

# Tengsl skriðdags, uppskeru og þurrefnisprósentu í 2- og 6- raða byggi við íslenskar aðstæður

Ísak Jökulsson



Auðlinda- og umhverfiseild

BS – ritgerð

Maí 2019

# Tengsl skriðdags, uppskeru og þurrefnisprósentu í 2- og 6- raða byggi við íslenskar aðstæður

Ísak Jökulsson

Leiðbeinendur: Jón Hallsteinn Hallsson, Hrannar Smári Hilmarsson og Magnus Göransson

Landbúnaðarháskóli Íslands

Auðlindadeild



## Yfirlýsing

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

---

Ísak Jökulsson

## Ágrip

Þó kornrækt hafi aukist mikið meðal bænda á Íslandi síðustu áratuginu eru enn mikil tækifæri til aukinnar ræktunar. Markaður fyrir innlent bygg til húsdýrafóðurs er enn ekki mettaður og mikil tækifæri fyrir miðlungs og stóra kúa, svína og hænsna framleiðendur til að nýta innlenda framleiðslu sem fóður. Mögulega eru líka mikil tækifæri í innlendri ræktun byggs til maltgerðar og manneldis.

Á Íslandi er ræktun byggs ekki eins áreiðanleg og á heitari stöðum þar sem hægt er að búast við fyrirsjáanlegum ræktunartímabilum. Köld og stutt sumur, sem jafnframt geta verið mjög blaut og vindasöm, standa í vegi fyrir mikilli samkeppni á íslenskri grundu við innflutt korn en með hækkandi verði á innfluttu korni og auknum veðurfarsbreytingum opnast mögulega forsendur fyrir aukinni innlendri framleiðslu.

Markmið þessarar ritgerðar er að rýna í brot af gagnasafni frá byggyrkjatilraunum sem framkvæmdar voru á yfir 40 stöðum á landinu og náðu frá 1987-2014. Yrkjatilraunirnar sem teknar verða fyrir héra eru aðeins frá tilraunastöðinni á Korpu, innihalda 17 byggyrki (bæði 2- og 6 raða) og eru frá árunum 1997-2014. Markmiðið er að varpa ljósi á tengsl skriðdags, uppskeru og þurrefnishlutfalls til að varpa ljósi á mögulega framtíð kynbótastarfsins í sambandi við kynbætur á flýtingum sem stuðla að hraðari þroska og skriði.

Niðurstöður verkefnisins sýndu sterka fylgni milli skriðdags og uppskeru og skriðdags og þurrefnis en skýringahlutfallið milli athugunarþátta náði ekki yfir 32% sem gefur líklega til kynna hversu sterk umhverfisáhrifin eru á bygggræktina og breytileikinn í hita- og rakastigi er mjög mikill milli ára. Marktækni meðaltala milli yrkjanna 17 var til staðar en erfitt er að draga ályktanir um marktæknina sökum ójafnvægis í sýnatöku og þar sem yrkin fengu ekki eins mikla notkun milli ára, þó stóð yrkið Tjaldur upp úr í öllum þremur athugunarliðum. Fleiri yrki komu einnig vel út ásamt Tjaldi og hægt er að sjá þau í niðurstöðukaflanum.

**Lykilorð:** Bygg, skriðdagur, þurrefni, uppskera, arfgerð, raðgerð

## **Þakkir**

Ég vil þakka leiðbeinendum mínum, þeim Jóni Hallsteini Hallssyni, Hrannari Smára Hilmarsyni og Magnusi Göransson.

Einnig við ég þakka kærustunni minni henni Sóley Ernu Sigurgeirsdóttur fyrir ómældan stuðning á meðan verkefnavinnu stóð.

## Efnisyfirlit

1.	Inngangur .....	1
1.1	Saga byggræktar á Íslandi .....	2
1.2	Endurreisn kornræktar og árangur á Íslandi .....	3
1.3	Staða byggræktar á Íslandi og framtíðarsýn .....	5
1.3.1	Veðurfar og ræktunarland .....	6
1.4	Vaxtarskilyrði og þroski .....	7
1.5	Skurður, verkun og geymsluaðferðir .....	9
2.	Markmið verkefnis .....	13
3.	Efni og aðferðir .....	14
3.1	Gagnasafnið .....	14
3.2	Úrvinnsla gagna og tölfræði .....	15
4.	Niðurstöður .....	16
4.1	Yfirlit yfir fylgnigreiningar .....	16
4.2	Munur milli yrkja .....	18
5.	Umræður .....	21
6.	Ályktanir / lokaorð .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7.	Heimildaskrá .....	24
8.	Viðaukar .....	29

## 1. Inngangur

Bygg (*Hordeum vulgare*) er tvílitna einær kornjurt sem rekur uppruna sinn til frjósama hálfmánans sem liggur frá Ísrael til Jórdaníu og suðurhluta Tyrklands, Írak, Kúrdistan og suðvestur Íran. Vísbendingar eru einnig um það að bygg eigi að hluta uppruna að rekja til fleiri staða eins og t.d. Afríku og Asíu (Badr, o.fl., 2000). Ræktun og kynbætur hafa haft áhrif á svipgerð plöntunnar og þar af leiðandi hefur ræktað bygg aðeins öðruvísi svipgerð en skyldar plöntur. Ræktað bygg hefur t.d. breiðari lauf, styttri stöngul og títur og stærri korn (Badr o.fl., 2000)

Mikilvægi kornræktar í þróun landbúnaðarsamfélaga má ekki vanmeta og bygg er ein elsta ræktaða korntegund heims (Zhou, 2010). Kornrækt var ein af undirstöðum landbúnaðarbyltingarinnar fyrir meira en 10.000 árum síðan og heldur áfram enn þann dag í dag að skipta sköpum í matvælaframleiðslu um allan heim. Bygg er í dag fjórða uppskerumesta korntegundin og er ræktuð á samanlagt um 50-80 milljónum hektara ræktarlands árlega um allan heim (Zhou, 2010) og er heimsframleiðsla byggs áætluð meiri en 160 milljónir tonna (FAO, 2004). Hveiti, hrísgrjón og maís eru einu korntegundirnar sem skáka byggi á heimsvísu í uppskeru og ræktarlandi.

Sérstaða byggs er hversu fjölbæft það er hvað varðar vaxtarskilyrði en það vex við flestar breiddargráður og þá sérstaklega á þurrari svæðum og þolir mismunandi daglengdir (Zhou, 2010). Bygg er hefur reynst erfitt að rækta í einhverju magni hérlendis til manneldis og bjórgerðar, það er átu, baksturs og/eða möltunar (Intellecta ehf., 2009). Byggkorn býr yfir miklum hollustuefnum eins og t.d.  $\beta$ -glúkönunum (vatnsleysanleg trefjaefni) (Harland, 2014). 3-11% af innihaldi byggkorns eru  $\beta$ -glúkanar á meðan hveiti inniheldur einungis 0,5-1% (Trogh, Courtin, Anderson, Aman, Sørensen og Delcour, 2004). Sýnt hefur verið fram á að  $\beta$ -glúkanar og fleiri fásykrur, sem finnast í byggi, lækka kólesteról og efla almenna ónæmisörvun í líkamanum, hafi jákvæð áhrif á þarma og meltingu og bælandi áhrif á vöxt krabbameinsfrumna (Akramiené, Kondrotas, Didžiapetriené og Kėvelaitis, 2007; Harland, 2014).

Stærsti hluti þess byggs sem ræktað er í Evrópu og Bandaríkjunum, eða um 65%, er notað sem fóður í búfénað en framleiðsla á maltbyggi til bjórgerðar er aðeins um 30% (Newman og Newman, 2006). Um 1,5% er notað til manneldis í USA og í Evrópu er það enn minna eða um 0,3% til manneldis. Á svæðum í Asíu og Afríku er bygg almennt notað í meira mæli til manneldis (Newman og Newman, 2006).



## 1.1 Saga byggræktar á Íslandi

Íslenskar heimildir eru um kornrækt allt frá landnámi (Garðar Guðmundsson, o.fl., 2004). Sögur, örnefni, fornbréf og fornleifar benda allt til þess að landnámsmenn hafi hafið hér byggrækt um leið og þeir komu til landsins (Garðar Guðmundsson o.fl., 2004). Byggrækt er og hefur þó sennilega allatíð verið á mörkum þess að vera mögulega hérlendis. Líklega gekk ekki eins vel að rækta bygg hérlendis eins og tíðkaðist í Noregi og á Bretlandseyjum þar sem meðalhiti hér er lægri, vaxtartímabilið styttra, almennt svalara og ófyrirsjáanlegt veðurfar eins og frostkaflar og haustlægðir (Garðar Guðmundsson o.fl., 2004; Jónatan Hermannsson, 1993). Leifar af byggrækt hafa fundist við fornleifarannsóknir víðsvegar um landið (Riddell, 2014). Kolaðar menjar hafa fundist á Bergþórshvoli á Suðurlandi og í Örafum sem benda til eldstæða sem notuð voru til að þurrka bygg yfir eldi (Riddell, 2014). Einnig hafa fundist frjókorn sem benda til kornræktar í Mosfellsdal sem eru frá fyrstu öldum byggðar á landinu (Riddell, 2014). Í Skagafirði á Reynistað hafa fundist leifar af bæði byggkornum og bygghálmi (Riddell, 2014). Fleiri vísbendingar eru um akuryrkju, eins og illgresisfræ og korn sem farið hafa gegnum meltingafæri húsdýra. Þetta bendir til þess dýrum hafi verið beitt á skorna akra og illgresi hafi verið til staðar í ökrunum (Trigg o.fl., 2009). Talið er að byggrækt hafi hins vegar einungis verið á snærum stórbænda sem voru staðsettir á þannig jörðum að hæð yfir sjó, hitastig, skjól og rakastig hafi hentað til ræktunar. Stærstu verksummerkin um byggrækt hérlendis eru plógför sem fundust á Ingiríðarstöðum í Þegjandadal á Norðurlandi sem talið er að séu frá árunum 900-1400 (Riddell, 2014).

Í bókinni „Af hverju Strái“, eftir Árna Daníel Júlíusson (2018), rekur hann ýtarlega kornrækt í gegnum Íslandssöguna. T.d. þá hvaða bæir borguðu skuldir í korni og fleira sem skrifað var um kornrækt fyrir á öldum. Lengi hefur verið haldið fram að kornrækt á 14. öldinni hafi verið lítið sem engin en samkvæmt heimildavinnu Árna er það mikill misskilningur. Margt er hægt að finna um kornrækt í gömlum rituðum heimildum og samkvæmt þeim bendir allt til að kornrækt hafi verið mjög öflug á 14. öldinni og Árni telur að samkvæmt þeim heimildum sem hann notaðist við í gerð bókarinnar að í upphafi 14. aldar hafi fjórði eða fimmti hver bær ræktað korn á suðvesturlandinu (Árni Daníel Júlíusson, 2018).

Á síðari hluta 14. aldar er þá talið að kornrækt hafi verið töluverð um sunnan- og vestanvert landið og skrifað er um að sumir akrar hafi verið allt að 3,5 ha að stærð (Árni Daníel Júlíusson, 2018). Heimildir eru einnig frá 14. öldinni að kornrækt hafi verið mikil á svæðinu frá Austur-Skaftafellssýslu og vestur til Breiðafjarðar (Árni Daníel Júlíusson, 2018). Líklega hefur kornrækt spilað miklu meiri þátt í afkomu landsmanna á þessum tíma en fólk grunaði en eftir

aldamótin 1400 fer heimildum mjög fækkandi og aðeins er getið um akuryrkju fjórum sinnum á tímabilinu 1457-1540 (Árni Daníel Júlíusson, 2018). Talið er að skortur á vinnuafli eftir að Svartidauði reið yfir landið og vaxandi verslun kaupmanna frá Englandi eftir aldamótin 1400 hafi valdið þessari hnignun í akuryrkju landsmanna (Agnes Arnórsdóttir, 2008). Það er skiljanlegt vegna þess að vinnan í kringum akuryrkjuna hefur verið mjög mikil þar sem allt var gert í höndunum og ofan á öll hin störfin í búskapnum að þá hefur það bara ekki borgað sig. Auk þess þar sem að eftir pláguna voru miklu færri munnar að fæða og auðveldara að framleiða mjólk og kjötmeti heldur en korn (Árni Daníel Júlíusson, 2018).

Ekki er talið að veðurfarslegar ástæður hafi spilað svo mikinn þátt í fækkun bænda sem stunduðu kornrækt á tímabilinu 1400–1900 (Árni Daníel Júlíusson, 2018). Meðalhiti árin 1981-1985 mældist í Reykjavík aðeins 3,8 gráður og í Stykkishólmi árið 1979 var meðalhitinn um 2,8 stig en t.d. árin 1840-1858 hafi meðalhiti ekki farið eins lágt sem vekur spurningar um af hverju Íslendingar ræktuðu ekki korn í meira magni allar þessar aldir þar sem veðurfarsleg skilyrði voru ekki frábrugðin þeim sem við sjáum í dag og kornrækt blómstrar miðað við áður (Árni Daníel Júlíusson, 2018). Vinnuafli vantaði eftir plágur, aukinn innflutningur á korni frá Evrópu og að mati Árna er það kannski ekki merki um skort og sult heldur aukna velmegun þar sem fólk borðaði frekar meira af dýraafurðum og ekki þótti þörf til að rækta korn þegar hægt var að fá það í vöruskiptum frá kaupmönnum (Árni Daníel Júlíusson, 2018).

Tilraunastarf var hins vegar stundað hér á tímabilinu 1400-1900 og oft með ágætis árangri en ekki þannig að ástæða þótti til að auka innlenda framleiðslu (Árni Daníel Júlíusson, 2018).

## **1.2 Endurreisn kornræktar og árangur á Íslandi**

Kornræktarstarf heldur svo áfram í henglum eftir Móðuharðindin og menn reyndu í gegnum árin að rækta bygg en gekk þeim misvel. Tilraunastarf hófst aftur af alvöru í upphafi 20. aldarinnar og Klemenz Kristjánsson tók við þeim tilraunum árið 1923. Klemenz stundaði öflugt tilraunastarf og hvatti bændur til að rækta korn og margir bændur gerðu það, sérstaklega á austurlandinu og gekk mörgum mjög vel og ræktuðu töluvert magn. Klemenz hélt úti tilraunastarfi á Sámstöðum fram yfir starfslok árið 1967. Sérfræðingar á vegum landbúnaðarstofnana hérlendis hafa svo stundað skipulagt tilraunastarf síðan 1960 og er það gert enn þann dag í dag (Jónatan Hermannsson, 1993).

Tilraunastarf á vegum Rannsóknastofnunar Landbúnaðarins (RALA), sem er ekki til lengur, og Landbúnaðarháskóli Íslands (Lbhí) hefur verið töluvert um allt land og þá sérstaklega á tilraunastöðinni á Korpu í Mosfellssveit, Möðruvöllum í Hörgárdal, Sámstöðum og sem

samstarfsverkefni við bændur. Tilraunir sem framkvæmdar hafa verið eru t.d. athuganir á vetrarþoli vetrarbyggs, prófanir erlendra og innlendra yrkja, athuganir á áburðarskömmtum og sáðmagni sem við kemur magni einstakra næringarefna og á hvaða tíma borið er á auk aðferðar sem notuð er til að bera á, lengd vaxtartíma, skilvirkni byggærktunar í sáðskiptum, áhrif jarðvegsgerða, samspils áhrif mismunandi byggjyrkja við landslag og margt fleira sem prufað hefur verið (Jónatan Hermannsson, 1993; Jónatan Hermannsson, 1999).

Miklar framfarir hafa orðið með kynbótastarfinu hjá Landbúnaðarháskóla Íslands frá lokum sjöunda áratugs síðustu aldar. Fjögur ný byggjyrki hafa verið gefin út vegna starfsins og hafa sýnt góðan árangur við íslenskar aðstæður (Hrannar Smári Hilmarsson, o.fl., 2017b). Þessi yrki eru Skegla, Kría, Lómur og Skúmur. Sáðkorn er ræktað erlendis, flutt inn til landsins og skráð í gegnum Matvælastofnun - MAST.

Samkvæmt yfirliti yrkjaprófana frá 1987 til 2014 er sáning, skrið og skurður allt að gerast fyrr á árinu sem mögulega gefur til kynna samspil margra þátta eins og nákvæmari gagnasöfnun, aukning í betri yrkjum sem prufuð voru og betri vaxtarskilyrði. Aukning í uppskeru var að meðaltali 12,93 kgþe/ha þurrefni árlega, 0,34 g þúsundkorna þyngd og rúmþyngdaraukning var um 0,59 g/dL árlega (Hrannar Smári Hilmarsson, o.fl., 2017b). Íslensku kynbótalínurnar sýndu örlítið hærri meðaltöl samanborið við erlendar línur. Miðgildi erlendu línanna var 32,1 hkg þurrefni/ha, 32 g þúsundkornaþyngd og 57,5 g rúmþyngd. Íslensku línurnar sýndu miðgildi 35,8 hkg þurrefni/ha, 36 g þúsundkornaþyngd og 60,8 g rúmþyngd (Hrannar Smári Hilmarsson, o.fl., 2017b).

Einnig hafa orðið miklar framfarir á öðrum sviðum sem við koma tækjabúnaði, þekkingu og reynslu ræktenda sem ýtir undir árangurinn enn frekar (Intellecta ehf., 2009). Erlent kynbótastarf nýtist íslenskum ræktendum vegna þess að hægt er að víxla saman erlendum yrkjum við innlenda stofna og búa þannig til nýjar kynbótalínur með eiginleikum sem eru ákjósanlegir fyrir okkar aðstæður. Full ástæða er fyrir því að halda uppi kynbótastarfi á Íslandi og að auka við íslenskar bygg kynbótalínur sem eru betur aðlagðar íslenskum veðrum (Þorsteinn Tómasson o.fl., 2011).

Kynbætur á Íslandi færast þessi árin einnig út í það að búa til fjölbreyttari yrki. Verið er að hanna sexraða hýðislaust bygg sem lagað er að íslenskum aðstæðum. Þetta hýðislausa bygg verður vonandi hægt að nota sem fuglafóður nú eða þá beint til manneldis (Intellecta ehf., 2009). Fleiri frávik frá hefðbundinni kornrækt eru t.d. aukinn notkun á hálmi sem undirburð og í

svepparæktun, einnig er fyrirtækið Orf-líftækni ehf. að rækta erfðabreytt bygg til að framleiða vaxtarhvata sem notaðir eru til lyfjaframleiðslu (Þorsteinn Tómasson o.fl., 2011).

### 1.3 Staða byggræktar á Íslandi og framtíðarsýn

Á Íslandi hefur kornrækt aldrei verið aðal búgrein, allavega ekki hingað til. Byggrækt á Íslandi hefur keyrt áfram af áhuga bænda og fræðimanna sem telja framtíðarmöguleika mikla og bændur hafa kostað sjálfir uppá tæki, búnað og aðföng til að stunda ræktun án mikilla styrkja eins og telst eðlilegt erlendis (Intellecta ehf., 2009; Þorsteinn Tómasson o.fl., 2011). Hins vegar er núna hægt að sækja um jarðræktarstyrk hjá Matvælastofnun sem hljóðar uppá næstum 40.000 krónur á hektara og árið 2018 var sótt um styrki vegna kornræktar fyrir um 2.743 ha (Matvælastofnun, 2018) sem er samdráttur síðan 2007 þar sem ræktaðir hektarar af byggi voru um 3.500 (Intellecta ehf., 2009). Styrkir eru bara veittir fyrir land sem ekki var ræktað árið áður þannig að ef stunduð er endurrækt á sama bletti annað árið í röð að þá fæst ekki styrkur fyrir þá hektara (Reglugerð um almennan stuðning við landbúnað, nr. 1260/2018). Ef miðað er við kostnað á sáðvöru fyrir 2019 sem eru á bilinu 130-140 kr/kg og mælt er með að sá um 180-200 kg/ha (Ráðgjafamiðstöð landbúnaðarins, 2019) þá er kostnaður fyrir sáðvöru á 5 ha akur 121.500 – 135.000 krónur og ef styrkur fæst uppá 35.000 krónur á hektara gerir það 175.000 krónur í styrk sem stendur allavega vel undir kostnaði á sáðvöru. Hins vegar er mikill kostnaðurinn í akuryrkju sá sem fer í vinnustundirnar, eldsneyti og slit á vélum. Einnig er mikill kostnaður sem fer í kaup á própíónsýru til að geymslufesta eða til að borga fyrir þurrkun sem kostar ennþá meira en sýran þó hægt er að slá af orkukostnaði með því að nota heitt vatn í stað olíu til þurrkunnar (Bjarni Guðmundsson, 2014). Nánar verður farið í geymsluaðferðir byggs seinna í ritgerðinni.

Innflutningur á korni til fóðurs í búfénað til landsins hefur verið tollfrjál (Intellecta ehf., 2009) en innlend ræktun er vernduð að vissu leyti vegna fjarlægðar sem er líklegasta skýringin á því af hverju kornrækt er einungis stunduð á þeim svæðum þar sem mesta þörfin er á korni eins og meðalstórum og stórum búfjarræktunarbúum sem nota kornið sem skepnufóður. Samkvæmt skýrslu Intellecta (2009) er hagkvæmni byggræktar að miklu leyti til bundin við búfjárhald en einhverjar forsendur liggja samt fyrir hagkvæmni á öðrum vettvangi eins og ræktun byggs til sölu eingöngu en þannig ræktun þarf að vera undir mjög sértækum aðstæðum. Í skýrslunni er tekið fram forsendur fyrir ræktun til sölu korns sem aðal búgrein svona „Að minnsta kosti 100-500 ha ræktarland með helst 4 tonn meðaluppskeru á hektara, eiga allar vélar sjálf og þurrka í eigin þurrkara, helst með heitu vatni í stað olíu.“ (Intellecta ehf., 2009).

Hagtölur landbúnaðarins frá árinu 2010 taka fram að kornrækt hafi þrjúguldast frá árinu 1991 til 2008. Áætlað er út frá notkun sáðkorns og meðaluppskeru tilraunareita að uppskeran árið 1991 hafi verið um 525 tonn og 2008 var uppskeran komin í 15.413 tonn. Sennilega eru uppskerutölurnar hærri og samkvæmt þessum tölum er áætlað að kornrækt hafi numið um 10-12% af kjarnfóðurnotkun íslenskra bænda. Ræktun milli landshluta skiptist svona, 45% á Suðurlandi, 35% á Norðurlandi, 15% á Vesturlandi og 5% á Austurlandinu (Bændasamtök Íslands, 2010).

2007 ræktuðu 430 aðilar korn á 3.576 ha og framleiddu 11.500 tonn af 85% þurru korni samkvæmt erindi sem kom fram á aðalfundi landssambands kornbænda. Spáin sem fram kom þar var sú að á næstu tíu árum frá árinu 2008 myndi kornrækt anna um 50% af markaði á kornvöru innan lands (Ingvar Björnsson og Runólfur Sigursveinsson, 2008) svo hefur raunin ekki verið ef miðað er við það að ræktaðir hektarar hafa dregist saman.

Það eru tækifæri og markaður fyrir um meira en helming aukningu í innlendu ræktuðu korni (Intellecta ehf., 2009) en erfiðar aðstæður og nokkur slæm ár í ræktun hafa slegið botninn úr þeirri þróun sem menn sáu fram á í kringum 2008, allavega í bili. Innlend framleiðsla korns til sölu á innlandan markað er mjög lítil og næstum allt það korn sem ræktað er er notað á staðnum (Þorsteinn Tómasson o.fl., 2011). En enn er svigrúm til að auka framleiðslu um meira en helming og þannig ná að framleiða töluvert magn af byggi til að uppfylla þörf fóðurframleiðslufyrirtækja í innlendar kjarnfóðurlöndur og stuðla þannig að aukinni sjálfbærni og halda gjaldmiðli innanlands (Þorsteinn Tómasson o.fl., 2011).

### **1.3.1 Veðurfar og ræktunarland**

Samkvæmt opinberum gögnum eru 15.500 km<sup>2</sup> af mögulegu ræktarlandi undir 200 metrum yfir sjávarmáli sem er um 15% af heildar flatarmáli Íslands. Ræktuð tún eru um 1.280 km<sup>2</sup> eða um 8,2% af ræktarlandi (Arnór Snæbjörnsson o.fl., 2010). Af þessu landi telja kornakrar árið 2018, samkvæmt umsóknum um jarðræktarstyrk, um 2.743 ha (27 km<sup>2</sup>) sem er þá um 2,3% af ræktuðu landi (Matvælastofnun, 2018).

Land sem nothæft er til kornræktar þarf að uppfylla ákveðin skilyrði til að vera hagkvæmt til ræktunar. Spildur þurfa helst að vera með einsleitun og jafnan jarðveg, þurfa að vera vel lagaðar og helst langar, grannar og vel framræstar, lausar við grjótt til að auðvelda jarðvinnslu, vera á sólríku og skjólgóðu svæði og ekki vera langt frá geymslu- eða verkunarstað. Jarðvegurinn má helst ekki vera grynri en 30 sm til að þola plægingu (Arnór Snæbjörnsson o.fl., 2010). Samkvæmt mati Áslaugu Helgadóttur og Jónatans Hermannssonar í skýrslu nefndar um

landnotkun (2010) er mögulegt ákjósanlegt ræktunarland á Íslandi um 6.000 km<sup>2</sup> og af þeim eru um 4.000 km<sup>2</sup> mögulegir til byggræktunar (Arnór Snæbjörnsson o.fl., 2010).

Veðurfarslegar aðstæður spila gríðarlega mikilvægan þátt í árangri kornræktar þegar kemur að uppskeru, þroska og þurrefni. Fylgni uppskeruþátta eins og kornuppskeru, þúsundkornþyngd og skriðdags við hitastig er mjög há (Jónatan Hermannsson, 1993). Flutningur sykra í ax og myndun sterkju er mjög háð hitastigi, meira en spírun og tillífun t.d., frost er því mjög hættulegt eftir skrið vegna þess að þá hættir plantan að flytja sykur í kornið og þroski stoppar. Því lengra sem kornið er komið á leið í fyllingu eftir skrið því þólnara gegn frosti. Korn í spírun þolir hins vegar ágætlega frost og þess vegna er mælt með því að sá um leið og hægt er að komast um flögin (Jónatan Hermannsson, 1993). Veðurfarsspár eru á þann veg að meðalhiti muni hækka enn meira og að daggráðum fjölgi sem ætti að gefa aukið öryggi í uppskeru svo lengi sem að ófyrirsjáanlegar ofsarigningar og rok skemmi ekki akra (Haraldur Ólafsson o.fl., 2007).

Sé miðað við sem mest öryggi í uppskeru og ætlast er til að fá allavega kornuppskeru minnst 8 skipti af hverjum 10 má gera ráð fyrir að allt Suðurland, lágsveitir við Faxaflóa og Breiðafjörð, og innsveitir norðan- og austanlands veiti bestu aðstæður fyrir því. Þessi svæði er ágætlega varin gegn hafáttinni. Ef ásættanlegt öryggi kornuppskeru er minna stækkar þetta svæði töluvert. Þau ár sem ekki næst kornuppskera er mælt með því að slá byggið í heilsæði og votverka það (Jónatan Hermannsson og Kristján Bjarnald Jónsson, 1997).

#### **1.4 Vaxtarskilyrði og þroski**

Ræktarland fyrir korn er fjölbreytt og hægt er að rækta það á öllu góðu ræktunarlandi hérlendis. Korn nær þroska fyrr á næringarsnauðu landi eins og söndum og melum miðað við frjósamari jarðveg eins og framræstar mýrar og mólendi. Sum yrki henta betur til ákveðinna jarðvegsgerða og vanda verður valið á yrkjum áður en sáð er, til að fá sem mesta og örugga uppskeru. Sýrustig jarðvegs (pH) fyrir bygg þarf að vera á bilinu 5,5 til 7,0 (Jónatan Hermannsson, 2005).

Hitapörf plantna er mæld í daggráðum. Daggráður eru mæld hitasumma á vaxtartímanum fyrir ofan 0°C. Reynsla og tilraunir hafa leitt í ljós hitapörf byggs hér á landi og samkvæmt eldri rannsóknum frá Klemenz Kristjánssyni þarf bygg um 1150 – 1250 daggráður til að ná sæmilegum þroska (Klemenz Kr. Kristjánsson, 1943). Þetta er í samræmi við athuganir á búveðri sem mældar hafa verið á Korpu sem gefa til kynna að til að korn nái þroska þarf að minnsta kosti 1230 daggráður, þá er átt við korn sem er fullmátað en hefur ekki fengið tíma til að þorna og inniheldur þá lítið yfir 50% þurrefni (Ingvar Björnsson, Jónatan Hermannsson og

Áslaug Helgadóttir, 2000). Hins vegar duga 1110 daggráður til að fá skurðarhæft bygg en þá verður hlutfall þurrefnis aldrei mikið (Jónatan Hermannsson, 1993).

Ekki er hægt að hafa nein áhrif á hitasummu vaxtartímabilsins en það sem hægt er að gera er að sá eins snemma og hægt er, þó að það sé enn frost í jörðu (Klemenz, 1943; Jónatan Hermannsson, 1993). Spírun korns hefst við 2°C en þar ræður hitastig jarðvegs mestu og ekki lofthiti. Áætlað er að fræ þurfi um 110 daggráður frá sáningu að spírun þar sem jarðvegshiti er undir 12°C (Russell, 1990). Samkvæmt tilraunum á Korpu hefur verið staðfest að langt og mikið frost skemmir ekki fyrir spírunarferlinu. Þess vegna er mælt með því að sá um leið og hægt er að fara um flögin en það er misjafnt eftir landshlutum og jarðvegsgerð hvernig á að dæma það (Jónatan Hermannsson, 1993). Miðað við sömu daggráður skilar korn sem sáð er snemma meiri uppskeru og betri þroska heldur en korn sem sáð er seinna (Klemenz Kr. Kristjánsson, 1943; Rannsóknastofnun landbúnaðarins, 1998; Jónatan Hermannsson, 1999). Samkvæmt reynslu Jónatans Hermannssonar við tilraunastarf á Korpu er nýting daggráða töluvert meiri á vorin miðað við haustin og telur hann að það sé vegna þess að byggið nýtir allar gráður fyrir ofan frostmark á vorin í spírun og frumþroska en til að kornfylling eigi sér stað á haustin þarf nokkuð mikinn hita til að það gerist (Jónatan Hermannsson, 1999).

Eins kom fram nýtist allur hiti vel við fyrstu stig vaxtar og þroska. Hiti nýtist sérstaklega vel á tímabilinu frá spírun til blómgunnar og við lágt hitastig er laufgráðusumma lægri en við háan hita (Cao og Moss, 1989a). Laufgráðusumma er skilgreind sem fjöldi daggráða sem þarf til að mynda nýtt laufblað. Þetta þýðir að með meiri hita þarf meira hitamagn til að mynda nýtt blað (Ingvar Björnsson o.fl., 2000). Myndun blómvísa og þroskun vaxtarbroddar stjórnast af hitastigi þannig að með hækkandi hita eykst hraði þroska eftir annars gráðu línu. Þannig að takmark er á aukningu þroska með auknu hitastigi (Ma og Smith, 1992). Stöngulliðir plöntunar fara að lengjast eftir þroska vaxtarbroddar og þá er skrið hafist. Þegar skrið er hafið blómgast plönturnar á sama tíma. Þegar að þessu stigi er komið í vexti plöntunnar er hún mjög viðkvæm fyrir frostskeiddum (Russell, 1990).

Samkvæmt rannsóknum hér á landi á fljótþroska korni þarf það um 700 daggráður til að klára að skriða, um 400 í viðbót til að ná lágmarksþroska. Til að ná uppskeruhæfu byggi þarf það að vera skriðið um mánaðamótin júlí-ágúst. Ef það næst ekki er mælt með því að taka kornið sem grænófóður og votverka sem slíkt (Jónatan Hermannsson, 1993). Það getur verið mikill skaði að þurfa að taka kornið sem grænófóður en mælt er með því að vera undirbúinn fyrir það ef svo vill til að vaxtartímabilið er ekki betra en svo. Léttur og þurr jarðvegur eins og melar þurfa færri

daggráður miðað við blautan og þungan mýrarjarðveg, kornið skríður fyrr á melunum (Jónatan Hermannsson, 1999).

Daglengd skiptir miklu máli fyrir þroska byggs og íslenska sumardaglengdin bætir að miklu leyti upp fyrir þann hita sem skortir til að ná eins hröðum vexti og annarsstaðar. Hiti og ljós tengjast línulega, þannig að við langa daga og lítinn hita þarf færri daggráður til að mynda nýtt lauf en ef dagarnir væru styttri og jafn kaldir (Cao og Moss, 1989b). Aukin daglengd hefur einnig örvandi áhrif á myndun blómvísa og þroskun vaxtarbroddar (Aspinall og Paleg, 1963).

Þroskaferli byggs eftir skrið er í þremur ferlum, grænþroski, gulþroski og harðþroski. Miðað er við þroskastig smáaxana sem innihalda kornið sjálft. Þegar kornið er í grænþroska er kjarni fræsins ennþá mjúkur og ekki ráðlagt að skera þá, seinna þroskastigið er gulþroski og þá er plantan búin eða kominn langt á leið með að flytja sykrur í fræin, kjarni fræsins er seigur og hægt er að gera dæld í kornið með nögl á fingri sér, Bjarni Guðmundsson (1999) mælir með því að skera kornið þá vegna þess að hætt er við miklum rigningum svona seint á haustin. Þriðja þroskastigið er harðþroski og þá er kjarninn í korninu orðinn harður og ekki lengur hægt að gera dæld í það með nöglunum. Það er mjög sjaldgæft að kornið ná þessu þroskastigi á Íslandi vegna haustvætu (Bjarni Guðmundsson, 1999). Rakastig við gulþroska er oft á bilinu 35-45% og bændur hérlendis hafa náð góðum árangri með því að skera kornið á þessu stigi. Erlendis er miðað við allt niður í 20% raka við skurð sem er mjög mikið þurrefni. Það telst vera undantekning ef þurrefni í uppskeru næst við 70% hérlendis en það kemur fyrir á góðum árum (Bjarni Guðmundsson, 2014). Ef byggið er blautara en 45% raki að þá er aukin hætta á skemmdum og tapi við þreskingu og geymslu (Bjarni Guðmundsson, 2014).

## **1.5 Skurður, verkun og geymsluaðferðir**

Mikilvægt er að vanda til verka þegar kemur að skurði og verkun á korninu. Mikil þekking er til staðar víða erlendis þar sem akuryrkja er stór, vélvæddur og sérhæfður iðnaður. Mikið af sérþekkingu og sérútbúnum vélbúnaði erlendis er ekki hægt að nota hérlendis en grundvallaratriðin og hugsunarhátturinn í verkun korns er sá sami. Þessi aðstöðumunur hérlendis miðað við heitari lönd knýr okkur til að vanda enn betur til verka og að spara tilkostnað eins og hægt er til að þetta brask borgi sig. Tvær geymsluaðferðir fyrir korn eru mögulegar, votverkun og þurrverkun. Hægt er að fara nokkrar mismunandi leiðir til að ná hvoru tveggja og báðar aðferðirnar hafa sína kosti og galla.

Þegar áætla á skurðdag ræður veðráttan miklu um það. Tafla eitt sýnir mun milli fjögurra landshluta hvernig fjöldi mögulegra daga til skurðar dreifist. Mælingar voru teknar á árunum



1981-1993 sem þessi tafla er byggð á. Skilgreiningin á kornskurðarhæfum degi er bara hver úrkomulaus dagur á tímabilinu, minna en 1,4 mm úrkomu á sólahringnum (Bjarni Guðmundsson, 2014).

Tafla 1: Meðalfjöldi líklegra kornskurðardaga á tímabilinu 20. ágú. - 8. okt. er misjafnt eftir landshlutum. Taflan var tekin úr riti Bjarna Guðmundssonar, *Verkun og Geymsla Korn* (2014).

Kornskurðardagar		
Hvanneyri, Borg.	34 dagar	Staðalfrávik 2,1 d. á hverja 10 daga
Nautabú, Skag.	39 dagar	Staðalfrávik 1,6 d. á hverja 10 daga
Egilsstaðir, S.- Múl.	34 dagar	Staðalfrávik 2,1 d. á hverja 10 daga
Vatnsskarðshólar, V.- Skaft	27 dagar	Staðalfrávik 2,2 d. á hverja 10 daga

Kornið er lifandi og andar þó að það sé búið að skera það af stofninum. Á meðan aðgangur að súrefni, vatni og varma er til staðar heldur þessi öndun áfram (Bolsen, Ashbell og Weinberg, 1996). Utan á korninu má einnig finna örverur eins og myglusveppi, bakteríur o.fl. sem lifir. Það er vegna þessa lífs sem mikilvægt er að vanda til verka í meðferð og geymslu korns, annars er hættu á miklum skemmdum á uppskerunni (Bolsen, Ashbell og Weinberg, 1996: Bjarni Guðmundsson, 2014).

Einkenni verkunaraðferðanna áætlast af því hver notkunin verður á bygginu. Þurrkað bygg er hægt að nota í allt eins og manneldi, fóður í búfé, frægerð til endursáningar, möltun til bjórgerðar og bakstur. Votverkað bygg er ekki nothæft til manneldis eða í bakstur og það spírar ekki. Þess vegna er ekki hægt að malta eða sá því aftur en það virkar mjög vel sem fóður í búfé eins og nautgripi (Bjarni Guðmundsson, 1999: Bjarni Guðmundsson, 2005).

Votverkun er algengasta verkunaraðferðin hérlendis og hefur verið talin ódýrari leiðin fyrir bændur sem almennt eru bara að rækta bygg fyrir heimanotkun í búfé. Þessi aðferð miðast að því að koma korninu fyrir í loftþéttum umbúðum beint eftir skurð. Gæði kornsins geta verið mjög misjöfn og stór hættu er á myglu ef ekki er staðið vel að. Algengt er að bændur votverki í tunnur eða sekki og passa verður að loftþétta alveg þegar því er komið fyrir í geymslunni. Skemmdir vegna músa sem naga göt og mögulega kettir sem gata með klónum eru algengar og ef hægt er er mælt með því að loka sekkina af þannig að svona skepnur nái ekki til. Algengt er að miða við 5% tap og reynslan hefur sýnt að það sé nærri lagi að búast alltaf við því. Endingartími sekkjanna er um 3 ár en endurnýja verður plastið inn í þeim á hverju ári (Jónas Bjarnason og Sigurður Ingi Leifsson, 1999). Hægt er að notast við sjálfgerjun kornsins eða nota hjálparefni í formi efna eins og própíónsýru. Mælt er með að byggjið þurfi að vera yfir 60% þurrefni til að votverkun gangi upp (Þórarinn Leifsson og Bjarni Guðmundsson, 2002). Lítil

hætta er á smjörσύrugerjun sökum þess að innihaldið er of þurr en meira verður af mjólkursýrumyndun, ediksýru og etanóli (Bjarni Guðmundsson, 1999).

Ef ekki er notuð sýra í votverkun er miklu mikilvægara að loftþétta og takmarka umhverfið frá korninu eins og hægt er, ef notuð er sýra þá er hægt að geyma kornið þannig að það er ekki í loftþéttum umbúðum og þetta er algengari aðferðin við votverkun korns hérlendis. Hægt er að sjálfgerja bygg á bilinu 55-80% þurrefni. Byggið er tekið beint úr þreskivélinni og sett í geymsluflát eins og sekki eða tunnur. Ef vel er frá gengið og súrefni útilokað mun það súrefni sem eftir er eyðast upp vegna öndunar í korninu og súrsun hefst sem varðveitir kornið þangað til að komið er að notkun (Bjarni Guðmundsson, 1999: Þórarinn Leifsson og Bjarni Guðmundsson, 2002).

Própiónsýra er lífræn orkurík sýra. Við sýringu byggs er sýrunni blandað við kornið til að hindra alla örverustarfsemi, þá sérstaklega myglusveppi, og koma í veg fyrir að þær geti fjölgað sér. Kím byggfræjanna deyr strax og sýran hefur komist inn í byggið, sem tekur aðeins nokkrar mínútur. Forsenda fyrir því að þetta virki er að stuðla að jafnari og nákvæmari blöndu, allt korn þarf að vera sýrt. Huga þarf að því að sýran er tærandi og geymslustaðir þurfa að vera miðaðir við það og mælt er með því að hafa plastdúk undir uppskerunni þannig að enginn snerting er við málm eða steypu (Bjarni Guðmundsson, 1999). Magn sýrunnar skiptir miklu máli og helst það í hendur við rakastig kornsins og hvernig geymsluaðstæður ætlast er til. Ef loftháðar aðstæður eru fyrir hendi þarf töluvert meira af sýru á hvert tonn af korni. Ráðlagt lágmarksmagn sýru/tonn korns er á bilinu 16% rakastig korns með 6 lítra/tonn korns til 40% rakastig korns með 21 lítra/tonn korns (Bjarni Guðmundsson, 2014: Þórarinn Leifsson og Bjarni Guðmundsson, 2002). Þannig að því blautara sem kornið er því meira af sýru er nauðsynlegt til að stöðva gerjunarvirkni og myglu og einnig hefur magn sýru áhrif á endingu í geymslu. Ekki er mælt með því að fara undir 20 lítra á tonn ef geyma á kornið í stæðu í opinni geymslu eða í opnum sekkjum (Þórarinn Leifsson og Bjarni Guðmundsson, 2002).

Samkvæmt tölum sem Búnaðarsamband Suðurlands gefur upp á vefsíðu sinni frá 2006 kostar 200 l tunna af própiónsýrublöndu á bilinu 25.000 - 27.000 krónur fyrir utan vsk. Ef notaðir eru 20 lítrar á hvert tonn korns kostar sýringin um 2,4-2,7 kr/kíló korns (Búnaðarsamband Suðurlands, e.d. ). Höfundur átti í rafrænum samskiptum við Þórarinn Leifsson á Keldudal í Skagafirði sem er jafnframt kornbóndi, tilraunamaður og einnig gjaldkeri fyrir Þreski sem er félagið sem á þurrkstöðina þar. Samkvæmt upplýsingum frá honum fyrir árið 2019 var almennt verið á própiónsýru, sem keypt var á þurrkstöðina, þar um 230 krónur (Þórarinn Leifsson,

munleg heimild, 9. apríl 2019). Miðað við 230 krónur kg síru gerir það 4,6 krónur / kg korns miðað við 20 kg af síru á hvert tonn korns. Það er þá um helming hækkingu á síru frá 2006.

Þurrkun korns er hin verkunaraðferðin og héraendis er það ekki á allra færi að geta nýtt sér hana sökum staðsetningar eða kostnaðar. Upphaflega var þurrkun algeng aðferð héraendis en kostnaðurinn var of mikill fyrir flesta að ráða við og miðað við rakastig íslenskrar uppskeru að þá er það ennþá mikill kostnaður við þurrkun sem hamlar notkuninni (Bjarni Guðmundsson, 2001). Þurrkun er algengasta verkunaraðferð út í heimi fyrir korn. Við þurrkun sáðkorns má hitinn ekki fara mikið upp yfir 40°C til að viðhalda spírunarhæfni án skemmda (Soares, Jorge og Monanuci, 2016). Ef verið er að þurrka korn til átu má hitinn fara upp allt að 100°C áður en fóðurgildi kornsins fer að spillast. Viðmiðunarreglan samkvæmt reynslu er þessi: hámarkshiti °C = 75 – rakastig kornsins % (Bjarni Guðmundsson, 2014) til að kornið teljist geymsluhæft þarf það að ná niður fyrir 15% rakastig en ofþurrkun dregur úr spírunarhæfni en sjaldnast þarf að þæla í því við íslenskar aðstæður nema þegar bændur taka sitt eigið sáðkorn. Vel þurrt korn má geyma miklu lengur án rýrnunar en votverkað (Bjarni Guðmundsson, 2014).

Það er nokkrar mismunandi aðferðir til þurrkunar á korni. Súgþurrkun er ein þeirra en hún er ekki algeng lengur héraendis en víða er hægt að finna ónotaðar aðstöður sem voru notaðar einnig fyrir heyþurrkun (Bjarni Guðmundsson, 1999). Þetta ferli krefst stórrar skemmu þar sem öll uppskeran kemst fyrir í einu og þykkt byggstæðunnar má ekki vera meira en 1 m. Loftinu er blásið í gegnum rimla eða loftstokka í gólfinu og loftmagnið þarf að vera a.m.k. 1000 m<sup>3</sup> á klst á hvert tonn af byggi en lofthraðinn má ekki fara yfir 5 m/s. Við svona kerfi ef mikilvægt að ljúka þurrkuninni innan við 10 daga til að forðast skemmdir (Bjarni Guðmundsson, 2014). Kostnaður við þetta kerfi er upphitunin og rafmagnskostnaðurinn en mælt er með því að hita innblásið loft a.m.k. upp í 3°C og blásararnir þurfa að vera í gangi dag og nótt þangað til þurrefni byggsins er komið yfir 80% allstaðar í stæðunni (Bjarni Guðmundsson, 1999).

Færiþurrkun er ein aðferðin til að þurrka bygg. Þetta eru yfirleitt stór standandi ker með loftstokkum sem renna í gegnum það. Auðvelt er að halda korninu á hreyfingu í gegnum þurrkarana og þurrka þannig tiltölulega hratt. Þessi aðferð er mjög vinsæl erlendis og hefur aukist í vinsældum héraendis á síðustu árum. Kornið þornar jafnt og þétt og orkan sem fer í upphitun nýtist mjög vel. Algengur upphitunar hiti innblásins lofts er á bilinu 40-70°C þegar kynt er með olíu (Bjarni Guðmundsson, 2014). Upphitun lofts til þurrkunar með heitu vatni er núna að sækja í sig veðrið og bændur eins og á Þorvaldseyri eru nú þegar búnir að koma sér upp vatnshitun í þurrkun hjá sér (Helgi Bjarnason, 2015).

Munurinn á milli færiþurrkunnar og súgþurrkunnar er í grófum dráttum þannig að við súgþurrkun þarf minni fjárfestingu, meiri vinnu, það gefur lakari orkunýtingu, hentar litlu magni af korni en þurrkun er misjafnari. Færiþurrkun krefst dýrari búnaðar, minni vinna fer í þurrkunina, betri orkunýting, hentar miklu magni og gefur jafnari þurrkunn.

Það að þurrka korn sem er við 60% þurrefni mun augljóslega kosta miklu meira en að þurrka korn sem er með hærra hlutfall þurrefnis vegna þess að það tekur langtum lengri tíma að til ná því upp í 85% þurrefni og tekur þá talsvert meiri orku. Einnig er olúverð til kyndingar breytilegt milli ára og þess vegna sveiflast kostnaður til þurrkunnar mikið milli ára. Samkvæmt munnlegum heimildum frá Björgvini Þór Harðarsyni, eiganda Korngrís frá Laxárdal, er kostnaður olú, leiga á húsnæði og rafmagn á á bilinu 2,9 kr/kg til 8,9 kr/kg milli ára. Það eru ekki afskriftir né vinna inn í þessu (Munnleg heimild, Björgvin Þór Harðarson, 9. apríl, 2019). Munurinn í kostnaði er þá að mestu bundinn þurrefni uppskerunnar og eitthvað við kostnað á olú. Tölur frá úr Skagafirðinum liggja einnig fyrir en samkvæmt samantekt Þórarins frá Keldudal fyrir árin 2016 til 2018 er meðalkostnaður við þurrkunn í sameiginlegri þurrkstöð þar á bilinu 14,85 kr/kg til 17,69 kr/kg (Munnleg heimild, Þórarinn Leifsson, 9. apríl 2019). Í þessum tölum er innifalinn allur kostnaður fólgin í þurrkunnarferlinu.

Í viðhengi ritgerðarinnar eru töflur frá Þórarni og Björgvini sem sýna nánar kostnað milli ára.

## **2. Markmið verkefnis**

Há markmið hafa verið sett hjá íslenskum ræktendum í gegnum tíðina þegar kemur að innlendri kornrækt og enn er fólk bjartsýnt á aukningu í innlendri ræktun. Kornid nær sjaldnast að þorna almennilega á velli og uppskera er oft undir væntingum vegna ófyrirsjáanlegra umhverfisþátta eins og kulda, roki og rigningu.

Þurrkunn er stærsti kostnaðarliðurinn hjá innlendum ræktendum og þess vegna er mikil pressa sett á það að rækta yrki sem ná þroska snemma, eða geta staðið af sér íslensk veður og geta þannig fengið lengri tíma til að þorna áður en það er skorið sem myndi draga úr tíma í vélrænni þurrkunn sem kostar mikið ef þurrkað er með olú.

Markmið þessa verkefnis er að bera saman mismunandi afbrigði af íslensku og erlendum kynbótalínum af byggi og sjá hvaða, ef einhver, tölfræðileg tenging er á milli skriðdags, uppskeru og þurrefnis.

Lýsing markmiða er þessi:

1. Varpa ljósi á þurrefnisprósentu og tengsl við uppskeru

2. Kanna hvort marktæk tengsl séu á milli arfgerðar og þurrefnisprósentu við skurð
3. Kanna marktæk tengsl milli arfgerðar, raðgerðar og þurrefnisprósentu við skurð
4. Álykta um framtíðarstefnu kynbóta á Íslandi m.t.t. þurrefnisprósentu og möguleika til framleiðslu á ræktun byggs til möltunar

### 3. Efni og aðferðir

#### 3.1 Gagnasafnið

Gagnasafnið til vinnslu í þessu verkefni var upphaflega mjög stórt og passaði ekki fyrir stærðargráðu verkefnisins. Í heild sinni inniheldur gagnasafnið mælingar frá um 40 tilraunastöðum yfir 28 ára tímabil, 1987-2014. Þetta gagnasafn er ófullkomið og það vantaði mikið af gögnum fyrir tilraunaliði eins og þurrefnishlutfall, uppskeru og skriðdaga. Þessum ófullkomnu gögnum þurfti að eyða út áður en hægt var að gera almennilega greiningu á upplýsingunum og sem væri ekki of viðamikil fyrir BSc verkefni. Einnig var tekin ákvörðun að notast bara við einn tilraunastað. Á tilraunastöðinni Korpu í Mosfellssveit voru flestar tilraunir framkvæmdar og flest yrki prófuð þannig að ákveðið var að notast bara við tilraunir frá þessum stað. Eyða þurfti enn fleiri yrkjum og röðum úr safninu til að nálgast fullkomnar upplýsingar sem hægt væri að nota í tiltölulega einfalda tölfræðivinnslu. Eftir sitja upplýsingar um 17 byggirki með fullkomnar mælingar um þurrefni, uppskeru og skriðdag sem er til athugunar í þessu verkefni. Yrkjatilraunirnar sem standa eftir eru frá árunum 1997 – 2014 og yrkin voru prófuð misjafnlega oft milli ára.

Tafla 2: Upplýsingar um yrki sem athuguð voru og endurtekningar hvert ár og milli ára.

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Heild
Arve	12	12	12	12	6	7	7	4	4		5	3				2		86
Barbro					6				4	4	3	3	3					23
Filippa	12	12	12	12	6	7	7	4	4	4	5	3	3				2	93
Judit							4	4	4	4	5	3	3	3		2	2	34
Kria		12	12	6	3	7	7	4	4	4	5	3	3	3	2		2	77
Lavrans			6	3	6	4	4	4	4	4		3						38
Mitja									4	4		3	3		2		2	18
Olsok	6	12	12	3	6	7	7	4	4	4	5	3						73
Rekyl				9	6		7	4	4	4	3							37
Rolfi	6			3	3	4	4	4										24
Saana				3	6	7	7	4	4	4	3	3	3				2	46
Skegla	12		12			10	7	4	4	4	5							58
Skumur						10		4	4	4	5	3	3			2	2	37
Tiril				3	3	4	4	4	4	4		3	3	3			2	37
Tjaldur											2	3	3	3	2	2	2	17
Ven			6			7	7	4	4	4								32
Wolmari													3	3	2	2	2	12
Heild	48	48	72	54	51	74	72	52	56	52	46	36	30	15	8	10	18	

### 3.2 Úrvinnsla gagna og tölfræði

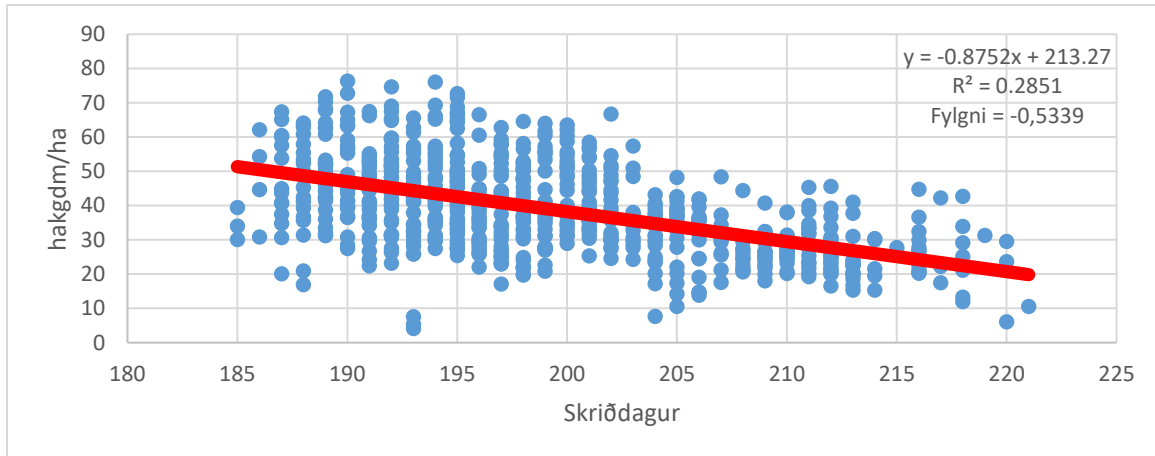
Gagnasafnið var skráð og unnið með í Microsoft Office Excel 2016 (© 2016 Microsoft Corporation). Tilraunirnar voru settar upp í tveimur til þremur samreitum og sáning fór almennt fram með sáðvél, Wintersteiger sáðvél módel 1982 og Wintersteiger A-4910 skurðarvél módel 1998. Gagnasafnið inniheldur upplýsingar um mælingar tilrauna og skipulag (Ár, Staður, Yrki, 2- eða 6- raða yrki, fjöldi tilraunareita, þúsund korna þyngd, skriðdagur (dagur frá 1. Jan), dagar frá sáningu til skriðs, þurrefni %, hakgdm/ha (hektókílógramm uppskera á ha. 1 hkg = 100.000 grömm), þyngd í 100 mL, jarðvegsgerð, áburðarmagn, sáningar- og uppskerudagur og sáðmagn. Allir reitir fengu sama hlutfall áburðar leiðrétt fyrir jarðvegsgerð þannig að nitur hlutfall á hektara var frá 60-100 kg N/ha eftir innihaldi N í jarðvegi, frjór jarðvegur fékk minna af N og sendinn jarðvegur meira af N. Sáðmagn var alltaf 200 kg/ha og ekki notuð nein eitrefni gegn sveppum eða sjúkdómum.

Tölfræðin var gerð í forritinu JMP Statistical Discovery, útgáfa 14 (© 2018 SAS Institute Inc) og Microsoft Excel var einnig notað í gerð punktarita. Gerð var lýsandi tölfræði á gagnasafninu og vegið saman leiðrétt meðaltöl mælinga hvers yrkis með Tukey prófum til að kanna marktækni athugunarþátta milli yrkja. Gerð var Pearson fylgnigreining á öllu gagnasafninu og margþátta fervikagreining (General Linear Model) til að sjá marktækni áhrifa milli athugunarþátta. Marktækni úr fervika- og fylgnigreiningunum var miðuð við 95% öryggismörk ( $p \leq 0,05$ ) nema annað sé tekið fram. Tekin er fram fylgni þurrefni %, uppskeru og skriðdags fyrir gagnasafnið og hvort hún sé marktæk og svo meðaltala milli yrkja. Úr fervikagreiningunum var birt staðalfrávik heildar meðaltalsins (root MSE), skýringahlutfall heildar breytileika mælinga ( $R^2$ ) og marktækni milli yrkja.

## 4. Niðurstöður

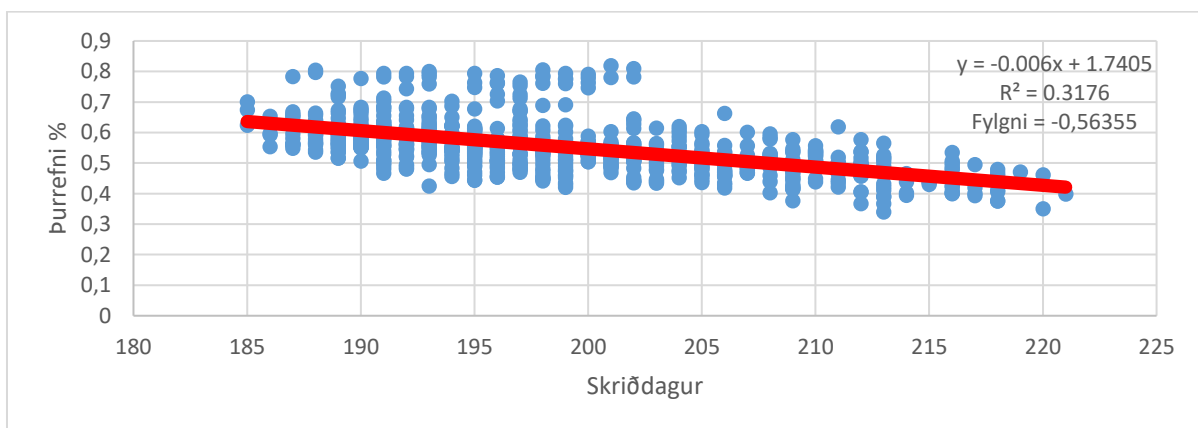
### 4.1 Yfirlit yfir fylgnigreiningar

Á myndum 1, 2 og 3 hér að neðan má sjá punktarit með milli mismunandi athugunarþátta fyrir allt gagnasafnið.



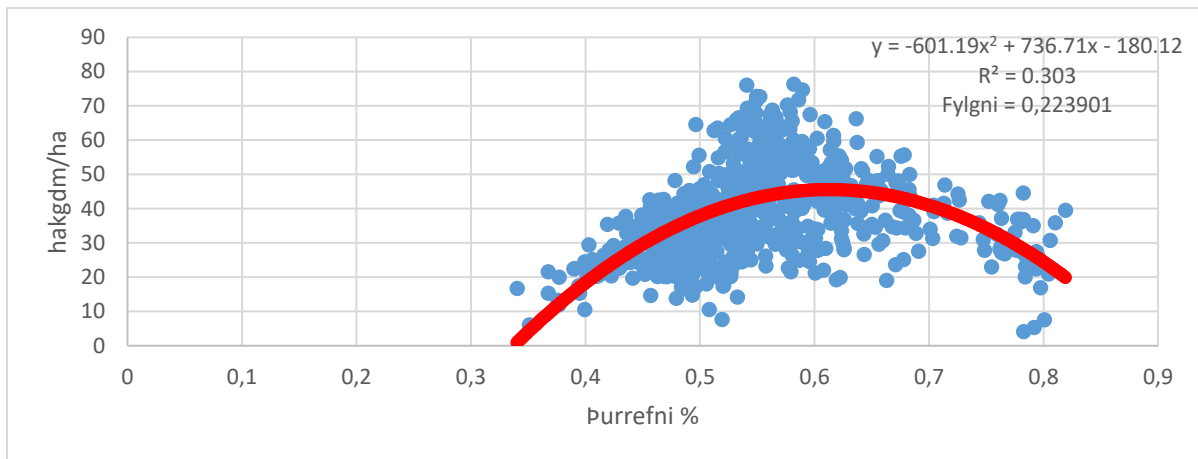
Mynd 1: Aðhvarfslíkan milli skriðdags og uppskeru á hektara.  $P < 0,0001$ .

Niðurstöður sýna að því seinna sem skriðdagur er á árinu því minni hlutfallsleg uppskera næst, neikvæð fylgni uppá - 0,53.  $R^2 = 0,28$  gefur til kynna að um 28% af heildar breytileikanum í mælingum má útskýra með þessari fylgni (Mynd 1).



Mynd 2: Aðhvarfslíkan þurrefnis í uppskeru að skriðdegi.  $P < 0,0001$ .

Niðurstöður sýna einnig að því seinna sem skrið verður á árinu því blautari verður uppskeran (Mynd 2). Samband skriðdags og þurrefnis % hefur neikvæða fylgni uppá - 0,56 og  $R^2 = 0,32$  gefur til kynna að um 32% breytileikans í mælingunum er hægt að útskýra með þessari fylgni.  $R^2$  breyttist ekki þegar annars stigs líkan var prufað fyrir fyrir mynd 1 og 2.



Mynd 3: Aðhvarfslíking í öðru veldi milli þurrefnis % og hakgdm/ha.  $P < 0,0001$ .

Niðurstöður sýna jafnframt að aukið hlutfall þurrefnis gefur til kynna fljótari skriðdag (mynd 2) en ef skriðdagur er of fljótur kemur það niður á magni uppskerunnar. Mesta uppskeru með ásættanlegu þurrefni fæst samkvæmt þessari fylgni við u.þ.b. 60% þurrefni í uppskeru (mynd 3). Fylgnin er jákvæð uppá 0,22 og  $R^2 = 0,30$  sem gefur til kynna að um 30% af breytileika mælinganna er hægt að útskýra með þessari fylgni. Bein línuleg fylgni fyrir gögn af mynd 3 leiddi í ljós  $R^2 = 0,0501$ .

Tafla 3: Marktækni milli ára á meðaltölum athugunarþátta fyrir allt gagnasafnið. Ef árin deila bókstaf er ekki marktækur munur á milli meðaltalanna fyrir athugunarþættina.

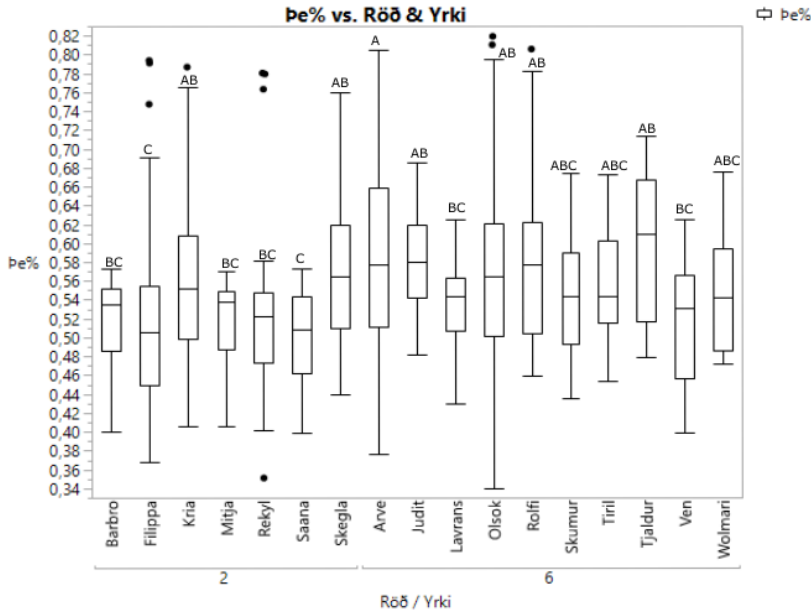
Ár	Meðaltal skriðdags	Ár	Meðaltal þurrefni% uppskeru	Ár	Meðaltal hakgdm/ha	
1997	F G	198.19	1997 A	0.60	1997 G	32.90
1998	I J	192.00	1998 A	0.60	1998 F G	35.84
1999	B	210.43	1999 F G	0.48	1999 H I	24.73
2000	E F	199.31	2000 A	0.60	2000 H	27.53
2001	C	207.04	2001 E F G	0.52	2001 F G	36.59
2002	F G	197.42	2002 E F	0.52	2002 G	33.38
2003	H	194.68	2003 A	0.59	2003 C D	48.25
2005	D E	201.73	2005 C D E	0.53	2005 C D	46.70
2006 A		213.68	2006 G	0.47	2006 H I	25.28
2007	I J	191.75	2007 A B C D E	0.56	2007 A	59.99
2008	J	191.39	2008 A B	0.58	2008 B C	49.61
2009	H I J	193.97	2009 A B C D	0.58	2009 A B	55.00
2010	J	191.17	2010 A B	0.60	2010 C D E	45.82
2011	D E	202.80	2011 B C D E F G	0.52	2011 E F G	38.17
2012	H I J	191.25	2012 A B C D E F G	0.55	2012 C D E F G	41.00
2013	C D	204.90	2013 D E F G	0.49	2013 I	16.51
2014	G H I	195.17	2014 A B C	0.59	2014 D E F	41.75

Á töflu 3 má sjá marktækni meðaltala milli ára fyrir skriðdag, þurrefni og uppskeru. Eins og sjá má er ekki nein sérstök línuleg þróun yfir þetta tímabil. Þetta rennur einfaldlega stoðum undir þær ófyrirsjáanlegar ræktunaraðstæður ár hvert fyrir íslenska bændur og búast verður einfaldlega undir slæmar ræktunaraðstæður til að mynda eitthvað öryggi í uppskeru.



## 4.2 Munur milli yrkja

Myndir 4, 5 og 6 hér að neðan gefa til kynna dreifni milli yrkja og flokkar þau niður í tveggja eða sex raða arfgerð. Tölur 4, 5 og 6 sýna marktækan mun milli meðaltala yrkjanna samkvæmt Tukey prófi.

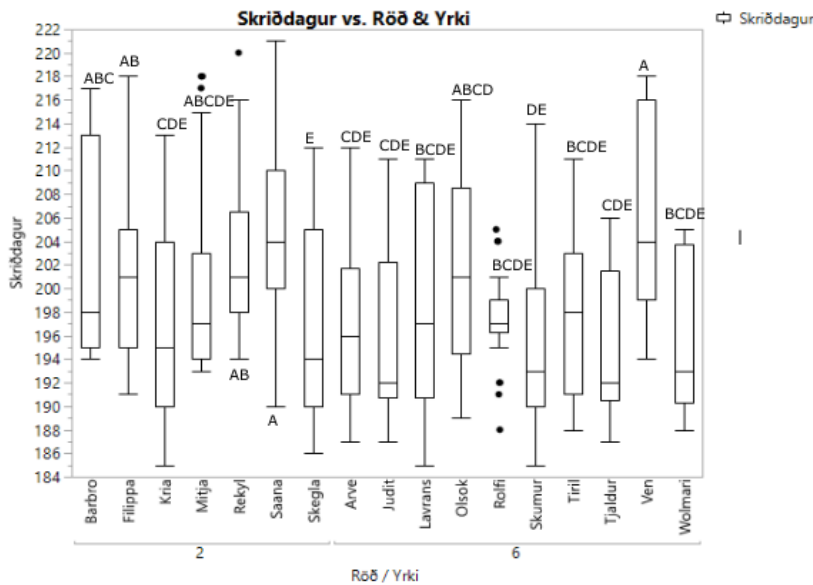


Tafla 4: Marktækni milli þurrefnis uppskeru milli yrkja. Ef yrki deila bókstaf gefur það til kynna að það sé ekki marktækur munur milli meðaltala þeirra.

Yrki	Meðal þurrefni% við skurð
Tjaldur	A B 0.60
Arve	A 0.59
Rolfi	A B 0.59
Judit	A B 0.58
Olsok	A B 0.57
Skegla	A B 0.57
Kria	A B 0.56
Tiril	A B C 0.56
Skumur	A B C 0.55
Wolmari	A B C 0.55
Lavrans	B C 0.54
Rekyl	B C 0.52
Ven	B C 0.52
Barbro	B C 0.52
Filippa	C 0.51
Mitja	B C 0.51
Saana	C 0.50

Mynd 4: Dreifni þurrefnis % við skurð milli 2- og 6 raða yrkja. Bókstafirnir gefa til kynna marktækni milli meðaltalanna. Ef yrki deila bókstaf er munurinn á meðaltölunum ekki marktækur.

Á kassaritinu hér að ofan (mynd 4) má sjá grófa dreifni í þurrefnis hlutfalli milli hverjar arfgerðar. Einnig sést munurinn milli 2- og 6 raða arfgerða. Yrki sem standa út úr eru 6 raða yrkin. Þau sýna almennt hærra hlutfall þurrefnis en 2 raða yrkin og marktæktarprófið sem gefið er upp í töflu 1 rennur stöðum undir það. Tjaldur, Arve, Rolfi, Judit og Olsok eru allt 6 raða arfgerðir. Öryggi líkansins er minna því lengra frá normal dreifingu gögnin eru og yrki eins og Arve, Olsok, Kria, Skegla, Rolfi og Filippa hafa töluvert meiri dreifni miðað við yrki eins og Wolmari, Saana, Ven, Barbro, Mitja o.fl. Útlagar skekkja mælingar og draga úr marktækni almennt en marktækni er þó til staðar hér. Staðalfrávik samkvæmt fervikagreiningu er 0,08.

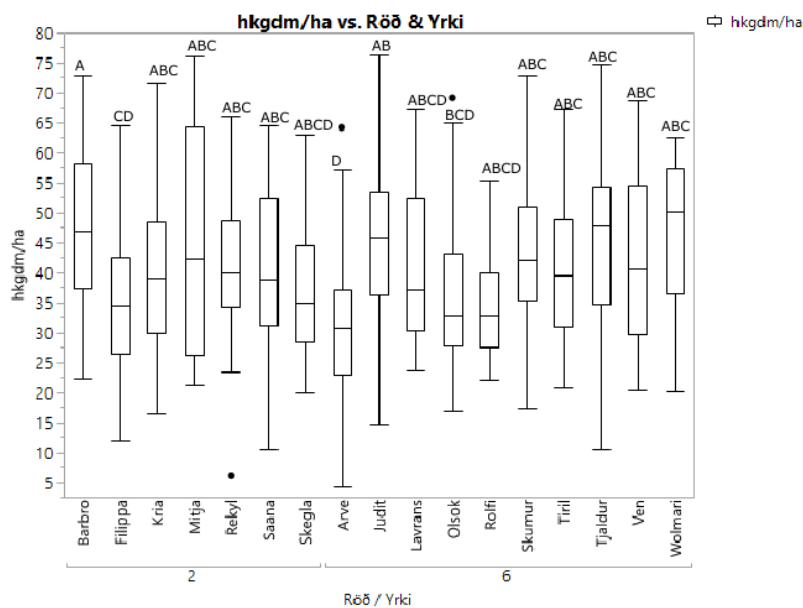


Tafla 5: Marktækni meðal skríðdags milli yrkja. Ef yrki deila bókstaf gefur það til kynna að það sé ekki marktækur munur milli meðaltala þeirra.

Yrki	Meðaltal skríðdags
Ven	A 205.69
Saana	A 205.57
Rekyl	A B 202.97
Barbro	A B C 202.83
Filippa	A B 201.67
Olsok	A B C D 200.85
Mitja	A B C D E 200.67
Lavrans	B C D E 198.29
Tiril	B C D E 197.59
Kria	C D E 197.40
Rolfi	B C D E 197.33
Arve	C D E 197.12
Wolmari	B C D E 196.25
Skegla	E 196.05
Judit	C D E 196.03
Skumur	D E 195.59
Tjaldur	C D E 194.53

Mynd 5: Dreifni í skríðdegi milli 2- og 6 raða yrkja. Bókstafirnir gefa til kynna marktækni milli meðaltalanna. Ef yrki deila bókstaf er munurinn á meðaltölunum ekki marktækur.

Á kassaritinu hér að ofan (mynd 5) má sjá grófa dreifni í skríðdegi milli hverjar arfgerðar. Einnig sést munur milli 2- og 6 raða arfgerða. Á mynd 5 sést svipað mynstur og var fyrir dreifni þurrefnis. Yrkin sem skríða fyrir ná almennt hærra þurrefni við skurð. Á töflu 5 sjáum við ástæðuna fyrir þessum afgerandi mun þurrefnis við uppskeru milli yrkjanna. Yrkin sem skríða snemma (Tjaldur, Skumur, Judit, Skegla, Wolmari, Arve, Rolfi, Kria, Tiril, Lavrans og Mitja) eru almennt þau sömu og ná hæsta hlutfalli þurrefnis við skurð samkvæmt töflu 4. Yrki merkt E í töflu 4 er að miklu leiti þau sömu og þau sem eru merkt A í töflu 5. Staðalfrávik fervikagreiningar er 7,53.



Tafla 6: Marktækni meðal uppskeru á hektara milli yrkja. Ef yrki deila bókstaf gefur það til kynna að það sé ekki marktækur munur á milli meðaltala þeirra.

Yrki	Meðaltal hkgdm/ha	
Barbro	A	47.60
Wolmari	A B C	45.78
Tjaldur	A B C	45.75
Mitja	A B C	45.50
Judit	A B	45.35
Skumur	A B C	42.99
Ven	A B C	42.26
Tiril	A B C	41.32
Rekyl	A B C	41.08
Saana	A B C	40.75
Lavrans	A B C D	40.07
Kria	A B C	39.58
Skegla	A B C D	37.29
Olsok	B C D	36.31
Rolfi	A B C D	34.78
Filippa	C D	34.59
Arve	D	31.51

Mynd 6: Dreifni í uppskeru á hektara milli 2- og 6 raða yrkja. Bókstafirnir gefa til kynna marktækni milli meðaltalanna. Ef yrki deila bókstaf er munurinn á meðaltölunum ekki marktækur.

Á kassaritinu hér að ofan (mynd 6) má sjá grófa dreifni í uppskeru á hektara milli hverjar arfgerðar. Einnig sést munur milli 2- og 6 raða arfgerða. Munurinn er ekki eins afgerandi hérna milli 2- og 6 raða arfgerðanna eins og með þurrefnið og skriðdaginn. 2- og 6 raða arfgerðir deila

Tafla 8: Marktæk ( $P < 0.05$ ) áhrif skriðdags, uppskeru og skriðdags\*uppskeru á þurrefni. Reitir merktir nr. 1 eru mælingar sem sýna marktæk áhrif þáttanna á þurrefni fyrir það yrki.

Tafla 7: Marktæk ( $P < 0.05$ ) áhrif skriðdags, þurrefnis og skriðdag\*þurrefni á uppskeru. Reitir merktir nr. 1 eru mælingar sem sýn marktæk áhrif þáttanna á uppskeru.

sætum um mestu meðal uppskeruna á hektara

(tafla 6). Staðalfrávik yrkjanna er samkvæmt ferveikagreiningu 12,67.

Yrki	Skriðdagur Uppspera	Skriðdagur*uppspera
Arve	1	0
Barbro	0	1
Filippa	0	1
Judit	1	0
Kria	1	0
Lavrans	1	0
Mitja	1	0
Olsok	1	0
Rekyl	1	0
Rolfi	0	0
Saana	1	1
Skegla	0	0
Skumur	1	1
Tiril	1	0
Tjaldur	1	0
Ven	1	1
Wolmari	0	0

Yrki	Skriðdagur	Þurrefni %	Skriðdagur*þurrefni%
Arve	1	1	1
Barbro	0	0	0
Filippa	1	0	0
Judit	1	0	1
Kria	1	0	0
Lavrans	1	1	0
Mitja	0	0	0
Olsok	1	0	1
Rekyl	1	0	0
Rolfi	0	0	0
Saana	1	1	0
Skegla	1	0	0
Skumur	1	0	0
Tiril	1	0	1
Tjaldur	0	0	1
Ven	1	1	0
Wolmari	0	1	1

## 5. Umræður

Yfirlit tímabilsins sem gagnasafnið nær yfir (tafla 3) gefur til kynna hversu ófyrirsjáanlegar ræktunaraðstæður eru og hversu mikilvægt það er að kynbæta bygg og búa til íslenskar kynbótalínur til að auka öryggi. Eins og staðan er núna veljast almennt 6 raða yrkin á norðurlandi og 2 raða yrkin fyrir sunnan, þó eru undantekningar á þessu (Jónatan Hermannsson, 2005).

Markmið íslenska byggræktunarstarfsins er að auka þurrefni uppskeru án þess að það komi mikið niður á magni uppskerunni. Það sem er áhugavert við punktaritið á mynd 3 er að toppnum í þurrefni er náð við u.þ.b. 60% þurrefni sem er á góðum stað miðað við uppskeruna sem telst gott ef næst yfir 4 tonn á hektara.

Áhugavert er að sjá hve sterk áhrif skriðdagur hefur á þurrefni og uppskeru en  $R^2$  nær aldrei yfir 32% skýringahlutfalli á línuritunum á mynd 1 og 2. Þetta er vísbending um mjög mikinn breytileika á umhverfispáttum eins og jarðvegsgerð, hitastig vaxtartímabilsins og rakastig sem hafa sterk áhrif á vaxtarþætti.

Mælingar um hvert yrki fyrir sig voru ekki alltaf normaldreifðar og því erfitt að draga ályktanir með fullri vissu, auk þess að fylgni athugunarþáttanna var ekki það há.

Það að skriðdagurinn hafi svona sterk áhrif á uppskeru og þurrefni kemur ekki á óvart. Því fyrr sem kornið skriður því fyrr fer það að fylla sig og þorna en það kemur hins vegar niður á uppskerunni ef kornið skriður of hratt. En þetta gefur til kynna að mikilvægt er að taka mark á flýttigenum í kynbótastarfinu til að flýta þroska og skriði til að nýta vaxtartímabilið betur og auka þannig öryggi byggræktunar á Íslandi.

Á töflum 7 og 8 sést samkvæmt margþátta fervikagreiningu marktækni athugunarþátta á uppskeru og þurrefni. Tafla 7 sýnir að skriðdagurinn hefur afgerandi áhrif á næstum hvert einasta yrki og ef mælingar fyrir hvert yrki væru jafnar yfir öll árin myndi það líklega sýna afgerandi marktæk áhrif á öll yrkin. Uppspera hefur marktæk áhrif á mælingar þurrefnis hjá Saana, Skumur, Ven, Barbro og Filippa og samspilsáhrif skriðdags og uppskeru á þurrefni eru aðeins marktæk hjá þremur yrkjum, Barbo, Lavrans og Mitju. Svipuð mynd fæst af áhrifum þurrefnis á uppskeru samkvæmt töflu 8. Skriðdagurinn hefur mest áhrif á uppskeruna en þurrefni og samspil þurrefnis og skriðdags sýnir marktæk áhrif á nokkur yrki.

Greining á sama gagnasafninu leiddi í ljós áhrif jarðvegsgerðar á yrkin til umfjöllunar og skýringarhlutfall jarðvegsgerðarinnar á rúmþyngd korns og þúsundkornþyngd var töluvert hærra en hjá skriðdegi á uppskeru og þurrefni. Samanburður á histosol og andosol

jarðvegsgerðum leiddi í ljós um 64% skýringarhlutfall á breytileikanum milli kynbótalína (Hrannar Smári Hilmarsson, o.fl., 2017a) sem sýnir hversu sterk áhrif umhverfið spilar ávöxt.

Það er þess virði að nefna að kynbótalínan Tjaldur, sem kom mjög vel úr öllum meðaltölum, er víxlun á kynbótalínunum Tiril og Skúm. Það að Tjaldur standi sig betur bæði í þurrefni og skríði fyrir en báðar foreldralínurnar er vísbending um að það hafi átt sér stað það sem kallast á ensku „transgressive segregation“. Skilgreiningin á þessu er sú að þegar „afkvæmi“, í þessu tilfalli kynbótalínan Tjaldur, sýnir svipgerðir sem falla ekki undir þekkta hegðun foreldralínanna og skilgreina sig þannig frá þeim.

## 6. Ályktanir

Spírunarhæfni byggs og kostnaður við þurrkun er undirstaða þess að hægt sé að auka framleiðslu til möltunar og þar með bjórgerðar. Aukning í þurrefni uppskerunnar og betri þroska sökum fljótari skriðdags er þá klárlega eitthvað sem gæti skapað aukin tækifæri fyrir kornbændur. Að hafa þá innanlandsmarkað fyrir vöruna sína og ölgerðarmenn að nota innlent bygg í meira mæli til að brugga íslenskan bjór. Ekki liggja fyrir upplýsingar um spírunarhæfni kornsins sem mælt var í gagnasafninu en samkvæmt yfirliti frá Jóni Guðmundssyni, í skýrslu sem gerð var á vegum Matís, að þá er íslenskt korn langt frá gæðum korns sem ræktað er á heitari stöðum þegar kemur að spírunarhæfni (Ólafur Reykdal, o.fl., 2008).

Niðurstöður tilrauna sýna klára framför og höfundur telur það vera nauðsynlegt fyrir íslenska matvælaframleiðslu að halda tilraunum og kynbótum á byggi áfram. Það liggur fyrir að tækifærin og þekkingin er til staðar hjá íslenskum bændum og að auka við innlenda kornrækt er vel hægt. Markaðsverð á innflutningi og alheimsviðskipti spila þar hins vegar mikinn þátt og aldrei er hægt að segja neitt með fullri vissu í þeim málum. Tilkoma þurrkstöðva sem nota heitt vatn til þurrkunnar mun vonandi ná grundvelli héraendis og ef það væri sett kapp í framkvæmdir á stórum heitavatns þurrkstöðvum á stærstu kornræktarsvæðunum mun kostnaður við ræktun líklega falla hratt og fleiri neyslumöguleikar á byggi opnast.

## 7. Heimildaskrá

- Agnes Arnórsdóttir. (2008). *Var sjálfsþurft ríkjandi á Íslandi á miðöldum?*. Sótt af [http://axelkrist.com/CAHD/issue\\_3.pdf](http://axelkrist.com/CAHD/issue_3.pdf)
- Akramienė, D., Kondrotas, A., Didžiapetrienė, J., og Kėvelaitis, E. (2007). *Effects of  $\beta$ -glucans on the immune system*. *Medicina*, 43(8), 597. doi:10.3390/medicina43080076
- Arnór Snæbjörnsson, Drífa Hjartardóttir, Eiríkur Blöndal, Jón Geir Pétursson, Ólafur Eggertsson og Þórólfur Halldórsson. (2010). Skýrsla nefndar um landnotkun - athugun á notkun og varðveislu ræktanlegs lands. Reykjavík: Sjávarútvegs- og landbúnaðarráðuneytið
- Árni Daníel Júlíusson. (2018) *Af hverju strái*. Reykjavík: Sagnfræðistofnun Háskóla Íslands
- Badr, A., Müller, K., Schäfer, R., El Rabey, H., Effgen, S., Ibrahim, H.H., Pozzi, C., Rohde, W. og Salamini, F.(2000). On the Origin and Domestication History of Barley (*Hordeum Vulgare*). *Molecular Biology and Evolution*, 17(4), 499-510. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.molbev.a026330>
- Bolsen, K.K., Ashbell, G., Weinberg, Z.G. (1996). Silage fermentation and silage additives – Review -. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 1996(5), 483-494. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.1996.483>
- Bjarni Guðmundsson. (1999). Bygg: þættir um verkun þess og geymslu. *Handbók bænda*, 49, 212-219
- Bjarni Guðmundsson. (2001). "Þetta korn á alúð okkar...": að verka bygg og geyma. *Freyr*, 9, 17-19
- Bjarni Guðmundsson. (2014). *Verkun og Geymsla Korns*. Landbúnaðarháskóli Íslands.
- Bjarni Guðmundsson. (2005). *Verkun korns og verzlun með það*. Reykjavík: BÍ, Lbhí, L.r., S.r.
- Búnaðarsamband Suðurlands. (e.d.). *Sýring Korns*. Sótt af <https://www.bssl.is/upplýsingar/gamli-vefurinn/jardraekt/kornraekt/verkun-korns/syring-korns/>
- Bændasamtök Íslands. (mars 2010). *Hagtölur landbúnaðarins* (Erna Bjarnadóttir, ritstjóri)
- Cao, W. og D.N. Moss. (1989a). Temperature effect on leaf emergence and phyllochron in wheat and barley. *Crop Science* 29: 1018–1021.
- Cao, W. og D.N. Moss. (1989b). Temperature and daylength interaction on phyllochron in wheat and barley. *Crop Science* 29: 1046–1048.
- D. Aspinall og L. G. Paleg. (1963). Effects of Daylength and Light Intensity on Growth of Barley I. Growth and Development of Apex with Fluorescent Light Source. *Botanical Gazette* 124: 429-437
- FAO. (2004.) FAOSTAT. Sótt 13. Mars 2019 af <http://www.fao.org/3/a-au997e.pdf>
- Garðar Guðmundsson, Mjöll Snæsdóttir, Simpson, I., Margrét Hallsdóttir, Magnús Á. Sigurgeirsson og Kolbeinn Árnason. (2004). Fornir akrar á Íslandi, meintar minjar um kornræk á fyrri öldum. *Árbók hins Íslenska Fornleifafélags 2002-2003*, 79-106.

- Harland, J. (2014). *Authorised EU health claims for barley and oat beta-glucans. Foods, Nutrients and Food Ingredients with Authorised Eu Health Claims*, 25–45. doi:10.1533/9780857098481.2.25
- Haraldur Ólafsson, Áslaug Helgadóttir, Aðalsteinn Sigurgeirsson, Jónatan Hermannsson og Ólafur Rögnvaldsson. (2007). Líkleg þróun veðurfars á Íslandi með tilliti til ræktunar. *Fræðaging landbúnaðarins*, 4, 29-32.
- Helgi Bjarnason. (2015, 8,09). Ný þurrkstöð þrefaldar afkastagetu við kornþurrkun. *Morgunblaðið*. Sótt af <https://www.mbl.is/greinasafn/grein/1568035/>
- Hrannar Smári Hilmarsson, Magnus Göransson, Jón Hallsteinn Hallsson, Þórdís Anna Kristjánsdóttir og Jónatan Hermannsson. (2017a). *Effect of soil type on barley yields in Icelandic cultivar trials*. <https://doi.org/10.16886/IAS.2017.08>
- Hrannar Smári Hilmarsson, Magnus Göransson, Morten Lillemo, Þórdís Anna Kristjánsdóttir, Jónatan Hermannsson og Jón Hallsteinn Hallsson. (2017b). *An overview of barley breeding and variety trials in Iceland in 1987-2014*. <https://doi.org/10.16886/IAS.2017.02>
- Ingvar Björnsson og Runólfur Sigursveinsson. (2008). Íslensk kornrækt - Hagkvæmni og horfur. Erindi flutt á Aðalfundi Landssambands kornbænda 10. apríl 2008. Hvolsvöllur.
- Ingvar Björnsson, Jónatan Hermannsson og Áslaug Helgadóttir. (2000). Ræktun Kornis í Húnavatnssýslum. *Búvísindi*, 2000(13), Bls. 43-59.
- Intellecta ehf. (2009). *Kornrækt á Íslandi - Tækifæri til framtíðar* [skýrsla]. Sjávarútvegs- og landbúnaðarráðuneytið.
- Jónas Bjarnason og Sigurður Ingi Leifsson. (1999). Hagkvæmni kornræktar á Íslandi. Í *Ráðunautafundur 1999*. BÍ, BSK og RALA: 71-77
- Jónatan Hermannsson og Kristján Bjarndal Jónsson. (1997). Kornrækt. Í *Handbók bænda* (47. árgangur, bls. 54). Reykjavík: Bændasamtök Íslands.
- Jónatan Hermannsson. (1993). Kornrækt á Íslandi. *Ráðunautafundur*, 178-187.
- Jónatan Hermannsson. (1999). Úr korntilraunum 1993–1998. Í: *Ráðunautafundur 1999*. Bændasamtök Íslands, Bændaskólinn á Hvanneyri og Rannsóknastofnun landbúnaðarins: 54–61.
- Jónatan Hermannsson. (2005). Að sá korni. *Freyr*, 101, 10-12
- Klemenz Kr. Kristjánsson. (1943). *Kornræktartilraunir á Sámsstöðum og víðar gerðar árin 1923– 1940*. Atvinnudeild Háskólans, Rit landbúnaðardeildar B1
- Ma, B.L. og D.L. Smith. (1992). Apical development of spring barley under field conditions in Northeastern North America. *Crop Science* 32: 144– 149.
- Matvælastofnun. (13.12.2018). *Jarðræktarstyrkir og landgreiðslur 2018*. Sótt af <http://www.mast.is/frettaflokkar/frett/2018/12/13/Jardraektarstyrkir-og-landgreidslur-2018/>
- Munnleg heimild, Björgvin Þór Harðarson, 9. Apríl, 2019.
- Munnleg heimild, Þórarinn Leifsson, 9. Apríl 2019.



Newman C.W. og Newman R.K.(2006). A brief history of barley foods. *Cereal Foods World*, 51, 4-7.

Ólafur Reykdal, Jónatan Hermannsson, Þórdís Anna Kristjánsdóttir, Jón Óskar Jónsson, Aðalheiður Ólafsdóttir, Emilía Martinsdóttir, Birgitta Vilhjálmsdóttir, Jón Guðmundsson og Guðmundur Mar Magnússon. (2008). *Íslenskt bygg til matvælaframleiðslu*. Reykjavík: Matís

Rannsóknastofnun landbúnaðarins. (1998). Jarðræktarrannsóknir 1997 (ritstj. Hólmgeir Björnsson og Þórdís Anna Kristjánsdóttir). Fjölrit Rala nr 193.

Ráðgjafamiðstöð landbúnaðarins. (2019). Sáðvara. Sótt af <https://www.rml.is/is/radgjof/jardraekt/sadvara>

Reglugerð um almennan stuðning við landbúnað nr. 1260/2018

Riddell S.J. (2014). A palynological study of land use in medieval Mosfellsdalur. MA ritgerð, Háskóli Íslands.

Russell, G. (1990). Barley Knowledge Base. Commission of the European Communities.

Soares, M.A.B., Jorge, L.M.D.M., Monanuci, F.D.(2016). *Drying kinetics of barley grains and effects on the germination index*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.11916>

Trogh, I., C.M. Courtin, A.A.M. Anderson, P. Åman, J.F. Sørensen og J.A. Delcour. (2004). The combined use of hull-less barley flour and xylanase as a strategy for wheat/hull-less barley flour breads with increased arabinoxylan and (1→3, 1→4)-beta-glucan levels. *Journal of Cereal Science* 40: 257-267.

Trigg, H.B., Bolender D.J., Johnson, K.M., Patalano, M.D. og Steinberg, J.M.(2009). Note one barley found in the lowest levels of farm mound midden at Reynistaður Skagafjörður Iceland. *Archaeologia Isladica* 7, 64-72.

Zhou, M. (2010). Barley Production and Consumption. Háskóli Tasmaníu. *Genetics and Improvement of Barley Malt Quality* (bls. 1-17). DOI: 10.1007/978-3-642-01279-2\_1

Þorsteinn Tómasson, Áslaug Helgadóttir, Eyjólfur Sigurðsson, Jónatan Hermannsson, Sveinn Ingvarsson, Bergþóra Þorkelsdóttir, Hörður Harðarson og Ólafur Eggertsson. (2011). Tillögur starfshóps um eflingu kornræktar á Íslandi. Reykjavík: Sjávarútvegs- og landbúnaðarráðuneytið.

Þórarinn Leifsson og Bjarni Guðmundsson. (2002). Verkun og geymsla byggs með própíónsýru – nokkrar niðurstöður tilruna og reynsla bænda. Reykjavík: BÍ, LBH, RALA

## 8. Töfluskra

Tafla 1: Meðalfjöldi líklegra kornskurðardaga á tímabilinu 20. ágú. - 8. okt. er misjafnt eftir landshlutum. Taflan var tekin úr riti Bjarna Guðmundssonar, Verkun og Geymsla Korns (2014). .....	10
Tafla 2: Upplýsingar um yrki sem athuguð voru og endurtekningar hvert ár og milli ára. ....	14
Tafla 3: Marktækni milli ára á meðaltölum athugunarþátta fyrir allt gagnasafnið. Ef árin deila bókstaf er ekki marktækur munur á milli meðaltalanna fyrir athugunarþættina. ....	17
Tafla 4: Marktækni milli þurrefnis uppskeru milli yrkja. Ef yrki deila bókstaf gefur það til kynna að það sé ekki marktækur munur milli meðaltala þeirra. ....	18
Tafla 5: Marktækni meðal skriðdags milli yrkja. Ef yrki deila bókstaf gefur það til kynna að það sé ekki marktækur munur milli meðaltala þeirra. ....	19
Tafla 6: Marktækni meðal uppskeru á hektara milli yrkja. Ef yrki deila bókstaf gefur það til kynna að það sé ekki marktækur munur á milli meðaltala þeirra. ....	20
Tafla 7: Marktæk ( $P < 0.05$ ) áhrif skriðdags, þurrefnis og skriðdag*þurrefni á uppskeru. Reitir merktir nr. 1 eru mælingar sem sýna marktæk áhrif þáttanna á uppskeru. ....	20
Tafla 8: Marktæk ( $P < 0.05$ ) áhrif skriðdags, uppskeru og skriðdags*uppskeru á þurrefni. Reitir merktir nr. 1 eru mælingar sem sýna marktæk áhrif þáttanna á þurrefni fyrir það yrki. ....	20
Tafla 9: Þurrkað korn í Vallhólma í Skagafirði haustið 2018. ....	29
Tafla 10: Þurrkað korn í Vallhólma í Skagafirði haustið 2017. ....	29
Tafla 11: Þurrkað korn í Vallhólma í Skagafirði haustið 2016. ....	29
Tafla 12: Meðalkostnaður við þurrkunn á byggi, nepju og sáðkorni á Gunnarsholti milli ára. Inni í þessu er olía, húsnæðisleiga og rafmagn. Ekki er tekinn fyrir kostnaður við vinnuna. ...	30

## 9. Myndskrá

Mynd 1: Aðhvarfslíkan milli skriðdags og uppskeru á hektara. $P < 0,0001$ . .....	16
Mynd 2: Aðhvarfslíkan þurrefnis í uppskeru að skriðdegi. $P < 0,0001$ . .....	16
Mynd 3: Aðhvarfslíking í öðru veldi milli þurrefnis % og hakgdm/ha. $P < 0,0001$ . .....	17
Mynd 4: Dreifni þurrefnis % við skurð milli 2- og 6 raða yrkja. Bókstafirnir gefa til kynna marktækni milli meðaltalanna. Ef yrki deila bókstaf er munurinn á meðaltölunum ekki marktækur. ....	18
Mynd 5: Dreifni í skriðdegi milli 2- og 6 raða yrkja. Bókstafirnir gefa til kynna marktækni milli meðaltalanna. Ef yrki deila bókstaf er munurinn á meðaltölunum ekki marktækur. ....	19
Mynd 6: Dreifni í uppskeru á hektara milli 2- og 6 raða yrkja. Bókstafirnir gefa til kynna marktækni milli meðaltalanna. Ef yrki deila bókstaf er munurinn á meðaltölunum ekki marktækur. ....	20

## 10. Viðaukar

Tafla 9: Þurrkað korn í Vallhólma í Skagafirði haustið 2018.

Eigandi.	Þurkara.	vinnutí mi	kr/klst	tímagjal d	Tími.	olía kr/klst	olíugjald	Magn kg.	brt kost + leiga	brt kostn alls kr	fast kostn	Sekkir	kr/sekk	Alls sekkir	kr	alls án vsk	kr/kg
Bær 1	2	12	4.700	56.400	48,25	4.233	204.242	20.400	2,5	51.000	3,0		1.200	0	61.200	372.842	18,28
Bær 2	2	9,25	4.700	43.475	41,50	4.233	175.670	19.050	2,5	47.625	3,0		1.200	0	57.150	323.920	17,00
Bær 3	3	11,75	4.700	55.225	67,00	4.233	283.611	27.900	2,5	69.750	3,0		1.200	0	83.700	492.286	17,64
Bær 4	2	8,5	4.700	39.950	37,00	4.233	156.621	20.900	2,5	52.250	3,0	3,0	1.200	3.600	62.700	315.121	14,91
Bær 5	2	11,75	4.700	55.225	42,50	4.233	179.903	14.600	2,5	36.500	3,0		1.200	0	43.800	315.428	21,60
<b>Alls :</b>	<b>11</b>	<b>53,25</b>		<b>250.275</b>	<b>236,25</b>		<b>1.000.046</b>	<b>102.850</b>		<b>257.125</b>					<b>308.550</b>	<b>1.819.596</b>	<b>17,69</b>

Tafla 10: Þurrkað korn í Vallhólma í Skagafirði haustið 2017.

Eigandi.	Þurkara	vinnutí mi	kr/klst	tímagjal d	Tími.	olía kr/klst	olíugjald	Magn kg.	brt kost + leiga	brt kostn alls kr	fast kostn	Sekkir	kr/sekk	Alls sekkir	kr	alls án vsk	kr/kg
Bær 1	3	13,5	4.700	63.450	57,75	3.245	187.399	33.150	2,5	82.875	3,0		1.200	0	99.450	433.174	13,07
Bær 2	4	16	4.700	75.200	107,00	3.245	347.215	30.000	2,5	75.000	3,0		1.200	0	90.000	587.415	19,58
Bær 3	2	8,5	4.700	39.950	38,25	3.245	124.121	15.250	2,5	38.125	3,0	5,0	1.200	6.000	45.750	253.946	16,26
Bær 4	4	11,7	4.700	54.990	62,50	3.245	202.813	43.710	2,5	109.275	3,0		1.200	0	131.130	498.208	11,40
Bær 5	2	8,5	4.700	39.950	36,00	3.245	116.820	17.600	2,5	44.000	3,0		1.200	0	52.800	253.570	14,41
Bær 6	2	8,5	4.700	39.950	29,75	3.245	96.539	19.900	2,5	49.750	3,0	30,0	1.200	36.000	59.700	281.939	12,36
Bær 7	0,5	3	4.700	14.100	9,50	3.245	30.828	5.100	2,5	12.750	3,0	6,0	1.200	7.200	15.300	80.178	14,31
Bær 8	0,5	3	4.700	14.100	9,50	3.245	30.828	5.100	2,5	12.750	3,0	6,0	1.200	7.200	15.300	80.178	14,31
Bær 9	1	4,5	4.700	21.150	12,00	3.245	38.940	10.875	2,5	27.188	3,0		1.200	0	32.625	119.903	11,03
Bær 10	2	7,5	4.700	35.250	51,25	3.245	166.306	11.400	2,5	28.500	3,0		1.200	0	34.200	264.256	23,18
<b>Alls :</b>	<b>21</b>			<b>398.090</b>	<b>413,50</b>		<b>1.341.808</b>	<b>192.085</b>		<b>480.213</b>					<b>576.255</b>	<b>2.852.765</b>	<b>14,85</b>

Tafla 11: Þurrkað korn í Vallhólma í Skagafirði haustið 2016.

Eigandi.	Þurkara	vinnutí mi	kr/klst	tímagjal d	Tími.	olía kr/klst	olíugjald	Magn kg.	brt kost + leiga	brt kostn alls kr	fast kostn	Sekkir	kr/sekk	Alls sekkir	kr	alls án vsk	kr/kg
Bær 1	7	33,25	4.500	149.625	173,00	2.783	481.459	78.630	2,5	196.575	3,0	85,0	1.200	102.000	235.890	1.165.549	13,53
Bær 2	3	11	4.500	49.500	58,25	2.783	162.110	25.590	2,5	63.975	3,0	0,0	1.200	0	76.770	352.355	13,77
Bær 3	2	9,25	4.500	41.625	32,00	2.783	89.056	15.300	2,5	38.250	3,0	0,0	1.200	0	45.900	214.831	14,04
Bær 4	3	11,5	4.500	51.750	89,25	2.783	248.383	27.950	2,5	69.875	3,0	0,0	1.200	0	83.850	453.858	16,24
<b>Alls :</b>	<b>15</b>			<b>292.500</b>	<b>352,5</b>		<b>981.008</b>	<b>147.470</b>		<b>368.675</b>					<b>442.410</b>	<b>2.200.993</b>	<b>14,93</b>
																Vsk	528.238
Sekkir, kr./stk	1.155		kaup													Alls m.Vsk	2.729.231

Þórarinn Leifsson frá Keldudal útbjó og afhenti höfundu töflur 9, 10 og 11. Töflurnar sýna vel skiptingu kostnaðar við þurrkunn.

Tafla 12: Meðalkostnaður við þurrkunn á byggi, neyju og sáðkorni á Gunnarsholti milli ára. Inni í þessu er olía, húsnæðisleiga og rafmagn. Ekki er tekinn fyrir kostnaður við vinnuna.

Ár	Kostn kr/kg án VSK
2008	8,04
2009	4,76
2010	2,91
2011	5,53
2012	3,37
2013	8,93
2014	5,63
2015	5,41
2016	3,61
2017	5,02

Tafla 12 er frá Björgvini Þór Harðarsyni og sýnir vel breytileikann í þurrkunn á milli ára.