

- Orkujurt -

Bættar aðferðir til olíuræktunar

Sunna Skeggjadóttir, Egill Gunnarsson og Hrannar Smári Hilmarsson



Landbúnaðarháskóli Íslands, 2022.

Rit Lbhí nr. 160

ISSN 1670-5785

ISBN 978-9935-512-35-2

Verkefnið var styrkt af: Nýsköpunarsjóði námsmanna, Orkurannsóknarsjóði Landsvirkjunar, Þróunarsjóði nautgriparæktunar og Matvælasjóði.

Höfundur: Sunna Skeggjadóttir, Egill Gunnarsson og Hrannar Smári Hilmarsson

Ljósmynd á forsíðu: Sunna Skeggjadóttir

Landbúnaðarháskóli Íslands starfar á sviði sjálfbærrar auðlindanýtingar, búvísinda, umhverfisvísinda, skipulagsfræði og matvælaframleiðslu á norðurlóðum. Fagfólk skólans nýtur akademísks frelsis og hefur sjálfðæmi við val á viðfangsefnum, túlkun niðurstaðna og birtingu þeirra, innan ramma starfsreglna skólans. Hlutverk Rits Lbhí er að miðla faglegri þekkingu en það er ekki ritrynt. Efni hvers rits er á ábyrgð höfunda og ber ekki að túlka sem álit Landbúnaðarháskóla Íslands.

Efnisyfirlit

Samantekt	4
Inngangur	4
Markmið	10
Efni og aðferðir	10
Skipulag og meðferð	10
Mælingar	11
Veðurfar	12
Úrvinnsla gagna.....	12
Niðurstöður.....	13
Áhrif áburðar- og sáðmagns á vetrarlifun	13
Áhrif áburðar- og sáðmagns á hæð plantnanna yfir vaxtartímann	14
Áhrif áburðar- og sáðmagns á grænkustuðul yfir vaxtartímann.....	15
Áhrif áburðar- og sáðmagns á uppskerumagn og frægæði.....	16
Áhrif áburðar- og sáðmagns á olíuhlutfall.....	17
Áhrif mismunandi áburðar- og sáðskammta á innihald próteins og fitu í repjuköku	18
Umræður.....	20
Ályktanir.....	22
Lokaorð	23
Heimildaskrá	23
Viðauki A – Grunntöflur útreikninga	25
Viðauki B – Ljósmyndir.....	27

Samantekt

Vetrarafbrigði af olíunepju (*Brassica rapa* L. var. *olefeira* DC) hafa hingað til sýnt lélega vetrarlifun í ökrum bænda. Nepja er ræktuð til olíu framleiðslu með möguleika sem matarolía og lífdísil, jafnframt er repjukakan verðmætur próteingjafi fyrir búfé. Megin markmið rannsóknarinnar var að þróa aðferð til að auka öryggi og uppskerumagn við ræktun vetrarnepju. Meðferðarliðir tilraunarinnar voru mismunandi sáð- og áburðarmagn til að meta áhrif þeirra á lifun, vaxtarferil, uppskeru og þroska. Auk þess sem hlutfall olíu og köku var metið og gerðar voruefnagreiningar á repjukökunni. Niðurstöður verkefnisins sýndu að auka má öryggi og uppskerumagn í nepjurækt hér á landi með stærri áburðarskömmtum að hausti en mælt hefur verið með hingað til. Einnig kom fram að núverandi ráðlagður sáðskammtur kom lakast út í uppskerumagni og vetrarlifun. Í ljós kom að bæði sáðskammtar og áburðarskammtar hafa ómarktæk áhrif á hlutfall fitu og próteins í kökunni. Niðurstöður verkefnisins sýna fram á talsverða möguleika til ræktunar olíunepju hér á landi.

Inngangur

Olíunepja (*Brassica rapa* L. var. *olifeira* DC) er af krossblómaætt (*Brassicaceae*) og er náskyld öllum káltegundum, sem einnig eru af *Brassica* ættkvíslinni, sérstaklega repju (*Brassica napus*). Nepja hefur verið þróuð í löndum þar sem ríkja harðir vetur og stutt vaxtatímabil t.d. í Kanada og Skandinavíu. Nepjan hefur styttri vaxtartíma og er harðgerðari en repja og er þar af leiðandi öruggari í ræktun hér á landi (Þóroddur Sveinsson & Jónatan Hermannsson, 2009). Nepja er minna ræktuð en repja sem er með algengustu olíujurtum sem ræktuð eru í heiminum í dag (Faostat, 2021).

Hér á landi eru nepja og repja einu olíujurtirnar sem eru ræktaðar. Frá árinu 2017 til 2018 jókst umfang ræktunar á olíujurtum úr tæpum 50 hekturum í tæpa 100 hektara árið 2018 og hefur síðan þá haldist nokkuð stöðug (Borgar Páll Bragason, munnleg heimild, 31. ágúst 2021).

Til eru tvenns konar afbrigði af nepju og repju, annars vegar vetrarafbrigði og hins vegar sumarafbrigði. Helsti munurinn er sá að vetrarafbrigðum er sáð að hausti eða síðsumars og fara ekki í kynvöxt fyrr en að vetrinum liðnum. Tímabil grænvaxtar er því nokkuð langt Vetrarafbrigðin byrja að vaxa á ný að vori til og eru síðan uppskorin að hausti ári síðar. Sumaryrkjum eru sáð að vori og fara í kynvöxt sama ár. Sumarafbrigðin hafa mun styttri vaxtartíma heldur en vetrarafbrigðin en þau eru uppskorin að hausti á sáðári (Kirkegaard, Lilley, Berry & Rondanini, 2021).

Repja og nepja eru líkar í útliti og í ræktun, en nepja skilar alla jafnan minni uppskeru og lægra hlutfalli af olíu í fræjum. Við íslenskar aðstæður var fræuppskera vetrarnepju 0,3-3,4 t/ha en 1,6-4,1 t/ha fyrir vetrarrepju en fræuppskeran fór eftir jarðvegsgerð, staðsetningu og veðurfari (Þóroddur Sveinsson & Jónatan Hermannsson, 2009).

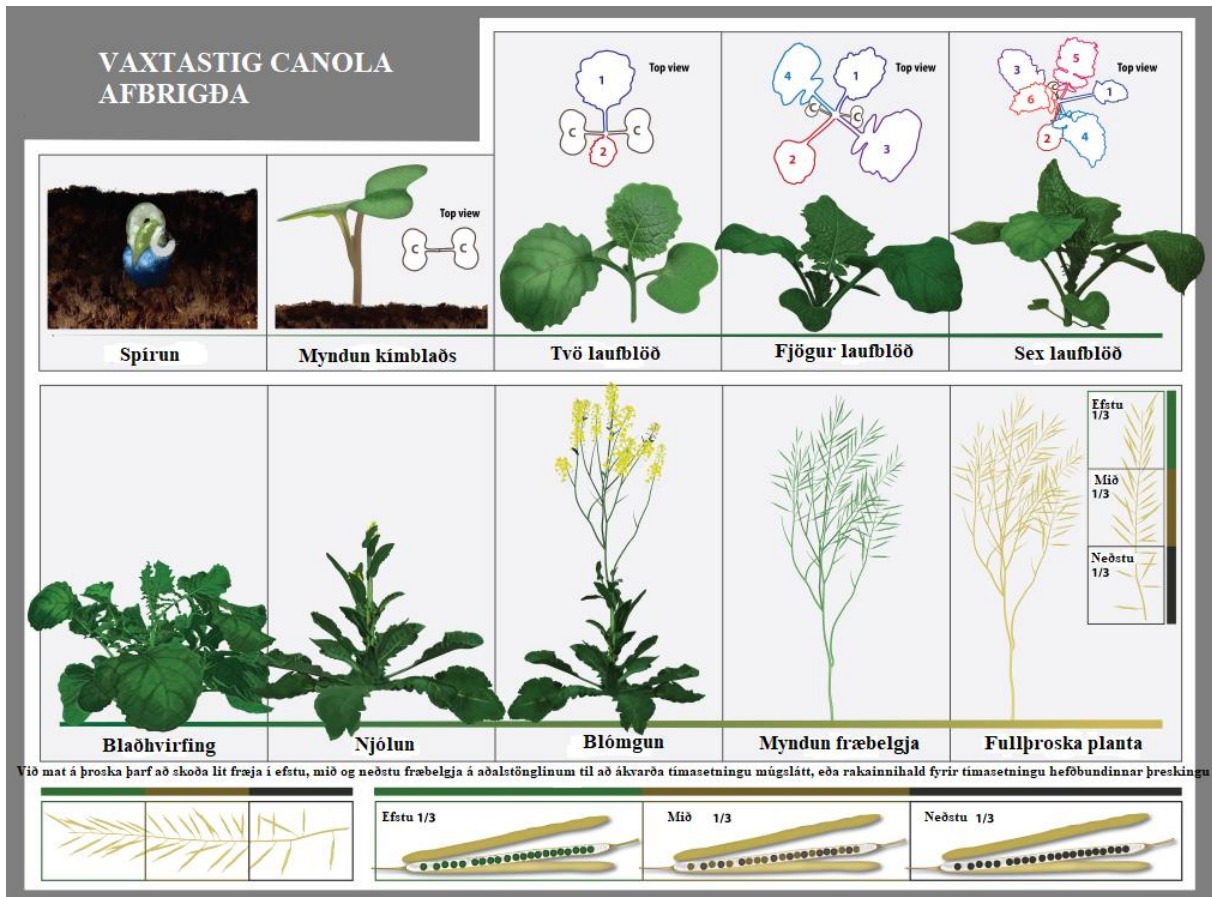
Á sáðvörumarkaði héraendis fyrir vorið 2021 var aðeins að finna eitt yrki af vetrarolíunepju, *Largo* en ekkert af olíurepju (Fodurblandan.is; Lifland.is). Að auki var *Largo* eina vetrarafbrigðið og *Cordelia* og *Juliet* einu sumarafbrigðin sem má finna á Nytjaplöntulista LbhÍ

(2021), en á þeim lista er að finna þau yrki sem mælt er með í landbúnaði, garðrækt, landgræðslu og gras- og golfflatir (Þóroddur Sveinsson, 2021).

Erlendis er repja ræktuð undir heitinu Canola sem stendur fyrir **Canadian oil, low acid** en það er samheiti yfir afbrigði innan *Brassica* ættkvíslarinnar sem innihalda minna en 2% erúkasýru (*e. erucic acid*) og minna en 30 µmol af glúkósínólat (*e. glucosinolate*) á hvert gramm af fræi. Afbrigðin verða að fylgja þessum kröfum til að olían teljist hæf til manneldis og svo hægt sé að nýta hana sem prótein í fóður fyrir skepnur (Kandel, Lubenow & Berglund, 2019). Afbrigðin sem tilheyra Canola eru *Brassica napus*, *Brassica rapa* og *Brassica juncea* (Kandel ofl., 2019) en það eru afbrigði repju, nepju og sinnepstegunda.

Olíunepja er, ásamt öðrum *Brassica* tegundum, með mest ræktuðu olíujurtum heims (Raymer, 2002) en talið er að fyrstu olíuplönturnar hafi komið til Evrópu frá Indlandi á 13. öld (Przybylski & Mag, 2011). Upprunalegu olíufræin höfðu hátt hlutfall af erúkasýru og glúkósínólat en hvoru tveggja höfðu skaðleg áhrif á heilsu. Í gegnum kynbætur hafa komið yrki sem mynda heilsusamlegri olíu (Przybylski & Mag, 2011) og minni erúkasýru í olíunni en hún gat bæði verið skaðleg og bragðvond. Með því að minnka hlutfallið af erúkasýru og auka hlutfallið af línól- og línólínsýru með kynbótum var hægt að ná fram einstaklega góðu olíubragði (Orlovius, 2003) en línólínsýra getur valdið þránunarbragði (Sharafi ofl., 2015). Repja er þó rík af línólínsýru en einnig línólsýru (*e. linoleic acid*) (Sharafi ofl., 2015). Skortur á línólsýru í fæðu getur meðal annars leitt til fitulifur, sára á húð, frjósemisvanda og takmarkandi vexti hjá mönnum (Connor, 1999). Línólínsýra er mikilvæg nýfæddum börnum því hún styrkir sjón, þroskun heilans og kemur í veg fyrir hjartasjúkdóma (Connor, 1999). Glúkósínölöt í olíunni geta myndað biturt bragð sem svipar til piparrótar (Chew, 2020).

Vöxtur nepju og repju er iðulega skipt í fimm þroska stig. Stig 0-3 flokkast undir grænvöxt og 4-5 sem kynvöxtur og loks fullur þroski. (Harper & Berkenkamp, 1973). Grænvöxtur á sér stað í 40-60 daga, allt eftir umhverfisaðstæðum (Kandel ofl., 2019). Mynd 1 sýnir vaxtarstig tegunda innan *Brassica* ættkvíslarinnar.



Mynd 1. Vaxtarstig Canola afbrigða, Canola Encyclopedia, e.d.

Hitastig jarðvegs skiptir sköpum til að fræið spíri og kímið nái að vaxa, en lágmarkshitastig jarðvegs til spírunnar er 3°C en kjörhitastig um 10°C (Kandel ofl., 2019). Til samanburðar var meðalhiti jarðvegs í byggakri á Íslandi yfir ræktunartímabilið (maí-september) rétt rúmlega 10°C árið 1996 (Hólmgeir Björnsson & Þórdís Anna Kristjánsdóttir, 1997). Gerð var rannsókn á spírun við mismunandi jarðvegshitastig með 11 fódurtegundir innan *Brassica* ættkvíslarinnar í Bandaríkjunum (Wilson, Jensen & Fernandez, 1992). Mælt var hlutfall spírunnar á tveimur mismunandi dögum, 4. og 14. degi eftir sáningu við fimm mismunandi hitastig. Á báðum dögum var spírunin að meðaltali hlutfallslega mest við 10, 15, 20, 30 og 35°C. Spírunin var þó mest á 14. degi mælinga. Niðurstöðurnar benda því til þess að kjörhitastig jarðvegs fyrir *Brassica* tegundir sé á bilinu 10-35°C. Við 5°C jarðvegshita þarf 14 daga til þess að ná 62% spírun en aðeins fjóra daga við 10°C.

Jarðvegsgerð er mikilvægur þáttur í ræktun á nepju. Því hefur verið haldið fram að jarðvegur þurfi að vera frjósamur, ríkur af mold og með mikla vatnsleiðni til að ná sem mestri lifun yfir veturinn (Sveinn Rúnar Ragnarsson, 2013). Nepja og repja hafa miklar stólparætur sem ná djúpt niður í jarðveginn og geyma forða til að lifa veturinn af og um leið hámarka blómsprotamyndun að vori til. Vetrarnepjan þolir mikið frost en svell- og vatnsþol er takmarkandi (Þóroddur Sveinsson & Jónatan Hermannsson, 2009). Í Kanada er þekkt að skemmdir af völdum frosts vegna ískristalla í plöntunni valda því að frumuveggir plöntunnar rofna (Kandel ofl., 2019) en plantan getur orðið fyrir svellkali eins og þekkt er við innlendar aðstæður. Ef frystir þegar vetrarnepjan er í blóma getur það seinkað þroska en ef það frystir eftir blómgun (Kandel ofl.,

2019) getur það leitt til umtalsverðs tapsá uppskeru og/eða gæðum. Hér á landi hafa erfiðir vetur, sérstaklega seinni hluta vetrar, gefið mynd af væntanlegri uppskeru, þar sem umhleyppingaveður, frost og svell reynir mikið á þol nepjunnar (Þóroddur Sveinsson & Jónatan Hermannsson, 2009).

Hér á landi hafa verið gerðar nokkrar samanburðartilraunir með repju og nepju. Á árunum 2007-2009 var gerð rannsókn á ræktun víða um land og skoðaður sá möguleiki á áframhaldandi ræktun þessara tegunda hér á landi. Helstu niðurstöður leiddu í ljós að Suður- og Norðurland voru með hentugustu ræktunarskilyrðin, einkum vegna þess hve stöðugur veturinn var á Norðurlandi en lítið vetrarálag á Suðurlandi. Í sömu rannsókn var haldið fram að nepja ásamt öðrum káltegundum er ekki ætluð til uppgræðslu vegna þess að malar- og sandvegur hentar afar illa til ræktunar á káli. En nepjan og repjan drapst nánast öll á þeim svæðum þar sem jarðvegurinn einkenndist af leirblandaðri mól (Þóroddur Sveinsson & Jónatan Hermannsson, 2009).

Á árinu 2011 var fimm yrkjum sáð af vetrarrepju (*Galileo, Rohan, SW05052A, Visby* og *Vision*) og einu af vetrarnepju (*Largo*) á fjórum ólíkum stöðum í Austur-Skaftafellssýslu. Notast var við einn meðferðarlið fyrir sáðmagn og tvo fyrir áburðarmagn. Sáð var 225 fræ/m² af nepju og 150 fræ/m² af repju. Áburðarliðirnir voru (1) 75 kg köfnunarefni/ha og (2) 50 kg köfnunarefni/ha með áburði 12% köfnunarefni, 5% fosfór-14% kalí sem borið var á að hausti. Metin var þróttur, lifun og hæð var mæld. Þá var fjöldi plantna á ákveðnu svæði talinn, auk lengd rótar og gildleika rótarháls. Að lokum var talinn fjöldi plantna og þurrefnisinnihald sem og sykurmagn mælt. Veturinn var erfiður og því lifðu yrkin einungis af á einum stað, að Svínafelli í Örafum. Sá staður hafði yfirburði hvað varðar veðurfar og jarðvegsgerð en þar er vallendi. Niðurstöður leiddu í ljós að lifun að hausti, uppskera og þurrefnishlutfallið var lægra hjá *Largo* vetrarnepjunni heldur en hjá hinum fimm yrkjunum af vetrarrepju. Þó var ekki marktækur munur milli yrkja hvað þurrefnismagn varðar. Nepjuyrkið *Largo* hafði orðið fullþroska tveimur vikum fyrr en repjuyrkin. Tap á fræjum við uppskurð gæti útskýrt lægra uppskerumagn hjá nepjunni (Sveinn Rúnar Ragnarsson, 2013).

Nepja er áburðarfrek en áburðarmagn fer eftir jarðvegi, sáðskiptaskipulagi og væntanlegri uppskeru. Líkt og aðrar káltegundir þarf að huga að bór og brennisteini, þar sem þær eru viðkvæmar fyrir skorti þessara áburðarefna (Þóroddur Sveinsson & Jónatan Hermannsson, 2009). Canola afbrigði hafa þörf fyrir talsverðt magni af brennisteini en þurfa allt að þrefalt herra hlutfall heldur en aðrar korntegundir (Kirkegaard ofl., 2021). Því hefur verið haldið fram að kalí (K) sé mikilvægt næringarefni fyrir vetrarnepju þar sem það veitir henni vetrarþol að hausti og örvar vöxt blómstöngla að vori (Þóroddur Sveinsson & Jónatan Hermannsson, 2009). En þörf fyrir fosfóráburð (P) telst vera lítil og hefur lítil sem engin áhrif á olíuhlutfall í fræi eða próteinhlutfall í kökunni (Kirkegaars ofl., 2021).

Magn köfnunarefnis (N) í jarðvegi hefur talsverð áhrif á olíuinnihald fræsins. Eftir því sem N minnkar eykst hlutfall olíu í fræinu (Þóroddur Sveinsson & Jónatan Hermannsson, 2009). Rannsókn frá Indlandi sýndi fram á að með því að bera á bæði N og brennistein (S) fékkst herra prótein- og olíuhlutfall úr fræinu heldur en einungis bera á N. Meðferðarliðirnir voru fimm: (1) 0S + 100N kg/ha (2) 40S + 60N (3) 40S + 100N (4) 60S + 100N (5) 60S + 150N. Niðurstöðurnar

leiddu því í ljós að mikilvægt er að viðhalda jafnvægi á N og S til að ná að hámarka magn og gæði olíunnar en hæsta olíuhlutfallið fékkst við 60 kg S : 100 kg N á hektara (Ahmad & Abdin, 1999). Sambærilega rannsókn var gerð í Íran á árunum 2006-2007 en þá var notast við 0N, 75N, 150N og 225N. Niðurstöður sýndu að herra magn af N jók hæð planta, fjölda greina á hverri plöntu, belgi, fræ á hverri plöntu, þúsundkornavigt (þkv), uppskeru og olíuhlutfall (Ahmadi & Bahrani, 2009).

Til að hámarka uppskeru reynir á samspil jarðvegs, veðráttu og áburðarmagns. Lengd hvers vaxtatímabils fer eftir yrkjum, jarðvegsgerð, næringu, raka, hitastigi, daglengd og sólarljós. En einnig sáðmagni. Árið 2013 var gerð rannsókn á níu stöðum í vestur Kanada á hver áhrif mismunandi sáðskammta og stærð sáðfræja hafði á spírun, þroska, uppskeru og þyngd uppskerufræja. Niðurstöður leiddu í ljós að uppskeran jókst ekki með auknu sáðmagni. En aukið sáðmagn jók spírunarhlutfall, þéttleika plantna og olíu- og próteinhlutfall í uppskornum fræjum. Niðurstöður rannsóknarinnar leiddu einnig í ljós að próteinmagn í fræi er í öfugu hlutfalli við olíumagnið. Það er, að því meiri olía því minna hlutfall af próteini. Aukið sáðmagn hafði einnig í för með sér að stytta tímamann sem tók plöntuna að þroskast, blómgunin hófst fyrr og lauk fyrr (Harker ofl., 2015). Núverandi ráðlagður sáðskammtur héraendis eru 5-10 kg á hektara (Fóðurjurtir í íslensku ræktunarlendi).

Hvassviðri fyrir uppskeru getur valdið umtalsverðu tapi en einnig getur tap orðið við skurð og þreskingu (Þóroddur Sveinsson & Jónatan Hermannsson, 2009). Þar með er líkleggra að fullnægjandi uppskera náist þar sem veðursæld er ríkjandi (Sveinn Rúnar Ragnarsson, 2013). Þetta á þó við reppu en þar sem neþja er harðgerðari mætti áætla að hlutfall taps sé ekki svo hátt. Rannsókn sem gerð var yfir þriggja ára tímabil eða á árunum 1986-89 í suðaustur Bandaríkjunum sýndi að tap vegna vélrænna aðferða nam 21-66%. Að auki kom í ljós að með því að uppskera að nóttu til, náðist mesta samræmi á milli raka og hitastigs sem í kjölfar dró úr tapi (Thomas, Breve & Raymer, 1991).

Síðustu áratugi hafa verið þróaðar aðferðir til þess að koma í veg fyrir frætáp sem kann að verða við hefðbundna þreskingu. Í hefðbundinni þreskingu er meiri hluti akursins orðinn fullþroska og fræbelgirnir því orðnir afar viðkvæmir fyrir höggi sem kann að leiða til þess að belgirnir springa og fræin tapast. Múgsláttur (*e. windrowing*) er aðferð sem styttr þroskunartíma og kemur í veg fyrir frætáp í samanburði við hefðbundna þreskingu. Þessi aðferð er þó viðkvæm fyrir vindálagi. Ákjósanlegasti tíminn til múgsláttar er þegar um 60% fræja á aðalstönglinum hafa náð fullum þroska og breytt um lit. Þá eru plönturnar slegnar og settar í múga sem þær klára þroskastigið í. Ýting (*e. pushing*) er aðferð þar sem plöntunum er þrýst niður til þess að koma í veg fyrir að uppskeran verði fyrir tjóni af völdum vinds. Með þessari aðferð eru plönturnar enn fastar við rötarkerfið og geta haldið áfram að þroskast með eðlilegum hætti (Irvine & Lafond, 2010).

Gerður var samanburður á múgslætti og ýtingu í vestur Kanada yfir þriggja ára tímabil rétt eftir aldamótin 2000. Þar kom í ljós að með ýtingar aðferðinni fékkst alla jafnan hærri fræuppskera ($p > 0,05$) en olíuhlutfallið í fræinu lækkaði ($p > 0,05$) (Irvine & Lafond, 2010).

Óhagstætt veðurfar er þó ekki það eina sem getur valdið því að akurinn verði fyrir áföllum. Til eru ýmsir skaðvaldar líkt og kálfluga, kálæxlaveiki, mjöldögg og brúnrot sem geta valdið tjóni

eða jafnvel stórtjóni (Guðni Þorvaldsson & Halldór Sverrisson, 2005). Tvö síðarnefndu eru þó ekki þekkt héraendis en brúnrot hefur fundist í gulrófum (*Brassica napobrassica*) á einum bæ sem vitað er um (Halldór Sverrisson, 1999). Regluleg sáðskipti, hvíld lands, kölkun og varnarefni eru dæmi um aðferðir sem ætlaðar eru til þess að verjast sjúkdómum (Guðni Þorvaldsson & Halldór Sverrisson, 2005).

Kakan sem fellur til við pressun á fræjum er alla jafnan um 2/3 á móti olfunni. Kakan hefur verið ýmist kölluð hrat eða mjöl en í framhaldinu verður talað um repjuköku fyrir bæði afbrigði olfunepju- og repju. Repjukökuna má nýta sem hráefni í kjarnfóður fyrir búfé og til fiskeldis. Efnainnihald kökunnar er alla jafnan um 5-18% fita og 30% prótein ásamt trefjum, steinefnum og vatni (Samgöngu- og sveitastjórnarráðuneytið, 2021).

Repjukökuna má gefa beint í heilfóðurblandara ef hann stenst kröfur um gæði, en huga þarf að magninu sem fer í blandarann. Einmaga dýr og fiskar eru þórnari fyrir herra hlutfalli af fitu heldur en fjölmaga dýr líkt og kýr.

Það er misjafnt hvað fellur til af efnainnihaldi í repjukökunni við pressun fræja. Hvort um er að ræða kald- eða heitpressun. Á árunum 1998-2002 í Eistlandi var gerður samanburður á efnainnihaldi köku eftir hvort um réði heit- eða kaldpressun. Kakan sem fékkst við pressun við 60°C hita var kaldpressuð en heitpressun var við hitastig á bilinu 98-112°C. Niðurstöður rannsóknarinnar bentu til þess að kaldpressuð repjukaka innihélt lægra hlutfall af próteini, trefjum og leysanlegu kolvetni en herra hlutfall af fitu og meiri orku. Rannsakendur ályktuðu að það væri vegna þess að fitan hefði áhrif á hlutfall annarra efna og eftir því sem pressað var við herra hitastig breyttist hlutfall efna (Leming & Lember, 2005). Frekari niðurstöður rannsóknarinnar má sjá í töflu 1.

Tafla 1. Munur á efnainnihaldi kald- og heitpressaðari repjuköku, Leming & Lember, 2005.

	Kaldpressun 60°C	Heitpressun 98-112°C	Mismunur
Þurrefni, %	100	100	0,00
Hrá prótein, %	30,6	36,1	-5,53
Hrá fita, %	19,4	12,2	7,18
Hrá trefjar, %	12,2	13,1	-0,88
Leysanleg kolvetni, %	30,8	32,2	-1,45
Hrá aska, %	7,1	7,1	0,04
Fosfór, %	1,5	1,0	0,45
Kalsíum, %	1,0	0,7	0,26
Brúttóorka, MJ/kg	22,9	21,5	1,33
Efnaskiptanleg orka, MJ/kg	15,8	14,8	1,05

Markmið

Markmið þessa verkefnis sem hér er kynnt var að þróa ræktunartækni vetrarnepju með því að auka vetrarlifun við íslenskar aðstæður.

Rannsóknarspurningar tilraunarinnar eru eftirfarandi;

- (1) Hefur áburðarmagn áhrif á lifun, þroskunarferil og uppskeru nepju?
- (2) Hefur sáðmagn áhrif á lifun, þroskunarferil og uppskeru nepju?
- (3) Hvert er hentugt áburðarmagn fyrir nepju?
- (4) Hvert er hentugt sáðmagn fyrir nepju?
- (5) Hefur sáðmagn áhrif á hlutfall repjuköku og olíu og hlutfall fitu og próteins í repjuköku?
- (6) Hefur áburðarmagn áhrif á hlutfall repjuköku og olíu og hlutfall fitu og próteins í repjuköku?

Efni og aðferðir

Skipulag og meðferð

Lögð var út tilraun þann 10.7.2020 í Spildu nr. 2 sem ber nafnið Skömmin og er staðsett á Hvanneyri með vetraryrkinu *Largo*. Jarðvegurinn í Skömminni hefur háa rúmpýngd og sýrustig sem gefur til kynna lítið af lífrænum efnum. Jarðvegurinn flokkast sem brúnjörð (*Brown Andosol*) sem einkennist af litlu magni af leir og lífrænum efnum og meira af mól og sandi. Niðurstöður jarðvegsefnagreina má finna í töflu 2.

Tafla 2. Niðurstöður jarðvegsefnagreininga á sýrustigi (pH), Fosfór (P), Kalsíum (Ca), Magnesíum (Mg), Kalí (K), Natríum (Na), Mangan (Mn), Kopar (Cu) og Zink (Zn) fyrir Skömmina

Staðsetning í akri	pH	P mg/kg	Ca mg/kg	Mg mg/kg	K mg/kg	Na mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Rúmpýngd gr/cm ³
Norður	5,61	4	1206	655	82	105	75	5,7	2,2	0,77
Suður	5,32	9	1063	535	137	390	63	5,7	6,7	0,79
Meðaltal	5,47	6,5	1135	595	110	248	69	5,7	4,5	0,78

Skömmin var plægð árið 2019 og þann 25. júní 2020 var úðað með plöntuvarnarefniinu Round-Up. Tveimur vikum síðar var slegið með ruddasláttuvél og spildan herfuð með pinnatætara, völtuð og að lokum sáð í með olíunepjuyrkinu *Largo* með tilraunasáningarvél af gerðinni Haldrup SB-25. Þrenns konar sáðmagnsliðir voru bornir saman; (A) 4 kg/ha (B) 8 kg/ha og (C) 16 kg/ha. Áburðurinn (13-15-18) var felldur niður með fræinu í rönd með Amazon diskasáðfótum. Áburðarliðirnir voru einnig þrír (1) 30 kg N/ha (2) 60 kg N/ha og (3) 90 kg N/ha. Þann 3. maí 2021 var borið á 550 kg/ha af 20-10-10. Vordaginn 11. maí 2021 var bætt við 12,5 gr af P og u.þ.b. 50 gr af kalki á hvern reiti. Borið var á tvisvar, með sáningu og aftur að vori. Við sáningu fengu reitirnir mismunandi áburðarskammt en um vorið fengu allir sama skammtinn. Áborin næringarefni má sjá í töflu 3.

Tafla 3. Áborin næringarefni annars vegar við sáningu og hins vegar að vori

		Áborin næringarefni af tilbúnum áburði, kg/ha						
	Áborið dags.	N	P	K	Ca	Mg	S	B
Áburður hausti								
Áburðarskammtur 1 (30N)	10. júlí 2020	30	35	42	0	0,3	4,2	0,1
Áburðarskammtur 2 (60N)	-	60	69	83	0	0,6	8,4	0,2
Áburðarskammtur 3 (90N)	-	90	104	125	0	0,9	12,6	0,3
Áburður að vori								
Allir reitir	3. maí 2021	107	22	43	0	0	11	0
Allir reitir	11. maí 2021	0	25	0	35	1,4	0	0

Mælingar

Vikulega voru gerðar mælingar á grænkustuðli til þess að meta vaxtarferli nepjunnar. Hæð var mæld þangað til plönturnar voru farnar að leggjast og lifun vetrarnepjunnar metin með sjónrænu mati fyrstu sex vikurnar á skalanum 1-10. Fyrsta mælingin fyrir vetrarnepjuna var gerð 28. apríl. Hæð var mæld sem meðalhæð reitsins. Á vikufresti yfir vaxtartímabilið var grænka mæld (NDVI) með grænkustuðulsmæli af gerðinni Greenseeker frá Trimble sem mælir hlutfall grænku frá 0-1. Uppskorið var þann 9. september með Haldrup C-70 reitapreskivél. Tekin voru sýni úr hverjum reit fyrir sig og sett í þurrkofn. Sýnin voru þurrkuð í tæpa fjóra sólarhringa við 55°C. Sýnin fóru að lokinni þurrkun öll í gegnum fræhreinsivél sem aðskildi skálpa og hismi frá fræjunum. Hlutfall fræja eftir fræhreinsun, þurrefnishlutfall við skurð (þe), uppskera (tonn þe/ha), þúsundkornavigt (g) og rúmpýngd (g/100 mL) var mælt að þurrkun lokinni.

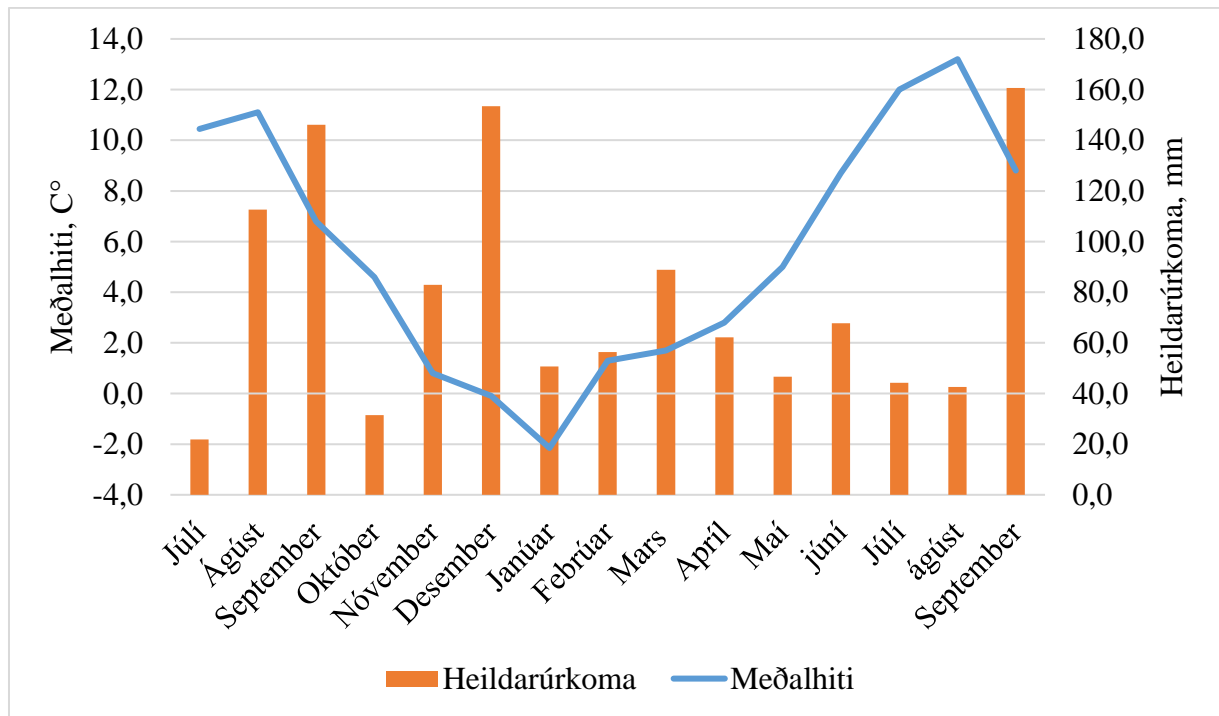
Aðferð var þróuð til þess að allir meðferðaliðir fengju sömu meðferð við pressun. Fræin voru pressuð með fræpressunarvél (mynd 2) af gerðinni Nature fuel oilpress NF 500 og voru fræin pressuð við tiltölulega lágan hita eða í um 50-60°C. Olían var látin standa í um sex vikur til að fá botnfall en þá var hún síuð til að fá öll óhreinindi í burtu. Kakan var möluð með DeLonghi eldhúskvörn. Kakan var fitumæld með Soxhlet aðferð en sýnin voru öll send til Efnagreiningar ehf. til próteingreiningar þar sem N var greint með Dumas aðferð.



Mynd 2. Fræpressan

Veðurfar

Upplýsingar um veðurfar frá sáningu vetrarneþju til þess dags sem uppskorið var má sjá á mynd 3. Vorið var kalt og frostlyftingar áberandi.



Mynd 3. Meðalhiti og heildarúrkoma fyrir hvern mánuð á Hvanneyri frá sáningu til uppskerudags

Úrvinnsla gagna

Allir tölfræðiútreikningar voru gerðir í tölfræðiforritinu R og myndir voru unnar í Microsoft Excel. Eftifarandi módel var notað í útreikningum:

$$Y_{áse} = \mu + \alpha_a + \beta_s + (\alpha\beta)_{ás} + E_{áse}$$

Þar sem $Y_{áse}$ er mælda breytan eftir áburðarskammti (a) og sáðskammti (s) og endurtekningu (e), μ er meðaltalið, α_a eru áhrif áburðarskammtar, β_s eru áhrif sáðskammtar, $(\alpha\beta)_{ás}$ eru samspilshrif áburðar og sáðskammtar, og $E_{áse}$ er skekkjan af áburðarskammti, sáðskammti og endurtekningum.

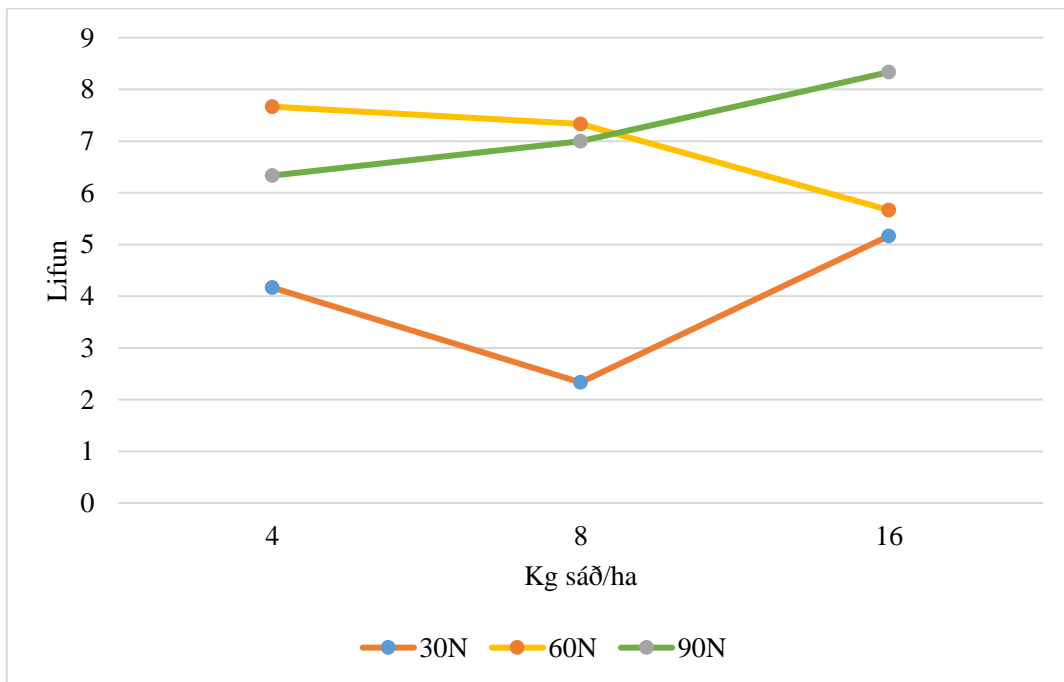
Notast var við tukey próf (e. Tukey's Test) til að reikna marktækni milli hópa.

Niðurstöður

Niðurstöðurnar sem hér eru birtar eru byggðar á gögnum þar sem meðferðarliðirnir voru alltaf marktækir, en aldrei voru marktæk samspilsáhrif milli meðferðaliða. Grunntöflur sem forsendur allra útreikninga er að finna í töflum 12 og 13 í viðauka A. Í viðauka B má finna ljósmyndir af vaxtarferli neppunnar sem og myndir af olúpressunarferlinu.

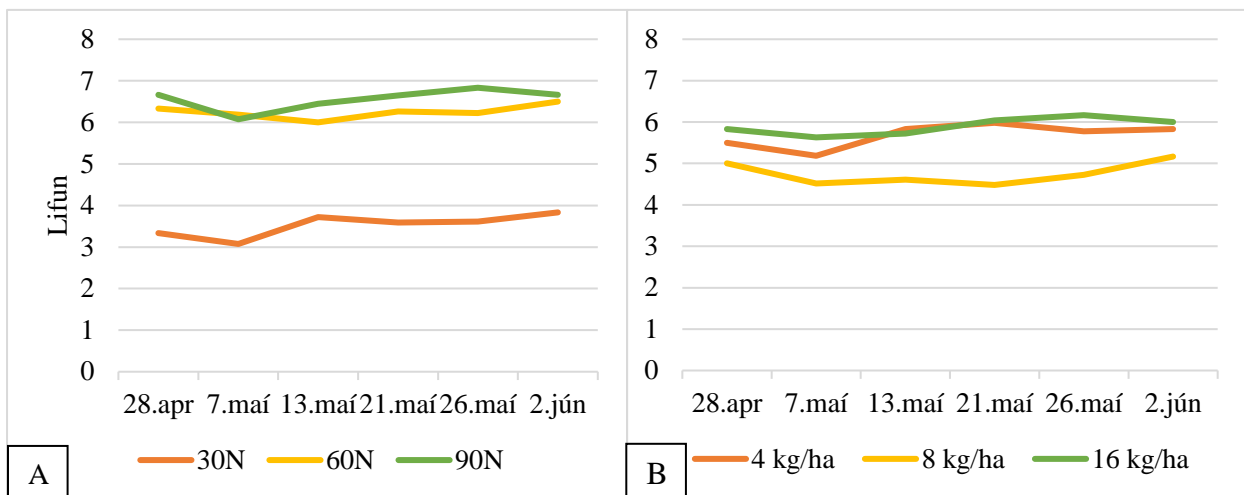
Áhrif áburðar- og sáðmagns á vetrarlifun

Vetrarlifun var metin sjónrænt þann 28. apríl, sem jafnframt var fyrsti dagur mælinga. Hámarktækni ($p < 0,01$) var fyrir áburðarmagn og marktækni ($p < 0,05$) fyrir áhrif sáðskammta. Samspilsáhrifin voru ekki marktæk og útskýrðu hverfandi hlutfall breytileikans. Lifunin við stærsta áburðarskammtinn (90N) jókst eftir því sem sáðskammtarnir stækkuðu. Lifunin minnkaði við mið-áburðarskammt 60N eftir því sem sáðskammturinn jókst. Áhrif 30N var lágt við lægsta sáðmagn og lækkaði í öðrum en hækkar svo aftur í stærsta sáðskammtinum. Áburðarskammtur 30N er lakastur við alla sáðskammta. Lifunin er mest í 16 kg/ha með 90N en lakastur í 8 kg/ha með 30N (mynd 4).



Mynd 4. Vetrarlifun metið sjónrænt 28. apríl 2021 eftir samspili sáðmagns og áburðarmagns (kg N/ha)

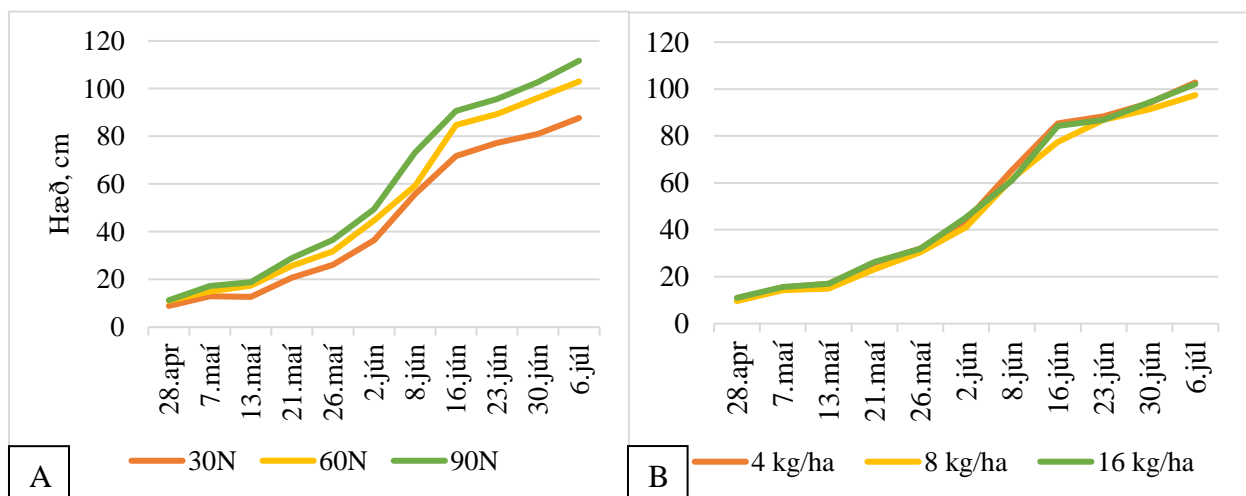
Niðurstöður lifunar frá 28. apríl til 2. júní eftir áburðarskömmtum sýndu að lægsti áburðarskammturinn (30N) var með lægstu lifunina eða á bilinu 3,1-3,8 að meðaltali en stærri áburðarskammtarnir tveir voru á bilinu 6,0-6,8 að meðaltali. Lifun minnkaði til 7. maí frá 28. apríl en jókst eftir það. Niðurstöður lifunar frá 28. apríl til 2. júní eftir sáðskömmtum sýndu að mið-sáðskammturinn (8kg/ha) var með lægstu lifunina með meðaltöl á bilinu 4,5-5,2 en meðaltöl fyrir lægsta og stærsta sáðskammtinn voru 5,2-6,2. Niðurstöður beggja meðferðarliða fyrir lifun má sjá á mynd 5.



Mynd 5. Vetrarlifun neþju eftir A) áburðarmagni (kg N/ha) og B) eftir sáðmagni

Áhrif áburðar- og sáðmagns á hæð plantanna yfir vaxtartímann

Niðurstöður fyrir áhrif áburðar- og sáðmagns á hæð má sjá á töflu 4. Niðurstöður sýndu að hæsti áburðarskammturinn skilaði hæstu plöntunum 111,7 cm að meðaltali þann 6. júlí en lægsti áburðarskammtur 30N skilaði lægstu plöntunum 87,7 cm, mið áburðarskammtur sýndi 103,0 cm háar plöntur að meðaltali sama dag. Yfir vaxtartímabilið var hæsti áburðarskammturinn alltaf með hæstu plönturnar og lægsti áburðarskammturinn með þær lægstu. Niðurstöður fyrir sáðskammta sýndu að hæð neþjunnar fór hækkandi fyrri hluta sumars en vex svo hratt fram að 16. júní. Síðan hægist á vextinum. Þann 6. júlí var sáðskammtur 1 með hæstu plönturnar að meðaltali 102,8 cm og mið sáðskammturinn með lægstu plönturnar eða 97,4 cm. Sáðskammtur 3 var með að meðaltali 102,1 cm háar plöntur þann 6. júlí. Ómarktækur munur reyndist vera milli allra mælinga. Myndrænar niðurstöður fyrir hæðarmælingu yfir vaxtartímann eftir áburðar- og sáðskömmtum má sjá á mynd 6.



Mynd 6. Áhrif A) áburðarmagns (kg N/ha) og B) sáðmagns á hæð fram til 6. júlí 2021

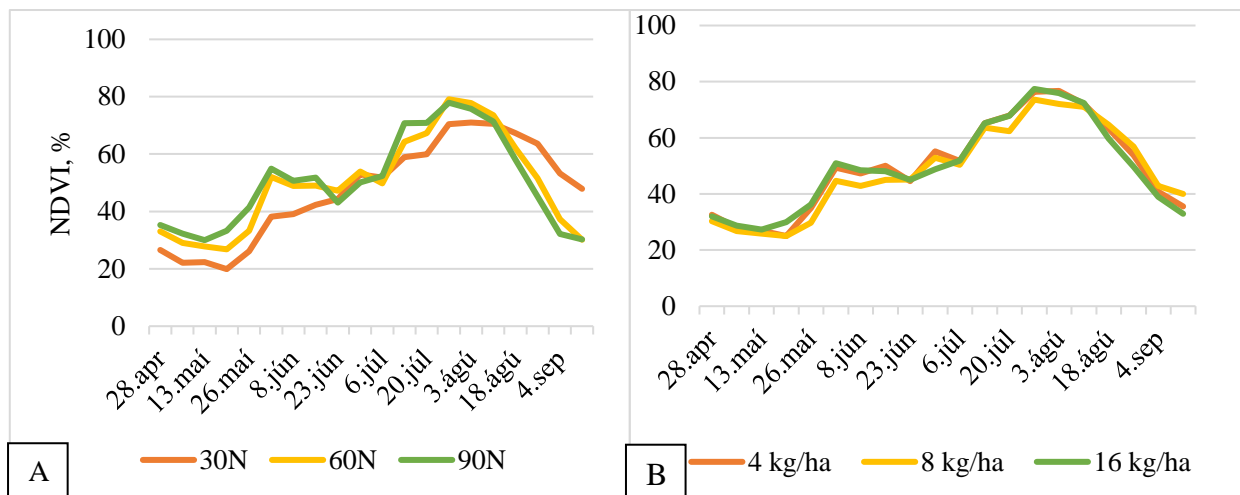
Tafla 4. Hæðarmælingar yfir vaxtartímann eftir áburðarmagni (kg N/ha) og sáðmagni

	28.apríl	7.maí	13.maí	21.maí	26.maí	2.júní	8.júní	16.júní	23.júní	30.júní	6.júlí
Áburðar- magn											
30N	8,9	13,0b	12,7b	20,7b	26,1c	36,4b	55,7b	71,7b	77,2b	81,0b	87,7b
60N	11,1	15,0ab	17,4a	25,7a	31,7b	44,7a	59,2ab	84,8a	89,3a	96,2a	103,0a
90N	11,3	17,2b	18,9a	28,9a	36,6a	49,4a	73,2a	90,6a	95,6a	102,8a	111,7a
Sáðmagn kg/ha											
4	10,8	15,3	17,0	25,8	32,0	44,0	65,4	85,3	88,4	94,1	102,8
8	9,6	14,3	15,0	23,1	30,4	41,1	61,7	77,4	86,8	91,4	97,4
16	11,0	15,6	17,0	26,3	31,9	45,4	61,0	84,2	86,9	94,4	102,1

Bókstafir (a,b,c) merkja marktækni ($p < 0,05$) milli hópa

Áhrif áburðar- og sáðmagns á grænkustuðul yfir vaxtartímann

Niðurstöður fyrir áhrif mismunandi áburðarmagns á grænkustuðul sýndu að minnsti áburðarskammturinn (30N) var með lægsta grænkustuðulinn að meðaltali í upphafi mælinga (26,6%) og helst lægstur fram að 23. júní. Um miðjan júlí var lægsti áburðarskammturinn einnig lægstur fram til 10. ágúst. Stærsti áburðarskammturinn var með hæsta grænkustuðulinn í upphafi vaxtartímabilsins (35,3%) og er að jafnaði með hæsta grænkustuðulinn fram að fræproska (um 6. júlí). Grænkustuðullinn byrjaði að falla hjá öllum skömmtum um 3. ágúst en þá er farið að líða að seinni hluta vaxtartímabilsins. Við uppskurð þann 8. september var hæsti og mið áburðarskammturinn með lægsta grænkustuðulinn (30,2%) en lægsti skammturinn með hæsta stuðulinn (47,9%). Niðurstöður fyrir áhrif mismunandi sáðmagns á grænkustuðul sýndu að grænkustuðullinn fór ört hækkandi eftir 2. júní en lækkaði við blómgun fram í seinni hluta júní. Stuðullinn hækkaði á ný frá 23. júní til 3. ágúst og féll fram að skurði. Ferillinn var sambærilegur fyrir alla sáðskammta en lægsti sáðskammturinn (4 kg/ha) sýndi hæsta grænkustuðulinn í upphafi vaxtartímabilsins (32,6%) og mið sáðskammturinn (8 kg/ha) sýndi hæsta grænkustuðulinn í lok vaxtartímabilsins (40,0%). Undir lok vaxtartímabilsins (20. ágúst) lækkaði grænkustuðullinn mest hjá stærsta sáðskammtinum (16 kg/ha). Mynd 7 sýnir niðurstöður grænkustuðuls eftir áburðar- og sáðmagni myndrænt.



Mynd 7. Áhrif mismunandi A) áburðarmagns (kg N/ha) og B) sáðmagns á grænkustuðul yfir vaxtartímabilið

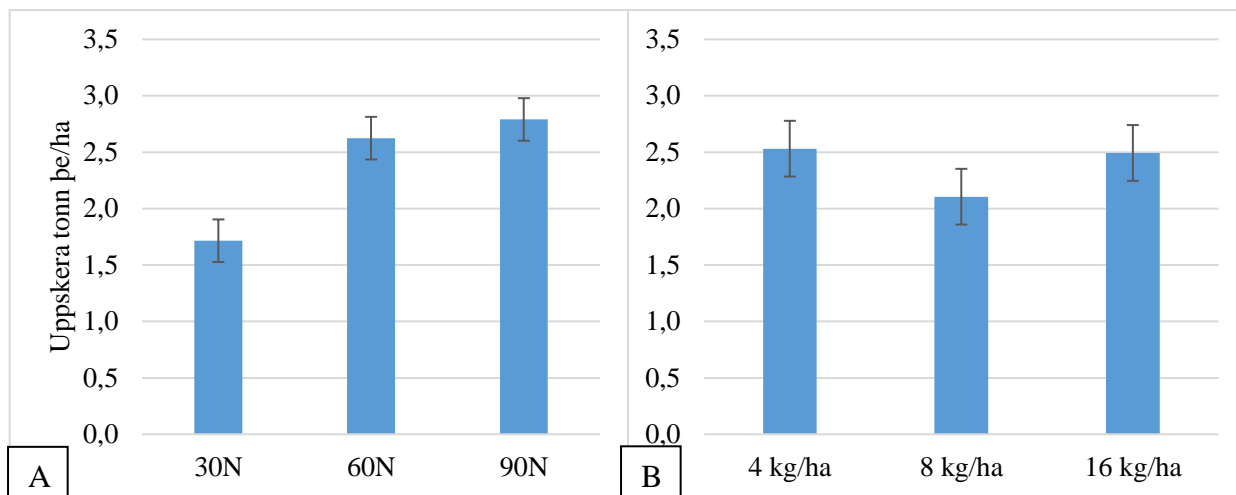
Áhrif áburðar- og sáðmagns á uppskerumagn og frægæði

Niðurstöður fyrir áhrif áburðarmagns sýndu að marktækur ($p < 0,05$) munur reyndist vera fyrir áburðarmagn allra mældra eiginleika nema þkv. Stærsti áburðarskammturinn (90N) var með hæstu meðaltölin í öllum eiginleikum og minnsti áburðarskammturinn (30N) með lægstu meðaltölin nema í rúmþyngd. Mið-áburðarskammturinn (60N) var með lægstu ($p > 0,05$) rúmþyngdina (65,15 g/100mL). Niðurstöður fyrir áhrif sáðmagns á uppskeru sýndu að ómarktækur ($p > 0,05$) munur reyndist vera milli sáðmagns og mældra eiginleika. Mið sáðskammtur (8 kg/ha) var með mesta hlutfall fræja eftir fræhreinsun (96%), mesta þurrefnið ásamt stærsta sáðskammtinum (72%) en lægsti sáðskammtur var með lægstu rúmþyngdina (65,59 g/100mL). Ráðlagður skammtur (8 kg/ha) var með minnstu uppskeruna (2,1 tonn þe/ha) eða 16% lægri en hjá hinum sáðskömmtunum. Lægsti og hæsti sáðskammturinn voru með sömu meðaltöl í öllum þáttum nema þurrefni og rúmþyngd. Lægsti sáðskammtur var með lægsta þurrefnishlutfallið (71%) en stærri skammtarnir voru með 1% herra þurrefni. Stærsti sáðskammturinn var með 65,83 g/100mL og sá lægsti með 65,59 g/100mL og munaði því 0,4%. Þúsundkornþyngd hélst óbreytt eftir skömmtum og rúmþyngdin jókst um að meðaltali 0,18% eftir því sem sáðskammturinn varð stærri (tafla 5). Niðurstöður uppskeru eftir áburðar- og sáðmagni má sjá myndrænt á mynd 8.

Tafla 5. Niðurstöður uppskerumælinga fyrir áburðar- og sáðmagn

	Hlutfall fræja eftir fræhreinsun, %	Þe, %	Uppskera Tonn þe/ha	Þkv, gr	Rúmþyngd g/100 mL
Áburðarmagn (kg N/ha)					
30 N	94a	68a	1,7a	2,77	65,21a
60 N	95ab	72b	2,6b	2,81	65,15a
90 N	97 b	75c	2,8b	2,83	66,73b
Sáðmagn kg/ha					
4	95	71	2,5	2,81	65,59
8	96	72	2,1	2,80	65,68
15	95	72	2,5	2,81	65,83

Bókstafir (a,b,c) merkir marktækni ($p < 0,05$) milli hópa



Mynd 8. Uppskera eftir A) áburðarmagni (kg N/ha) og B) sáðmagni

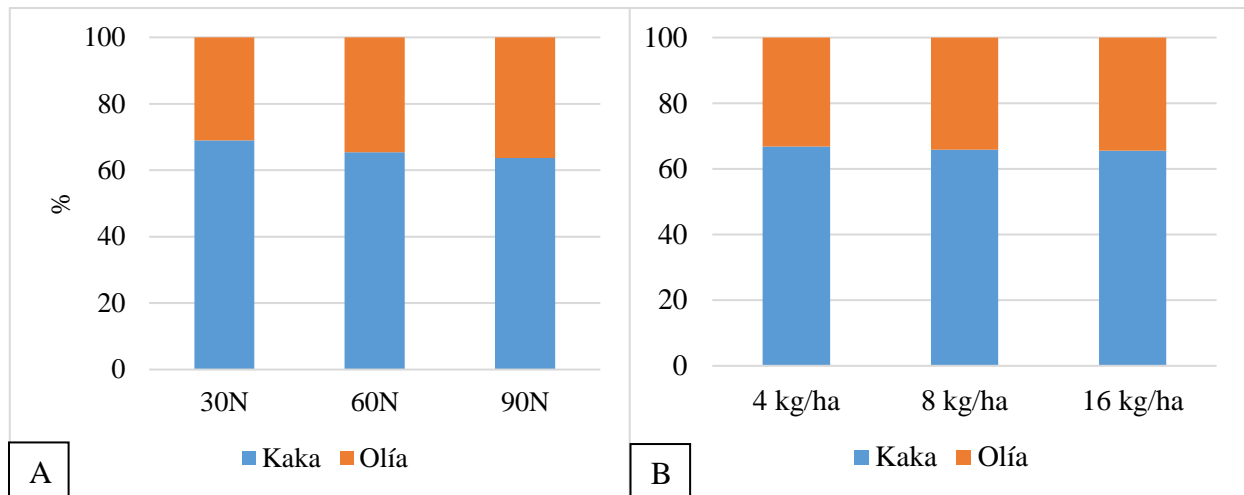
Áhrif áburðar- og sáðmagns á olíuhlutfall

Niðurstöður fyrir áhrif áburðar- og sáðskömmtum á hlutfall olíu og köku í fræinu má sjá í töflu 6. Niðurstöður sýndu að marktækur munur ($p > 0,05$) reyndist vera milli áburðarskammta og mældra eiginleika. Eftir því sem áburðarskammturinn varð stærri því herra hlutfall var af olíu. Áburðarskammturinn 90N skilaði því 36,3% olíu á móti 63,7% af repjuköku á meðan 30N skilaði 31,0% af olíu á móti 69% köku. Marktækur munur reyndist vera milli 30N og 90N í hlutfall olíu og köku en ómarktækur milli 60N og hinna áburðarskammtanna. Stærsti áburðarskammturinn (90N) skilaði mestri olíu á hektara (1,0 tonn/olíu á ha) en lægsti skammturinn minnstri olíu (0,6 tonn/olíu á ha). Marktækur munur var á milli 30N og hinna skammtanna en munurinn var ómarktækur milli 60N og 90N. Niðurstöður fyrir áhrif sáðmagns á hlutfall olíu og repjuköku sýndu að ómarktækur munur var á milli sáðskammta og mældra eiginleika. Eftir því sem sáðskammturinn var hærri því herra hlutfall af olíu var í fræjunum ($p > 0,05$). Lægsti sáðskammturinn (4 kg/ha) skilaði 66,8% af köku á móti 33,2% af olíu á meðan hæsti sáðskammturinn (16 kg/ha) skilaði 65,6% köku og 34,4% af olíu. Mið sáðskammturinn (ráðlagður sáðskammtur) skilaði 0,7 tonn/olíu á ha en lægsti og stærsti sáðskammturinn skilufu jafn mikilli olíu á hektara (0,9 tonn/olíu á ha). Myndræna framsetningu niðurstaða hlutfalls repjuköku og olíu eftir áburðar- og sáðskömmtum má sjá á mynd 9. Mynd 10 sýnir tonn olíu/ha eftir áburðar- og sáðmagni.

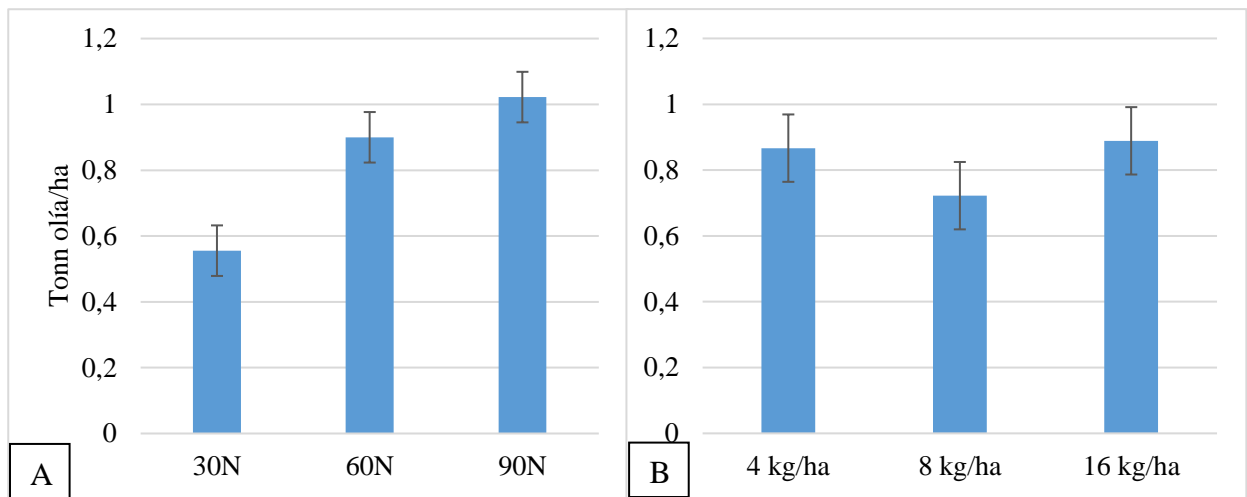
Tafla 6. Niðurstöður pressunar fyrir áburðar- og sáðmagn

	Repjukaka, %	Olía, %	Tonn/olíu á hektara
Áburðarmagn (kg N/ha)			
30N	69,0a	31,0a	0,6b
60N	65,4ab	34,6ab	0,9a
90N	63,7b	36,3b	1,0a
Sáðmagn kg/ha			
4	66,8	33,2	0,9
8	65,8	34,2	0,7
16	65,6	34,4	0,9

Bókstafir (a,b) merkja marktækni milli hópa



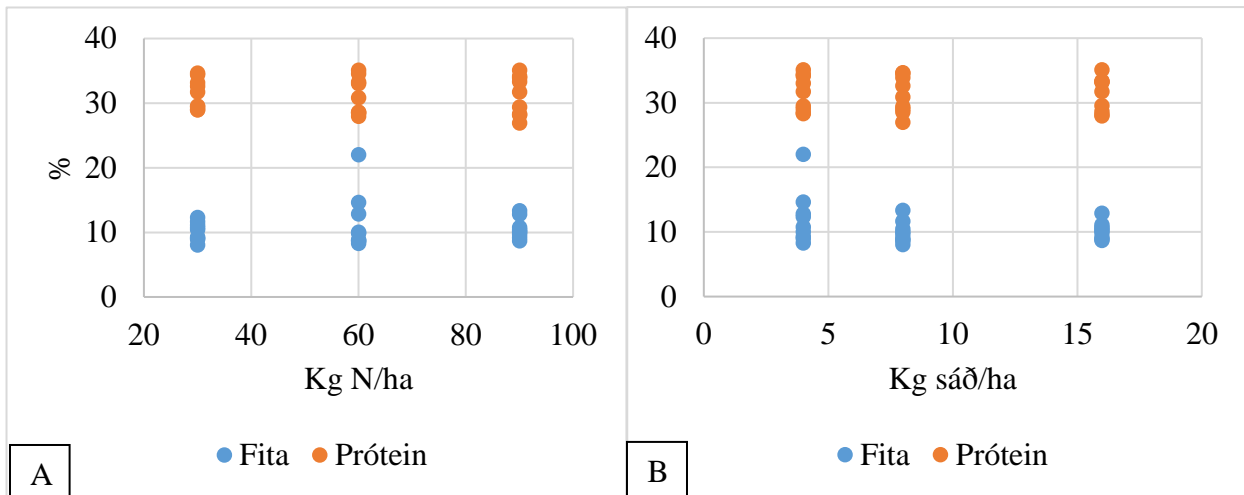
Mynd 9. Hlutfall repjuköku og olíu í fræi eftir A) áburðarmagni (kg N/ha) og B) sáðmagni



Mynd 10. Tonn olía á hektara eftir A) áburðarmagni (kg N/ha) og B) sáðmagni

Áhrif mismunandi áburðar- og sáðskammta á innihald próteins og fitu í repjuköku

Mynd 11 sýnir dreifingu gagna fyrir fitu og prótein í repjuköku annars vegar eftir áburðarskömmtum og hins vegar eftir sáðskömmtum. Mesta dreifingin var við miðjan áburðarskammtinn (60N) og við lágsta sáðskammt (4 kg/ha). Einn útlagi reyndist vera í fitumælingunni en hann mældist 22,02%.



Mynd 11. Dreifing fitu- og próteingagna í repjuköku eftir A) áburðarmagni og B) sáðmagni

Niðurstöður fitu- og próteinmælinga repjukökunnar eftir áburðar- og sáðskömmtum má sjá í töflu 7. Ómarktækur munur reyndist vera á milli áburðarskammta og fituhlutfalls. Fituhlutfallið var lægst í kökunni sem fékk minnst af áburði en mið áburðarskammturinn skilaði mestri fitu í repjukökunni. Ómarktækur munur var einnig á próteinhlutfallinu í kökunni eftir áburðarskömmtum. Hverfandi munur var milli skammta en mesta próteinið var að finna í lægsta áburðarskammtinum. Lægsti sáðskammtur skilaði mestri fitu (12,1%) og mið sáðskammturinn lægsta fituhlutfalli (10,0%). Próteinhlutfallið var á bilinu 31,2-31,5% og reyndist hæst hjá lægsta sáðskammtinum. Ómarktækur munur var á milli sáðskammta.

Tafla 7. Niðurstöður fitu- og próteinmælinga á repjuköku eftir áburðar- og sáðmagni

	Fita, %	Prótein, %
Áburðarmagn (kg N/ha)		
30N	10,2	31,5
60N	11,5	31,2
90N	10,6	31,2
Sáðmagn kg/ha		
4	12,1	31,5
8	10,0	31,2
16	10,2	31,2

Umræður

Hér á landi hefur verið skortur á upplýsingum um áburðar- og sáðmagn í ræktun á vetrarnepju og eru helstu upplýsingar fengnar erlendis frá. Ræktunarleiðbeiningar sem eru fengnar frá öðrum löndum henta oft ekki íslenskum aðstæðum og því er mikilvægt að rannsaka og gefa út leiðbeiningar sem bændur á Íslandi geta notast við í sinni ræktun.

Meiri breytileika mátti sjá á milli áburðarliða heldur en sáðmagnsliða í niðurstöðum tilraunarinnar. Eftir því sem áburður að hausti var meiri jókst lifun að vori (mynd 5). Niðurstöður sýndu að ef gefinn er of lágur áburðarskammtur (30N) minnkar vetrarlifun plantna. Jarðvegsgerðin í tilrauninni einkenndist af mól, leir og ófrjósemi en samkvæmt Sveini Rúnari Ragnarssyni (2013) þarf jarðvegur að vera frjósamur til þess að ná sem mestri lifun yfir veturinn. Niðurstöður þessarar rannsóknar bentu til þess að hægt sé að auka lifun með hærri haust-áburðarskömmtum í ófrjósumum jarðvegsgerðum. Nepjan hefur takmarkað svell- og vatnsþol (Þóroddur Sveinsson & Jónatan Hermannsson, 2009) en svell/pollar mynduðust í einstaka reitum sem varð til þess að plönturnar voru seinni í þroska en sambærilegir reitir. Frost var talsvert um veturinn en svo virtist sem vetrarnepjan þyldi það vel en það er sambærilegt rannsóknnum Þórodds Sveinssonar og Jónatans Hermannssonar (2009).

Niðurstöður mælinga á grænkustuðli sýndu að plönturnar í reitum sem hlutu stærsta áburðarskammtinn að hausti hrakaði til 13. maí en tóku þá við sér (mynd 7) á meðan lægsti áburðarskammtur tók ekki við sér fyrr en viku síðar. Þegar leið á sumarið hækkaði grænkustuðullinn en staðnaði og lækkaði yfir blómgunartíman. Blómgunin varði í um fjórar vikur og fylling fræbelgja hófst eftir blómgun. Grænkustuðullinn hækkaði enn á ný eftir blómgunina en í lok júlí lækkaði grænkustuðullinn verulega þegar fræbelgirnir fóru að þroskast og breyta um lit. Daginn fyrir uppskeru var síðasta grænkustuðulsmælingin gerð og voru mest þroskuðustu reitirnir brúnir að lit og því lítil sem engin blaðgræna til staðar í plöntunni. Undantekning var þó hjá reitunum sem hlutu lægsta áburðarskammtinn en þeir voru enn að mestu leyti óþroskaðir og grænir.

Áburðarskammtur gefinn að hausti hafði marktæk áhrif á þroskaferil plantnanna. Þær plöntur sem fengu stærsta áburðarskammtinn (90N) sýndu hærri lifun, grænkustuðul og hæð (myndir 5, 6 & 7). Svo virðist sem að lágur áburðarskammtur seinki öllum stigum þroska og grósku plantnanna sem leiddi til seinkunnar á kynvexti og fræþroska. Með því að hækka áburðarskammtinn að hausti úr 30N í 60N fæst 38% meiri uppskera og úr 60N í 90N eykst uppskeran um rúm 6%. Eftir því sem áburðarmagn er hærra fæst hærra hlutfall fræja sem eftir verða eftir hreinsun, hærra þurrefnishlutfall og meiri uppskera. Hæsti áburðarskammtur (90N) gaf mestu rúmþyngdina. Þessar niðurstöður voru sambærilegar þeim niðurstöðum sem Ahmadi & Bahrani (2009) fengu.

Vetrarlifun sáðskammta 1 og 3 var áþekk en núverandi ráðlagður sáðskammtur (8 kg/ha) sýndi verstu lifunina eftir veturinn (mynd 5). Því virðist sáðskammturinn 1 og 3 eiga meiri möguleika á að lifa veturinn af samanborið við ráðlagðan sáðskammt. Sáðmagn hafði ekki mikil áhrif á grænkustuðul yfir vaxtartímabilið. Sáðskammtur 3 var þó ávallt á undan í þroska rétt eins og niðurstöður Harker ofl. (2015) gáfu til kynna. Sáðskammtur 1 var rétt á eftir þeim stærsta í þroska en mið sáðskammturinn var lengur að ná sama þroska (mynd 7).

Hæð vetrarneþjunnar jókst nokkuð hratt frá fyrsta degi mælinga fram að 16. júní eða um 1,5 cm á dag. Sáðmagn virtist ekki hafa mikil áhrif á vaxtarhraða plantnanna yfir vaxtartímabilið (mynd 6). Sáðskammtur 1 var með hæstu plönturnar og mið sáðskammturinn var með lægstu plönturnar. Þetta gæti stafað af því að við lágan sáðskammt eru fáar plöntur og minni samkeppni um næringarefni og sólarljós sem gerir það að verkum að þær verða hærri.

Ráðlagður sáðskammtur (8kg/ha) skilaði minnstu uppskeru í tilrauninni (tafla 5). Samkvæmt niðurstöðum Harker o.fl. (2015) fæst ekki hærri uppskera með auknu sáðmagni. Niðurstöður þessarar rannsóknar sýna hins vegar að sama uppskera fæst með því að nota annars vegar 4 kg/ha eða 16 kg/ha en lakari uppskera af 8 kg/ha. Enn fremur sýndu niðurstöðurnar ómarktækan lítinn mun milli sáðskammta og hlutfall fræja eftir fræhreinsun, þ.e.%, þkv og rúmþyngdar.

Þekkt er að veðurfar geti sett strik í reikninginn þegar styttist í að fari að uppskera. Talsverð úrkoma var síðsumars 2021 og þegar tók að hausta. Því má vera að uppskeran hafi verið meiri fyrir á árum, þar sem aukin veðursæld stuðlar að betri uppskeru (Þóroddur Sveinsson & Jónatan Hermannsson, 2009; Sveinn Rúnar Ragnarsson, 2013).

Fyrri rannsóknir hérlendis benda til þess að aukið magn N minnkar magn olíu sem fæst úr fræinu (Þóroddur Sveinsson & Jónatan Hermannsson, 2009). Niðurstöður þessarar rannsóknar benda hins vegar á að með aukinni N gjöf að hausti eykst olíuhlutfallið samanber töflu 6. Niðurstöður þessarar rannsóknar eru í samræmi við rannsóknir Ahmadi & Bahrani (2009) þar sem aukið N jók marktækt hæð plantnanna, uppskeru og olíuhlutfall. Einnig voru áhrif N skammta á þkv ómarktæk líkt og í rannsókn Ahmadi & Bahrani (2009).

Aukið sáðmagn skilaði herra olíuhlutfalli líkt og í rannsókn Harker o.fl. (2015) en próteinhlutfallið stóð í stað með auknu sáðmagni í þessari tilraun ólíkt niðurstöðum Harker o.fl. (2015). Samkvæmt sömu rannsókn þegar rannsakað var áhrif sáðmagns á margskonar eiginleika kom í ljós að eftir því sem olían var meiri í fræi lækkaði hlutfall próteins í repjuköku Harker o.fl. (2015). Niðurstöður þessarar rannsóknar var svipuð, próteinhlutfallið var eilítið meira í kökunni þar sem að olíuhlutfallið úr fræjunum var meira.

Repjukakan var um 2/3 af fræinu og sömuleiðis greindist kakan með yfir 30% próteininnihald og fitu á bilinu 8,0-14,6% að undanskildum útlaganum sem var með 22,9% fitu en þessar tölur eru í samræmi við skýrslu samgöngu- og sveitastjórnarráðuneytisins (2021). Þar kom fram að fitan í kökunni þarf að vera talsvert lægra til þess að gefa nautgripum og því vert að skoða nánar möguleika til að lækka fitu í repjuköku. Þó er hægt að gefa kökuna beint í lægra hlutfalli í heilfóðurblandara.

Fræin voru pressuð með kaldpressun þar sem hitastigið var á bilinu 50-60°C. Samkvæmt rannsókn Leming & Lember (2005) kom í ljós að með heitpressun þar sem notast var við mun hærri hita við pressun náðist mun meiri fita úr kökunni og herra hlutfall af próteini reyndist vera í kökunni. Því má gera ráð fyrir öðrum niðurstöðum ef heitpressun hefði verið notuð í þessari tilraun.

Ályktanir

- (1) Hefur áburðarmagn áhrif á lifun, þroskunarferil og uppskeru nepju?
Áburðarmagn hefur marktæk áhrif á lifun, þroskaferil og uppskeru vetrarnepju. Þar sem að minnstað minnsti áburðarskammturinn skilaði lélegri lifun eftir veturinn, alla jafna lægri plöntur, var seinni til þroska og skilaði marktækt lægri uppskeru en hinir áburðarskammtarnir. Litlu munaði á öllum eiginleikabáttum milli mið- og hæsta áburðarskammts.
- (2) Hefur sáðmagn áhrif á lifun, þroskunarferil og uppskeru nepju?
Sáðmagn hefur ómarktæk áhrif á lifun, þroskaferil og uppskeru vetrarnepju. Núverandi ráðlagður skammtur (8 kg/ha) skilaði lélegustu lifuninni. Vöxtur plantanna yfir vaxtartímann var sambærilegur en þó var ráðlagður sáðskammtur eilítið á eftir í þroska. Plönturnar voru allar svipað háar yfir allt þroskatímabilið og ráðlagður sáðskammtur skilaði lægri uppskeru en hinir skammtarnir ($p > 0,05$).
- (3) Hvert er hentugt áburðarmagn fyrir nepju?
Með auknum köfnunarefnisskammti að hausti eru auknar líkur á að plönturnar komi öflugri upp að vori og verða þar að leiðandi fyrr að þroskast. Niðurstöðurnar sýndu að ráðlagður áburðarskammtur var 60kgN/ha að hausti í heldur rýrum jarðvegi. Mögulega væri hægt að lækka þann skammt ef um er að ræða frjósamari jörð. Með auknu áburðarmagni fæst einnig hærri uppskera og þyngri fræ. Ekki var hægt bæta upp lágan áburðarskammt að hausti með stórum skammti að vori.
- (4) Hvert er hentugt sáðmagn fyrir nepju?
Svo virðist vera að það mætti endurskoða ráðlagðan sáðskammt fyrir vetrarnepju. Núverandi ráðlagður sáðskammtur kom lakast út í öllum eiginleikabáttunum. Áætla má að ef áhersla er lögð á framleiðslu á olú mætti nota meiri áburð en minna má nota ef litið er á framleiðslu á repjukökunni. Þó getur lækkað áburðarmagn komið niður á heildarfræuppskeru. Hugsanlegt er að við 4 kg/ha verða til færri og öflugri plöntur sem gefa af sér marga hliðarsprotu og við 16 kg/ha verða til margar plöntur með mjóa stöngla og fáa hliðarsprotu. Þar með verður uppskeran mjög svipuð.
- (5) Hefur áburðarmagn áhrif á hlutfall repjuköku og olú og hlutfall fitu og próteins í kökunni?
Eftir því sem áburðarskammturinn varð hærri þá jókst hlutfall olú í fræinu. Sömuleiðis lækkaði hlutfall repjukökunnar. Litlu sem engu munaði á hlutfalli próteins og fitu í kökunni. Mestan breytileika fyrir fitu var að finna í miðju áburðarskammtinum (60N) og mestan mið- og stærsta áburðarskammtinum fyrir próteinið.
- (6) Hefur sáðmagn áhrif á hlutfall repjuköku og olú og hlutfall fitu og próteins í kökunni?
Líkt og fyrir áburðarmagnið þá hefur sáðmagn ómarktæk áhrif á hlutfall olú og repjuköku sem og fitu og próteini í köku. Mestan breytileika fyrir fitu var að finna í lægsta sáðskammti (4 kg/ha) en breytileikinn fyrir próteinið var sambærilegur fyrir alla sáðskammta.

Lokaorð

Helstu niðurstöður þessarar rannsóknar sýndu að áburður að hausti skiptir miklu máli hvað varðar vetrarlifun, vaxtarferil, þroska og uppskeru vetrarneþju. Eftir því sem áburðarskammturinn er stærri að hausti, því fyrr er plantan að þroskast sem þar af leiðandi eykur líkur á fullnægjandi uppskeru og öryggi í ræktun. Núverandi ráðlagður sáðskammtur er 8 kg/ha en niðurstöður sýna að endurskoða þarf ráðlagðan sáðskammt. Áframhaldandi rannsóknir ættu því að snúast um frekari sáðmagns- og áburðartilraunir, þar sem unnt væri að rannsaka hve mikinn áburð ætti að nota að vori til þar sem að allir meðferðarliðirnir fengu jafn stóran áburðarskammt um vorið í þessari rannsókn. Vert er að skoða hvort megi lækka hlutfall fitu í kókunni með yrkjavali eða aðferðum við pressun. Frekari rannsóknir á afbrigði, yrki og ræktun í mismunandi landshlutum væri einnig stórt skref í átt að öruggu og uppskerumiklu yrki sem auðvelt væri að rækta á Íslandi.

Heimildaskrá

- Ahmad, A. & Abdin, M. Z. (1999). Interactive Effect of Sulphur and Nitrogen on the Oil and Protein Contents and on the Fatty Acid Profiles of Oil in the Seed of rapeseed (*Brassica campestris* L.) and Mustard (*Brassica juncea* L. Czern. And Coss.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 185(1), 49-54. Doi: 10.1046/j.1439-037X.2000.00401.x
- Ahmadi, M. & Bahrani, M. J. (2009). Yield and yield components of rapeseed as influenced by water stress at different growth stages and nitrogen levels. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 5(6), 755-761
- Canola Encyclopedia. (e.d.) Canola growth stages. Sótt af <https://www.canolacouncil.org/canola-encyclopedia/growth-stages/>
- Connor, W. E. (1999). a- Linolenic acid in health and disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(5), 827-828. Doi: 10.1093/ajcn/69.5.827
- Faostat. (2021). Crops and livestock productions. Sótt þann 15. september af <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Fóðurblandan.is. (2021). Sáðvörur & Heyverkun 2021. Sótt af Sáðvörur og heyverkun - Fóðurblandan (fodurblandan.is)
- Guðni Þorvaldsson. (1998). Áhrif veðurþátta á byrjun gróanda og grænku túna og úthaga. *Ráðunautafundur*, 155-163
- Guðni Þorvaldsson & Halldór Sverrisson. (2005). Kálæxlaveiki. *Fræðaging landbúnaðarins*, 177-184
- Halldór Sverrisson. (1999). Sjúkdómar í gulrófum. *Fjölrit RALA*. Reykjavík: RALA
- Harker, K. N., O'Donovan, J. T., Smith, E. G., Johnson, E. N., Peng, G., Willenborg, C. J., ... & Grenkow, L. A. (2015). Seed size and seeding rate effects on canola emergence, development, yield and seed weight. *Canadian Journal of Plant Science*, 95(1), 1-8. Doi: 10.4141/CJPS-2014-222
- Harper, F. R. & Berkenkamp, B. (1975). Revised growth-stage key for *Brassica campestris* and *B. napus*. *Canadian Journal of Plant Science*, 55(2), 657-658. Doi: 10.4141/cjps75-103

- Hólmgeir Björnsson & Þórdís Anna Kristjánsdóttir. (1997). Jarðræktarrannsóknir 1996. *Fjölrit RALA nr. 189, bls. 77*
- Irvine, B. & Lafond, G. P. (2010). Pushing canola instead of windrowing can be viable alternative. *Canadian Journal of Plant Science, 90(2)*, 145-152.
- Kandel, H., Lubenow, L. & Berglund, D. (2019). Introduction. Í H. Kandel, L. Lubenow, C. Keene & J. J. Knodel (ritstjórar), *Canola Production Field Guide*.
- Kirkegaard, J. A., Lilley, J. M., Berry, P. M. & Rondanini, D. P. (2021). Canola. Í V. O. Sadras og D. F. Calderini (ritstj.), *Crop physiology: case histories for major crops* (bls. 519-542). Elsevier.
- Knodel, J. J. & Beuzay, P. B. (2019). Insect Pest Management. Í H. Kandel, L. Lubenow, C. Keene & J.J. Knodel (ritstjórar), *Canola Production Field Guide*.
- Leming, R. & Lember, A. (2005). Chemical composition of expeller-extracted and cold-pressed rapeseed cake. *Agraarteadus, 16(2)*, 96-109.
- Lífland.is. (e.d.). Olújurtir. Sótt af Olújurtir | Lífland (lifland.is)
- Przybylski, R. & Mag, T. (2011). Canola/rapeseed oil. Í F. Gunstone (ritstjóri), *Vegetable oil in food technology: composition, properties and uses*. Oxford: Blackwell publishing
- Raymer, P. L. (2002). Canola: An Emerging Oilseed Crop. *Trends in new crops and new uses, 1*, 122-126.
- Sharafi, Y., Majidi, M. M., Goli, S. A. H. & Rashidi, F. (2015). Oil content and fatty acids composition in Brassica species. *International Journal of Food Properties, 18(10)*, 2145-2154
- Samgöngu- og sveitarstjórnarráðuneytið. (2021). *Ræktun og framleiðsla úr orkujurtum: Skýrsla starfshóps*. Reykjavík: Stjórnarráðið. Sótt af https://www.stjornarradid.is/library/02-Rit--skyrslur-og-skrar/Repjuol%C3%ADa_sk%C3%BDrsla_sept2021.pdf
- Sveinn Rúnar Ragnarsson. (2013). Tilraunaræktun á repjufræi í Austur-Skaftafellssýslu. Rit RASK nr.3
- Thomas, D. L., Breve, M. A. & Raymer, P. L. (1991). Influence of timing and method of harvest on rapeseed yield. *Journal of production agriculture, 5(2)*, 266-272. Doi: 10.2134/jpa1991.0266
- Wilson, R. E., Jensen, E. H. & Fernandez, G. C. J. (1992). Seed germination response for eleven forage cultivars of Brassica to temperature. *Agronomy Journal, 84(2)*, 200-202.
- Þóroddur Sveinsson. (2021). *Nytjaplöntur á Íslandi 2021*. Í Þóroddur Sveinsson (ritstjóri). Rit LBHÍ nr. 140.
- Þóroddur Sveinsson & Jónatan Hermannsson. (2009). Ræktun repju og nepju til olúframléiðslu og uppgræðslu. Rit LbhÍ nr. 24

Viðauki A – Grunntölur útreikninga

Tafla 12. Fræuppskera eftir sáð- og áburðarskömmtum

Blokk	Kg/ha	Kg N/ha	Tonn þe/ha	Þurrefni, %	ÞKV*, gr	Rúmþyngd g/100 ml
1	4	30	1,45	63	2,72	65,57
1	8	30	0,44	69	2,66	65,68
1	16	30	0,59	59	2,72	64,04
1	4	60	2,83	68	2,66	64,24
1	8	60	2,31	68	2,86	64,63
1	16	60	2,41	71	2,88	64,91
1	4	90	3,01	72	2,88	65,65
1	8	90	3,16	78	2,74	68,52
1	16	90	3,23	75	2,84	66,19
2	4	30	2,09	69	2,84	65,24
2	8	30	1,83	67	2,60	65,42
2	16	30	2,45	70	2,84	66,19
2	4	60	2,67	72	2,88	64,80
2	8	60	2,51	72	2,82	64,93
2	16	60	2,58	75	2,78	66,24
2	4	90	2,41	74	2,82	67,29
2	8	90	2,40	72	2,98	66,15
2	16	90	3,30	78	2,88	68,00
3	4	30	2,50	70	2,80	64,57
3	8	30	1,48	71	2,90	64,49
3	16	30	2,70	72	2,88	65,69
3	4	60	2,86	75	2,84	66,28
3	8	60	2,97	74	2,86	65,07
3	16	60	2,48	71	2,74	65,29
3	4	90	2,96	75	2,84	66,65
3	8	90	1,85	77	2,76	66,20
3	16	90	2,79	74	2,72	65,93

Tafla 13. Efnainnihald fræs og repjuköku eftir sáð- og áburðarskömmtum, %

Blokk	Kg/ha	Kg N/ha	Fræ		Repjukaka		
			Olía	Kaka	Fita	N	Hráprótein*
1	4	30	26	74	9,29	5,51	34,41
1	8	30	34	66	11,64	5,55	34,66
1	16	30	22	78	11,11	5,31	33,17
1	4	60	32	68	22,02	5,62	35,1
1	8	60	34	66	10,03	5,53	34,54
1	16	60	35	65	12,87	5,32	33,26
1	4	90	36	64	12,81	5,47	34,16
1	8	90	37	63	9,66	5,43	33,92
1	16	90	41	59	10,16	5,61	35,09
2	4	30	32	68	12,33	4,72	29,47
2	8	30	23	77	9,08	5,22	32,62
2	16	30	33	67	10,7	5,07	31,72
2	4	60	32	68	14,64	4,55	28,44
2	8	60	37	63	8,76	4,94	30,85
2	16	60	37	63	9,86	4,58	28,63
2	4	90	34	66	10,75	5,07	31,71
2	8	90	34	66	10,44	4,70	29,40
2	16	90	36	64	9,19	5,33	33,33
3	4	30	35	65	8,95	4,64	29,02
3	8	30	38	62	8,03	4,64	28,97
3	16	30	36	64	10,44	4,73	29,56
3	4	60	36	64	8,29	5,28	33,02
3	8	60	34	66	8,62	4,57	28,55
3	16	60	34	66	8,85	4,47	27,96
3	4	90	36	64	10,03	4,53	28,32
3	8	90	37	63	13,35	4,31	26,97
3	16	90	36	64	8,67	4,50	28,14

Viðauki B – Ljósmyndir



Mynd 12. Nepjutilraunin, mynd tekin til suðurs, mynd tekin þann 22. maí 2021



Mynd 13. Nepjutilraunin, mynd tekin til norðurs, mynd tekin þann 26. maí 2021



Mynd 14. Blómgun að hefjast, mynd tekin 2. júní



Mynd 15. Nepjan í fullum blóma, mynd tekin 30. júní



Mynd 16. Blómgun að ljúka og fræþroski að hefjast, mynd tekin þann 27. júlí



Mynd 17. Óþroskuð fræ, mynd tekin þann 27. júlí



Mynd 18. Þroski að hefjast, munur milli meðferðarliða sýnilegur, mynd tekin þann 18. ágúst



Mynd 19. Vel þroskaðir fræbelgir, mynd tekin þann 8. september



Mynd 20. Reitapreskivélin Sif II og Sunna Skeggjadóttir að störfum við þreskingu tilraunarinnar þann 9. september



Mynd 21. Fræuppskera



Mynd 22. fræpressan að verki



Mynd 23. Nýpressuð olía



Mynd 24. Samanburður á olíu eftir áburðarskömmtum (kg N/ha). f.v.30N-60N-90N



Mynd 25. Ómöluð repjukaka



Mynd 26. Möluð repjukaka