

Kúabelgir

Uppskera og fóðurgildi einærra belgjurta

Helga Rún Jóhannsdóttir, Þóroddur Sveinsson
og Friederike Dima Danneil



Landbúnaðarháskóli Íslands, 2025.

Rit LbhÍ nr. 184

ISSN 1670-5785

ISBN 978-9935-512-66-6

Verkefnið var styrt af: Þróunarsjóði nautgriparæktarinnar

Höfundar: Helga Rún Jóhannsdóttir, Þóroddur Sveinsson og Friederike Dima Danneil

Ljósmyndir: Helga Rún Jóhannsdóttir

Ljósmynd á forsíðu: Kúabelgir á Ásgarðshól á Hvanneyri, 2023.

Landbúnaðarháskóli Íslands starfar á sviði sjálfbærrar auðlindanýtingar, búvísinda, umhverfisvísinda, skipulagsfræði og matvælaframleiðslu á norðurslóðum. 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 ritrýnt. Efni hvers rits er á ábyrgð höfunda og ber ekki að túlka sem álit Landbúnaðarháskóla Íslands.

Ágrip

Undanfarin ár hefur verið vaxandi áhugi á ræktun einærra fôðurbelgjurta hér á landi og þá sérstaklega ræktun með ertum. Með aukinni áherslu á loftslagsmál og verðhækkunum á tilbúnum nituráburði (N) eru augu bænda farin að beinast aftur að belgjurtum. Einn stærsti kostur belgjurta er samlíf þeirra við *Rhizobium* bakteríur. Bakteríurnar smita rætur belgjurtanna. Þær örva belgjurtir til að mynda rótarnýði sem skapar umhverfi fyrir bakteríurnar til að tillífa nitur (N_2) andrúmsloftsins í lífvirkt ammoníum (NH_4^+) sem plöntur geta nýtt sér. Í staðinn fá bakteríurnar orkuríkan safu (sykrur) úr kolefnistillífun (CO_2) hýsilsins.

Gerðar hafa verið nokkrar tilraunir með einærar fôðurbelgjurtir frá aldamótum 1900 til dagsins í dag en niðurstöður þeirra hafa ekki leitt til almennrar notkunar. Það eru miklar áskoranir sem fylgja ræktun belgjurta. Ísland er á mörkum þess að hægt sé yfir höfuð að rækta einærar fôðurbelgjurtir vegna lágs sumarhita. Þær eru viðkvæmari fyrir áburði og ræktunaraðferðum en annað grænófóður og uppskeran sveiflast mikið frá ári til ár. Þá er framboð af norðlægum yrkjum mjög takmarkað vegna lítils en sveiflukennds markaðar. Það eru engu að síður ýmis tækifæri til að bæta aðferðirnar við ræktun belgjurta með markvissum rannsóknum og þá sérstaklega ræktun ertna.

Í þessu verkefni voru árið 2022 og 2023 gerðar þrjár tilraunir hvort ár með einærar fôðurbelgjurtir sem voru gerðar upp og gefnar út sem BS verkefni árið 2024. Árið 2022 var gerð á Mið-Fossum í Andakíl ein tegunda- og yrkjatilraun með 6 tegundum og 11 yrkjum, ein heilsæðistilraun með 3 heilsæðisgerðum og 3 sláttutímum og ein sáðmagns- og N- áburðatilraun með þremur ertu yrkjum. Þetta ár var mikið um skakkaföll, meðal annars vegna lágs sýrustigs í jarðveginum, engu *Rhizobium* smiti og kálflugu. Því var ákveðið að endurtaka tilraunirnar á Ásgarðshólum á Hvanneyri sumarið 2023. Skipulagi var breytt og endurbætt á milli ára m.a. vegna skorts á fræi og yrkjum.

Það fundust engin *Rhizobium* rótarnýði á Mið-Fossum árið 2022 sem kom niður á vexti, heildaruppskeru og próteininnihaldi kúabelgjanna og heilsæðisins. Skortseinkenni voru sjáanleg í öllum tegundum nema í höfrunum þar sem ekkert slíkt sást.

En það fundust virk rótarnýði í tilraununum þremur árið 2023 og var bæði heildaruppskera og próteininnihald meira það ár.

Í sáðmagnstilrauninni gaf mesti sáðskammturinn (130 fræ/m^2) mesta uppskeru bæði árin. Mesti N-áburðarskammturinn (60 kg N/ha) gaf mestu uppskeruna 2022, þar sem niturtillífun

Rhizobium naut ekki við, en árið 2023 þar sem niturbinding var til staðar var ekki marktækur munur á milli áburðarskammta.

Erturarnar voru með marktækt mestu uppskeruna, bæði árin. Fóðurlúpínan fór hægt af stað bæði árin, líklega vegna of mikillar sáðdýptar. Næringarskortur hrjáði bæði repju og ertur í heilsæði þannig að niðurstöður úr þeim tilraunum voru ekki eins og við var að búast. Bygg í hreinrækt gaf mesta uppskeru ásamt ertu/hafra heilsæðinu, ertu/hafra heilsæðið gaf flestar fódureiningar á hektara.

Orðið kúabelgir er nýyrði sem var sérstaklega fundið upp til að vekja athygli á þessu verkefni. Kúabelgir er hér notað sem samheiti yfir einærar fódurbelgjurtir fyrir kýr.

Lykilorð: Einærar fódurbelgjurtir, ertur, hestabaunir, fóðurlúpína, logasmári, fódurflækja, loðflækja, heilsæði, sáðmagn, N-áburðarskammtar.

Efnisyfirlit

Myndaskrá	vii
-----------------	-----

Töfluskrá	viii
-----------------	------

1. Inngangur 1

1.1	Almennt um belgjurtir.....	1
1.2	Niturbindandi eiginleikar belgjurta	1
1.3	Belgjurtir á Íslandi	1
1.4	Einærar fódurbelgjurtir (kúabelgir).....	2
1.4.1	Fóðurlúpína (<i>Lupinus angustifolius</i>).....	2
1.4.2	Ertur (<i>Pisum sativum</i>).....	2
1.4.3	Hestabaunir (<i>Vicia faba</i> var. <i>Minor</i>)	3
1.4.4	Logasmári (<i>Trifolium incarnatum</i>).....	4
1.4.5	Fóðurflækja (<i>Vicia sativa</i>)	4
1.4.6	Loðflækja (<i>Vicia villosa</i>)	5
1.5	Heilsæðisblöndur	5
1.5.1	Bygg (<i>Hordeum vulgare</i>).....	6
1.5.2	Hafrar (<i>Avena sativa</i>).....	6
1.5.3	Fóðurrepja (<i>Brassica napus</i> var. <i>oleifara</i>).....	7
1.6	Markmið verkefnisins	7

2. Efni og aðferðir 8

2.1	Yfirlitsmynd.....	8
2.2	Verkferlar	8
2.3	Tilraunir á Mið-Fossum 2022	9
2.3.1	Tilraun 1. Samanburður á milli tegunda og yrkja	9
2.3.2	Tilraun 2. Ertuheilsæði í samanburði við annað heilsæði.....	10
2.3.3	Tilraun 3. Áhrif sáðmagns og N áburðar á uppskeru í ertum	11
2.4	Tilraunir á Hvanneyri 2023.....	12
2.4.1	Tilraun 1. Samanburður á milli tegunda og yrkja	12
2.4.2	Tilraun 2. Ertuheilsæðis í samanburði við annað heilsæði	13
2.4.3	Tilraun 3. Áhrif sáðmagns og N áburðar á uppskeru í ertum	14
2.5	Mælingar	15
2.6	Mikilvægar dagsetningar.....	16
2.7	Veðurfar 2022	17
2.8	Veðurfar 2023	17
2.9	Jarðvegssýni 2022	18
2.10	Jarðvegssýni 2023	18

3. Niðurstöður og uppgjör 19

3.1	Tilraun 1. Samanburður milli tegunda og yrkja, 2022	19
3.1.1	Vaxtarferill mismunandi tegunda og yrkja	19
3.1.2	Mismunur yrkja og tegunda í hæð, þurrefni og uppskeru.....	20
3.1.3	Efnagreining á mismunandi tegundum og yrkjum	21
3.1.4	Samantekt á tilraun 1 árið 2022	21
3.2	Tilraun 1. Samanburður milli tegunda og yrkja, 2023	22
3.2.1	Vaxtarferill mismunandi tegunda og yrkja	22
3.2.2	Mismunur yrkja og tegunda í þurrefni og uppskeru	22

3.2.3	Efnagreining á mismunandi tegundum.....	23
3.2.4	Samantekt á tilraun 1 árið 2023	23
3.2.5	Samanburður á tilraun 1 árið 2022 og 2023	23
3.3	Tilraun 2. Ertuheilsæði í samanburði við annað heilsæði, 2022	24
3.3.1	Vaxtarferill mismunandi heilsæðis	24
3.3.2	Mismunur heilsæðis í hæð, þurrefni og uppskeru.....	25
3.3.3	Samantekt á tilraun 2 árið 2022	25
3.4	Tilraun 2. Ertuheilsæði í samanburði við annað heilsæði, 2023	26
3.4.1	Vaxtarferill mismunandi heilsæðis	26
3.4.2	Mismunur heilsæðis í þurrefni og uppskeru	26
3.4.3	Efnagreining á mismunandi heilsæðum.....	27
3.4.4	Samantekt á tilraun 2 árið 2023	27
3.4.5	Samanburður á tilraun 2 árið 2022 og 2023	28
3.5	Tilraun 3. Áhrif sáðmagns og N áburðar á uppskeru í ertuyrkjum, 2022	29
3.5.1	Vaxtarferill eftir yrkjum, sáðmagni og N áburði	29
3.5.2	Mismunur yrkja, sáðmagns og N áburðar í hæð, þurrefni og uppskeru	31
3.5.3	Efnagreining á N áburðarskömmtum.....	32
3.5.4	Samantekt á tilraun 3 árið 2022	32
3.6	Tilraun 3. Áhrif sáðmagns og N áburðar á uppskeru í ertum, 2023.....	33
3.6.1	Vaxtarferill eftir sáðmagni og N áburði.....	33
3.6.2	Mismunur sáðmagns og N áburðar í þurrefni og uppskeru	34
3.6.3	Efnagreining á N áburðarskömmtum.....	35
3.6.4	Uppgröftur á rótarhnýðum.....	36
3.6.5	Samantekt á tilraun 3 árið 2023	38
3.6.6	Samanburður á tilraun 3 árið 2022 og 2023	39
4.	Umræður eftir árum	41
4.1	Tilraunir árið 2022	41
4.2	Tilraunir árið 2023	42
4.2.1	Vangaveltur um NDVI	43
5.	Ályktanir / lokaorð.....	44
6.	Úrvinnsla gagna	46
7.	Heimildaskrá	47
8.	Viðaukar	50

Myndaskrá

Mynd 1-1. Fóðurlúpínur í blóma með belgjum, 2023.	2
Mynd 1-2. Ertur í blóma með belgi, 2023.	2
Mynd 1-3. Hestabaunir í blóma, 2022.	3
Mynd 1-4. Logasmári við upphaf blómgunar, 2022.	4
Mynd 1-5. Fóðurfækja í blóma, 2022.	4
Mynd 1-6. Loðflækja að byrja að blómstra, 2022.	5
Mynd 1-7. Sexraða bygg í blöndu með ertum í blóma, 2023.	6
Mynd 1-8. Hafrar í blöndu með ertum, 2022.	6
Mynd 1-9. Repja í blöndu með byggi, 2023.	7
Mynd 2-1. Loftmynd (Jörð.is) sem sýnir staðsetningu tilraunanna, 500 m upplausn.	8
Mynd 3-1: Þróun þriggja tegunda kúabelgja með stórgert fræ á grænkustuðla (NDVI) yfir vaxtartímabilið. Punktar á línunum sýna mælidagana.	19
Mynd 3-2: Þróun þriggja tegunda kúabelgja með smágert fræ á grænkustuðla (NDVI) yfir vaxtartímabilið. Punktar á línunum sýna mælidagana.	19
Mynd 3-3: Áhrif þriggja tegunda kúabelgja á þróun grænkustuðla yfir vaxtartímabilið. Punktar á línunum sýna mælidaga.	22
Mynd 3-4: Áhrif þriggja tegunda heilsæðis á þróun grænkustuðla (NDVI) yfir sumarið. Punktarnir á línunum sýna mælidaga.	24
Mynd 3-5: Áhrif mismunandi tegunda heilsæðis á þróun grænkustuðla (NDVI) yfir vaxtartímabilið. Punktar á línunum sýna mælidagana.	26
Mynd 3-6: Áhrif mismunandi ertuyrkja á þróun grænkustuðla (NDVI) yfir vaxtartímabilið. Meðaltal þriggja yrkja, sáðmagn 70 fræ/m ² . Punktar á línunum sýna mælidaga.	29
Mynd 3-7: Áhrif mismunandi N skammta á þróun grænkustuðla (NDVI) yfir vaxtartímabilið. Meðaltal þriggja yrkja (Eso, Ingrid, Matilde). Sáðmagn 70 fræ/m ² . Punktar á línunum sýna mælidaga.	30
Mynd 3-8: Áhrif mismunandi sáðmagns á þróun grænkustuðla (NDVI) yfir vaxtartímabilið. Meðaltal tveggja yrkja (Ingrid og Eso) og N meðferðaliða. Punktar á línunum sýna mælidaga.	30
Mynd 3-9: Áhrif mismunandi N magns á þróun grænkustuðla (NDVI) yfir vaxtartímabilið á yrkið Ingrid. Punktar á línunum sýna mælidagana.	33
Mynd 3-10: Áhrif mismunandi sáðmagns af yrkinu Ingrid á þróun grænkustuðla (NDVI) yfir vaxtartímabilið. Punktar á línunum sýna mælidagana.	33
Mynd 3-11: Til vinstri. Dæmi um nokkur stór rótarhnýði, 70 fræ/m ² – 40 kg N/ha.	37
Mynd 3-12: Til hægri. Dæmi um mörg lítil og miðlungs rótarhnýði, 130 fræ/m ² – 80 kg N/ha.	37
Mynd 3-13: Til vinstri. Dæmi um mörg lítil rótarhnýði, 70 fræ/m ² – 40 kg N/ha.	38
Mynd 3-14: Til hægri. Dæmi um fá stór rótarhnýði, 100 fræ/m ² – 40 kg N/ha.	38
Mynd 3-15: Til vinstri. Rætur með engum rótarhnýðum, 100 fræ/m ² – 40 kg N/ha.	38
Mynd 3-16: Til hægri. Nokkur lítil og miðlungs stór rótarhnýði, 100 fræ/m ² – 80 kg N/ha.	38
Mynd 3-17: Opið miðstærðar rótarhnýði 2023 úr reit með 130 fræ/m ² og 80 kg N/ha.	39
Mynd 8-1. Belgir kúabelgja 2023. Frá vinstri, ertur, hestabaunir, fóðurlúpína.	50
Mynd 8-2. Ertur lagstar í 45°horn eftir óveður 1. september 2023.	51
Mynd 8-3. Uppskera eftir í reit eftir slátt, 2023.	51

Töfluskrá

Tafla 2-2: Tilraunaskipulag í tilraun 1, 2022.....	10
Tafla 2-3: Áburður og áburðarmagn á ha í tilraun 1, 2022.....	10
Tafla 2-4: Tegundir í blöndum, yrki, sáðmagn (kg/ha) af hverri tegund og heildar sáðmagn í tilraun 2, 2022.....	10
Tafla 2-5: Tilraunaskipulag í tilraun 2, 2022.....	11
Tafla 2-6: Áburður og áburðarmagn á ha í tilraun 2, 2022.....	11
Tafla 2-7: Yrki, fjöldi reita, fræpyngd og sáðmagn á hektara í tilraun 3, 2022.....	11
Tafla 2-8: Tilraun 3a með 3 yrkjum, 1 sáðskammti og 3 N áburðarskömmum, 2022.	12
Tafla 2-9: Tilraun 3b með 2 yrkjum, 3 sáðskömmum og 3 N áburðarskömmum, 2022.	12
Tafla 2-10: Áburður og áburðarmagn á ha í tilraun 3, 2022.....	12
Tafla 2-11: Tegundir, yrki, fræpyngd og sáðmagn í tilraun 1, 2023.	13
Tafla 2-12: Tilraunaskipulag í tilraun 1, 2023.....	13
Tafla 2-13: Áburður og áburðarmagn á hektara í tilraun 1, 2023.....	13
Tafla 2-14: Tegundir, yrki og sáðmagn (kg/ha) í tilraun 2, 2023.	14
Tafla 2-15: Tilraunaskipulag í tilraun 2, 2023.	14
Tafla 2-16: Áburður og áburðarmagn á ha í tilraun 2, 2023.....	14
Tafla 2-17: Yrki, fræpyngd og sáðmagn í tilraun 3, 2023.	14
Tafla 2-18: Tilraunaskipulag í tilraun 3, 2023.....	15
Tafla 2-19: Áburður og áburðarmagn á ha í tilraun 3, 2023.....	15
Tafla 2-20: Skráning á rótarnýðum í ertum.	15
Tafla 2-21: Helstu dagsetningar.	16
Tafla 2-22: Veðrið sumarið 2022 samkvæmt sjálfvirkri veðurathugunarstöð Veðurstofu Íslands á Hvanneyri. (Veðurstofa Íslands 2023: Gagnabanki Veðurstofu Íslands, afgreiðsla nr. 2023-11-27/AM21.).....	17
Tafla 2-23: Veðrið sumarið 2023 samkvæmt sjálfvirkri veðurathugunarstöð Veðurstofu Íslands á Hvanneyri. (Veðurstofa Íslands 2023: Gagnabanki Veðurstofu Íslands, afgreiðsla nr. 2023-10-31/AM13.).....	17
Tafla 2-24: Niðurstöður jarðvegsefnagreininga í spildu 215 á Mið-Fossum haustið 2022.	18
Tafla 2-25: Meðaltal á niðurstöðum þriggja samsýna jarðvegssýna sem voru send til efnagreiningar.	18
Tafla 3-1: Hæð, þurrefnishlutfall og uppskeru yrkjanna í tonnum þurrefnis á hektara. Ólíkir bókstafir innan dálka gefa til kynna tölfræðilegan marktækan mun milli yrkja (P-gildi < 0,05).	20
Tafla 3-2: Niðurstöður fóðurgildismælinga í 3 tegundum, 5 yrkja, kúabelgja.	21
Tafla 3-3: Þurrefnishlutfall og uppskera í tonnum þurrefnis á hektara. Ólíkir bókstafir innan dálka gefa til kynna tölfræðilegan marktækan mun milli yrkja (P-gildi < 0,05).	22
Tafla 3-4: Niðurstöður efnagreininga á uppskerusýnum af Heikki ertum, Sampo hestabaunum og Primadonna fóðurlúpínu. Ólíkir bókstafir í sömu röð gefa til kynna tölfræðilegan marktækan mun milli tegunda (P-gildi < 0,05).	23
Tafla 3-5: Niðurstöður úr hæð, þurrefni og uppskeru í tonnum þurrefnis á hektara. Ólíkir bókstafir innan dálka gefa til kynna tölfræðilega marktækan mun á milli heilsæðisblandna (P-gildi < 0,05).	25
Tafla 3-6: Þurrefnishlutfall og uppskera í tonnum þurrefnis á hektara. Ólíkir bókstafir innan dálka gefa til kynna tölfræðilegan marktækan mun milli tilraunaliða (P-gildi < 0,05).	26
Tafla 3-7: Niðurstöður efnagreininga á uppskerusýnum í mismunandi heilsæðisgerðum. Ólíkir bókstafir í sömu röð gefa til kynna tölfræðilegan marktækan mun milli meðferðaliða (P-gildi < 0,05). Meðaltöl í röðum með engum bókstöfum segir að þar sé enginn marktækur munur milli meðferðaliða.	27
Tafla 3-8: Áhrif N skammta og hæð og þurrefnishlutfall á sláttudegi og uppskera í tonnum þurrefnis á hektara í tilraun 3a. Ólíkir bókstafir innan dálka og þátta gefa til kynna tölfræðilegan marktækan mun milli tilraunaliða (P-gildi < 0,05).	31

Tafla 3-9: Áhrif N skammta, sáðmagns og yrkja á hæð og þurrefnishlutfall á sláttudegi og uppskeru í tonnum þurrefnis á hektara í tilraun 3b. Ólíkir bókstafir innan dálka og þátta gefa til kynna tölfræðilegan marktækan mun milli meðferðarliða (P-gildi < 0,05).	32
Tafla 3-10: Niðurstöður efnagreininga á mismunandi N áburðarmagni. Eingöngu var tekið sýni úr reitum með 130 fræ/m ² af yrkinu Ingrid. Ekki var marktækur munur á milli áburðaskammta í neinu mældu efnainnihaldi.	32
Tafla 3-11: Þurrefnishlutfall og uppskera. Ólíkir bókstafir innan dálka og þátta gefa til kynna tölfræðilegan marktækan mun milli tilraunaliða (P-gildi < 0,05). Meðaltöl í dálkum með engum bókstöfum segir að þar sé enginn marktækur munur milli meðferðaliða.	34
Tafla 3-12: Niðurstöður efnagreininga á uppskerusýnum úr þremur N áburðarliðum. Ólíkir bókstafir í sömu röð gefa til kynna tölfræðilegan marktækan mun milli meðferðaliða (< 0,05). Meðaltöl í röðum með engum bókstöfum segir að þar sé enginn marktækur munur milli meðferðaliða.	35
Tafla 3-13: Áhrif N áburðar og sáðmagns á fjölda og stærð Rhizobium rótarhnýða í þremur blokkum.	36
Tafla 3-14: Flokkun reita eftir fjölda og stærð rótarhnýða á plöntu.	37

1. Inngangur

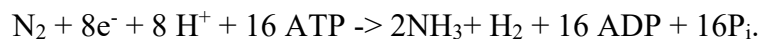
1.1 Almennt um belgjurtir

Belgjurtir eru af ertublómaætt (*Fabaceae*), sem mynda belgi utan um fræin (Torheim og Fadnes, 2024). Þær eru tvíkímblöðungar sem geta verið einærar, tvíærar eða fjölærar (Oregon State University, e.d.). Belgjurtir eru ræktaðar um allan heim til margskonar nota, mikið nýttar til bæði manneldis og sem fóður fyrir skepnur. En þær eru einnig ræktaðar fyrir lífdísel framleiðslu, lyfjagerð, nytjaskógrækt eða sem garðaskraut (Sinch, o.fl., 2007).

1.2 Niturbindandi eiginleikar belgjurta

Einn af helstu kostunum við að rækta belgjurtir er að þær búa í samlífi við niturbindandi jarðvegsbakteríur, *Rhizobia*, sem sjá plöntunni að mestu leyti fyrir nitri sem minnkar þörfina á tilbúnum nituráburði. Bakterían binst við belgjurtina með flóknu ferli og myndar hnýði á rótum eða stönglum plöntunnar. Bakteríurnar fá sykrur frá plöntunum og plönturnar fá ammoníum (NH_4^+) til baka, sem bakteríurnar vinna úr N_2 í andrúmsloftinu (Lindström, o.fl., 2019).

Efnajafnan til að lýsa þessu ferli er (Hoffman, o. fl., 2014):



Rhizobium bakteríur geta verið til staðar í jarðveginum og lifað þar á plöntuleifum, þangað til belgjurt sem þær geta búið í samlífi við er sáð í svörðinn. Þær geta eingöngu bundið nitur þegar þær eru í samlífi við belgjurt, en ekki þegar þær eru frjálsar í jarðveginum. Þá geta heldur ekki allar *rhizobium* bakteríur bundist við allar tegundir belgjurta. Gen í bæði plöntunum og bakteríunum ráða því hvort þær geti bundist og þó svo að baktería geti smitað plöntu og myndað rótarhnýði, er ekki víst að það verði niturbinding (Burdass, 2002).

Þar sem ekki er víst hvort að bakteríurnar séu til staðar í jarðveginum er mælt með að smita fræin með bakteríum áður en þeim er sáð (Anna Lóa Sveinsdóttir o.fl., 2007a).

1.3 Belgjurtir á Íslandi

Til eru nokkrar tegundir sem teljast til innlendra belgjurta og vaxa villtar hér á landi eins og hvítmári, fuglaertur, gullkollur, baunagras, rauðsmári, umfeðmingur og giljaflækja (Ágúst H. Bjarnason, 1983). Af þeim eru einungis hvít- og rauðsmári nýttir til túnræktar (Þóroddur Sveinsson, 2023).

Belgjurtir hafa verið í tilraunum á Íslandi endrum og eins, var það fyrst um aldamótin 1900 sem Búnaðarfélag Íslands í Reykjavík og Ræktunarfélag Norðurlands á Akureyri prófuðu belgjurtir til túnræktar. Þessar belgjurtatilraunir á árum áður voru fyrst og fremst gerðar á fjölærum

tegundum. Þó má nefna að ertur og flækjur voru prófaðar til grænófóðurræktar á árunum 1946-1952 og fóðurlúpína og baunagras til uppgræðslu árið 1986 en með misgóðum árangri (Snorri Baldursson og Áslaug Helgadóttir, 1987).

1.4 Einærar fóðurbelgjurtir (kúabelgir)

Í þessum kafla má sjá lýsingu á tegundum belgjurta sem voru nýttar í tilraunirnar. Upplýsingar um tegundir eru fengnar úr erlendum heimildum.

1.4.1 Fóðurlúpína (*Lupinus angustifolius*)

Fóðurlúpína sáir sér sjálf ef hún fær að fella fræ. Hún getur náð 20-150 sm hæð og er með rætur sem geta náð niður á 2,5 m dýpt. Stönglar eru uppréttir og hærðir. Blöðin eru mjóslegin og handgreinótt. Blómskipanin er á bilinu 3-30 sm löng með mörgum smáu bláum blómum, með stóra belgi (Heuzé, o.fl., 2019a). Líkt og sjá má á mynd 1-1.

Í hreinrækt getur uppskera verið á bilinu 2,2-8,8 tonn þe/ha. Próteinhlutfall getur verið á bilinu 8,5-23,5% í kg þe, en það er breytilegt eftir þroskastigi. Það getur farið yfir 23% í kg þe þar sem eru 60 plöntur/m². Við verkun á fóðurlúpínum er heppilegast að slá plöntuna áður en belgurinn nær fyllingu, þegar prótein og sykur innihald er hátt (Heuzé o.fl., 2019a).



Mynd 1-1. Fóðurlúpínur í blóma með belgjum, 2023.

1.4.2 Ertur (*Pisum sativum*)

Ertur eru ræktaðar um allan heim og töluvert nýttar til manneldis. Ertur geta orðið allt að 1,8 metra háar erlendis, með klifurþráð sem þær vefja utan um aðra hluti í seilingarfjarlægð til að fá stuðning. Laufin eru nokkur saman og samvaxin, belgirnir geta orðið 10 sm langir og innihaldið 5-10 fræ hver. Þeir vaxa á stuttum stilkum út frá blaðstönglunum. Blómin eru fiðrildalaga og geta verið 2-3 á hverri plöntu, þau geta verið fjólblá, bleik, rauðleit eða hvít eftir gerðum (Petruzzello, 2024). Sjá má á mynd 1-2.



Mynd 1-2. Ertur í blóma með belgi, 2023.

Til eru margar undirtegundir af ertum. Á Íslandi eru gráerta og fóðurerta algengastar í notkun. Helsti munurinn er að gráertan er með hvít blóm en fóðurertan með fjólublá blóm. Þær vaxa eingöngu þar sem þeim er sáð og hefur þeim aðallega verið sáð í blöndu með korntegundum sem grænfóður og votverkaðar. Þær geta gefið 4-8 þurrefnistonn á hektara við bestu aðstæður (Anna Lóa Sveinsdóttir o.fl., 2007a).

Næringarinnihald ertufóðurs er misjafnt eftir hvaða tegund af ertum verið er með og þroskastigi þeirra. Við lok blómstrunar hafa ertur 14-24 % próteinhlutfall í kg þe, háan meltanleika, 74%, og sterkja er 5% af kg þe. (Heuzé o.fl., 2015a).

1.4.3 Hestabaunir (*Vicia faba var. Minor*)

Hestabaunir eru beinvaxnar plöntur sem geta náð allt að tveggja metra hæð. Stönglarnir eru holir með laufum sem vaxa á litlum greinum út frá þeim og hafa lítinn sem engan klifurþráð. Blómin eru hvít og geta verið með svörtum og/eða fjólubláum blettum. Belgirnir eru sívalir, geta orðið 10 sm langir og 2 sm breiðir, þeir eru grænir á meðan þeir eru að þroskast en verða dökkbrúnir eða svartir þegar þeir ná fullum þroska og innihalda 3-4 fræ (Heuzé o.fl., 2021). Sjá mynd 1-3.



Mynd 1-3. Hestabaunir í blóma, 2022.

Hestabaunir eru aðallega ræktaðar fyrir baunirnar en einnig er plantan í heild nýtt sem fóður og í Evrópu er hún aðallega ræktuð sem slík. Þær geta verið með á bilinu 14-20% prótein í kg þurrefnis og er mest þegar þær eru í fullum blóma en lækkar eftir það (Heuzé, 2021).

Á Íslandi hafa hestabaunir lítið verið prófaðar en upp úr aldamótum 1900 prófaði Einar Helgason að sá þeim, sagði að hægt væri að rækta þær til prýði (Einar Helgason, 1911).

1.4.4 Logasmári (*Trifolium incarnatum*)

Logasmári getur náð eins metra hæð við bestu aðstæður, með stólparót og hærða stílka. Laufin eru þrískipt eins og á flestum smáategundum en getur verið breytilegt. Blómin eru keilulaga 2-6 sm að lengd og með 75-125 blómskipunum hver (Heuzé o.fl., 2016a). Sjá mynd 1-4

Í hreinrækt getur uppskera orðið 2,1–5,0 tonn þe/ha í Suður-Evrópu. Hægt er að sá logasmára í hreinrækt en einnig í blöndu með öðrum belgjurtum og höfrum, rúg eða rýgresi. Logasmári er steinefnaríkur og próteinríkur en prótein innihaldið fellur mikið eftir blómgun, úr 16-24% í kg þe niður í 9-13% í kg þe (Heuzé, o.fl., 2016a).

Á Íslandi hefur logasmári verið prófaður tvisvar sinnum í tilraunum. Það var árið 1947 og gekk það fremur illa, hann þroskaðist illa og myndaði ekki fræ (Sturla Friðriksson, 1956).

1.4.5 Fóðurflækja (*Vicia sativa*)

Fóðurflækja er klifurjurt sem getur orðið allt að 2 metrar að hæð. Stöngullinn er grannur, greinóttur, skriðull með hnjám, laufin eru gagnstæð í 3-8 pörum og enda í 2-3 klifurþráðum. Laufin eru ílöng 1,5-3,5 sm að lengd og 5-15 mm breið. Blómin eru í pörum og staðsett á samskeytum laufgreina og stílksins, oftast blá eða fjólublá en einnig hvít. Belgirnir eru ílangir 3,5-8 sm langir með 4-12 brúnum eða svörtum fræjum hver (Heuzé, o.fl., 2015b). Sjá mynd 1-5.

Hægt er að sá henni bæði í hreinrækt og sáðblöndum með korni sem hún getur stutt sig við. Í hreinrækt getur uppskera orðið 1-6 tonn þe/ha við Miðjarðarhafið. Þegar fóðurflækja er veruð sem vothey þarf íblöndunarefni til þess að tryggja góða verkun, þar sem lítið er af vatnsleysanlegum kolvetnum. En hún hentar vel í blöndum með rýgresi eða höfrum. Verkast þær hinsvegar vel sem hey. Við



Mynd 1-4. Logasmári við upphaf blómgunar, 2022.



Mynd 1-5. Fóðurflækja í blóma, 2022.

blómgun hefur hráprótein innihald 13-36 % í kg þe. og 69% meltanleika, en rýrnar meltanleikinn eftir því sem líður frá blómgun (Heuzé o.fl., 2015b).

1.4.6 Loðflækja (*Vicia villosa*)

Loðflækja er skriðul tegund og getur verið á bilinu 30-70 sm há án stuðnings en getur náð 1-2 metra hæð ef hún getur nýtt aðra hluti til klífurs. Laufin eru grönn og ílöng og sitja gagnstæð í allt að 10 pörum á litlum greinum, hvert 10-25 mm langt, hver grein með klífurþráð á endunum. Blómskipanin er 7 sm löng og ber 10-30 lítil blóm 1 sm að lengd og 7 mm að breidd, geta þau verið blá, fjólublá eða hvít að lit. Belgirnir eru ílangir með 4-8 fræjum. Bæði stöngull og laufblöð eru alsett löngum mjúkum hárum (Heuzé, o.fl., 2016b). Sjá mynd 1-6.



Mynd 1-6. Loðflækja að byrja að blómstra, 2022.

Í hreinrækt getur hún skilað 12 tonnum þe/ha í tveimur sláttum, en algengt er að sá henni með korni eða grasi svo hún hafi stuðning og til að auðvelda slátt. Prótein hlutfall getur verið á bilinu 19-30 % í kg þe, meltanleiki loðflækju er um 74% og sykur innihald 8,6% kg þe (Heuzé, o.fl., 2016b).

1.5 Heilsæðisblöndur

Heilsæði eru korntegundir sem eru uppskornar þegar kornfylling er langt komin. Þá er öll plantan slegin og veruð sem gróffóður líkt og um græn fóður sé að ræða. Á Íslandi er algengast að nota bygg í heilsæði en einnig má nota hafra. Hægt er að nota sömu yrki til sláttar og eru nýtt til þroska. Heilsæðið er oft ræktað í blöndum með græn fóður tegundum eins og fóðurrepju eða ertum (Þóroddur Sveinsson, 2023). Korninu er blandað saman við kál eða ertur til þess að auka fóðurgildi og lækka þurrefnishlutfall, sem getur gefið öruggari verkun (Þóroddur Sveinsson o.fl., 2022). Þá er einn af kostum þess að hafa fleiri en eina tegund í sverðinum samtímis að það getur aukið heildar uppskeru miðað við að hafa tegundir í hreinrækt (Cardinale, o.fl., 2007).

Í þessum kafla má sjá lýsingu á korn- og græn fóður tegundum sem voru nýttar sem heilsæði í tilraunina. Próteinhlutfallið er úr erlendum heimildum og er breytilegt eftir vaxtarstigum tegunda við uppskeru.

1.5.1 Bygg (*Hordeum vulgare*)

Bygg er einær korntegund, stendur upprétt og getur verið bæði tveggja- eða sexraða eftir því hvað það eru margar lóðréttar raðir á axinu (sjá mynd 1-7), er þá sexraða korn almennt léttara heldur en tveggja raða korn. Getur uppskeran af grænófóðurbyggi verið 5-12 tonn þe/ha (Anna Lóa Sveinsdóttir o.fl., 2007b).



Mynd 1-7. Sexraða bygg í blöndu með ertum í blóma, 2023.

Bygg heilsæði getur verið uppskorið við skrið, á mjólkurstigi eða deigstigi og er þurrefnis 27-49%. Meltanleiki minnkar eftir því sem plantan nær meiri þroska, en korn og sterkjuinnihald eykst samtímis og getur farið upp í 20% þurrefnis á miðju deigstigi. Próteininnihald minnkar frá 12% þurrefnis við skrið í 9% þurrefnis á deigstigi, þá fer heildartréni úr 63% þurrefnis við skrið í 56% þurrefnis á deigstigi (Heuzé o.fl., 2015c).

1.5.2 Hafrar (*Avena sativa*)

Hafrar eru einær korntegund sem vex upprétt og hafa aðallega verið nýttir sem grænófóður hér á landi, þó einnig séu þeir ræktaðir til kornþroska. Uppskera af höfnum er 4-8 tonn þe/ha í hreinrækt (Anna Lóa Sveinsdóttir o.fl., 2007c). Sjá mynd 1-8.



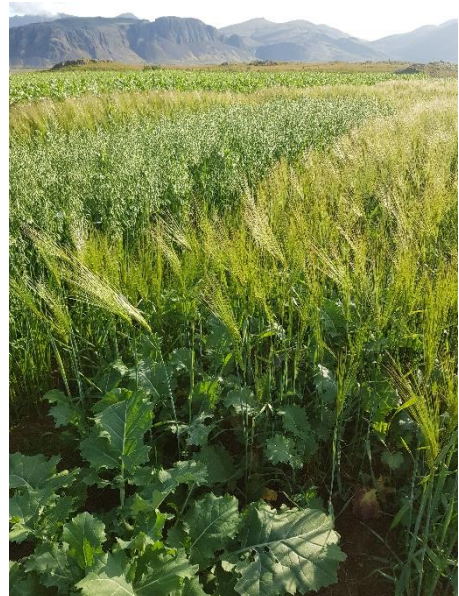
Mynd 1-8. Hafrar í blöndu með ertum, 2022.

Næringarinnihald hafra er misjafnt eftir því á hvaða þroskastigi þeir eru slegnir þegar þeir eru nýttir sem grænófóður. Hrápróteininnihald getur verið 12% þurrefnis á fánablaðsstigi en 6,3% þurrefnis á deigstigi, fer meltanleiki einnig minnkandi með auknum þroska. Sterkjuinnihaldið getur orðið allt að 25% þegar hafrarnir eru þroskaðir (Heuzé o.fl., 2016c).

1.5.3 Fóðurrepja (*Brassica napus* var. *oleifara*)

Repja er hávaxin, blaðmikil káltegund sem getur verið bæði sumar- og vetrareinær. Sjá mynd 1-9. Vetrarrepjan hefur stærri og safaríkari blöð en sumarrepjan, blómstrar yfirleitt ekki og hefur þannig bæði lengri vaxtar- og nýtingartíma en sumarrepjan. Vetrarrepja en þar með oftar nýtt og þá sérstaklega í haustbeit fyrir mjólkurkýr og sláturlömb en einnig í heilsæðisblöndur (Anna Lóa Sveinsdóttir o.fl., 2007d).

Gæði repjuheilsæðis eru mjög breytileg eftir þroska og hlutfalli milli laufa og stilks. Próteininnihald getur verið á bilinu 9% til rúmlega 30% þurrefnis, en er oft í kringum 20% (Heuzé o.fl., 2019b).



Mynd 1-9. Repja í blöndu með byggi, 2023.

1.6 Markmið verkefnisins

Meginmarkmiðin voru að:

- Bera saman vöxt og uppskerugetu tegunda og yrkja af einærum fóðurbelgjurtum.
- Bera saman uppskeru og gæði repju/bygg heilsæðis við ertu/bygg og ertu/hafra heilsæði.
- Skoða samspil sáðmagns og magn N áburðar á vöxt, þroska og uppskeru í ertum.

Verkefnið var styrkt af Þróunarsjóði nautgriparæktarinnar og er þakkað kærlega fyrir stuðninginn. Einnig er starfsmönnum jarðræktarmiðstöðvar LbhÍ færðar kærar þakkir fyrir gagnasöfnun og starfsmönnum Hvanneyrarbúsins fyrir jarðvinnslu.

Ritið er stytt og endurbætt útgáfa af bakkalár ritgerðinni „Kúabelgir - Uppskeyra og fóðurgildi einærra belgjurta fyrir mjólkurkýr“, eftir Helgu Rún Jóhannsdóttur sem útskrifaðist frá Landbúnaðarháskóla Íslands af búvísindabraut vorið 2024. Hægt er að nálgast ritgerðina í fullri lengd inná skemman.is (Helga Rún Jóhannsdóttir, 2024).

2. Efni og aðferðir

Tilraunirnar voru framkvæmdar á Mið-Fossum í Andakíl sumarið 2022 og Hvanneyri í Andakíl sumarið 2023. Reyndist jarðvegurinn á Mið-Fossum mjög súr sem og nokkuð var um mistök sem gerðu sumar tilraunirnar minna marktækar. Þar af leiðandi var ákveðið að endurtaka tilraunirnar árið eftir og gera nokkrar breytingar til að auka styrk meðferðaliðanna á niðurstöður og auka þannig líkur á því að fá marktækari niðurstöður.

2.1 Yfirlitsmynd

Yfirlitsmynd, mynd 2-1, af staðsetningum tilraunanna 2022 og 2023 á Mið-Fossum, Hvanneyri og Hvanneyrarveðurstöðvar. Tekin af Jörð.is.



Mynd 2-1. Loftmynd (Jörð.is) sem sýnir staðsetningu tilraunanna, 500 m upplausn.

2.2 Verkferlar

Þegar smita á fræ belgjurta þarf að blanda 100 g af smitaðri mold, sem er hægt að fá frá söluaðila, saman við 2-3 lítra af vatni fyrir hver 100 kg af fræi. Vökvanum og moldinni er blandað saman, þá dreift yfir fræið og séð til þess að hvert fræ verði rakt. Þetta ætti að gerast stuttu fyrir sáningu og hentar best að sá í skýjuðu veðri þar sem bakteríurnar eru viðkvæmar fyrir sólarljósi (Lífland, e.d.). Í öllum tilraununum var bakteríunni *Rhizobium leguminosarum* blandað saman við vatn og fræjunum velt upp úr því. Þetta var gert jafnóðum og það var sáð. Eingöngu fræin sem fóru í sama reit voru smituð hverju sinni svo ekki yrði ruglingur á skipulagi eða blöndun milli reita.

Við undirbúning á spildunni á Mið-Fossum var plægt haustið 2021. Um vorið 2022 var herfað, valtað, sáð og valtað aftur. Á Hvanneyrarspildunni fór allur undirbúningur fram vorið 2023. Starfsmenn Hvanneyrabúsins og LbhÍ sáu um jarðvinnslu, en starfsmenn Jarðræktarmiðstöðvar LbhÍ sáu um sáningu, áburðardreifingu og kalkdreifingu.

Sáð var í tilraunir með reitasáðvél af gerðinni Haldrup SB-25, í 1,5 m breiða reiti, 6,6 m að lengd, stærð reita var 10 m², bil á milli sáðraða var alls staðar 12,5 sm. Áburður var felldur niður með fræinu. Að undanskildum heilsæðistilraununum þar sem áburðurinn fór með ertufræinu á dýpri sáðdýptinni.

2.3 Tilraunir á Mið-Fossum 2022

Lagðar voru út þrjár tilraunir í spildu 216 sem var gamalt framræst tún en plægt upp sérstaklega fyrir þessar tilraunir. Jarðveginn má flokka sem *andic histosol* og var laus við allt illgresi en næringarsnauður vegna langvarandi áburðarsveltis. Ekki voru gerðar efnagreiningar á jarðveginum fyrr en um haustið, en sýrustig var mælt og var um 4,5 pH.

Einaeru rýgresi var sáð utan með tilrauninni. Síðar var borið á 3,5 tonn/ha af áburðarkalkinu calciprill (CaCO₃), er það 36,5% kalk. Einnig var girt utan með tilrauninni til að verja hana fyrir ágangi sauðfjár.

Nánar verður farið í meðferðarliði og uppsetningu hvernar tilraunar fyrir sig hér að neðan.

2.3.1 Tilraun 1. Samanburður á milli tegunda og yrkja

Hér var gerður samanburður á 11 yrkjum í sex tegundum kúabelgja (tafla 2-1). Þetta eru yrki sem voru fáanleg hjá söluaðilum á sáðvöru árið 2022 auk tveggja tilraunayrkja frá kynbótafyrirtækinu Boreal í Finnlandi sem Lífland útvegaði. Það eru yrkin Bor 16013 og 16034. Fóðurlúpína, hestabaunir (einnig kallaðar bóndabaunir) og ertur eru með stórgert fræ og þar var sáð ákveðnum fjölda fræja á fermetra fyrir hvert yrki. Fóðurflækja, loðflækja og logasmári eru með smágert fræ og þar miðaðist sáðmagnið við ákveðna þyngd á fermetra. Stórgerða fræinu var sáð í 4-5 sm dýpt en smágerða fræinu í um tveggja sm dýpt.

Tafla 2-1: Tegundir, yrki, fræþyngd og sáðmagn í tilraun 1, 2022.

Tegund	Yrki	Fræþyngd, mg	Fræ á m ²	Kg fræ á ha
Fóðurlúpína	Primadonna	160	90	144
Hestabaunir	Sampo	282	80	226
Hestabaunir	Into	439	80	333
Ertur	Ingrid	311	100	311
Ertur	Matilde	236	100	236
Ertur	Eso	265	100	265
Ertur	Bor 16034	250	100	250
Ertur	Bor 16013	263	100	263
Fóðurflækja	Hanka	62	120	40
Loðflækja	Rea	31	130	40
Logasmári	Blaza	10	200	20

Gert var ráð fyrir tveimur sláttutímum og þremur endurtekningum innan hvers sláttutíma, tafla 2-2. Yrkjum var raðað af handahófi í blokkir innan hvers sláttutíma.

Tafla 2-1: Tilraunaskipulag í tilraun 1, 2022.

Liðir	Fjöldi	Lýsing
Yrki	11	Fóðurlúpína, ertur, hestabaunir, fóðurflækja, loðflækja, logasmári
Sláttutími	2	Byrjun ágúst og byrjun september
Endurtekningar	3	Blokkir innan sláttutíma
Reitir samtals	66	

Áburður á hvern reit er í töflu 2-3.

Tafla 2-2: Áburður og áburðarmagn á ha í tilraun 1, 2022.

Áburður:	N	P	K	Kg/ha
Yara Kas, %	27			148
Opti P, %		20		150
Kalíklóríð, %			50	160
Kg N, P, K á ha	40	30	80	

2.3.2 Tilraun 2. Ertuheilsæði í samanburði við annað heilsæði

Í tilraun 2 var gerður samanburður á þrem heilsæðisgerðum, tafla 2-4. Yrkin voru fánleg hjá söluaðilum á sáðvörum 2022 og áttu að henta í heilsæði. Sáðmagn var ákveðið út frá niðurstöðum fyrri tilrauna á heilsæði, fyrst var sáð út ertufræjunum í 4-5 sm dýpt og korni og repju á um 2 sm dýpt þar sem ertufræin þurfa meiri sáðdýpt heldur en hinar tegundirnar.

Tafla 2-3: Tegundir í blöndum, yrki, sáðmagn (kg/ha) af hverri tegund og heildar sáðmagn í tilraun 2, 2022.

Blöndur	Ertur Matilde	Bygg Smyrill	Hafrar Chilla	Repja Interval	Alls
Ertur/bygg	200	100			300
Ertur/hafrar	200		100		300
Bygg/repja		100		8	108

Gert var ráð fyrir þremur sláttutímum og þremur endurtekningum í blokkum innan hvers sláttutíma, tafla 2-5. Heilsæðisblöndum var raðað af handahófi innan hverrar blokkar og sláttutíma.

Tafla 2-4: Tilraunaskipulag í tilraun 2, 2022.

Liðir:	Fjöldi	Lýsing
Heilsæði	3	Ertur/bygg, ertur/hafrar, bygg/repja
Sláttutímar	3	Seinni hluti mjólkurstigs byggs, fyrri hluti deigstigs byggs, seinni hluti deigstigs byggs
Endurtekningar	3	Blokkir innan sláttutíma og heilsæðisgerða
Reitir samtals	27	

Áburðarmagn á tilraunina er sýnt í töflu 2-6. Allar blöndur fengu sama magn af áburði.

Tafla 2-5: Áburður og áburðarmagn á ha í tilraun 2, 2022.

Áburður:	N	P	K	Kg/ha
Yara Kas, %	27			148
Opti P, %		20		150
Kalíklórið, %			50	160
Kg, N, P, K á ha	40	30	80	

2.3.3 Tilraun 3. Áhrif sáðmagns og N áburðar á uppskeru í ertum

Í tilraun 3 var gerður samanburður milli þriggja sáðskammta, tafla 2-7, og þriggja N áburðarskammta, tafla 2-7, á þremur mismunandi ertuyrkjum. Sáð var í 4-5 sm dýpt.

Tafla 2-6: Yrki, fjöldi reita, fræþyngd og sáðmagn á hektara í tilraun 3, 2022.

Yrki	Fjöldi reita	Fræþyngd, mg	Fræ m ²	Kg fræ á ha
Ingrid	9	311	70	218
Ingrid	18	311	100	311
Ingrid	18	311	130	404
Matilde	9	236	70	165
Eso	9	265	70	186
Eso	9	265	100	265
Eso	9	265	130	345

Í ljós kom að ekki var til nægjanlegt sáðmagn af Matilde í alla tilraunina. Þess vegna var Matilde einungis sáð í reiti með 70 fræjum á m². Í staðinn fyrir Matilde var Ingrid sáð í reiti sem fengu 100 og 130 fræ á m².

Tilraunin var tvískipt og sett upp þannig, tafla 2-8 og tafla 2-9. Yrkjum, sáðmagni og N-skömmtum var raðað af handahófi innan hverrar blokkar.

Tafla 2-7: Tilraun 3a með þremur yrkjum, 1 sáðskammti og 3 N áburðarskömmtum, 2022.

Liðir	Fjöldi	Lýsing
Yrki	3	Ingrid, Matilde, Eso
Sáðmagn	1	70 fræ/m ²
N skammtar	3	0, 30, 60 kg N/ha
Endurtekningar	3	Blokkir innan sáðmagns og N skammta
Reitir samtals	27	

Tafla 2-8: Tilraun 3b með tveimur yrkjum, 3 sáðskömmtum og 3 N áburðarskömmtum, 2022.

Liðir	Fjöldi	Lýsing
Yrki	2	Ingrid, Eso
Sáðmagn	3	70, 100, 130 fræ/m ²
N skammtar	3	0, 30, 60 kg N/ha
Endurtekningar	3	Blokkir innan sáðmagns og N skammta
Reitir samtals	54	

Áburður og áburðarmagn á ha í tilraun 3 má sjá í töflu 2-10.

Tafla 2-9: Áburður og áburðarmagn á ha í tilraun 3, 2022.

Áburður	Hrein efni, kg/ha			Áburður alls, kg/ha		
	0N	30N	60N	0N	30N	60N
Yara Kas, 27% N	0	30	60	0	111	222
Opti P, 20% P	30	30	30	150	150	150
Kalíklórið, 50% K	80	80	80	160	160	160

2.4 Tilraunir á Hvanneyri 2023

Lagðar voru út þrjár tilraunir á Ásgarðshól á Hvanneyri, sendinn melur, sem var plægður sérstaklega fyrir þessar tilraunir. Jarðvegurinn hafði ekki verið hreyfður í fimm ár og því laus við illgresi en þokkalega næringarríkur vegna tilbúins áburðar sem hafði verið dreift á reglulega á árum áður.

2.4.1 Tilraun 1. Samanburður á milli tegunda og yrkja

Í tilraun 1 var gerður samanburður á sjö yrkjum í þrem tegundum kúabelgja (tafla 2-11). Sex af þessum yrkjum voru notuð í tilraunina árið 2022 auk yrkis sem Lífland útvegaði, Lempi. Yrkið sem hét áður Bor16034 hafði þá fengið nafnið Heikki. Sáð var ákveðnum fjölda fræja á flatarmál fyrir hvert yrki þar sem öll fræin eru stórgerð og var þeim öllum sáð í 4-5 sm dýpt. Nokkuð af fræi frá fyrra ári var notað áður en gert var spírunarpróf í gróðurhúsi fyrir sáningu. Niðurstöður sýndu yfir 80% spírunarhlutfall í öllum yrkjum.

Tafla 2-10: Tegundir, yrki, fræpyngd og sáðmagn í tilraun 1, 2023.

Tegund	Yrki	Fræpyngd, mg	Fræ á m ²	Kg fræ á ha
Fóðurlúpína	Primadonna	160	86	138
Hestabaunir	Sampo	282	115	327
Hestabaunir	Into	439	70	305
Ertur	Ingrid	311	100	311
Ertur	Matilde	236	100	275
Ertur	Heikki	285	100	285
Ertur	Lempi	256	100	256

Gert var ráð fyrir tveimur sláttutímum og þremur endurtekningum innan hvers sláttutíma, sjá töflu 2-12. Yrkjum var raðað af handahófi innan blokkar og sláttutíma.

Tafla 2-11: Tilraunaskipulag í tilraun 1, 2023.

Liðir	Fjöldi	Lýsing
Yrki	7	Fóðurlúpína, ertur, hestabaunir
Sláttutími	2	Byrjun ágúst og byrjun september
Endurtekningar	3	Blokkir innan sláttutíma
Reitir samtals	42	

Áburður og áburðarmagn má sjá í töflu 2-13.

Tafla 2-12: Áburður og áburðarmagn á hektara í tilraun 1, 2023.

Áburður:	N	P	K	Kg/ha
Yara Kas, %	27			222
Opti P, %		20		150
Kalíklóríð, %			50	160
Kg N, P, K á ha	60	30	80	

2.4.2 Tilraun 2. Ertuheilsæði í samanburði við annað heilsæði

Tilraun 2 var samanburður af þrem heilsæðisgerðum (tafla 2-14) þar sem bygg/repja heilsæðisgerðin var í tveimur mismunandi áburðarskömmum. Notuð voru sömu yrki og í tilrauninni árið áður og voru fáanleg hjá söluaðilum á sáðvörum 2023. Viðmiðunarbyggdið var byggdið Aukusti. Sáðmagni var breytt lítillega frá 2022. Bygg/repja+ blandan fékk ráðlagðan áburðarskammt fyrir grænfóður og bygg/repja- sama áburðarmagn og er ætlað fyrir ertuheilsæði og korn, sjá áburðarmagn í töflu 2-16. Ertunum var sáð í 4-5 sm sáðdýpt og korni og repju í 2 sm dýpt.

Tafla 2-13: Tegundir, yrki og sáðmagn (kg/ha) í tilraun 2, 2023

Blöndur	Bygg Aukusti	Bygg Smyrill	Hafrar Chilla	Repja Interval	Ertur Matilda	Alls
Bygg (viðmið)	200					200
Bygg-repja ⁻¹		75		8		83
Bygg-repja ⁺¹		75		8		83
Ertur-bygg		75			165	240
Ertur-hafrar			50		165	215

¹ - = áburðarskammtur fyrir korn, + = áburðarskammtur fyrir grænfóður

Gert var ráð fyrir þremur endurtekningum í hverri heilsæðisgerð, sjá töflu 2-15. Heilsæðisblöndum var raðað af handahófi innan hvernar blokkar.

Tafla 2-14: Tilraunasskipulag í tilraun 2, 2023.

Liðir	Fjöldi	Lýsing
Heilsæði	5	Ertur/bygg, ertur/hafrar, bygg/repja +, bygg/repja-, hreint bygg
Endurtekningar	3	Blokkir innan heilsæða
Reitir samtals	12	

Tafla 2-15: Áburður og áburðarmagn á ha í tilraun 2, 2023.

Blöndur	Yara Kas, 27% N	Opti P, 20% P	Kalíklóríð, 50% K	Áburður, kg/ha			
	N, kg/ha	P, kg/ha	K, kg/ha	N	P	K	alls
Bygg (viðmið) ¹	120	26	50	556	150	160	866
Bygg-repja ⁻²	60	30	80	222	150	160	532
Bygg-repja ⁺²	150	30	80	556	150	160	866
Ertur-bygg	60	30	80	222	150	160	532
Ertur-hafrar	60	30	80	222	150	160	532

¹ Viðmiðunarbyggjöld fékk blandaðan N-P-K áburð

² - = áburðarskammtur fyrir korn, + = áburðarskammtur fyrir grænfóður

2.4.3 Tilraun 3. Áhrif sáðmagns og N áburðar á uppskeru í ertum

Gerður var samanburður á þremur mismunandi sáðskömmtum og þremur mismunandi N áburðarskömmtum á einu yrki af ertum, Ingrid. Áburðarskammtarnir voru hækkaðir lítillega milli ára. Sáð var í 4-5 sm dýpt.

Í töflu 2-17 er fræþyngd, fræ magn m² og kg fræ á hektara af yrkinu Ingrid.

Tafla 2-16: Yrki, fræþyngd og sáðmagn í tilraun 3, 2023.

Yrki	Fræþyngd, mg	Fræ m ²	Kg fræ á ha
Ingrid	311	70	210
Ingrid	311	100	307
Ingrid	311	130	398

Gert var ráð fyrir þremur endurtekningum af hverjum meðferðarlið, sjá töflu 2-18. Sáðmagn og N skömmtum var raðað af handahófi innan blokka.

Tafla 2-17: Tilraunaskipulag í tilraun 3, 2023.

Liðir	Fjöldi	Lýsing
Yrki	1	Ingrid
Sáðmagn	3	70, 100, 130 fræ/m ²
N skammtar	3	0, 40, 80 kg N/ha
Endurtekningar	3	Blokkir innan sáðmagns og N skammta
Reitir samtals	27	

Áburðardreifingu í tilraun 3 árið 2023 er lýst í töflu 2-19. Bæði hreinum efnum og heildar áburði í kg/ha.

Tafla 2-18: Áburður og áburðarmagn á ha í tilraun 3, 2023.

Áburður	Hrein efni, kg/ha			Áburður alls, kg/ha		
	0N	40N	80N	0N	30N	60N
Yara Kas, 27% N	0	40	80	0	148	296
Opti P, 20% P	30	30	30	150	150	150
Kalíklórið, 50% K	80	80	80	160	160	160

Eftir slátt á tilraun 3 voru grafnar upp 6-8 plöntur úr hverjum reit á tveimur handahófskenndum stöðum. Lagt var sjónrænt mat á fjölda og stærð rótarhnýða og skráð, sjá töflu 2-20.

Tafla 2-19: Skráning á rótarhnýðum í ertum.

Fjöldi rótarhnýða á plöntu		Stærð rótarhnýða á plöntu ¹	
Lýsing	Mörk	Lýsing	Mörk
Fá	< 6	Lítill	< 4 mm
Nokkur	6-12	Mið	4-6 mm
Mörg	>12	Stór	>6 mm
Engin	0	0	0

¹ lengsta mál

2.5 Mælingar

Mælingar á ljóstillífunarvirkni (NDVI, en. Normalized Difference Vegetation Index) voru gerðar bæði árin til að meta vöxt í öllum tilraunum eftir að plönturnar komu upp. Notaður var grænkustuðulsmælirinn Greenseeker frá Trimble. Grænka er gefin upp í hlutfalli frá 0 til 1, þar sem hærra hlutfall er meira af mældri grænku. Til að auðvelda lestur er hlutfallið gefið upp í heilum tölum sem einfalt tölulegt gildi.

Á uppskerudegi var mæld meðalhæð í öllum reitum með 5 sm nákvæmni með tommustokk.

Uppskorið var með reitasláttuvél af gerðinni Haldrup F-55, sem mælir heildaruppskeru úr hverjum reit. Tekin voru sýni úr hverjum reit og þurrkuð við 60 °C í þurrkofni í rúmlega 3 sólarhringa. Þyngd á sýni var mæld fyrir og eftir þurrkun og þurrefnishlutfall fundið út frá því. Nokkur sýni voru send í efnagreiningu hjá Efnagreiningu ehf. þar sem efnagreiningar á hrápróteini, meltanleika og sykri eru gerðar með NIR-tækni og orkuútreikningarnir reiknaðir út frá þeim.

Jarðvegssýni voru tekin úr efsta jarðlaginu með jarðvegssýnabor, 10 sm að lengd og 5 sm í þvermál. Þurrkuð við 40 °C í þurrkofni í rúmlega 3 sólarhringa. Þyngd var mæld fyrir og eftir þurrkun og þurrefnishlutfall fundið út frá því. Sýnin voru send í efnagreiningu hjá Efnagreiningu ehf.

Sýni frá árinu 2022 fóru í efnagreiningu 1, sem felur í sér greiningu á hrápróteini, meltanleika og sykri (ein- og tvísykrur). Efnagreiningarnar voru gefnar upp sem skammstafirnir NDF (heildartréni), sCp (leysanlegt prótein) og iNDF (ómeltanlegt tréni). Fóðureiningar og prótein á hektara voru reiknuð út frá niðurstöðunum.

Sýni frá árinu 2023 fóru í efnagreiningu 2, sem felur í sér greiningu á hrápróteini, meltanleika og sykri (ein- og tvísykrur) auk greininga á steinefnum (Ca, Mg, K, Na, P, S, Fe, Cu, Mn og Zn). Efnagreiningar voru gefnar upp í skammstöfum líkt og árið áður. Fóðureiningar og prótein á hektara voru reiknuð út frá niðurstöðunum líkt og árið áður.

2.6 Mikilvægar dagsetningar

Í töflu 2-21 má sjá þær dagsetningar þar sem helstu verk voru unnin í öllum tilraunum árið 2022 og 2023.

Tafla 2-20: Helstu dagsetningar.

Aðgerð	2022	2023
Sáning og áburðardreifing	23. maí	5.-6. júní
Jarðvegssýni tekin	23. október	27. október
Borið á kalk	31. maí	-
Fyrsta NDVI mæling	28. júní	4. júlí
NDVI mælingar	Aðra hverja viku fyrstu 6 vikurnar, svo vikulega	
Hæðarmæling	23. ágúst	5. september
Uppskera	23. ágúst	6. september
Uppgröftur rótarhnyða	-	9. september

2.7 Veðurfar 2022

Sumarið 2022 var nokkuð stöðugt hitastig en ágúst var úrkomumikill á Hvanneyri, sem er næsta veðurstöð við Mið-Fossa, stöð 1779. Eins og sjá má í töflu 2-22. Voru vaxtardagar 93 og hitasumman 906 °D.

Tafla 2-21: Veðrið sumarið 2022 samkvæmt sjálfvirkri veðurathugunarstöð Veðurstofu Íslands á Hvanneyri. (Veðurstofa Íslands 2023: Gagnabanki Veðurstofu Íslands, afgreiðsla nr. 2023-11-27/AM21.)

Mánuður	Vindhraði, m/s		Lofthiti, °C	Úrkoma
	Meðal	Hviða	mt.	mm
Maí	4,0	17	6,8	56
Júní	3,5	18	9,4	54
Júlí	3,0	23	10,8	69
Ágúst	3,4	23	9,9	102
September	2,9	32	8,6	69
Heild á vaxtartíma				350

2.8 Veðurfar 2023

Í töflu 2-23 eru sýndar veðurupplýsingar frá maí til september frá stöð 1779 á Hvanneyri. Rigning mældist í 216 klukkustundir í maí sem gerir um 9 sólarhringa samtals. Það varð til þess að seinka þurfti sáningu um 2 vikur. Hitasumman var 966 °D á vaxtartímabilinu sem var 93 dagar.

Tafla 2-22: Veðrið sumarið 2023 samkvæmt sjálfvirkri veðurathugunarstöð Veðurstofu Íslands á Hvanneyri. (Veðurstofa Íslands 2023: Gagnabanki Veðurstofu Íslands, afgreiðsla nr. 2023-10-31/AM13.)

Mánuður	Vindhraði, m/s		Lofthiti, °C	Úrkoma
	Meðal	Hviða	mt.	mm
Maí	6,3	26	6,7	131
Júní	4,7	16	9,8	92
Júlí	4,2	14	10,6	13
Ágúst	3,5	15	11,1	28
September	4,8	40	7,4	104
Heild á vaxtartíma				368

Kvöldið 1. september gerði mikið rok og fór meðalvindhraði upp í um 20 m/s og gerði 40 m/s í hviðum og fylgdi með 28 mm sólarhringsúrkoma. Við það lögðust allir reitir og skemmdust. Ertunarnar lögðust í 45° horn, sjá mynd 8-2 í viðauka. Hestabaunir, fóðurlúpína og bygg lagðist minna en hafrarnir stóðu best. Því var ákveðið að flýta slætti fram að 6. september. Þá voru neðstu blöðin á ertum og hestabaunum orðin svört í jöðrum.

2.9 Jarðvegssýni 2022

Niðurstöður úr jarðvegssýnum (10 sm) sem tekin voru haustið sama ár og tilraunirnar fóru fram á spildu 215 sem er við hliðina á spildu 216 eru í töflu 2-24. Staðfestu þær lágt sýrustig á svæðinu og lágan fosfór (P) og magnesíum (Mg) gildi.

Tafla 2-23: Niðurstöður jarðvegsefnagreininga í spildu 215 á Mið-Fossum haustið 2022.

Mælt	Eining	Gildi
Rúmþyngd	kg/l	0,34
Sýrustig	pH	4,32
P	mg/kg þe	15
Ca	mg/kg þe	1.067
Mg	mg/kg þe	79
K	mg/kg þe	100
Na	mg/kg þe	53
Mn	mg/kg þe	99
Zn	mg/kg þe	2,8
Cu	mg/kg þe	1,8

2.10 Jarðvegssýni 2023

Niðurstöður greininga á jarðvegi eru í töflu 2-25.

Tafla 2-24: Meðaltal á niðurstöðum þriggja samsýna jarðvegssýna sem voru send til efnagreiningar.

Mælt	Eining	Meðaltal	Staðalfrávik
Rúmþyngd	kg/l	0,7	0,04
Sýrustig	pH	5,2	0,19
P	mg/kg þe	34,8	13,78
Ca	mg/kg þe	964,0	18,03
Mg	mg/kg þe	369,0	62,35
K	mg/kg þe	97,7	31,75
Na	mg/kg þe	60,3	9,07
Mn	mg/kg þe	60,3	13,65
Cu	mg/kg þ.	2,8	0,44
Zn	mg/kg þe	2,3	0,61

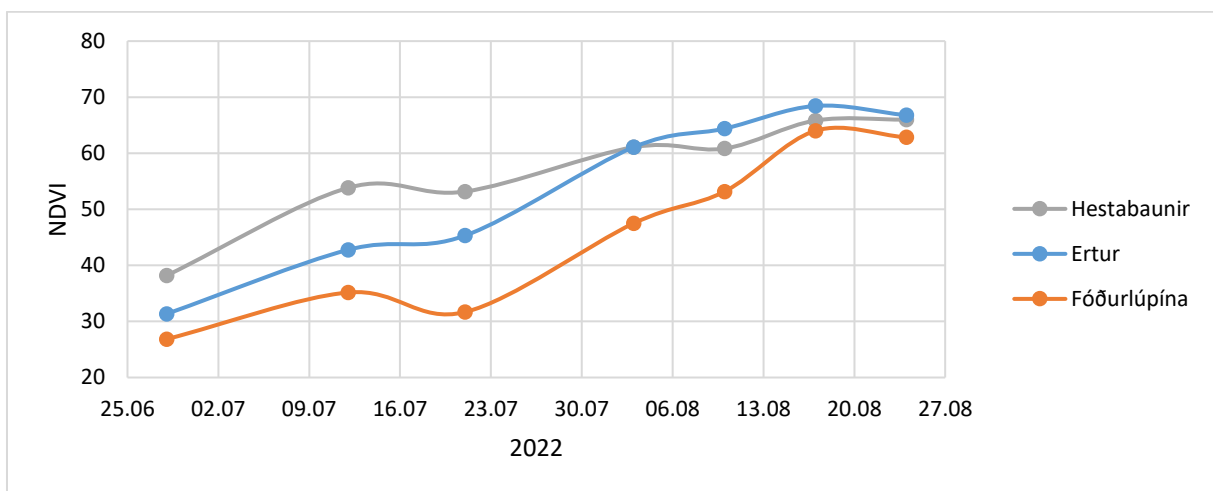
3. Niðurstöður og uppgjör

3.1 Tilraun 1. Samanburður milli tegunda og yrkja, 2022

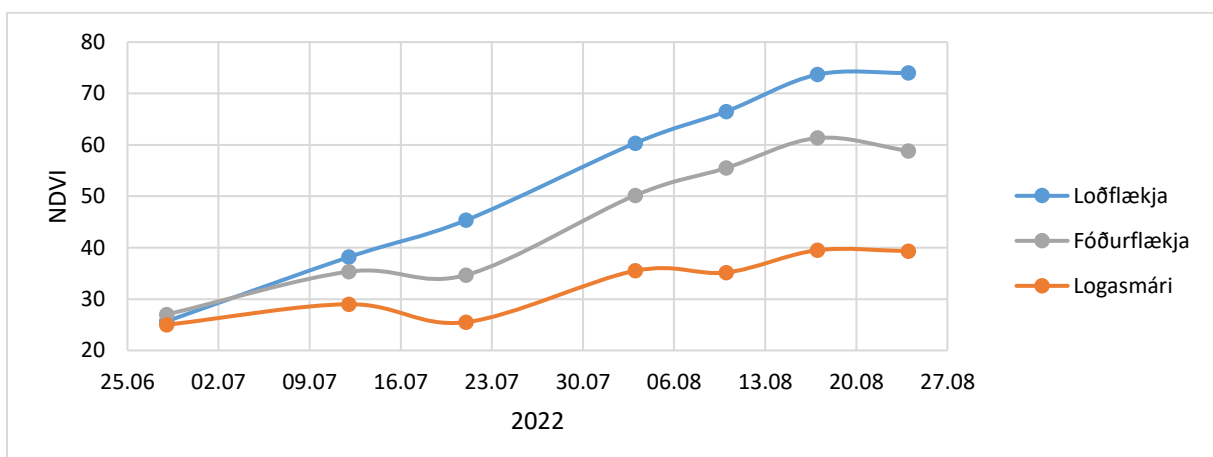
3.1.1 Vaxtarferill mismunandi tegunda og yrkja

Öll yrki fóru svipað af stað en aðskiljast svo um 21. júlí. Á mynd 3-1 og mynd 3-2 er lýst þróun grænkustuðuls eftir tegundum, þar sem stórgert fræ; hestabaunir, ertur og fóðurlúpína, eru á mynd 3-1 og smágert fræ; loðflækja fóðurflækja og logasmári, eru á mynd 3-2. Þar má sjá hvað fóðurlúpínan og logasmárin fóru hægt af stað.

Fyrsta NDVI mæling var tekin 36 dögum eftir sáningu.



Mynd 3-1: Þróun þriggja tegunda kúabelgja með stórgert fræ á grænkustuðla (NDVI) yfir vaxtartímabilið. Punktar á línun sýna mældagana



Mynd 3-2: Þróun þriggja tegunda kúabelgja með smágert fræ á grænkustuðla (NDVI) yfir vaxtartímabilið. Punktar á línun sýna mældagana.

3.1.2 Mismunur yrkja og tegunda í hæð, þurrefni og uppskeru

Í töflu 3-1 eru borin saman yrki á grundvelli hæðar, þurrefnishlutfalls og uppskeru í tonnum þurrefnis á hektara. Ertur og hestabaunir eru marktækt hávöxnustu tegundirnar. Loðflækjan, fóðurlúpinan og logasmárin eru marktækt lægstu tegundirnar. Loðflækjan er marktækt hæst í þurrefnishlutfalli, en ekki er marktækur munur á milli annarra tegunda. Niðurstöður fyrir uppskeru bendir til þess að ertur séu með mestu uppskeruna, en ekki er mikill marktækur munur á milli ertna og hestabauna. Fóðurlúpinan, fóðurlækjan og logasmárin eru með marktækt minnstu uppskeruna.

Tafla 3-1: Hæð, þurrefnishlutfall og uppskeru yrkjanna í tonnum þurrefnis á hektara. Ólíkir bókstafir innan dálka gefa til kynna tölfræðilegan marktækan mun milli yrkja (P -gildi $< 0,05$).

Tegund	Yrki	Hæð, sm	Þurrefni, %	Uppskeyra tonn þe/ha
Ertur	Bor 16034	92 A	15 B	4,1 A
Ertur	Ingrid	78 AB	16 B	3,6 AB
Ertur	Bor 16013	71 AB	14 B	3,0 ABC
Ertur	Matilde	60 BC	17 B	2,8 BC
Ertur	Eso	57 BC	14 B	2,7 BC
Hestabaunir	Sampo	59 BC	19 AB	2,6 BC
Loðflækja	Rea	37 CD	26 A	2,2 C
Hestabaunir	Into	69 AB	13 B	2,1 CD
Fóðurlúpína	Primadonna	36 CD	15 B	1,0 DE
Fóðurlækja	Hanka	28 D	16 B	0,6 E
Logasmári	Blaza	17 D	13 B	0,1 E
<i>Meðaltal</i>		<i>54</i>	<i>16</i>	<i>2,2</i>
<i>Staðalfrávik</i>		<i>24</i>	<i>5</i>	<i>1,4</i>
<i>p-gildi</i>		<i>< 0,0001</i>	<i>< 0,0001</i>	<i>< 0,0001</i>

3.1.3 Efnagreining á mismunandi tegundum og yrkjum

Fimm samsýni úr þremur tegundum send í efnagreiningu árið 2022, sjá má niðurstöðurnar í töflu 3-2. Takmörkun á hversu mikið tölfræðilegt uppgjör var hægt að gera vegna fárra sýna. Niðurstöðurnar gefa til kynna talsverðan mun milli tegunda, þar sem fóðurlúpínan er með hæsta fóðurgildið og erturnar með lægsta fóðurgildið.

Tafla 3-2: Niðurstöður fóðurgildismælinga í 3 tegundum, 5 yrkja, kúabelgja.

Tegund	Yrki	Meltan- leiki, %	Prótein, g/kg þe	NDF, g/kg þe	sCp, g/kg þe	iNDF, g/kg þe	Sykrur, g/kg þe
Hestabaunir	Sampo	78	151	419	50	62	56
Hestabaunir	Into	81	127	449	49	63	15
Ertur	Matilde	72	133	554	53	123	60
Ertur	Ingrid	70	120	565	50	148	34
Fóðurlúpína	Primadonna	76	247	380	75	71	30
<i>Meðaltal</i>		75	156	473	55	93	39
<i>Staðalfrávik</i>		4	47	74	10	35	17

3.1.4 Samantekt á tilraun 1 árið 2022

Logasmáranum, fóðurflækjunni, loðflækjunni og fóðurlúpínunni var sáð of djúpt, sem sennilega útskýrir af hverju þessar tegundir voru svona lengi að koma sér af stað og komust aldrei almennilega á strik (mynd 3-1 og 3-2). Fóðurflækjan og logasmárinn gáfu mjög litla uppskeru, loðflækjan og fóðurlúpínan gáfu einnig litla uppskeru (sjá töflu 3-1). Til viðbótar við sáðdýptina er möguleiki að of lágt sýrustig hafi einnig verið orsakavaldur, þar sem þær eru viðkvæmar fyrir lágu sýrustigi og of mikilli sáðdýpt (Heuzé o.fl., 2019a; Heuzé o.fl., 2016a; Heuzé o.fl., 2015b; Heuzé o.fl., 2016b).

Loðflækjan er skriðul tegund (Heuzé, o.fl., 2016b), sem útskýrir hvers vegna svona lág tegund getur verið svona uppskerumikil miðað við hæð (sjá töflu 3-1).

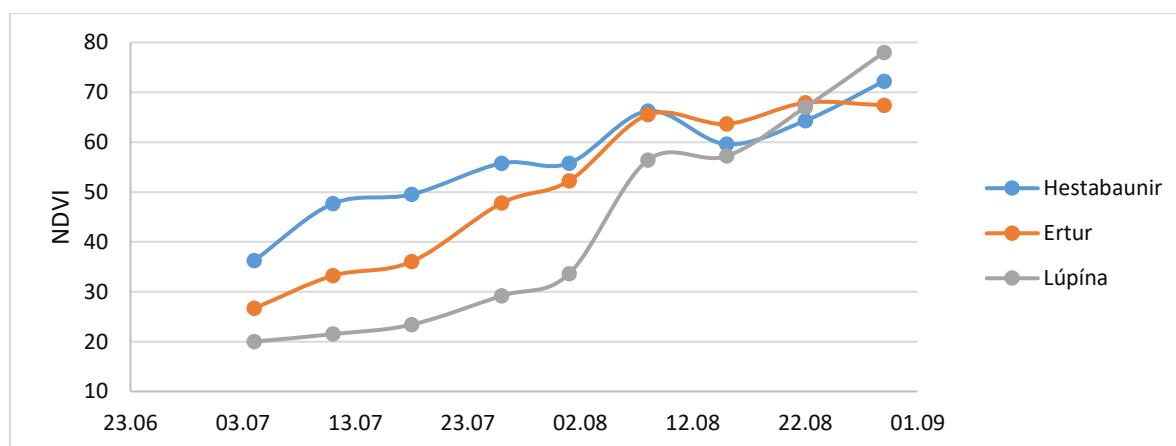
Skýring á því af hverju erturnar hafi verið með lægsta fóðurgildið árið 2022 (sjá töflu 3-2) getur verið að þær voru komnar lengra í þroska heldur en bæði hestabaunirnar og fóðurlúpínan. Fóðurlúpínan var nýlega blómguð en erturnar byrjuðu að blómstra 5. ágúst og höfðu þá verið blómstrandi í rúmar tvær vikur. Algennt er að næringarinnihald og meltanleiki falli við aukinn þroska hjá fleiri tegundum (Cherney, o.fl., 1993).

3.2 Tilraun 1. Samanburður milli tegunda og yrkja, 2023

3.2.1 Vaxtarferill mismunandi tegunda og yrkja

Prófaðar voru þrjár tegundir af kúabelgjum, sjö yrki í heildina. Sjá má meðal vaxtarferil tegunda yfir vaxtartímabilið á mynd 3-3. Fyrsta grænkustuðuls mælingin var tekin 28 dögum eftir sáningu.

Bæði hestabaunayrkin (Into og Sampo) og öll erturyrkin (Heikki, Ingrid, Lempi og Matilde) fóru vel og jafnt af stað. Fóðurlúpínan, Primadonna, var seinni til og tók ekki við sér fyrr en í byrjun ágúst en endar vaxtartímabilið með svipaðan grænkustuðul og hinar tegundirnar tvær.



Mynd 3-3: Áhrif þriggja tegunda kúabelgja á þróun grænkustuðla yfir vaxtartímabilið. Punktar á línun sýna mælidaga.

3.2.2 Mismunur yrkja og tegunda í þurrefni og uppskeru

Í töflu 3-3 eru sýndar tölfræðilegar niðurstöður á áhrifum tegunda og yrkja á þurrefnishlutfall og uppskeru í tonnum þurrefnis á hektara. Fóðurlúpínan var lægst í þurrefnishlutfalli og einnig uppskeru tonna þurrefnis á hektara. Erturyrkin voru með marktækt meiri þurrefnisuppskeru heldur en bæði hestabaunirnar og fóðurlúpína.

Tafla 3-3: Þurrefnishlutfall og uppskera í tonnum þurrefnis á hektara. Ólíkir bókstafir innan dálka gefa til kynna tölfræðilegan marktækan mun milli yrkja (P -gildi $< 0,05$).

Tegund	Yrki	Þurrefni, %	Uppskeru, tonn þe/ha
Ertur	Heikki	16 A	5,3 A
Ertur	Ingrid	16 AB	5,2 A
Ertur	Lempi	15 AB	4,8 A
Ertur	Matilda	14 C	4,1 B
Hestabaunir	Sampo	15 BC	2,6 C
Hestabaunir	Into	16 AB	2,1 C
Fóðurlúpína	Primadonna	12 D	1,1 D
<i>P-gildi</i>		$< 0,0001$	$< 0,0001$
<i>Meðaltal</i>		15	3,5
<i>Staðalfrávik</i>		2	1,6

3.2.3 Efnagreining á mismunandi tegundum

Tekin voru þrjú uppskerusýni af einu yrki í hverri tegund, ertunni Heikki, hestabauninni Sampo og fódurlúpínunni Primadonna, sjá töflu 4-4. Marktækur munur var á milli allra mældra og reiknaðra gilda. Meltanlegt þurrefni var lægst í ertunum, en erturnar eru hæstar í próteini í kg/ha, fódureiningum og sykrum. Lúpínan var hins vegar hæst í g/kg þurrefnis, leysanlegu hrápróteini (sCP) og flestum steinefnum.

Tafla 3-4: Niðurstöður efnagreininga á uppskerusýnum af Heikki ertum, Sampo hestabaunum og Primadonna fódurlúpínu. Ólíkir bókstafir í sömu röð gefa til kynna tölfræðilegan marktækan mun milli tegunda (P -gildi $< 0,05$).

Mælt	Eining	Heikki	Sampo	Primadonna	P -gildi	Meðaltal	Staðalfrávik
Meltanlegt þurrefni	%	66 B	76 A	74 A	0,0002	72	4
Fódureiningar	FE/ha	3.942 A	2.273 B	934 C	$< 0,0001$	2.383	1.232
Prótein	kg/ha	728 A	358 B	260 B	0,0004	449	210
Prótein	g/kg þe	137 B	139 B	237 A	0,0003	171	48
NDF	g/kg þe	585 A	458 B	464 B	0,0007	503	62
sCp	g/kg þe	60 B	58 B	79 A	0,0071	66	10
iNDF	g/kg þe	133 A	58 B	84 B	0,0170	92	36
Sykrur	g/kg þe	59 A	24 B	34 B	0,0029	39	16
Ca	g/kg þe	8,6 B	11,2 B	18,6 A	0,0009	12,8	4,5
P	g/kg þe	2,5 B	2,8 B	3,6 A	0,0154	3,0	0,5
Mg	g/kg þe	4,4 B	5,5 B	9,7 A	0,0071	6,6	2,5
K	g/kg þe	9,4 B	10,3 B	16,3 A	0,0170	12,0	3,6
Na	g/kg þe	2,0 B	5,46 A	4,8 A	0,0033	4,1	1,6
S	g/kg þe	0,9 C	1,6 B	2,7 A	0,0003	1,8	0,7
Fe	mg/kg þe	96,2 B	230,0 A	193,7 A	0,0273	173,3	67,6
Mn	mg/kg þe	61,3 B	102,7 B	766,9 A	0,0006	310,3	337,4
Zn	mg/kg þe	20,0 B	63,3 A	53,7 A	0,0093	49,3	16,1
Cu	mg/kg þe	10,1 B	30,7 A	13,6 B	0,0013	18,1	9,7

3.2.4 Samantekt á tilraun 1 árið 2023

Ertur og hestabaunir fóru vel af stað en fódurlúpínan spíraði seint og var með lélegt spírunarhlutfall. Fódurlúpínunni hefur líklega verið sáð of djúpt líkt og árið 2022 (Heuzé o.fl., 2019a).

Erturnar voru uppskerumestar, en yrkið Matilde marktækt síst (sjá töflu 3-3).

3.2.5 Samanburður á tilraun 1 árið 2022 og 2023

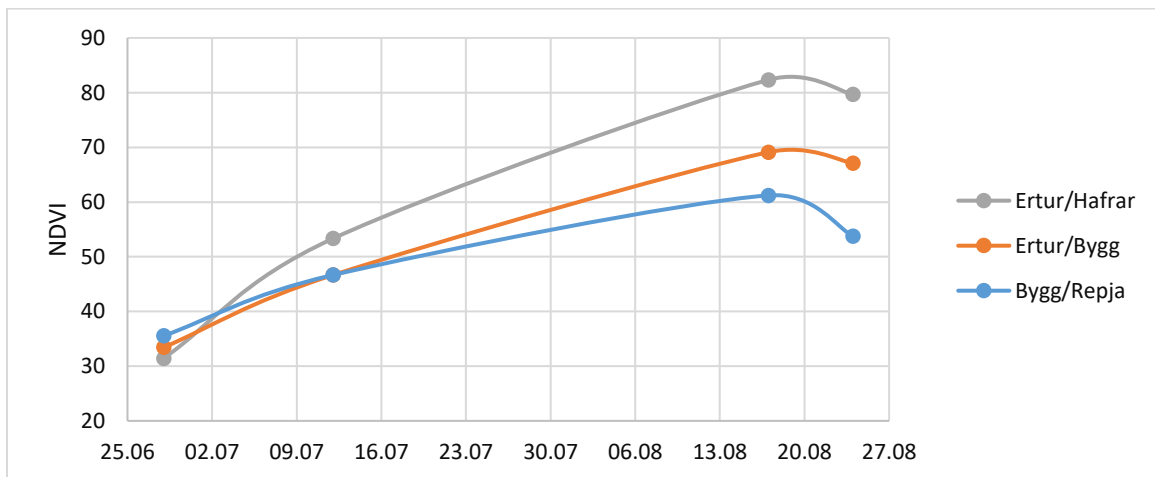
Þrjú yrki voru prófuð bæði árin, Ingrid, Matilde og Heikki. Uppskeran var meiri árið 2023 (sjá töflu 3-1 og 3-3) þegar rótarhnyðin voru til staðar og jarðvegsaðstæður hagstæðari fyrir belgjurtirnar. Af öllum tegundum sem voru prófaðar voru erturnar uppskerumestar og þar af var yrkið Heikki uppskerumest bæði árin. Ekki var mikill munur á Heikki og Ingrid, en yrkið Matilde var marktækt lakast bæði árin.

Sömu hestabaunayrkin voru notuð bæði árin. Sampo gaf meiri uppskeru en Into bæði árin en árið 2023 var munurinn ekki marktækur.

3.3 Tilraun 2. Ertuheilsæði í samanburði við annað heilsæði, 2022

3.3.1 Vaxtarferill mismunandi heilsæðis

Á mynd 3-4 er sýnd þróun grænkustuðuls heilsæðisgerðanna yfir vaxtartímann. Eftir tvær mælingar var ákveðið að hætta mælingum í tilrauninni vegna lélegs vaxtar, en síðar var ákveðið að taka þær aftur upp rétt í lokin. Á fyrsta mælidegi var ekki marktækur munur á milli heilsæðisgerða. En ertu/hafra heilsæðið hafði marktækt mesta grænku í næstu mælingu. Þegar mælingar voru teknar upp aftur var marktækur munur á milli allra heilsæðisgerða, þar sem ertur/hafrar höfðu mesta grænku og bygg/repja minnstu.



Mynd 3-4: Áhrif þriggja tegunda heilsæðis á þróun grænkustuðla (NDVI) yfir sumarið. Punktarnir á línun sýna mælidaga.

3.3.2 Mismunur heilsæðis í hæð, þurrefni og uppskeru

Í töflu 3-5 eru bornar saman mismunandi heilsæðisblöndur á grundvelli hæðar, þurrefnishlutfalli uppskeru og heildaruppskeru af hektara. Hámarktækur munur var á milli heilsæðisblandna í öllum þessum þáttum. Ertu/hafra heilsæðið var uppskerumest (5,8 tonn þe/ha), hæst (89sm) og lægst í þurrefni (20%). Bygg/repja var áberandi lægst í uppskeru (1,8 tonn þe/ha), og hæst í þurrefni (32%), ekki var marktækur munur á milli hæðar í ertu/bygg og bygg/repju heilsæðunum (53sm og 49sm).

Tafla 3-5: Niðurstöður úr hæð, þurrefni og uppskeru í tonnum þurrefnis á hektara. Ólíkir bókstafir innan dálka gefa til kynna tölfræðilega marktækan mun á milli heilsæðisblandna (P -gildi $< 0,05$).

Heilsæði	Hæð, sm	Þurrefni, %	Uppskera, tonn þe/ha
Ertur/hafrar	89 A	20 C	5,8 A
Ertur/bygg	53 B	26 B	3,4 B
Bygg/repja	49 B	32 A	1,8 C
Meðaltal	75	26	3,7
Staðalfrávik	30	5	1,7
P -gildi	0,0087	$< 0,0001$	$< 0,0001$

3.3.3 Samantekt á tilraun 2 árið 2022

Þar sem jarðvegurinn var full súr fyrir bæði byggið og erturnar, kálflugan á sveimi í kringum repjuna og nokkuð um mistök í sáningu var tilraunaskekkjan mjög há í þessari tilraun. Það voru aðallega hafrarnir sem náðu nokkuð góðum vexti í þessari tilraun og yfirgnæfðu þeir erturnar í blöndunum. Mikill munur var á hæð ertna í ertu/hafra reitum og ertu/bygg reitum og þar sem erturnar voru í hreinrækt. Talið er að vöxtur hafi verið rýr vegna lágs sýrustigs og næringarskorts. Hafrarnir þola það betur heldur en flestar aðrar tegundir sem voru prófaðar í þessum tilraunum (Anna Lóa Sveinsdóttir, o.fl., 2007c).

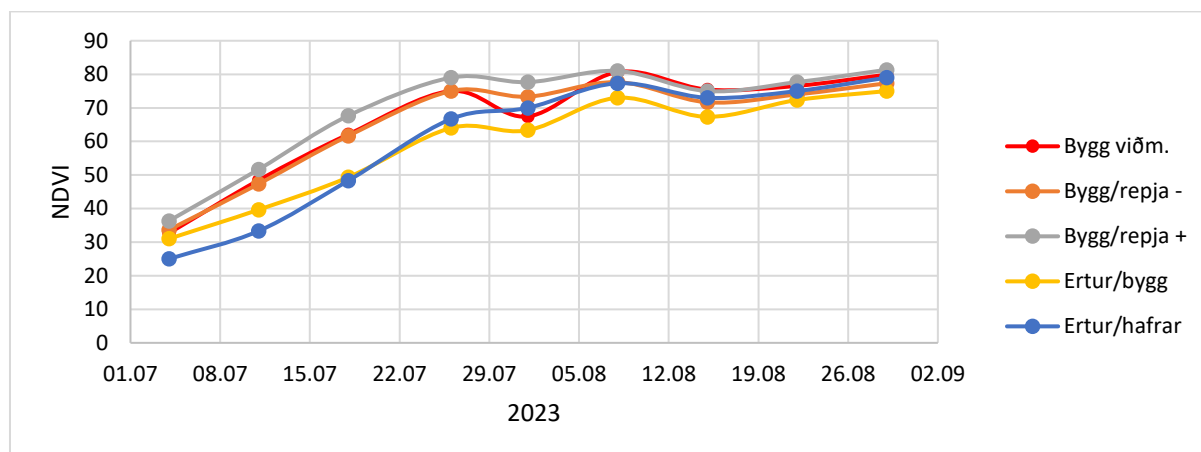
Það var ekki marktækur munur á milli hæðar hjá ertu/bygg og bygg/repju heilsæðisgerðunum þar sem byggið var álíka hátt í blöndunum. Þá er þurrefnishlutfall ertu/hafra heilsæðisins lægra heldur en hinna heilsæðanna vegna lægra þroskastigs hafranna. En hafrar þroskast seinna heldur en bygg (Þóroddur Sveinsson, 2023).

Eftir að NDVI mælingar voru teknar upp aftur í lok vaxtartímans var byggið byrjað að gulna (sjá mynd 3-4). Líklega hefur það haft áhrif á mælingar grænkustuðuls og mögulegt að stuðullinn hefði náð meiri hæðum ef mælingar hefðu verið teknar upp aftur fyrr.

3.4 Tilraun 2. Ertuheilsæði í samanburði við annað heilsæði, 2023

3.4.1 Vaxtarferill mismunandi heilsæðis

Á mynd 3-5 er þróun grænkustuðuls mismunandi heilsæðisblandna og byggs í hreinrækt yfir vaxtartímann. Heilsæðisblöndurnar með ertum voru lengur að grænka heldur en bygg í hreinrækt og bygg/repju blöndurnar, óháð áburðarskammti, þó bygg/repju+ heilsæðið sé með marktækt hæsta grænkustuðulinn fram til 1. ágúst þegar munurinn minnkar.



Mynd 3-5: Áhrif mismunandi tegunda heilsæðis á þróun grænkustuðla (NDVI) yfir vaxtartímabilið. Punktar á línunum sýna mældagana.

3.4.2 Mismunur heilsæðis í þurrefni og uppskeru

Í töflu 3-6 eru borin saman mismunandi heilsæði á grundvelli þurrefnishlutfalls og þurrefnisuppskeru í tonnum á hektara. Þurrefnishlutfallið var marktækt hæst í ertu/bygg heilsæðinu og þar á eftir bygg í hreinrækt, sem var marktækt hæst í þurrefnisuppskeru á hektara auk ertu/hafra heilsæðinu. Ekki var marktækur munur á milli bygg/repju+ og bygg/repju-heilsæðanna.

Tafla 3-6: Þurrefnishlutfall og uppskera í tonnum þurrefnis á hektara. Ólíkir bókstafir innan dálka gefa til kynna tölfræðilegan marktækan mun milli tilraunaliða (P -gildi $< 0,05$).

Blöndur	Þurrefni, %	Uppskeyra, tonn þe/ha
Bygg (viðmið)	25 B	7,4 A
Ertur/hafrar	22 CD	7,0 A
Bygg/repja -	22 C	5,4 B
Bygg/repja +	20 D	5,5 B
Ertur/bygg	27 A	5,1 B
P -gildi	$< 0,0001$	0,0007
Meðaltal	23	6,1
Staðalfrávik	2	1,2

3.4.3 Efnagreining á mismunandi heilsæðum

Tekin voru 3 uppskerusýni úr hverri heilsæðisblöndu og má sjá fóðurgildi þeirra í töflu 3-7. Meltanlegt þurrefni er marktækt lægst í ertu/hafr heilsæðinu. Ertu/hafr heilsæðið var marktækt hæst í fóðureiningum á hektara og próteini í kg/ha. Ertu/bygg heilsæðið var lægst í fóðureiningum á hektara. Einnig var prótein í kg/ha hátt í bygg/repja+. Ertuheilsæðin eru marktækt hærri í NDF og iNDF heldur en repjuheilsæðin. Ertu/hafr heilsæðið var mun hærri í mangan heldur en hinar heilsæðisgerðirnar.

Tafla 3-7: Niðurstöður efnagreininga á uppskerusýnum í mismunandi heilsæðisgerðum. Ólíkir bókstafir í sömu röð gefa til kynna tölfræðilegan marktækan mun milli meðferðaliða (P-gildi < 0,05). Meðaltöl í röðum með engum bókstöfum segir að þar sé enginn marktækur munur milli meðferðaliða.

Mælt	Eining	Bygg/ repja -	Bygg/ repja +	Ertur/ bygg	Ertur/ hafrar	P-gildi	Meðal -tal	Staðal- frávik
Meltanlegt þurrefni	%	68 A	67 AB	65 BC	64 C	0,0128	66	2
Fóðureiningar	FE/ha	4.145 B	4.171 B	3.779 C	4.937 A	< 0,0001	4.258	431
Prótein	kg/ha	491 AB	663 A	410 B	614 A	0,0384	545	126
Prótein	g/kg þe	91	120	79	87	0,0738	94	21
NDF	g/kg þe	541 B	538 B	577 A	594 A	0,0091	563	28
sCp	g/kg þe	54 AB	62 A	45 B	51 B	0,0214	53	8
iNDF	g/kg þe	125 B	120 B	159 A	158 A	0,0176	141	21
Sykrur	g/kg þe	70	63	74	66	0,0671	68	5
Ca	g/kg þe	4,6	4,9	3,6	3,2	0,1062	1,9	0,9
P	g/kg þe	1,9	1,9	1,9	1,7	0,8322	1,9	0,3
Mg	g/kg þe	2,3	2,8	2,2	2,4	0,1370	2,4	0,3
K	g/kg þe	11,8	10,3	11,2	11,6	0,4487	11,2	1,1
Na	g/kg þe	5,4 BC	7,0 AB	3,8 c	8,4 A	0,0018	6,2	1,9
S	g/kg þe	1,9 A	1,6 AB	0,8 C	1,3 B	0,0005	1,4	0,4
Fe	mg/kg þe	69,0	69,7	108,2	92,5	0,46	84,8	32,0
M	mg/kg þe	47,6 B	49,9 B	40,1 B	115 A	< 0,0001	63,1	31,3
Zn	mg/kg þe	16,2	18,9	18,7	17,1	0,6041	17,7	2,7
Cu	mg/kg þe	5,5	6,5	6,8	4,9	0,1174	5,9	2,7

3.4.4 Samantekt á tilraun 2 árið 2023

Byggið sem notað var í heilsæðin sölnaðiþegar leið á vaxtatímabilið (Anna Lóa Sveinsdóttir o.fl., 2007b) og er eðlilegt að á seinni hluta vaxtartímans sé grænka þeirra ekki mikil (sjá mynd 3-5). Þar með er eðlilegt að grænka þeirra hafi mælst minni heldur en hinna heilsæðanna. Þá var repjan í tilrauninni með stór blöð, sem er eðlilegt fyrir vetrarrepju (Anna Lóa Sveinsdóttir, o.fl., 2007d), sérstaklega í stærri áburðarskammtinum. Sennilega hefur það haft áhrif á hversu háar NDVI mælingarnar urðu, en ekki víst að það hafi verið vegna þéttleika í reitunum. Mikill þéttleiki var í höfrunum sem nánast kaffærðu erturnar og voru erturnar áberandi minnstar á hæð í hafrareitunum, ef það er borið saman við ertu/bygg heilsæðið og í hinum tilraununum. En sökum þess að allir reitir lögðust í óveðrinu var hæðin ekki tekin.

Hlutur ertna og repju var lítill í uppskerunni sem má rekja til næringarskorts. Ertur komu seinna upp en kornið og einnig seinna en ertur sem var sáð í hreinrækt í öðrum tilraunum. Þá spíraði repjan eðlilega og það komu kímblöð en síðan staðnaði vöxturinn áður en fleiri blöð mynduðust. Kornið náði ekki þeim þroska sem stefnt var að, bygg var á gulþroskastigi og hafrar á byrjun mjólkurstigs við skurð.

Þurrefnishlutfall var frekar lágt miðað við heilsæði yfirleitt. Athyglisvert er að ekki hafi verið marktækur munur á bygg/repju heilsæðunum eftir stærð áburðarskammta (sjá töflu 3-6).

3.4.5 Samanburður á tilraun 2 árið 2022 og 2023

Ertur og repjan áttu erfitt bæði árin. Þær tegundir voru þar af leiðandi lítill hlutur af heildaruppskeru þó hún hafi ekki verið mæld. Árið 2023 var sáðmagn kornsins skorið mikið niður frá árinu áður (sjá töflu 2-4 og 2-14) í von um að hlutur ertna og repju myndi aukast í uppskerunni.

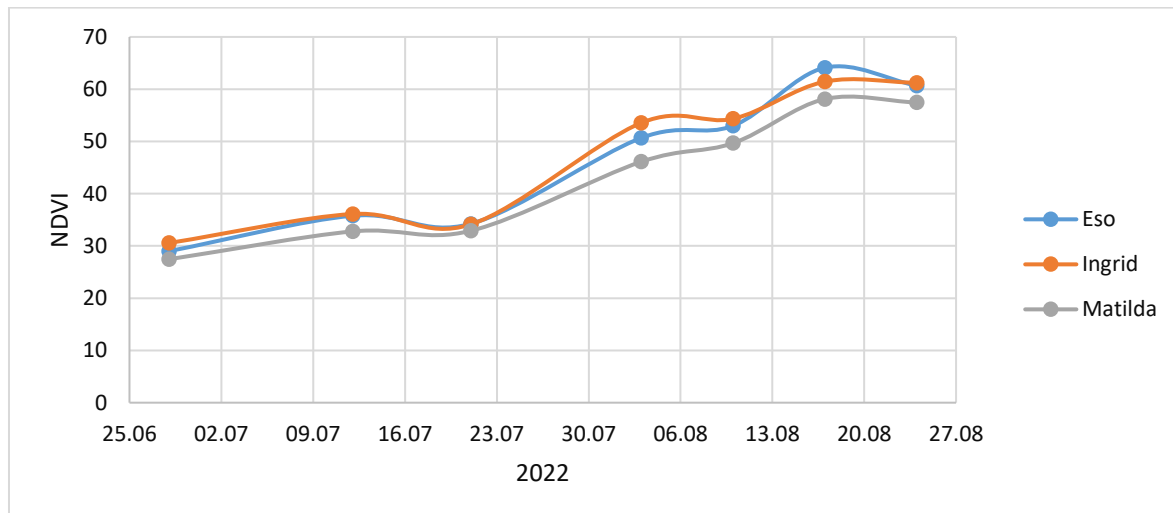
Þessar niðurstöður eru í samræmi við erlendar rannsóknir, þar sem tilbúinn N áburður minnkar hlutfall ertna í uppskeru í ertu/bygg heilsæðum samanborið við ertu/bygg heilsæði sem fá engan N áburð (Cowden o.fl., 2020). Þá var 10-20% meiri uppskera af ertu/bygg blöndu heldur en af annarri hvorri tegundinni í hreinrækt. Það er vegna þess að byggið er fljótt að róta sig og tekur þar af leiðandi upp laust N úr jarðveginum áður en ertur fara af stað. En skortur á N í umhverfinu örvar *Rhizobium* samlífi við ertur og sú N-tillífun kemur báðum tegundum til góða þegar líður á vaxtartímann (Cowden o.fl., 2020).

Niðurstöður þessa verkefnis (tafla 3-5 og tafla 3-6) eru ólíkar niðurstöðum úr sambærilegum tilraunum sem hafa verið gerðar á Íslandi. (Þóroddur Sveinsson og Svanhildur Ketilsdóttir, 2009; Þóroddur Sveinsson, o.fl., 2022). Í tilraun frá 2022 sem var framkvæmd í súrri mýri gaf hreint bygg minni uppskeru en bygg/repju heilsæði og var repjan þar ríkjandi tegund (Þóroddur Sveinsson o.fl., 2022). Í annarri tilraun þar sem heilsæði voru samskonar og í tilraun 2, 2023 (tafla 2-14) náðu ertur og bygg fullum þroska og gaf bæði bygg/repju+ og ertu/bygg heilsæði 12 tonn þe/ha og 9.500 FE/ha. Þá var uppskera repju í bygg/repju heilsæði tæp 40% og ertna 15%, þar af helmingur fullþroskaðar baunir (Þóroddur Sveinsson og Svanhildur Ketilsdóttir, 2009).

3.5 Tilraun 3. Áhrif sáðmagns og N áburðar á uppskeru í ertuyrkjum, 2022

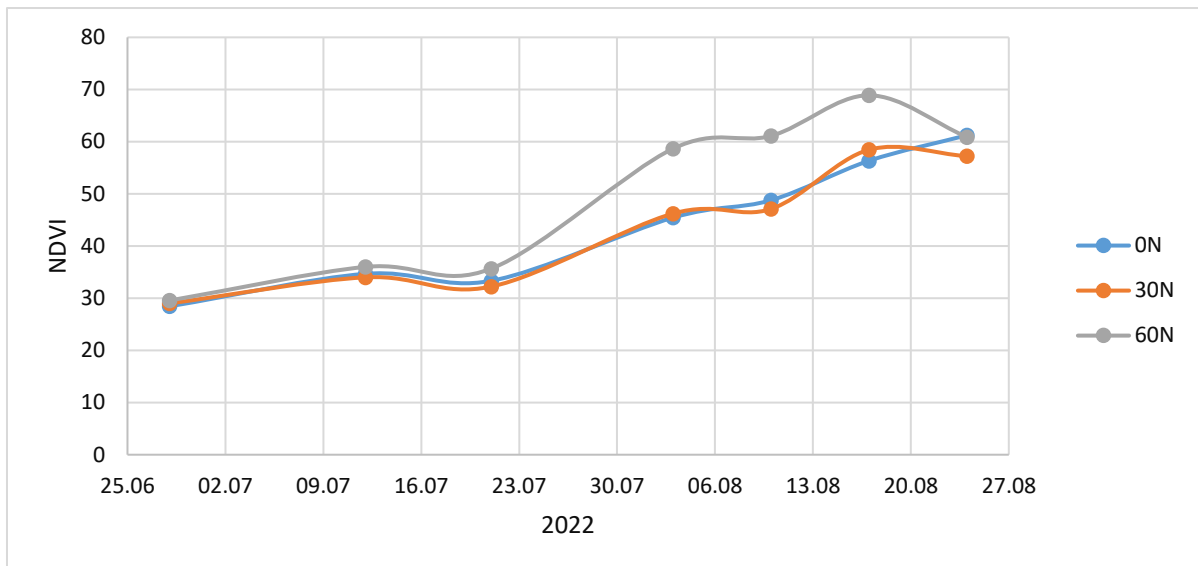
3.5.1 Vaxtarferill eftir yrkjum, sáðmagni og N áburði

Á mynd 3-6 eru sýnd áhrif þriggja ertuyrkja með lægsta sáðskammtinn (70 fræ/m^2) á þróun grænkustuðla yfir vaxtartímann. Matilde var með marktækt lægri grænkustuðul nánast alla mældidaga, en oft var ekki marktækur munur á milli Ingrid og Eso.



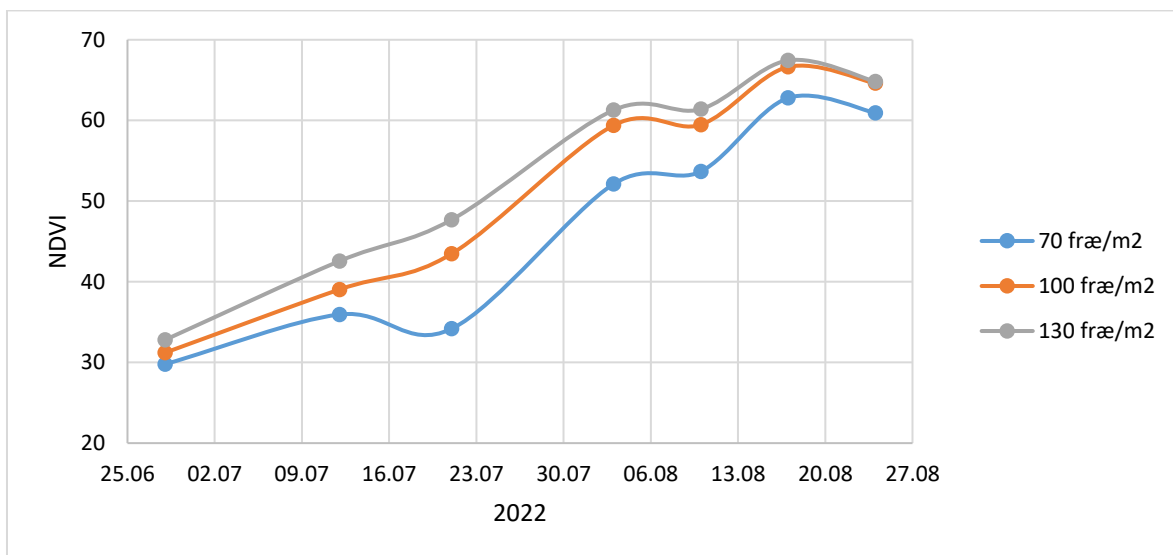
Mynd 3-6: Áhrif mismunandi ertuyrkja á þróun grænkustuðla (NDVI) yfir vaxtartímabilið. Meðaltal þriggja yrkja, sáðmagn 70 fræ/m^2 . Punktar á línunum sýna mældidaga.

Á mynd 3-7 eru sýnd meðal áhrif N skammta og þriggja yrkja á minnsta sáðskammtinn (70 fræ/m^2) á þróun grænkustuðla yfir vaxtartímann. Ekki var marktækur munur á milli minnsta og mið áburðarskammtar (0 og 30 kg N/ha) en stærsti áburðarskammturinn (60 kg N/ha) er með hæstan grænkustuðul þó ekki alltaf marktækan.



Mynd 3-7: Áhrif mismunandi *N* skammta á þróun grænkustuðla (NDVI) yfir vaxtartímabilið. Meðaltal þriggja yrkja (Eso, Ingrid, Matilde). Sáðmagn 70 fræ/m². Punktar á línun sýna mældaga.

Á mynd 3-8 eru sýnd meðaláhrif sáðmagns hjá yrkjunum Ingrid og Eso á þróun grænkustuðla yfir vaxtartímann. Minnsti sáðskammturinn (70 fræ/m²) var alltaf með lægsta grænkustuðulinn, þó það sé ekki alltaf marktækt. Ekki var marktækur munur á milli stærsta- og miðsáðskammtsins (130 fræ/m² og 100 fræ/m²) eftir 21. júlí. Þá var ekki marktækur munur á milli sáðskammta 20. og 27. ágúst.



Mynd 3-8: Áhrif mismunandi sáðmagns á þróun grænkustuðla (NDVI) yfir vaxtartímabilið. Meðaltal tveggja yrkja (Ingrid og Eso) og *N* meðferðaliða. Punktar á línun sýna mældaga.

3.5.2 Mismunur yrkja, sáðmagns og N áburðar í hæð, þurrefni og uppskeru

Í töflu 3-8 eru sýnd áhrif N skammta og þriggja yrkja (Ingrid, Eso og Matilde) þar sem voru 70 fræ/m² á hæð, þurrefnishlutfall og heildaruppskeru. N skammtar höfðu marktæk jákvæð áhrif á hæð og uppskeru en marktækt neikvæð áhrif á þurrefnishlutfall. Marktækur munur var milli yrkja í hæð og uppskeru en ekki í þurrefnishlutfalli. Matilde var með marktækt lægri uppskeru.

Tafla 3-8: Áhrif N skammta og hæð og þurrefnishlutfall á sláttudegi og uppskera í tonnum þurrefnis á hektara í tilraun 3a. Ólíkir bókstafir innan dálka og þátta gefa til kynna tölfraðilegan marktækan mun milli tilraunaliða (P-gildi < 0,05).

Meðferð	Hæð, sm	Þurrefni, %	Uppskera, tonn þe/ha
<u>N áhrif</u>			
0 kg N/ha	49 B	21 A	1,2 B
30 kg N/ha	51 B	20 A	1,5 B
60 kg N/ha	65 A	15 B	2,3 A
<i>P-gildi</i>	<i>0,0004</i>	<i>< 0,0001</i>	<i>< 0,0001</i>
<u>Yrkja áhrif</u>			
Ingrid	61 A	19	2,1 A
Eso	53 AB	18	1,7 A
Matilda	52 B	18	1,2 B
<i>P-gildi</i>	<i>0,039</i>	<i>0,28</i>	<i>0,0008</i>
<i>Meðaltal</i>	<i>55</i>	<i>18</i>	<i>1,7</i>
<i>Staðalfrávik</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>0,7</i>

Í töflu 3-9 eru sýnd áhrif N skammta, sáðmagns og yrkjanna Ingrid og Eso á hæð, þurrefnisuppskeru og heildaruppskeru. N skammtar höfðu marktæk jákvæð áhrif á uppskeru en það var ekki marktækur munur í þurrefnishlutfalli eða hæð, þó hæðin sé nálægt því að vera marktæk.

Sáðmagn hefur marktækt jákvæð áhrif á uppskeru. En það er ekki marktækur munur á þurrefnishlutfalli eða hæð, þó hæðin sé nálægt því að vera marktæk.

Ekki fannst marktækur munur á milli yrkjanna, Ingrid og Eso.

Tafla 3-9: Áhrif N skammta, sáðmagns og yrkja á hæð og þurrefnishlutfall á sláttudegi og uppskeru í tonnum þurrefnis á hektara í tilraun 3b. Ólíkir bókstafir innan dálka og þátta gefa til kynna tölfræðilegan marktækan mun milli meðferðarlíða (P -gildi $< 0,05$).

Meðferð	Hæð, sm	Þurrefni, %	Uppskeyra tonn þe/ha
<u>N áhrif</u>			
0 kg N/ha	56	20	1,9 B
30 kg N/ha	60	20	2,5 AB
60 kg N/ha	68	19	3,0 A
<i>P</i> -gildi	0,0735	0,2475	0,0142
<u>Sáðmagnsáhrif</u>			
70 fræ á m ²	56	19	1,9 B
100 fræ á m ²	62	20	2,4 B
130 fræ á m ²	66	20	3,1 A
<i>P</i> -gildi	0,0745	0,3779	0,0004
<u>Yrkja áhrif</u>			
Ingrid	66	20	2,8
Eso	57	19	2,1
<i>P</i> -gildi	0,1462	0,5718	0,0825
<i>Meðaltal</i>	64	20	2,6
<i>Staðalfrávik</i>	14	3	1,0

3.5.3 Efnagreining á N áburðarskömmtum

Tekin voru sex samsýni úr tilraun 3 og send í efnagreiningu, tvö sýni úr hverjum N skammti, sjá má niðurstöðurnar í töflu 3-10. Þar sem eingöngu voru tvö sýni úr hverjum áburðarskammti var ekki hægt að gera mikla tölfræðiútreikninga og því ekki marktækur munur milli meðferða.

Tafla 3-10: Niðurstöður efnagreininga á mismunandi N áburðarmagni. Eingöngu var tekið sýni úr reitum með 130 fræ/m² af yrkinu Ingrid. Ekki var marktækur munur á milli áburðaskammta í neinu mældu efnainnihaldi.

N kg/ha	Meltanleiki, %	Prótein, g/kg þe	NDF, g/kg þe	sCp, g/kg þe	iNDF, g/kg þe	Sykur, g/kg þe
0	73	76	527	53	106	90
30	72	96	506	61	107	69
60	75	74	541	54	99	42
<i>Meðaltal</i>	74	82	525	57	104	68
<i>Staðalfrávik</i>	4	56	77	10	36	20

3.5.4 Samantekt á tilraun 3 árið 2022

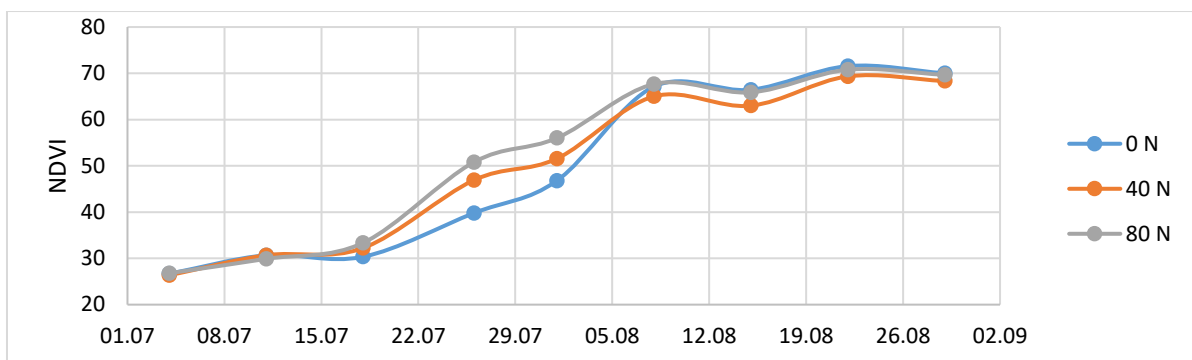
Þar sem rótarhnyði fundust ekki árið 2022 höfðu mismunandi N áburðarskammtar nokkur áhrif á uppskeru í tilraun 3. Aðallega á minnsta sáðskammtinn (70 fræ/m²), þar var hæð marktækt hærri heldur en hjá þeim sem fengu 0 kg N/ha og uppskeran tvöföld (sjá töflu 3-8).

Ekki var til nóg af fræi af yrkinu Matilde til að sá í alla reiti í sáðskammta- og áburðartilrauninni, þannig að eingöngu var Matilde nýtt í minnsta sáðskammtinn (70 plöntur/m²) en Ingrid nýtt í staðinn í mið- og stærsta sáðskammtinum (100 plöntur/m² og 130 plöntur/m²).

3.6 Tilraun 3. Áhrif sáðmagns og N áburðar á uppskeru í ertum, 2023

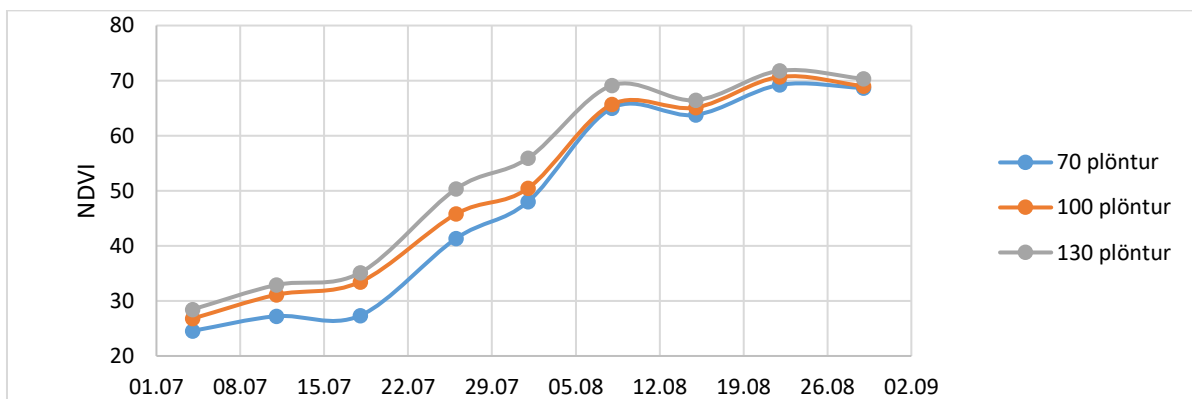
3.6.1 Vaxtarferill eftir sáðmagni og N áburði

Á mynd 3-9 er sýnd þróun grænkustuðla yrkisins Ingrid eftir mismunandi N áburðarskömmtum á vaxtartímanum. Allir reitir fóru jafnt að stað en 18. júlí fóru meðferðarliðir að skilja sig að. Þá varð marktækur munur á milli minnsta áburðarskammtsins (0 kg N/ha) og hinna áburðarskammtanna (40 og 80 kg N/ha). Í fyrstu mælingu ágústmánaðar var marktækur munur milli allra áburðarskammta. Í mælingu 8. ágúst var minnsti áburðarskammturinn orðinn sambærilegur stærsta áburðarskammtinum í grænkustuðli. Eftir það var ekki marktækur munur milli áburðarskammtanna og hélst það út vaxtartímabilið.



Mynd 3-9: Áhrif mismunandi N magns á þróun grænkustuðla (NDVI) yfir vaxtartímabilið á yrkið Ingrid. Punktar á línunum sýna mældagana.

Á mynd 3-10 sést þróun grænkustuðuls eftir mismunandi sáðskömmum. Minnsti sáðskammturinn (70 fræ/m²) var marktækt minnstur frá upphafi vaxtartímabilsins til byrjunar ágúst þegar munurinn hættir að vera marktækur milli allra sáðskammta. Stærsti sáðskammturinn (130 fræ/m²) var með hæsta grænkustuðulinn allt vaxtartímabilið, þó munur milli stærsta og mið (100 fræ/m²) sé ekki alltaf marktækur.



Mynd 3-10: Áhrif mismunandi sáðmagns af yrkinu Ingrid á þróun grænkustuðla (NDVI) yfir vaxtartímabilið. Punktar á línunum sýna mældagana.

3.6.2 Mismunur sáðmagns og N áburðar í þurrefni og uppskeru

Í töflu 3-11 má sjá tölfræðilegar niðurstöður á áhrifum N áburðar og sáðmagns á þurrefnishlutfall og heildaruppskeru þurrefnis á ertuyrkið Ingrid. Mismunandi magn N áburðar hafði ekki marktæk áhrif á þurrefni eða uppskeru í tonnum þurrefnis á hektara. Sáðmagn hafði ekki marktæk áhrif á þurrefnishlutfall, en aukið sáðmagn gaf meiri uppskeru í þurrefnistonnum á hektara.

Tafla 3-11: Þurrefnishlutfall og uppskera. Ólíkir bókstafir innan dálka og þátta gefa til kynna tölfræðilegan marktækan mun milli tilraunaliða (P-gildi < 0,05). Meðaltöl í dálkum með engum bókstöfum segir að þar sé enginn marktækur munur milli meðferðaliða.

Meðferð	Þurrefni, %	Uppskera, tonn þe/ha
<u>N áhrif</u>		
0 kg N/ha	14	5,1
40 kg N/ha	15	5,1
80 kg N/ha	15	5,5
<i>P-gildi</i>	<i>0,2165</i>	<i>0,109</i>
<u>Sáðmagnsáhrif</u>		
70 fræ á m ²	15	4,7 B
100 fræ á m ²	15	5,4 A
130 fræ á m ²	15	5,6 A
<i>P-gildi</i>	<i>0,9074</i>	<i>0,0007</i>
<i>Meðaltal</i>	<i>14,7</i>	<i>5,2</i>
<i>Staðalfrávik</i>	<i>1,0</i>	<i>0,6</i>

3.6.3 Efnagreining á N áburðarskömmtum

Tekin voru þrjú uppskerusýni úr hverjum áburðarlið stærstu sáðskammtanna (130 fræ/m²) og fóðurgildi þeirra mæld, sjá töflu 3-12. Ekki reyndist marktækur munur á milli áburðarliða í flestum mældum gildum. 0 kg N skammturinn gaf jafnmikla uppskeru í fódureiningum og 80 kg N skammturinn.

Tafla 3-12: Niðurstöður efnagreininga á uppskerusýnum úr þremur N áburðarliðum. Ólíkir bókstafir í sömu röð gefa til kynna tölfraðilegan marktækan mun milli meðferðaliða (< 0,05). Meðaltöl í röðum með engum bókstöfum segir að þar sé enginn marktækur munur milli meðferðaliða.

Mælt	Eining	0 kg N/ha	40 kg N/ha	80 kg N/ha	P-gildi	Meðal- tal	Staðal- frávik
Meltanlegt þurrefni	%	69 A	66 B	56 B	0,0030	67	2
Fóðureiningar	FE/ha	4.163 A	4.006 B	4.290 A	0,0083	4.153	130
Prótein	kg/ha	184	145	152	0,1199	888	120
Prótein	g/kg þe	977	791	896	0,2140	160	24
NDF	g/kg þe	545	562	557	0,5298	555	17
sCp	g/kg þe	70	62	65	0,1922	66	5
iNDF	g/kg þe	105	114	122	0,3414	114	12
Sykrur	g/kg þe	39	43	44	0,5655	42	6
Ca	g/kg þe	8,2	8,1	8,6	0,6969	8,3	0,7
P	g/kg þe	2,9	2,4	2,6	0,4524	2,6	0,4
Mg	g/kg þe	4,2	4,3	4,5	0,3200	4,3	Ö,3
K	g/kg þe	11,6	10,0	10,6	0,4079	10,7	1,3
Na	g/kg þe	1,7	1,3	1,5	0,0733	1,5	0,2
S	g/kg þe	1,7	1,6	1,6	0,7864	1,6	0,2
Fe	mg/kg þe	94,7	82,1	75,8	0,2914	84,2	13,5
Mn	mg/kg þe	57,6	52,8	61,8	0,6668	57,4	10,3
Zn	mg/kg þe	28,9	26,0	29,0	0,1011	28,0	1,9
Cu	mg/kg þe	8,6	8,3	8,9	0,1816	8,6	0,4

3.6.4 Uppgröftur á rótarhnýðum

Í töflu 3-13 má sjá niðurstöður á mælingum á *Rhizobium* rótarhnýðum í tilraun 3. Þeim er raðað upp eftir endurtekningum, áburðar- og sáðmagnsliðum. Rótarhnýði fundust í öllum reitum nema einum, er þá 4% reita án rótarhnýða. Mikill breytileiki er eftir reitum og plöntum.

Tafla 3-13: Áhrif N áburðar og sáðmagns á fjölda og stærð *Rhizobium* rótarhnýða í þremur blokkum.

Tilraunaliðir		Endurtekningar (blokkir)		
Áburið N	Fjöldi fræja	I	II	III
0	70	Fá Stór Sumar ekkert	Fá Stór Sumar ekkert	Nokkur Lítill og stór
0	100	Fá Miðlungs og stór	Mörg Lítill og miðlungs	Mörg Lítill og miðlungs
0	130	Fá Miðlungs	Nokkur Lítill og miðlungs	Fá Lítill og miðlungs
40	70	Nokkur Stór	Mörg Lítill	Mörg Miðlungs og stór
40	100	Engin rótarhnýði fundust Gular plöntur	Fá Stór Sumar ekkert	Fá Lítill
40	130	Fá Miðlungs og stór	Mörg Lítill og miðlungs	Nokkur Lítill Sumar ekkert
80	70	Nokkur Lítill og miðlungs	Fá Lítill og miðlungs Sumar ekkert	Mörg Miðlungs og stór
80	100	Mikið Lítið og miðlungs	Nokkur Lítill og miðlungs	Fá Lítill og miðlungs
80	130	Nokkur Miðlungs Sumar ekkert	Nokkur Lítið og miðlungs	Mörg Lítill og miðlungs

Í töflu 3-14 eru dregnar saman niðurstöður um megináhrif N áburðar og sáðmagns á stærð rótarhnýða. Breytileiki er mikill og oft mismunandi stærð og fjöldi rótarhnýða í sama reitnum (sjá töflu 3-14). Vaxandi N áburður og aukið sáðmagn virðist auka fjölda rótarhnýða á plöntum en minnka stærð þeirra. Sjá má dæmi um stærð og fjölda rótarhnýða á mynd 3-11 til 3-16.

Tafla 3-14: Flokkun reita eftir fjölda og stærð rótarhnýða á plöntu.

	Fjöldi rótarhnýða á plöntu mt.			Stærð rótarhnýða á plöntu ¹			
Áhrif	< 6	6-12	>12	< 4 mm	4-6 mm	> 6 mm	0 ²
<u>N áburður</u>	...% reita...						
0 kg N/ha	19	7	7	15	22	11	7
40 kg N/ha	11	7	11	15	15	11	7
80 kg N/ha	7	15	11	26	30	4	7
<u>Sáðmagn</u>							
70 fræ á m ²	11	11	11	15	15	19	11
100 fræ á m ²	15	22	7	22	22	7	4
130 fræ á m ²	4	15	7	22	19	4	7

¹ lengsta mál, ² % reita með plöntur sem voru með engin rótarhnýði



Mynd 3-11: Til vinstri. Dæmi um nokkur stór rótarhnýði, 70 fræ/m² – 40 kg N/ha.

Mynd 3-12: Til hægri. Dæmi um mörg litil og miðlungs rótarhnýði, 130 fræ/m² – 80 kg N/ha.





Mynd 3-13: Til vinstri. Dæmi um mörg lítill rótarhnýði, 70 fræ/m² – 40 kg N/ha.



Mynd 3-14: Til hægri. Dæmi um fá stór rótarhnýði, 100 fræ/m² – 40 kg N/ha.



Mynd 3-15: Til vinstri. Rætur með engum rótarhnýðum, 100 fræ/m² – 40 kg N/ha.



Mynd 3-16: Til hægri. Nokkur lítill og miðlungs stór rótarhnýði, 100 fræ/m² – 80 kg N/ha.

3.6.5 Samantekt á tilraun 3 árið 2023

Árið 2023 höfðu mismunandi N áburðarskammtar ekki marktæk áhrif á þurrefni, uppskeru eða efnainnihald í flestum flokkum (sjá töflu 3-11). Það er í samræmi við aðrar erlendar tilraunir með ertur og mismunandi áburðarmagn (Cowden o.fl., 2020). Hægt er að rekja það til virks samlífis *Rhizobium* og ertna. Einnig höfðu N áburðarskammtar ekki marktæk áhrif á prótein

innihald uppskerunnar (sjá töflu 3-12). En N er mikilvægt efni í aminosýrum og þar með próteinum (Barneix og Causin, 1996). Þeir reitir sem fengu 0 kg N/ha fóru hægar af stað en í byrjun ágúst voru þeir orðnir jafnir reitunum sem fengu stærri áburðarskammta (sjá mynd 3-9. Reitirnir sem fengu 0 kg N/ha voru marktækt hærri í meltanleika heldur en þeir reitir sem fengu N áburð. Líklegt er að erturnar sem fengu 0 kg N/ha hafi verið á lægra þroskastigi, þar sem meltanleiki fellur oft með auknu þroskastigi (Cherney, o.fl., 1993).

Við uppgröft á plöntunum kom í ljós að rótarhnýðin voru mjög misjöfn að stærð (tafla 3-14). Þau sem eru sögð stór, litu í raun út eins og mörg lítil gróin saman í eitt stórt. Miðstærð af rótarhnýðum litu út eins og tvö til þrjú lítil þjöppuð saman í eitt. Ekki er vitað hvort að stærðin skipti máli varðandi virkni í bindingu á nitri. En voru þau opnuð og flest öll bleik að innan, voru eingöngu allra minnstu hnýði grá (undir 0,2 sm að stærð) sem bendir til að flest rótarhnýðin hafi verið virk. Bleikur eða rauðleitur litur bendir til viðveru leghemúglóbíns þar sem N-tillífun getur farið fram (Burdass, 2002). Þau stærri höfðu pláss fyrir meira leghemúglóbín og þannig meiri virkni en liturinn á flestum var svipaður (sjá mynd 3-17).



Mynd 3-17. Öpið miðstærðar rótarhnýði 2023 úr reit með 130 fræ/m² og 80 kg N/ha.

Á sumum af plöntunum sem voru grafnar upp virtust rótarhnýðin vera aðallega á einni hlið eða meginrót plöntunnar. Stundum voru þau ofarlega á rótunum, nálægt stönglinum. En stundum voru þau mjög neðarlega á rôtarkerfinu og er möguleiki að ekki hafi tekist að grafa upp öll rótarhnýði hjá þeim plöntum og þar með líklega ekki nákvæmar niðurstöður.

3.6.6 Samanburður á tilraun 3 árið 2022 og 2023

Mikill munur var á niðurstöðum í tilraun 3 á milli ára (sjá töflu 3-9 og 3-11), liggur sá munur fyrst og fremst í því að árið 2022 var *Rhizobium* samlífi ekki virkt en það var virkt árið 2023.

Marktækur munur var á milli sáðskammta bæði árin, þar sem var aukning í uppskeru í tonnum þurrefnis á hektara með auknu sáðmagni (sjá töflu 3-9 og 3-11). 57% meiri uppskera var úr

reitum sem fengu 130 fræ/m² heldur en reitum sem fengu 70 fræ/m² árið 2022. En einungis 16% munur árið 2023. Niðurstöður úr erlendum sáðmagns tilraunum sýna að 50-60 fræ/m² duga til að fá fulla uppskeru, en hærri sáðmagn flýtir fyrir grænku og minnkar illgresi innan reits (Johnston, o.fl., 2002).

Prótein innihaldið í ertunum árið 2022 var lágt sé það borið saman við prótein innihald 2023 (sjá töflu 3-10 og 3-12). Hægt er að skýra það með að *Rhizobium* bakteríurnar voru fjarverandi og ekki varð N-tillífun. En aðgengilegt N hefur mikil áhrif á prótein innihald plantna (Barneix og Causin, 1996).

4. Umræður eftir árum

Margt er enn ólært í ræktun einærra fódurbelgjurta á Íslandi. Með þessu verkefni var ætlunin að varpa ljósi á ræktunarmöguleika þeirra en ekki fór allt eins og lagt var upp með, eins og fram hefur komið. Verkefnið aflaði engu að síður meiri þekkingar í ræktun og nýtingarmöguleikum einærra fódurbelgjurta við íslenskar aðstæður, þá sérstaklega hvað ber að varast.

Framboð af einærum belgjurtafræjum er lítið fyrir norðlægar slóðir og reyndist erfitt að fá fræ til þess að prófa og þurfti að nýta fræ frá 2022 í sum yrki árið 2023 (sjá kafla 2.4.1). Útvegaði Lífland tvö tilraunayrki árið 2022, Bor16034 og Bor16013 frá Boreal í Finnlandi, sem og önnur fræ bæði árin. Árið 2023 var Bor16034 komið með yrkjanafnið Heikki, sem var prófað aftur það ár.

Út frá niðurstöðum efnagreininga má áætla að ekki hafi verið slegið á heppilegu þroskastigi. Hefði verið betra að slá fyrr, fyrir blómgun, eða seinna, eftir að fylling væri komin í belgina og kornið í heilsæðinu, til að hámarka fódurgildi.

4.1 Tilraunir árið 2022

Nokkuð af hlutum fóru úrskeiðis árið 2022.

Jarðvegurinn var gljúpur og átti sáðvélin það til að draga með sér mold og festast þar sem var blautast, með þeim afleiðingum að reitirnir urðu stundum ójafnir að lengd. Þannig lenti einn reitur hálfur utan áætlaðs svæðis, sem orsakaði að einnig var sáð í hann grasfræi sem fór umhverfis tilraunasvæðið, en kom það ekki að sök. Pípan þar sem fræ og áburður renna saman átti það til að stíflast, þannig að fræ og áburður dreifðist ójafnt yfir reitina.

Tekin voru 3 jarðvegssýni úr túninu og sýrustig mælt, kom í ljós að sýrustigið var að meðaltali 4,5 pH. Áburðarkalki var dreift á allar tilraunirnar sem svarar 3,2-3,75 tonn/ha (meðaltal 3,5 tonn/ha) í þeirri von að hækka sýrustigið.

Vegna lélegrar sprettu voru allir reitirnir slegnir á sama tíma í lok sumars. Við slátt voru öll yrki í blóma en engir belgir sjáanlegir. Logasmára-, loðflækju-, fódurflækju- og fódurlúpínureitirnir voru gisnir og sýndi logasmárin mikinn skort. Við slátt var byggið á deigstigi, hafrar á mjólkurstigi og ertur í blóma. Byggið var gisið og sýndi einkenni næringarskorts í öllum reitunum. Kálfluga komst í repjuna og skemmdi hana mikið, einnig sýndi repjan einkenni næringarskorts. Blaðæðar í ertunum voru litlausar (hvítar) og allur vöxtur óeðlilegur sem og í

öðrum kúabelgjum, þó að það hafi ekki verið eins áberandi. Hafrarnir voru þéttir miðað við sáðmagn og eina tegundin sem ekki sá á.

Þegar leið á sumarið voru nokkrar plöntur í hverri tilraun grafnar upp með rótum til að leita eftir rótarhnýðum. Plönturnar voru valdar af handahófi og fundust engin rótarhnýði á neinni plöntu í neinni tilraun.

Ekki var tekið jarðvegssýni úr jarðvegi tilraunarinnar eftir að kalkið var borið á. Þannig að ekki er vitað við hvaða sýrustig plönturnar uxu, þó það hafi verið um 4,5 pH við sáningu. Einnig var kalkað eftir sáningu þannig að óvíst er hversu vel það nýttist plöntunum. Eingöngu voru borin á megin næringarefni (sjá töflu 2-3, 2-6 og 2-10) en ekki snefilefni. Á óvart kom hversu lágar P og Mg tölur úr efnagreiningu frá Mið-Fossum voru miðað við lífræna jarðveginn sem þar var. Það fundust engin *Rhizobium* rótarhnýði líkt og var gert ráð fyrir og varð því engin niturtillífun. Orsakaði það N skort, þar sem það var gert ráð fyrir N-tillífun í áburðaráætlunum (sjá töflu 2-3, 2-6 og 2-10). Líklegt er að lágt sýrustig hafi einnig haft mikil áhrif á aðgengi næringarefna (Barrow og Hartemink, 2023) og aðstæður fyrir myndun rótarhnýða. En *Rhizobium* bakterían sem var notuð í þessum tilraunum, *Rhizobium leguminosarum*, getur verið viðkvæm fyrir lágu sýrustigi (Yates o.fl., 2021). Það hefur haft áhrif á frammistöðu kúabelgja, repju og byggs sem er sérstaklega viðkvæmt fyrir lágu sýrustigi (Anna Lóa Sveinsdóttir, o.fl., 2007b; 2007a; 2007d).

4.2 Tilraunir árið 2023

Í maí var mikil úrkoma og vegna bleytu sem henni fylgdi var ekki hægt að sá fyrr en 5.-6. júní. Tókst sáning vel en var ekki hægt að sá í tvo reiti í tilraun 1 vegna plássleysis, gerði það lítið til í uppgjöri. Ekki var til nóg af fræi af öllum yrkjum í tilraunirnar og var þá notað fræ frá árinu áður sem kom vel út úr spírunarprófi í gróðurhúsi um veturinn.

Spretta fór ágætlega af stað hjá flestum tegundum nema fódurlúpínunni sem spíraði seint og ójafnt. Þegar leið á vaxtartímann fór að bera á skortseinkennum, mest í repjunni og ertunum. Í repjunni lýstu þau sér helst sem N og/eða P skortur en í ertunum sem brennisteinsskortur (S). Rótarhnýðismyndun var á kúabelgjunum upp úr miðjum júlí og blómstruðu kúabelgirnir þegar leið á ágúst og býflugna varð vart. Í lok ágúst fundust fræbelgir í öllum tegundum en fylling rétt á byrjunarstigi og enn nokkuð um blóm, sjá mynd 8-1 í viðauka. Erturnar voru þá búnar að ná 1,5 m hæð.

Við slátt var kornið í bygginu á byrjun harðþroskastigs og í höfrunum á byrjun mjólkurstigs við skurð.

Í byrjun sumars var greinilegur munur á milli meðferðaliða í tilraun 3 – sáðskammtar og N áburðarskammtar. En upp úr miðjum ágúst tóku erturnar mikinn vaxtarkipp og munurinn jafnaðist út.

Á Ásgarðshólnum fundust rótarhnýði á flestum plöntum sem voru grafnar upp (sjá töflu 3-13). Þegar hnýðin voru klofin í lok vaxtartímans kom í ljós rauð/bleikt innihald sem bendir til virkrar N-tillífunar (Burdass, 2002). Uppskeruaukning varð, líklega af þeirri ástæðu á milli ára (sjá töflu 3-9 og töflu 3-11), mest var sú aukning hjá ertunum.

Brennisteinsskorturinn sem hefur líklega hrjáð erturnar hefur áhrif á blómgun og *Rhizobium* rótarhnýðismyndun. Þar af leiðandi getur skorturinn haft áhrif á N-tillífun og uppskeru. Fyrst varð vart við rótarhnýðismyndun í kúabelgjum um miðjan júlí en áhrif þeirra á vöxt sáust fyrst í ágúst, þegar öll yrki og tegundir í tilraun 1 og 3 tóku vaxtarkipp (sjá mynd 3-9, 3-10). Það var mest áberandi í tilraun 3 á ertum sem fengu 0 kg N/ha.

Þá gerði hvassviðri 1. september (sjá kafla 2.8) þar sem allur vöxtur stöðvaðist og plöntur fóru strax að visna. Þá voru hvorki belgjurtirnar eða heilsæðin búin að ná þeim þroska sem stefnt var að. Hægt er að reikna með einhverju uppskerutapi vegna visnunar. Megnið af tegundunum brotnaði og erfitt var að slá þær með reitasláttuvél svo öll uppskeran kæmi inn á sláttborðið. Þannig eitthvað af uppskerunni sem varð eftir á reitnum, sjá mynd 8-3 í viðauka.

4.2.1 Vangaveltur um NDVI

Að lokum má velta fyrir sér notagildi grænkustuðulsmælingar (NDVI). NDVI mælir hversu hratt plönturnar taka við sér, hversu mikil grænka þeirra er í reitunum og getur mælt þroskastig, þar sem grænkustuðullinn lækkar við blómgun (t.d. Sunna Skeggjadóttir o.fl., 2022). En þarf það ekki að fylgja hæð eða uppskerumagni. Þetta er mælt með endurkasti á innrauðum og rauðum bylgjum (Trimble, e.d.), og getur endurkastið verið mismunandi eftir tegundum. Þá er oft meira endurkast frá ljósum plöntum heldur en dökkum plöntum sem gleypa það frekar og getur þá einnig orðið munur á mælingum eftir veðurfari. Einnig getur verið munur eftir því hvort það sé ljóst eða dökkt undirlag fyrir neðan plönturnar. Bylgjurnar sem sjást á myndum (sjá mynd 3-5) um vaxtarferla í þessum tilraunum komu á mælingadögum þar sem var sérstaklega mikil sól og plönturnar fullmettaðar af sól og lítið endurkast. Sama má segja um lækkunina sem verður oft í lok vaxtartíma, en á þeim tíma blómgast flestar tegundir og lækkar það endurkast á grænkustuðli.

5. Ályktanir / Iokaorð

Þar sem það þurfti að uppskera fyrr bæði árin en ætlað var vegna ytri aðstæðna og veðurs, er ekki hægt að skera úr um uppskerugetu einærra fóðurbelgjurta. Af sömu ástæðum náðu kúabelgirnir ekki þeim þroska sem stefnt var að og þar með ekki víst að niðurstöðurnar væru þessar ef allt hefði farið eins og best væri á kosið. Þó má raða uppskerugetu tegundanna. Mesta uppskeru gáfu ertur, þá hestabaunir og loðflækja, fóðurlúpína, fóðurflækja og logasmárin minnstu uppskeruna.

Ekki er mikill munur á ertuyrkjunum nema í hæð, gefur yrkið Matilde þó aðeins minni uppskeru en önnur yrki. Þegar líður á vaxtartímann taka erturnar á sig mikinn vind og geta lagst, þá getur orðið erfiðara með slátt.

Hestabaunir eru fljótar af stað, borið saman við hinar tegundirnar, en þegar líður á vaxtartímann virðast neðstu blöðin verða svört af óþekktum ástæðum. Yrkið Sampo gaf meiri uppskeru heldur en yrkið Into bæði árin.

Fóðurlúpínunni var sáð of djúpt bæði árin sem kom niður á vexti og uppskeru hennar. En hún var næringarrík.

Loðflækjan var lengi af stað en óx mikið seinni hluta vaxtartímans og var komin á gott strík áður en hún var slegin.

Fóðurflækjan og logasmárin áttu erfitt, mögulega vegna of mikillar sáðdýptar og sýrustigs jarðvegsins.

Áhugavert væri að gera sérstaka sáðdýptartilraun á tegundunum sem voru nýttar í þetta verkefni til að sjá frammistöðu þeirra.

Heilsæðin náðu ekki ásættanlegu þroskastigi í þessu verkefni. Fyrri árið vegna jarðvegsástands og fjarveru *Rhizobium* baktería en seinna árið er óljóst hvað olli lélegri frammistöðu ertunnar með korntegundunum, sömu sögu má segja um repjuna. Hvorugt árið náði heilsæðið ásættanlegu þroskastigi fyrir skurð. Frekari tilraunir þarf til að skoða heppilegt sáðmagn og áburðarblöndur fyrir ertuheilsæði í samhengi við sýrustig jarðvegs.

Það fundust engin samspilsáhrif milli sáðmagns, magn N áburðar og yrkja á vöxt, þroska og uppskeru í ertum. Þegar *rhizobium* bakterían er til staðar og N-tillífur er virk þarf ekki að bera á tilbúinn N áburð til þess að fá góða uppskeru. Hægt er að flýta fyrir grænkumyndun með því að bera á, í mesta lagi 40 kg N/ha. N-tillífur þarf að fá tíma til þess að byrja að hafa áhrif, eftir

Það gerast hlutirnir hratt. Sáðskammtarnir sem hér voru prófaðir höfðu áhrif á grænkumyndun og uppskeru. Út frá því má ráðleggja að sá 100–130 fræjum á m² og er ekki ráðlagt að sá undir 100 fræjum á m².

Sú einæra fôðurbelgjurt sem hentar best til hreinræktunar á Íslandi er ertur. Hún ætti að geta gefið ásættanlega uppskeru í meðalári en hún þarf nokkuð langan vaxtartíma og gott atlæti, bæði í hreinrækt og í heilsæði. Því er mikilvægt að halda áfram að rannsaka ertuna og hámarka ræktunarskilyrði fyrir hana við íslenskar aðstæður.

6. Úrvinnsla gagna

Við úrvinnslu gagna var notað tölfraeðiforritið JMP 14.0. Notast var við Kurtosis próf (e. Sk Kurtosis test) og Skewness próf þegar misvægi er í dreifingu gagnanna til þess að meta normaldreifingu, einnig var Lack of model fitness skoðað. Stóðust gögnin öll þessi próf.

Skoðuð voru möguleg samspil milli yrkja, sáð- og N skammta þar sem það var hægt og voru þau hvergi marktæk. Þar af leiðandi var þeim sleppt í tölfraeðimodelunum og einungis megináhrif þátta sýnd og rædd.

Í tilraun 1-2022 var línulega tölfraeðimodelið:

$$y = \text{yrki} + \text{sláttutími} + \text{endurtekningar}_{(\text{sláttutími})} + \text{skekkja}$$

Í tilraun 2-2022 var línulega tölfraeðimodelið:

$$y = \text{heilsæði} + \text{sláttutími} + \text{endurtekningar}_{(\text{sláttutími})} + \text{skekkja}$$

Í tilraun 3-2022 var línulega tölfraeðimodelið með einum sáðskammti og þremur N skömmtum:

$$y = \text{yrki} + \text{N skammtar} + \text{endurtekningar}_{(\text{N skammtar})} + \text{skekkja}$$

Í tilraun 3-2022 var línulega tölfraeðimodelið með þremur sáð- og N skömmtum:

$$y = \text{yrki} + \text{N skammtar} + \text{sáðskammtar} + \text{endurtekningar}_{(\text{N skammtar})} + \text{skekkja}$$

Í tilraun 1-2023 var línulega tölfraeðimodelið:

$$y = \text{yrki} + \text{sláttutími} + \text{endurtekningar}_{(\text{sláttutími})} + \text{skekkja}$$

Í tilraun 2-2023 var línulega tölfraeðimodelið:

$$y = \text{heilsæði} + \text{sláttutími} + \text{endurtekningar}_{(\text{sláttutími})} + \text{skekkja}$$

Í tilraun 3-2023 var línulega tölfraeðimodelið:

$$y = \text{N skammtar} + \text{sáðskammtar} + \text{endurtekningar}_{(\text{N skammtar})} + \text{skekkja}$$

Fóðureining hér eru s.k. mjólkurfóðureining (FEm) sem er fundin út þannig;

$$= 0,015 * \text{meltanlegt þurrefni (\%)} - 0,2538$$

7. Heimildaskrá

- Anna Lóa Sveinsdóttir, Guðfinna Harpa Árnadóttir, Helga María Hafþórsdóttir og Þóroddur Sveinsson. (2007b). Bygg. Í Þóroddur Sveinsson (ritstjóri ritraðar), *Fóðurjurtir í íslensku ræktunarlandi*.
<https://www.lbhi.is/images/pdf/utgefid%20efni/fodurjurtir%20i%20islensku%20raektunarlandi/korn%20og%20graenfodur%20af%20grasaaett/bygg.pdf>
- Anna Lóa Sveinsdóttir, Guðfinna Harpa Árnadóttir, Helga María Hafþórsdóttir og Þóroddur Sveinsson. (2007a). Ertur. Í Þóroddur Sveinsson (ritstjóri ritraðar) *Fóðurjurtir í íslensku ræktunarlandi*.
<https://www.lbhi.is/images/pdf/utgefid%20efni/fodurjurtir%20i%20islensku%20raektunarlandi/graenfodur%20af%20ertublomaaett/ertur.pdf>
- Anna Lóa Sveinsdóttir, Guðfinna Harpa Árnadóttir, Helga María Hafþórsdóttir og Þóroddur Sveinsson. (2007c). Hafrar. Í Þóroddur Sveinsson (ritstjóri ritraðar), *Fóðurjurtir í íslensku ræktunarlandi*.
https://www.lbhi.is/images/pdf/utgefid%20efni/fodurjurtir%20i%20islensku%20raektunarlandi/korn%20og%20graenfodur%20af%20grasaaett/hafrar_0.pdf
- Anna Lóa Sveinsdóttir, Guðfinna Harpa Árnadóttir, Helga María Hafþórsdóttir og Þóroddur Sveinsson. (2007d). Repja. Í Þóroddur Sveinsson (ritstjóri ritraðar), *Fóðurjurtir í íslensku ræktunarlandi*.
<https://www.lbhi.is/images/pdf/utgefid%20efni/fodurjurtir%20i%20islensku%20raektunarlandi/graenfodur%20af%20krossblomaaett/repja.pdf>
- Ágúst H. Bjarnason. (1983). *Íslensk flóra með litmyndum*. Iðunn.
- Barneix, A. J. og Causin, H. F. (1996). The central role of amino acids on nitrogen utilization and plant growth. *Journal of Plant Physiology*, 149(3-4), 358-362.
[https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(96\)80134-9](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(96)80134-9)
- Barrow, N. J. og Hartemink, A. E. (2023). The effects of pH on nutrient availability depend on both soils and plants. *Plant and soil*, (487), 21-37. <https://doi.org/10.1007/s11104-023-05960-5>
- Burdass, D. (2002). Rhizobium, Root Nodules & Nitrogen Fixation. *Society for General Microbiology*. <http://labs.bio.unc.edu/Vision/pmabs/rhizobium.activity2.pdf>
- Cardinale, B. J., Wright, J. P., Cadotte, M. W. og Weis, J. J. (2007). Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(46), 18123-18128.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0709069104>
- Cherney, D. J. R., Cherney, J. H. og Lucey, R. F. (1993). In vitro digestion kinetics and quality of perennial grasses as influenced by forage maturity. *Journal of dairy science*, 76(3), 790-797. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77402-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77402-0)
- Cowden, R. J., Shah, A. N., Lehmann, L. M., Kiær, L. P., Henriksen, C. B. og Ghaley, B. B. (2020). Nitrogen Fertilizer effects on pea-barley intercrop productivity compared to sole crops in Denmark. *Sustainability*, 12(22) 9335.
<https://doi.org/10.3390/su12229335>
- Einar Helgason. (1911). Einærar belgjurtir: Gróðrastöðin í Reykjavík, skýrsla um árin 1909-1910. *Búnaðarrit Búnaðarfélags Íslands*, 25, 236-237

- Helga Rún Jóhannsdóttir. (2024). *Kúabelgir Uppskeyra og fódurgildi einærra belgjurta fyrir mjólkurkúr* [Bakkalár ritgerð]. Skemman. <https://hdl.handle.net/1946/47560>
- Heuzé, V., Thiollet, H., Tran, G., Nozière, P. og Lebas, F. (2019a, 18. júlí). *Lupin (Lupinus angustifolius) forage*. Feedipedia. <https://www.feedipedia.org/node/24503>
- Heuzé, V., Tran G. og Giger-Reverdin, S. (2015a, 29. september). *Pea forage*. Feedipedia. <https://www.feedipedia.org/node/7047>
- Heuzé, V., Tran, G. og Baumont, R. (2015b, 11. maí). *Common vetch (Vicia sativa)*. Feedipedia. <https://www.feedipedia.org/node/239>
- Heuzé, V., Tran, G. og Lebas, F. (2019b, 12. ágúst). *Rape forage*. Feedipedia. <https://www.feedipedia.org/node/15683>
- Heuzé, V., Tran, G. og Maxin, G. (2016a, 19. apríl). *Crimson clover (Trifolium incarnatum)*. Feedipedia. <https://www.feedipedia.org/node/247>
- Heuzé, V., Tran, G., Boudon, A. og Lebas, F. (2016c, 13. apríl). *Oat forage*. Feedipedia. <https://www.feedipedia.org/node/500>
- Heuzé, V., Tran, G., Delagarde, R., Lessire, M. og Lebas, F. (2021, 4. maí). *Faba bean (Vicia faba)*. Feedipedia. <https://www.feedipedia.org/node/4926>
- Heuzé, V., Tran, G., Edouard, N., Lessire, M. og Lebas, F. (2016b, 15. febrúar). *Hairy vetch (Vicia villosa)*. Feedipedia. <https://www.feedipedia.org/node/238>
- Heuzé, V., Tran, G., Nozière, P. og Lebas, F. (2015c, 19. október). *Barley forage*. Feedipedia. <https://www.feedipedia.org/node/432>
- Hoffman, B. M., Lukoyanov, D., Yang, Z. Y., Dean, D. R. og Seefeldt, L. C. (2014). Mechanism of Nitrogen Fixation by Nitrogenase: The Next Stage. *American Chemical Society*, 114(8), 4041-4062. <https://doi.org/10.1021/cr400641x>
- Johnston, A. M., Clayton, G. W., Lafond, G. P., Harker, K. N., Hogg, T. J., Johnson, E. N., May, W. E. og McConnell, J. T. (2002). Field pea seeding management. *Canadian journal of plant science*, 82(4), 639-644. <https://doi.org/10.4141/P02-00>
- Lindström, K. og Mousavi, S. A. (2019). Effectiveness of nitrogen fixation in rhizobia. *Microbial Biotechnology*, 13(5), 1314-1335. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.13517>
- Lífland. (e.d.). *Bakteríusmit f. ertur/baunir/flækjur*. <https://www.lifland.is/vefverslun/sadvara/belgjurtir/bakteriusmit-fyrir-ertur>
- Oregon State University. (e.d.). *Legumes*. Oregon State University. <https://forages.oregonstate.edu/ssis/plants/plant-types/legumes>
- Petruzzello, M. (2024, 11. apríl). *Pea*. Britannica. <https://www.britannica.com/plant/pea>
- Sinch, R. J., Chung, G. H. og Nelson, R. L. (2007). Landmark research in legumes. *Genome*, 50(6), 525-537. <https://doi.org/10.1139/G07-037>
- Snorri Baldursson og Áslaug Helgadóttir. (1987). Belgjurtir. *Ráðunautafundur 1987*, 64-76. <https://timarit.is/page/6849975>
- Sturla Friðriksson. (1956). Grasa- og belgjurtategundir í íslenskum sáðtilraunum. Smári. *Trifolium. Rit Landbúnaðardeildar: B-deild NR. 9*, 37-38
- Sunna Skeggjádóttir, Egill Gunnarsson og Hrannar Smári Hilmarsson. (2022). Orkujurt; bættar aðferðir til olíuræktunar. *Rit LbhÍ nr 160*. <https://www.lbhi.is/images/pdf/rit%20lbhi/rit%20lbhi%20nr%20160-orkujurt.pdf>

- Torheim, L. E. og Fadnes L. T. (2024). Legumes and pulses – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food and nutrition research*, 68(10484).
<https://doi.org/10.29219/fnr.v68.10484>
- Trimble. (e.d.) *Greenseeker: Handheld crop sensor*.
<https://ptxtrimble.com/downloads/6J7w3BW4Z1yvQwJLedVznc/f34b3dd463cae9b0a696fba78544c7ad/agriculture-greenseeker-handheld-datasheet-en-us.pdf>
- Yates, R. J., Harrison, R. J., Loi, A., Steel, E. J., Edwards, T. J., Nutt, B. J., Porqueddu, C., Gresta, F. og Howieson, J. G. (2021). Sourcing *Rhizobium leguminosarum biovar viciae* strains from Mediterranean centres of origin to optimize nitrogen fixation in forage legumes grown on acid soils. *Grass and Forage Science*, 76(1), 33-43.
<https://doi.org/10.1111/gfs.12524>
- Þóroddur Sveinsson og Svanhildur Ketilsdóttir. (2009). Verkun byggheilsæðis í blöndu með repju eða ertu. *Fræðaping landbúnaðarins*, 6, 518-523.
<https://timarit.is/page/7490442?iabr=on#page/n523/mode/2up/search/fr%C3%A6%C3%B0a%C3%BEing%20landb%C3%BAa%C3%B0arins%20%C3%9E%C3%B3roddur%20Sveinsson%20og%20Svanhildur%20Ketilsd%C3%B3ttir>
- Þóroddur Sveinsson, Haukur Marteinsson og Teitur Sævarsson. (2022). Leiðir til að auka fóðurgæði heilsæðis. *Rit LbhÍ nr. 152*.
<https://www.lbhi.is/images/pdf/rit%20lbhi/rit%20lbhi%20nr%20152.pdf>
- Þóroddur Sveinsson. (2023). Nytjaplöntur á Íslandi 2023. Í Þóroddur Sveinsson (ritstjóri ritraðar), *Rit LbhÍ nr. 161*.
https://www.lbhi.is/images/pdf/rit%20lbhi/rit_lbhi_nr_161.pdf

8. Viðaukar



Mynd 8-1. Belgir kúabelgja 2023. Frá vinstri, ertur, hestabaunir, fóðurlúpína



Mynd 8-2. Ertur lagstar í 45°horn eftir óveður 1. september 2023



Mynd 8-3. Uppskeyra eftir í reit eftir slátt, 2023