíma og næstmesta upptakan fyrsta og þriðja ár tilraunarinnar en á öðru ári er næstmest niturupptaka við áburðartíma 1 en við sama áburðartíma var uppskera þurrefnis mest.



3.3 Áhrif veðurfars á uppskeru þurrefnis

Skóðað var hvort veðurfar fyrst eftir áburðardreifingu skýrði breytileika innan og milli áburðartíma. Meðallofthiti og meðalúrkoma var reiknuð frá áburðardegi og næstu sex daga á eftir. Ástæðan fyrir því að þetta tímabil var valið er sú að það virtist skýra betur mismun á uppskerumagni og niturupptöku milli liða heldur en veðurfar í tvær vikur eða fjóra daga eftir áburðardreifingu. Meðallofthiti var reiknaður sem meðaltal hámarkshita og leiðréttis lágmarkshita.

Gerð var greining á uppskeru þurrefnis, þar sem ár og áburðartímar voru flokkabreytur en meðalúrkoma og meðallofthiti línulegir áhrifavaldar. Ekki þótti ástæða að gera eins með niturupptöku þar sem hún er tengd þurrefnisuppskeru eins og áður var nefnt. Niðurstöður greiningarinnar leiddu í ljós að munur milli ára skýrir stóran hluta breytileika uppskerunnar eða um 95,6% og ár hafði marktæk áhrif á uppskeru ($p < 0,05$). En úrkoma og hitastig virðast skýra lítinn hluta af breytileika í þurrefnisuppskeru því að ef þeim var bætt inn í aðhvarfið þá hækkaði ekki skýringarhlutfallið nema um 0,3%. Auk þess höfðu úrkoma og lofthiti ekki marktæk áhrif á uppskeru ($p > 0,05$). Ekki breytti miklu að bæta áburðartíma inn í aðhvarfsgreininguna og það staðfestir þann mun sem er á milli tilraunaára sem sést með því einu að skoða uppskerutölurnar sjálfar, sjá 2. töflu.

Erfitt er að sjá áhrif veðurfars fyrst eftir áburðargjöf í gögnunum og skýringin á því gæti verið sú að inn í líkanið vanti þætti sem hafi áhrif á breytileika uppskerunnar og að flókin samspilsáhrif gætu verið á milli þessara þátta og breytileikans sem ekki koma fram. Eina dæmið þar sem má sjá að veðurfar hafi svipuð áhrif öll ár tilraunarinnar er hækkandi hitastig sem hefur jákvæð áhrif á uppskerumagn, eins og sést í 2. töflu þar sem þurrefnisuppskera eykst af liðum við áburðartíma 7 tvö fyrstu árin og við áburðartíma 8 seinasta árið. Fyrsta árið var meðalhiti $4,6^{\circ}\text{C}$ við áburðartíma 7 og $7,2^{\circ}\text{C}$ við áburðartíma 8 og 9 og munaði þá 5,8 hkg þe./ha á uppskeru magni af áburðartíma 7 og 9. Annað árið var meðalhiti $1,4^{\circ}\text{C}$ við áburðartíma 7, $6,8^{\circ}\text{C}$ við áburðartíma 8 og $9,0^{\circ}\text{C}$ við áburðartíma 9 og munaði þá 6,8 hkg þe./ha á áburðartíma 7 og 9. Seinasta árið sker sig úr hvað þetta varðar því að minni uppskera var þá af liðum með áburðartíma 8 en 7. Hærrí meðallofthiti var við áburðartíma 7 og 9 en 8 sem gæti valdið minni uppskeru af lið 8 auk þess mældist úrkoma 22,8 mm daginn eftir áburðardreifingu á lið 8 sem gæti hafa valdið útskolun áburðarefna. Því var 8,0 hkg þe./ha minni uppskera af lið 8 en 9 og það munaði 1,4 hkg þe./ha á uppskeru áburðartíma 7 og 8.



Athyglisvert er að haustáburðarliðir, áburðartími 1, 2 og 3, síðasta ár tilraunarinnar skila mun minni uppskeru en aðrir liðir. Samkvæmt veðurgögnum var úrkoma í ágúst samtals 92,2 mm, í september var hún 201,6 mm og í október var hún 96,0 mm. Ekki er því ólíklegt að þetta votviðri hafi valdið útskolun eða afrennsli áburðarefna og þar með minni uppskeru þessara áburðartíma þar sem úrkoma var bæði fyrir og eftir áburðardreifingu.

3.4 Klaki í jörðu

Öll ár tilraunarinnar var skráð hvort klaki væri í jörðu á áburðardegi. Tilraunaárin áttu það sameiginlegt að það voru alltaf þrjú mánuðir á hverju ári þar sem klaki var í jörðu. Tvö ár af þremur var klaki við áburðartíma 5, 6 og 7 en annað ár tilraunarinnar var klaki við áburðartíma 6, 7 og 8. Ef meðaltal jarðvegshita, í 5 cm og 10 cm dýpt, á áburðardegi og sex daga á eftir er skoðaður þá var jarðvegshiti yfirleitt í kringum frostmark alla mánuðina sem finna mátti jarðklaka.

Það bendir til þess að klaki við áburðardreifingu gæti dregið úr uppskeru því að svo virðist sem uppskera sé minni af liðum með áburðartíma þegar klaki er í jörðu fyrsta mánuðinn eftir dreifingu heldur en liðum næsta áburðartíma á undan þar sem var klakalaus. Enn minni uppskera sýnist vera af liðum sem borið er á þegar klaki er búinn að vera í tvo mánuði í jörðu. Uppskeran er hugsanlega meiri af liðum með áburðartíma sem er klakalaus en sá sem kemur beint á eftir áburðartíma þar sem klaki var í jörðu. Þó er munur á uppskerumagni milli áburðartíma frekar lítill og því er hæpið að álykta að einungis klaki hafi áhrif til minnkunar á uppskeru eða klakaleysi orsaki meiri uppskeru. En athyglisvert er að síðasta ár tilraunarinnar er næstmest uppskera af lið sem áburði var dreift á í febrúar, áburðartími 6, þegar klaki var í jörðu.

Ef skoðuð er hlutfallsleg uppskera má sjá að liðir sem borið var á þegar klaki var í jörðu eru samt sem áður að skila 86 – 88% fyrsta árið, 73 – 95% annað árið og 70 – 78% þriðja árið af þeirri uppskeru sem kemur af liðnum sem fékk áburð í maí. Ekki er hægt að fullyrða að það sé hlutfallslega minni uppskera af liðum þar sem klaki var í jörðu við áburðardreifingu heldur en af klakalausum liðum þar sem munur uppskerumagni er óverulegur.

3.5 Gróandi

Árið 2007 – 2008 var upplýsingum um grænku reita safnað og samkvæmt þeim þá höfðu reitir sem höfðu tvo fyrstu áburðartímana grænkað þegar borið var á reiti með áburðartíma 3.



Við áburðartíma 4, 8. nóvember, sást grænn litur á öllum ábornum reitum. Ekki sást græn nál á neinum reitum 17. apríl en við síðasta áburðartímamann voru þeir aðeins farnir að grænka.

Árið 2008 – 2009 var einnig skráð hvort að ábornir reitir hefðu grænkað og voru þeir yfirleitt grænni en þeir óábornu. Reitir sem borið var á fyrst voru grænni en hinir framan af vetri en síðan urðu allir ábornir reitir mjög svipaðir að lit. Þó voru reitir sem borið var á 29. desember og 18. febrúar lengur að grænka en hinir sem á undan komu. Þann 6. maí voru allir reitir farnir að grænka en þeir sem höfðu áburðartímana 8, 9 og 10 voru ekki eins grænir og hinir.

Þessi litbreyting í kjölfar áburðargjafar styður það að áburðarefnin hafi verið tekin upp fljótlega eftir áburðardreifingu, að minnsta kosti að ákveðnu marki.



4 Umræður

4.1 Uppskera þurrefnis

Niðurstöður tilraunarinnar leiddu í ljós að uppskera þurrefnis var mest af liðum sem borið var á í maí, árin 2006 – 2007 og 2008 – 2009, og það er í samræmi við niðurstöður annarra tilrauna (Guðni Þorvaldsson, 2007; Ríkharð Brynjólfsson, 2009a). Ástæðan fyrir því gæti verið sú að á þessum tíma nýtir gróðurinn meira af áburðinum til sprettu því að í maí er hann að byrja að taka við sér og þarf mest á næringarefnum að halda þá. Hins vegar var mest uppskera 2007 – 2008 af liðum sem áburði var dreift á 2. september, áburðartími 1, og er það í samræmi við haustáburðartilraunir þar sem að uppskera hefur síst verið minni en eftir voráburð ef borið var á seint í ágúst eða að hausti (Hólmgeir Björnsson, 1998a; 1998b). Skýring á minni uppskeru af liðum sem borið var á seinni hluta september til mars gæti verið sú að grasspretta er orðin mjög hæg á þessum árstíma en næringarefnin eru tekin upp og geymd í sprotum og rótarkerfi allan veturinn. Þegar vorar er næringin tiltæk plöntunni og túnið grænkar fyrr en ella (Hólmgeir Björnsson, 1999). Eins og fram kom í niðurstöðum þá voru haustábornir reitir grænni en þeir sem fengu áburð eftir að vetur gekk í garð árið 2008 – 2009. Þeir reitir sem fengu áburð í apríl og maí ásamt þeim sem voru áburðarlausir voru minnst farnir að grænka í byrjun maí. Þetta er í samræmi við aðrar tilraunir sem hafa sýnt fram á að næringarástand grasa hefur töluverð áhrif á hversu snemma byrjar að grænka og að reitir sem fá haustáburð byrja fyrstir að grænka vorið eftir (Guðni Þorvaldsson, 2007).

4.2 Virkni róta

Út frá niðurstöðum niturmælinga er óhætt að draga þá ályktun að rætur séu virkar að vetrinum og líklega hafa rætur og sprotar geymt næringarefnin frá því að þau voru tekin upp þar til voraði, samanber niðurstöður Hólmgeirs Björnssonar (1999). Samkvæmt tilraun Hanson og Juska (1961) þá á áburður borinn á að hausti að hafa jákvæð áhrif á rætur en sé honum dreift í febrúar til mars þá hefur hann meiri áhrif á toppvöxt en rötarpöska. Ekki er hægt að segja til um hvort það eigi við í þessu verkefni þar sem að rætur voru ekki mældar beint eins og gert var í tilraun Hanson og Juska (1961) eða í tilraunum sem Hólmgeir Björnsson greinir frá (1998b) heldur einungis gerðar niturmælingar á grassýnum.



4.3 Áhrif veðurfars á þurrefnisuppskeru

Tilraunir hafa sýnt fram á að það sé ekki síst veðurfarið sem hafi áhrif á gróanda og sprettu (Guðni Þorvaldsson 1998) og upptöku róta á næringarefnum (Ríkharð Brynjólfsson & Stefanía Nindel, 2006). Það er þó ekki hægt að álykta útfrá niðurstöðum þessarar tilraunar að veðurfar fyrstu vikuna eftir áburðardreifingu hafi einhver áhrif þar sem munur á þurrefnisuppskeru milli áburðartíma var oft frekar lítill þó hann hafi verið marktækur. Mögulega er það vegna þess að samspilsáhrif veðurfarsþátta, sem voru ekki skoðaðir í þessari tilraun, og uppskerumagns er flókin og margvísleg.

Þar sem niturupptaka er margfeldi af uppskeru eru niðurstöður upptöku mjög svipaðar og fyrir uppskeru. Það bendir því allt til þess að sömu þættir hafi þarna áhrif samanber niðurstöður Guðna Þorvaldssonar (2007) þar sem ekki skipti máli hvort uppskera reita var miðuð við þurrefnisuppskeru eða niturupptöku.

Í grein Hólmgeirs Björnssonar (2001) um viðhald næringarefna í túnrækt og rannsóknnum Guðmundar Hrafns Jóhannessonar og Björns Þorsteinssonar (2002) á tapi næringarefna frá ræktarlandi vegna útskolunar og afrennslis kom fram að mikil úrkoma getur orðið til þess að áburður sígur í gegnum jarðveg og þar af leiðandi valdið minni uppskeru og niturupptöku. Ekki eru vísbendingar til þess að svo hafi verið í þessari tilraun nema hugsanlega haustið 2008 við áburðartíma 1,2 og 3.

Í niðurstöðum eru vísbendingar um að klaki í jörðu dragi úr uppskeru og niturupptöku en það er ekki ólíklegt þar sem tilraunir hafa sýnt fram á að klaki hamlar sprettu (Guðni Þorvaldsson, 1998), eflaust hefur þó fleira þar áhrif á eins og hvort að úrkoma fylgi á eftir áburðardreifingu eða ekki.

Ef vorið er gott þá gæti það haft jákvæð áhrif á uppskerumagn, samanber niðurstöður frá Hólmgeiri Björnssyni (1998a), enda jókst uppskera þurrefnis og upptaka niturs öll ár tilraunarinnar þegar fór að hlýna að vori. Þetta er einnig í samræmi við Thorvaldsson og Martin (2004) þar sem kom fram að vöxtur jókst við hækkandi hitastig þar til kjörhita var náð.

Í þessari tilraun var veðurfar að vori og sumri fram að sláttutíma á hverju tilraunaári ekki skoðað. Því var ekki hægt að meta áhrif þess á uppskeru mismunandi áburðartíma og það ber að hafa í huga þegar munur á uppskeru mismunandi áburðartíma er skoðaður.



4.4 Breytileiki og lítið gagnasafn

Breytileiki í tilraunalandi hefur áhrif á magn uppskeru og upptöku niturs. Í þessari tilraun var breytileiki í tilraunalandi milli ára. Fyrsta árið var tilraunin á gömlu túni og líklegt er að einhver forði næringarefna hafi verið í jarðveginum sem gerði það að verkum að uppskerumagn og upptaka niturs var óvenju mikil. Annað árið var breytileiki í tilraunalandinu sem var ekki ljós þegar tilraunin var lögð út og þar með var skekkjan hærri en í hin tvö árin. Þriðja árið var landið frekar ófrjósamt en ekki mikill breytileiki í því eins og árið á undan. Þess vegna ættu uppskerutölur og niturmælingar að vera nokkuð raunhæfar það árið.

Hugsanlegt er að ekki fáiist skýrari svör um áhrif veðurfars því að í uppgjörinu eru einungis þrjú ár lögð til grundvallar og frekar fáar mælingar eru á bakvið niðurstöðurnar. Ef gagnasafnið næði yfir lengri tíma og væri þar af leiðandi stærra þá væri kannski hægt að finna betri og meiri tengingar milli þurrefnisuppskeru og veðurfars.

Eins og kom fram í niðurstöðum þá var ekki sama regla öll ár tilraunarinnar á því hvort þurrefnisuppskera væri minni eða meiri eftir því á hvaða árstíma áburði er dreift á land. Ástæðan fyrir því gæti verið sú að aðrir breytileikafættir en þeir sem voru skoðaðir gætu verið til staðar. Mikill breytileiki í uppskerumagni gæti bent til þess að áburðaráhrifin eru ekki einungis undir árstíma komin heldur öðrum þáttum líka.



5 Ályktanir

Voráburðarreitir gefa að jafnaði mesta þurrefnisuppskeru en talsverður hluti þess áburðar sem dreift er á reiti utan hefðbundins áburðartíma skilar sér í uppskeru þurrefnis miðað við voráburðartímann. Það bendir því til þess að rætur séu virkar að vetrinum og hafi tekið áburðarefnin upp að ákveðnu marki. Grænka reita sem borið var á að hausti og vetri styðja það að áburðarefni hafi verið tekin upp fljótlega eftir áburðardreifingu.

Meðalloffthiti og meðalúrkoma fyrstu vikuna eftir áburðardreifingu skýrðu lítinn hluta breytileikans í þurrefnisuppskeru mismunandi áburðartíma. Líklega eru flókin samspilsáhrif margra þátta til staðar og líkan með einungis þessum veðurbreytum er ekki nægilegt.



6 Heimildaskrá

- Áslaug Helgadóttir (1989). Belgjurtir í landbúnaði og landgræðslu. Í *Ráðunautafundur 1989*, 85-92. Reykjavík: Bændasamtök Íslands o.fl.
- Bremner, J.M. & Mulvaney, C.S. (1982). Nitrogen-total. *Methods of Soil Analysis Part 2-Chemical and Microbiological Properties. Second edition* (bls. 595 – 624). Madison: American Society of Agronomy, Inc.
- Friðrik Pálmason, Gunnar Steinn Jónsson, Magnús Óskarsson & Þorsteinn Guðmundsson (1989). Landbúnaðarinn og umhverfið. Í *Ráðunautafundur 1989*, 167-187. Reykjavík: Bændasamtök Íslands o.fl.
- Guðmundur Hrafn Jóhannesson & Björn Þorsteinsson (2002). Tap næringarefna og steinefna frá ræktarlandi vegna afrennslis og útskolunar. Í *Ráðunautafundur 2002*, 293-297. Reykjavík: Bændasamtök Íslands o.fl.
- Guðni Þorvaldsson (1994). Landbúnaður og umhverfismál. *Freyr*, 90(3), 78-79.
- Guðni Þorvaldsson (1996). Landbúnaðurinn og umhverfi hans. Í *Ráðunautafundur 1996*, 22 - 30. Reykjavík: Bændasamtök Íslands o.fl.
- Guðni Þorvaldsson (1998). Áhrif veðurþátta og áburðartíma á byrjun gróanda og sprettu. Í *Ráðunautafundur 1998*, 164-170. Reykjavík: Bændasamtök Íslands o.fl.
- Guðni Þorvaldsson (2007). Nýting haustáburðar til sprettu. Í *Fræðagæing landbúnaðarins 2007*, 295-300. Reykjavík: Bændasamtök Íslands o.fl.
- Hanson, A. A. & Juska, F. V. (1961). Winter Root Activity in Kentucky Bluegrass (*Poa pratensis* L.). *Agronomy Journal*, 53, 372-374.
- Hopkins, W. G. (1999a). Water Relations of the Whole Plant. *Introduction to Plant Physiology, second edition*, (bls. 37-60). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Hopkins, W. G. (1999b). Roots, Soils and Nutrient Uptake. *Introduction to Plant Physiology, second edition*, (bls. 77-97). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Hólmgeir Björnsson (1998a). Dreifingartími áburðar. *Freyr*, 94(6), 18-25.
- Hólmgeir Björnsson (1998b). Dreifing áburðar síðsumars og að hausti. Í *Ráðunautafundur 1998*, 141-154. Reykjavík: Bændasamtök Íslands o.fl.
- Hólmgeir Björnsson (1999). Dreifingartími áburðar á tún. *Handbók bænda*, 49, 100-103.



- Hólmgeir Björnsson (2001). Viðhald næringarefna í túnrækt. Í *Ráðunautafundur 2001*, 51-64. Reykjavík: Bændasamtök Íslands o.fl.
- Hólmgeir Björnsson & Jónatan Hermannsson (1987). Áburðartími, skipting áburðar og sláttutími. Í *Ráðunautafundur 1987*, 77-91. Reykjavík: Bændasamtök Íslands o.fl.
- Husted, S. (2006). Diagnosing the Nutritional Status of Plants. Í L. S. Jensen & S. Husted (ritstj.), *Applied Plant Nutrition* (bls. 97-146). Fredriksberg C: Plant and Soil Science Laboratory o.fl.
- Magnús Óskarsson & Matthías Eggertsson (1991). Næring jurta. *Áburðarfræði* (2. útg.), (bls.11-36). Reykjavík : Búnaðarfélag Íslands.
- Ríkharð Brynjólfsson (2009a, 26. mars). Dreifingartími mykju. *Bændablaðið*, bls. 17.
- Ríkharð Brynjólfsson (2009b, 5. nóvember). Haustdreifð mykja nýtist mjög illa. *Bændablaðið*, bls. 20.
- Ríkharð Brynjólfsson & Stefanía Nindel (2006). Kafli 8: Vaxtarskilyrði plantna. *Nytjajurtir* (3. útg.), (bls. 48-52). Hvanneyri: Landbúnaðarháskóli Íslands.
- Thorvaldsson, G. & Martin, R.C. (2004). Growth Responses of Seven Perennial Grass Species to Three Temperature Regimes Applied at two Growth Stages. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science*, 54, 14-22.
- Tryggvi Eiríksson (1990). Innrauð mælitækni við fóðurefnagreiningar. Í *Ráðunautafundur 1990*, 211 – 215. Reykjavík: Bændasamtök Íslands o.fl.
- Þorsteinn Guðmundsson (1994). Næringarefni í jarðvegi. *Jarðvegsfræði*, (bls. 53-64). Reykjavík: Búnaðarfélag Íslands.
- Þorsteinn Guðmundsson (1998). Næringarefni í jarðvegi. I – Binding, ferli og forði. *Freyr*, 94(9), 20-23.
- Þorsteinn Guðmundsson (1999). Næringarefni í jarðvegi. II – Uppskera, áburður og jarðvegsefnagreiningar. *Freyr*, 95(2), 15-20.



7 Töfluskra

1. tafla. Bls. 8. *Áburðartímar eftir tilraunaárum.* Ragnheiður Másdóttir.
2. tafla. Bls. 10. *Uppskera þe., hkg/ha, eftir áburðartíma og tilraunaárum.* Ragnheiður Másdóttir.
3. tafla. Bls. 11. *Hlutfall þurrefnisuppskeru sem skilaði sér af mismunandi áburðartímum samanborið við áburðartíma 9.* Ragnheiður Másdóttir.
4. tafla. Bls. 12. *Magn upptekins niturs, kg N/ha, eftir áburðartíma og tilraunaárum.* Ragnheiður Másdóttir.