

Verðmætaaukning hliðarafurða frá garðyrkju

Valorisation of side streams from Icelandic horticulture

Eva Margrét Jónudóttir
Ólafur Reykdal
Helga Gunnlaugsdóttir
Sophie Jensen
Léhna Labat
Þóra Valsdóttir
Guðrún Birna Brynjarsdóttir
Valur Klemensson
Rósa Jónsdóttir

[Skýrsla/Report Matís nr. 28 - 23](#)

Desember 2023
ISSN 1670-7192
10.5281/zenodo.10442375



Titill	Verðmætaaukning hliðarafurða frá garðyrkju / Valorisation of side streams from Icelandic horticulture		
Höfundar	Eva Margrét Jónudóttir ¹ , Ólafur Reykdal ¹ , Helga Gunnlaugsdóttir ² , Sophie Jensen ¹ , Léhna Labat ¹ , Þóra Valsdóttir ¹ , Guðrún Birna Brynjarsdóttir ³ , Valur Klemensson ³ og Rósa Jónsdóttir ¹ ¹ Matís ohf, ² Orkídea, ³ Bændasamtök Íslands		
Skýrsla	28 - 23	Útgáfudagur / Date:	Desember 2023
Verknr.	62752		
Styrktaraðilar:	Matvælasjóður / Icelandic Food Innovation fund		
Ágrip:	Meginmarkmið verkefnisins „Verðmætaaukning hliðarafurða frá garðyrkju“ var að leita leiða til að nýta hliðarafurðir úr garðyrkjuframleiðslu til aukinnar verðmætasköpunar og jafnframt minnka sóun í grænmetisframleiðslu. Mismunandi hliðarafurðir voru skoðaðar, m.a. það sem fellur til við afblöðun tómata- og gúrkuplantna, blöð af útiræktuðu grænmeti eins og blómkáli og spergilkáli, auk blaða og stílka úr rósarækt. Einnig var skoðaður grundvöllur fyrir bættri nýtingu á annars flokks vörum og umframmagni af kartöflum og gulrófum með lífmassavinnslu og vöruþróun. Skoðað var hvort neysla á hliðarafurðum væri örugg með viðeigandi hættugreiningu og efnamælingum ásamt því að helstu upplýsingar um hugsanleg neikvæð heilsufarsleg áhrif voru teknar saman. Upplýsingar um efnainnihald mismunandi hliðarafurða eru nú aðgengilegar. Töluverður fjöldi sýna náði mörkum fyrir nokkur bætiefni, þ.e. 15% af næringarviðmiðunargildi (NV), og þar með er möguleiki á merkingu viðkomandi bætiefnis á umbúðum hliðarafurða séu þau seld beint sem matvæli. Lífmassavinnsla á annars flokks kartöflum og rófum var prófuð og heildarmagn fjölfenóla ásamt andoxunarvirkni rannsakað. Heildarmagn fjölfenóla og andoxunarvirkni var rannsakað í laufum og greinum af blómkáli, spergilkáli, tómötum, gúrkum og rósum. Heildarmagn fjölfenóla var hátt í extróktum af rósablöðum og greinum sem og andoxunarvirkni og „anti-aging“ virkni. Í framhaldinu var ákveðið að prófa notkun þess sem innihaldsefni í húðvörur. Vinnslueiginleikar gulrófna voru skoðaðir með tilliti til geymslupóls og skynrænna þátta. Þróaðar voru tvær mismunandi uppskriftir af kryddblöndum sem innihéldu báðar hliðarafurðir úr blómkáls- og spergilkálsrækt. Afurðir frá lífmassavinnslu eins og sterkja og trefjar voru prófaðar í uppskriftir kryddblöndunnar með þokkalegum árangri. Ýmsir annmarkar geta verið við notkun hliðarafurða garðyrkju í matvæli og þarf að huga að ýmsu. Helstu hættur sem tengjast neyslu grænmetis og hliðarafurðum þeirra má flokka í örverumengun, óæskileg efni og aðskotahluti.		
Lykilorð:	Garðyrkja, grænmeti, hliðarafurðir, hættugreining, vöruþróun, lífmassavinnsla, verðmætaaukning, efnainnihald.		

Summary in English:	The aim of the project was valorisation of side streams and reduction of waste from Icelandic horticulture. Different side streams were studied, such as tomato and cucumber leaves, leaves and stems from cauliflowers and broccoli as well as leaves and stems from roses. Furthermore, the basis for improved utilisation of secondary products of potatoes and rutabaga through biorefinery and product development was tested. The safety of consuming the side stream products was evaluated by risk analysis and chemical analysis and the main information on potential negative health effects was compiled. Information on chemical composition of different side streams is now available. Several nutrients in side streams reached the limit of 15% for their nutrient reference values (NRVs) and can therefore be labelled as such. Biorefinery of secondary products of potatoes and rutabaga was tested and total polyphenol content (TPC) as well as antioxidant activity (AA) was studied. TPC and AA were also studied in the leaves and stems from cauliflowers, broccoli, tomatoes, cucumbers and roses. TPC and AA was high in the leaves and stems of roses, and they had anti-aging properties. Therefore, it was decided to test selected extract from roses in cosmetic product. Sensory properties and storage stability of processed rutabaga was studied. Two types of spice mixes with ingredients from cauliflower and broccoli were developed. Products from the biorefinery processing, such as starch and dietary fibers were tested as ingredients in the spice mixes. There are shortcomings in the utilisation of side streams from horticulture in food and several things must be considered. The main hazards associated with the consumption of vegetables and their side streams are microbial contamination, contaminants and objects.
English keywords:	Horticulture, vegetables, side streams, risk analysis, product development, biorefinery, valorisation, chemical composition.

Efnisyfirlit

1	Inngangur	1
2	Efni og aðferðir	3
2.1	Sýnasöfnun og sýnavinnsla	3
2.2	Aðferðir við efnamælingar	5
2.2.1	Meginefni	5
2.2.2	Ólífræn efni.....	5
2.2.3	Varnarefni.....	5
2.2.4	Nítrat	5
2.3	Lífmassavinnsla.....	6
2.3.1	Vinnsla á kartöflum og rófum.....	6
2.3.2	Heildarmagn fjölfenóla.....	7
2.3.3	Andoxunarvirkni	7
2.3.4	Blómkál, spergilkál, tómatar og gúrkur – blöð og greinar	8
2.3.5	Rósir – laufblöð og greinar	8
2.4	Vöruþróun	8
2.4.1	Matvæli.....	8
2.4.2	Húðkrem	9
2.5	Hættugreining	9
3	Niðurstöður og umræður	10
3.1	Efnainnihald.....	10
3.1.1	Meginefni	10
3.1.2	Ólífræn efni.....	13
3.1.3	Þungmálmar	15
3.1.4	Varnarefni.....	16
3.1.5	Nítrat	16
3.2	Lífmassavinnsla.....	17
3.2.1	Kartöflur og rófur.....	17
3.2.2	Blómkál, spergilkál, tómatar og gúrkur – blöð og greinar	21
3.2.3	Heimtur og andoxunarvirkni rósalaufblaða og greina.....	23
3.3	Vöruþróun	27
3.3.1	Rófur	27
3.3.2	Kjötbollukryddblanda með viðbættu grænmeti.....	32
3.3.3	Húðkrem með innihaldsefni úr laufblöðum og stilkum rósa.....	40
3.4	Hættugreining	43

3.4.1	Örverur	43
3.4.2	Óæskileg efni	44
3.4.3	Aðskotahlutir og dýraleifar	48
3.4.4	Annmarkar við notkun hliðarafurða garðyrkju	48
4	Ályktanir og framtíðarhorfur	50
4.1	Vöruþróun	50
4.2	Lífmassavinnsla	50
4.3	Efnainnihald	51
4.4	Hættugreining	51
4.5	Framtíðarhorfur	53
5	Þakkarorð	53
6	Heimildaskrá	54
7	Viðaukar	61
7.1	Eyðublað fyrir sýni	61
7.2	Kynningarefni	62
7.3	Umfjöllun í fjölmiðlum	62

1 Inngangur

Umræða um fullnýtingu í fiskvinnslu og kjötframleiðslu hefur verið áberandi um langt skeið en fyrirferðaminni varðandi garðyrkjuframleiðsluna. Töluverðum árangri hefur verið náð við nýtingu á annars flokks grænmeti gegnum tíðina en eiginlegar hliðarafurða sem ekki teljast til uppskeru hafa ekki verið í brennidepli. Ef grænmetisframleiðsla eða garðyrkjuframleiðsla er skoðuð heilt yfir þá er alveg ljóst að þegar uppskeran er tekin út fyrir sviga, stendur eftir gríðarlegt magn lífmassa. Við framleiðslu þessa lífmassa er búið að kosta til heilmiklu fjármagni ásamt notkun hinna ýmsu aðfanga, orku, auðlinda og vinnuafis.

Hringrásarhagkerfi, fullnýting, verðmætasköpun og sjálfbærni eru hugtök sem brenna á öllum. Áhugi og eftirspurn náttúrulegra innihaldsefna til íblöndunar í matvæli, fæðubótarefni og snyrtivörur hefur einnig aukist undanfarin ár. Í hliðarafurðum má finna verðmæt lífefni og lífvirk efni sem má einangra t.d. með líftæknilegum aðferðum og nota í framleiðslu á hinum ýmsu vörum.

Framleiðslukerfi garðyrkju eru afar mismunandi eftir tegundum og því verður seint fundin ein leið sem hentar þvert á greinina eins vel og jarðgerð. Það er þó nauðsynlegt að kanna ýmsa möguleika til að auka virði afurða enn frekar með öðrum aðferðum.

Á landsvísu falla til um 30 tonn á viku af afblöðunarúrgangi frá tómatarækt eingöngu samkvæmt fyrri rannsóknum og gúrkublöð hafa lítið verið rannsökuð með tilliti til hagnýtingar í matvæli (Eva Margrét Jónudóttir o.fl. 2022). Ónýttir hlutar, t.d. lauf og stíkar spergilkáls, innihalda trefjaefni (um 30% af þurrefni) og fenólefnir sem geta haft heilsuþættandi áhrif. Það er því til mikils að vinna ef hægt er að þróa leiðir til að vinna verðmæt efni úr hliðarafurðunum á hagkvæman hátt.

Tómatar eru af náttskuggaætt en margar plöntur af þeirri ætt eru eittraðar eða með bæði æta og eittraða hluta. Mikil þörf er á að mæla þessi efni í blöðum og stönglum tomatplöntunar ef fyrirhugað er að nota hráefnið til matvælavinnslu. Gagnagrunnurinn EuroFIR eBASIS (www.eurofir.org/our-tools/ebasis) geymir upplýsingar um ýmis lífvirk efni og eitrefni í 300 plöntuafurðum. Þótt þessi gagnagrunnur sé byggður upp fyrir æta plöntuhluta ætti að vera hægt að hafa gagn af þeim við athugun á hliðarafurðum.

Í verkefninu "Bætt gæði, geymslupól og minni sóun í virðiskeðju íslensks grænmetis" sem var unnið árið 2021-2022, var lögð mikil áhersla á að skoða þá þekkingu sem byggst hefur upp erlendis og möguleikar kannaðir á því að yfirfæra þá þekkingu á íslenskar aðstæður. Töluvert magn af hliðarafurðum safnast upp frá garðyrkju, þessar afurðir gætu geymt ýmis verðmæt efni, en nú fer meirihlutinn í moltugerð eða urðun. Miklir möguleikar liggja í því að nýta þessa hliðarstrauma með notkun nýrra tækni- og verkferla sem geta breytt þeim í verðmætar afurðir. Þar getur lífmassaver verið lykillinn að rannsóknum og þróun á hliðarstraumum garðyrkju. Enn á eftir að kanna nýtingamöguleika til fulls, bæði erlendis og héraðs, og því er um mikið nýnæmi að ræða.

Víða erlendis hefur mikil vinna verið í gangi við að bæta nýtingu hliðarafurða úr landbúnaði. Til að nefna dæmi þá gaf Nofima út skýrslu árið 2016 þar sem hliðarafurðir frá norskum landbúnaði voru kortlagðir. Settar voru fram tillögur að frekari vinnslu, m.a. lífmassavinnslu (e. biorefinery) (Lindberg o.fl., 2016). Vísað var í nokkur Evrópuverkefni því til stuðnings. Sú þróun heldur áfram og á síðasta ári hófst Evrópuverkefnið PHENOLEXA styrkt af BBI JU (<http://phenolexa.eu/>). Markmið þess verkefnis er að þróa milda en afkastamikla og umhverfisvæna lífmassavinnslu hliðarafurða frá landbúnaði sem hluta af innleiðingu hringrásarhagkerfis. Á heimasíðu verkefnisins kemur fram að landbúnaðurinn framleiði mest af hliðarafurðum og um helmingur þeirrar framleiðslu fari til spillis. Verkefnið InProve (<https://improveproject.eu>) styrkt af SUSFOOD2-ERA-NetCofund miðar að minni matarsóun og

orkuneyslu með innleiðingu á nýjum framleiðsluaðferðum. FOX, Food processing in a Box <https://www.fox-foodprocessinginabox.eu/> sem lauk fyrr á árinu er enn eitt dæmi um verkefni á þessu sviði. Þar er lögð áhersla á nýstárlegar aðferðir fyrir staðbundna ræktun og vinnslu á ávöxtum og grænmeti.

Við vinnslu þessa verkefnis „Verðmætaaukning hliðarafurða frá garðyrkju“ var meðal annars horft til framangreindra verkefna. Verkefninu var ætlað að leita leiða til þess að nýta hliðarafurðir úr íslenskri garðyrkjuframleiðslu til aukinnar verðmætasköpunar og jafnframt minnka sóun.

Settar voru fram nokkrar rannsóknasurningar sem verkefninu var ætlað að svara:

- Hvert er magn trefja og annarra lífefna í blöðum útiræktaðs grænmetis líkt og í blómkáli sem hægt er að einangra og nýta sem innihaldsefni í matvörur, t.d. vegan?
- Er neysla á hliðarafurðum frá garðyrkju örugg?
- Eru andoxunarefni og örveruhemjandi efni í blöðum tómát- og gúrkuplantna sem má nýta sem innihaldsefni í matvæli til að auka geymsluþol?
- Eru verðmæt lífvirk efni í blöðum og stilkum sem falla til í blómarækt?
- Er hægt að vinna bragðefni úr blöðum grænmetis?

Verkefnið gekk út á að safna mismunandi hliðarafurðum frá garðyrkju, þ.e. því sem féll til við afblöðun tómát- og gúrkuplantna, blöðum af útiræktuðu grænmeti eins og blómkáli, spergilkáli, gulrófum, gulrótum og blöðum og stilkum úr blómarækt. Auk þess var skoðaður grundvöllur fyrir bættri nýtingu á annars flokks vörum og umframmagni af gulrófum. Lífefni og lífvirk efni voru einangruð úr lífmassa og magn, lífvirknieiginleikar og vinnslueiginleikar rannsakaðir með það að markmiði að nýta sem innihaldsefni í nýjar afurðir. Má þar nefna trefjar sem nýta má í vegan matvæli, andoxunarefni og örverjuhemjandi efni til að auka geymsluþol matvæla og fyrir lífefni fyrir vinnslu á bragðefnum. Skoðað var hvort neysla á hliðarafurðum væri örugg með viðeigandi hættugreiningu og efnamælingum ásamt því að helstu upplýsingar um hugsanleg neikvæð heilsufarsleg áhrif voru teknar saman.

2 Efni og aðferðir

2.1 Sýnasöfnun og sýnavinnsla

Í upphafi þessa verkefnis var megin áhersla lögð á sýnatöku af blómkálsblöð, spergilkálsblöð, rósalaufblöð, tómatablöð, gúrkublöð og gulrótagrös. Samhliða því voru einnig skoðaðar gulrófur og kartöflur með tilliti til efnainnihalds.

Sýna var aflað frá bændum og skráðu þeir upplýsingar um sýnin á sérstakt eyðublað (Viðauki 6.1). Upplýsingar voru skráðar um yrki, magn, sýnatökudag og varnarefni ef þau voru notuð. Sýnin voru send fersk með flutningabílum til Sölufélags garðyrkjumanna í Reykjavík og voru sótt þangað af starfsmönnum Matís (Tafla 1).

Á Matís var sýnunum skipt upp í þrjá hluta. Einn hlutinn var frystur í álbökkum til frostpurrkunar vegna lífvirknimælinga. Annar hluti fór til efnagreiningastofu Matís vegna efnamælinga. Þriðja hlutanum var vakúmpakkað og hann frystur (sjá Mynd 1 og Mynd 2).



Mynd 1. Unnið við sýni af gulrótagrös.



Mynd 2. Frágangur á sýni af gulrótagrös til mælinga.

Tafla 1. Lýsing á sýnum sem unnið var við í verkefninu eftir tegundum, yrkjum, um hvaða hluta plöntunar var að ræða og hvort varnarefni voru notuð við ræktun plöntunnar.

Sýna- númer	Tegund	Plöntuhluti	Yrki	Varnarefni
3	Blómkál	Ytri laufblöð	Whitex	Já.
7	Blómkál	Ytri laufblöð	Flamenco	Já. Skordýraeyðir.
19	Gulrófur, smáar	Rófur	Sandvík	Ekki þekkt.
25	Gulrófur, smáar	Rófur		Ekki þekkt.
24	Gulrófur, meðalstærð	Rófur		Ekki þekkt.
8	Gulrófur, stórar	Rófur		Já. Illgresiseyðir
20	Gulrófur, stórar	Rófur		Ekki þekkt.
23	Gulrófur, stórar	Rófur	Sandvík	Ekki þekkt.
17	Gulrófur, úr verslun	Rófur		Ekki þekkt.
9	Gulrófur, útlitsgallaðar	Rófur		Já. Illgresiseyðir
18	Gulrófur, útlitsgallaðar	Rófur		Ekki þekkt.
27	Gulrætur	Gulrótagras	Neria	Ekki þekkt.
28	Gulrætur	Gulrótagras		Ekki þekkt.
29	Gulrætur	Gulrótagras		Já
11	Gúrkur	Laufblöð, stönglar	Imea	Engin
12	Gúrkur	Lauf, hliðarsprotar	Sencere	Engin
13	Gúrkur	Laufblöð	Imea	Engin
1	Kartöflur, útlitsgallaðar	Hnýði	Gullauga	Já
2	Kartöflur, útlitsgallaðar	Hnýði	Rauðar ísl.	Engin
5	Kartöflur, útlitsgallaðar	Hnýði	Milva	Já
6	Kartöflur, útlitsgallaðar	Hnýði	Ýmis	Já
16	Kartöflur, úr verslun	Hnýði	Gullauga	Ekki þekkt
21	Rósir	Lauf og stíkar	Ýmis	Já
22	Rósir	Lauf og stíkar	Ýmis	Já
26	Rósir	Lauf og stíkar	Ýmis	Já
4	Spergilkál	Ytri laufblöð	SV3277BL	Já
10	Tómatar	Laufblöð og sprotar	Compl./Vespol.	Engin
15	Tómatar	Laufblöð	Livento	Engin
14	Smátómatar	Laufblöð, greinar	Gustaf. / Sunstr.	Engin

2.2 Aðferðir við efnamælingar

Allar mælingar voru gerðar hjá Matís að undanskildum mælingum á trefjaefnum og nitrati sem voru gerðar hjá Eurofins í Þýskalandi. Sýni voru gerð einsleit í kvörn og hluti þeirra frystur fyrir mælingar á ólífrænum efnum.

2.2.1 Meginefni

Prótein var reiknað út frá heildarmagni köfnunarefnis (köfnunarefni * 6,25) sem var mælt með aðferð Dumas (ISO, 2008). Sýnum var breytt í gas í glasi við háan hita. Köfnunarefnissamböndum í gasinu var breytt í köfnunarefni á sameindaformi. Stuðullinn 6,25 var notaður fyrir öll sýni. Reglugerðin um miðlun upplýsinga (Nr. 1294 / 2014) tiltekur þennan stuðul fyrir merkingar á næringargildi en þessi stuðull er almennt notaður fyrir kjöt.

Fita var ákvörðuð með petroleum eter útdrætti.

Aska. Aðferðin mældi ösku það sem eftir varð eftir glæðingu og hitun í ofni við 550°C samkvæmt lýsingu í ISO aðferð 5984 (ISO, 2022). Í stað 5 g voru vigtuð út um 2 g af sýni.

Vatn. Aðferðin fólst í þurrkun sýnis og var massatapið reiknað sem vatn í upphaflega sýninu (ISO, 1999). Þurrkað var við 103 ± 2 °C í 4 klst.

2.2.2 Ólífræn efni

Með ólífrænum efnum er hér átt við steinefni (natríum, kalíum, fosfór, magnesíum, kalk), snefilsteinefni (járn, sink, kopar, selen) og þungmálma (kadmín, blý, kvikasilfur, arsen). Eftir að sýni hafði verið hakkað og gert einsleitt var það frostþurrkað. Síðan var það brotið niður með hitun í sýru í örbylgjuofni (UltraWave, Milestone). Aðferðin sem notuð var við niðurbrot sýnanna var byggð á aðferð Sloth o.fl. (2005) og aðferðalýsingu NMKL (Nordisk Metodikkomiteé for Næringsmidler, 2007). Vigtuð voru 150-200 mg (nákvæmni upp á 0,1 mg) í þar til gerð niðurbrotshylki og bætt var við 1 ml af saltpéturssýru og 1 ml af vetnisperoxíði. Hylkjunum var lokað og þau sett í örbylgjuofn þar til sýnið var brotið niður og aðeins tær vökvi var eftir. Að loknu niðurbroti voru sýnin færð í 50 ml pólyprópylen glös og þynnt að 50 ml. Steinefnin voru því næst mæld í ICP-massagreini (ICP-MS, Inductively coupled plasma mass spectrometer). Gerð tækis var Agilent 7900 (Agilent Technologies, Waldbronn, Þýskaland). Með hverri mælikeyrslu voru keyrð viðmiðunarsýni með þekktan styrk efna til að fylgjast með gæðum mælinganna og blankar til að fylgjast með mögulegri bakgrunnsmengun innan rannsóknastofunnar og mengun sem gæti orsakast af meðhöndlun sýna.

2.2.3 Varnarefni

Sýni voru skimuð fyrir varnarefnaleifum samkvæmt faggildum aðferðum í gæðahandbók Matís, Verklagsregla VLR-0748, útgáfa 2.0, 31. mars 2023 (European Standards, 2018). Efnin voru dregin út með QuEChERS aðferð og eftir útdrátt voru þau magngreind með skimun á gasgreini með tvöföldum massaskynjara (GC-MS/MS - Scion 436-GC) og vökvagreini með tvöföldum massaskynjara (LC-MS/MS - TSQ Endura). Greiningarmörk efnanna voru 0,01-0,1 mg/kg. Skimað var fyrir 229 varnarefnum. Lista yfir varnarefnin er hægt að fá hjá Matís.

2.2.4 Nítrat

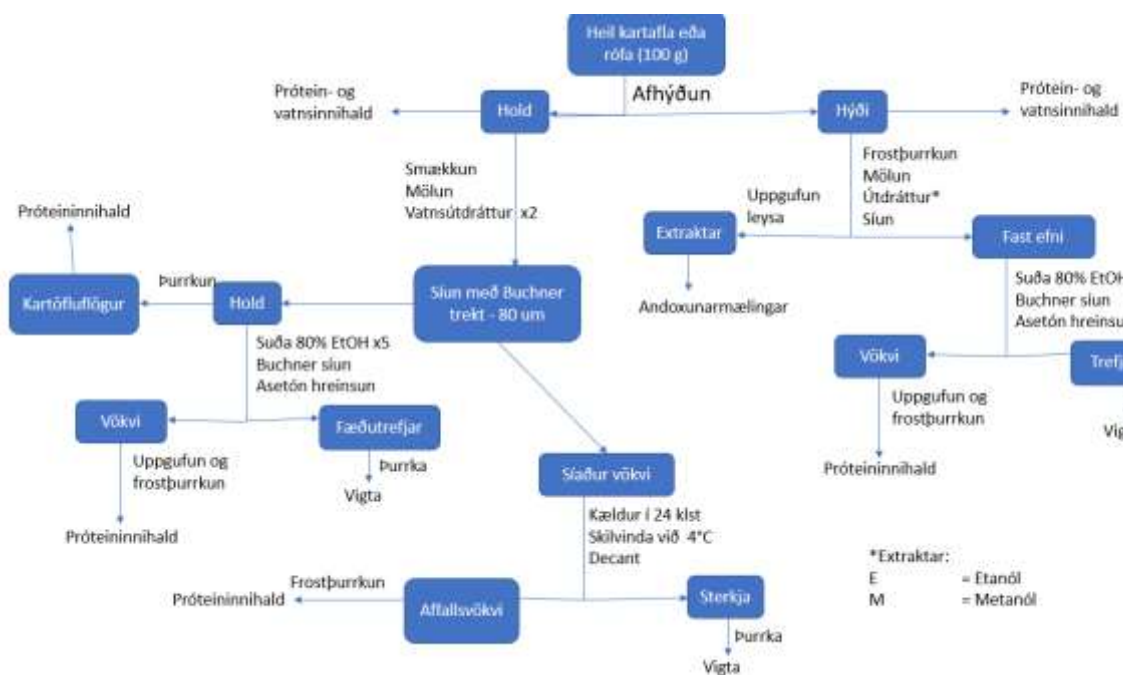
Mælingar á nitrati fóru fram hjá Eurofins – WEJ Contaminants í Hamborg í Þýskalandi. Notuð var HPLC-aðferð ASU L 26.00-1:2018-10, mod., SPF-44.016, LC-UV/VIS. Aðferðin var aðlöguð hjá Eurofins (e. extended scope of application, adapted conditions of extraction).

2.3 Lífmassavinnsla

2.3.1 Vinnsla á kartöflum og rófum

Kartöflur og rófur voru afhýddar og um 500 g af sýni vigtuð í blandara (Retsch GM 00) og gerð einsleit með því að blanda í 1 mínútu við 1500 rpm. Einum lítra af vatni var bætt út í og blandað áfram í 10 mínútur við 500 rpm. Sýnið eða grugglausnin var fyrst síuð í gegnum Büchni trekt án síupappírs til að fjarlægja megnið af fasta efninu. Við síun var fasta efnið þvegið með 2,5 L af hreinu vatni og það (kartöfluflogur, e. potatoe flakes) svo fryst. Síuvökvinn var síaður á ný í gegnum klút áður en hann var settur í kæli yfir nótt. Sterkjan sem hafði fallið til botns var síuð frá með Whatman síupappír og þvegin með hreinu vatni áður en hún var þurrkuð í ofni við 40°C yfir nótt. Affallsvökvinn (e. waste water) var frystur eftir að sterkjan hafði verið síuð frá.

Hold (F), hýði (S), kartöfluflogur (e. potato flakes) og affallsvökvi (e. waste water), voru frostþurrkuð og próteinmagn mælt. Til þess að búa til extrókt fyrir lífvirknimælingar var frostþurrkað hýði (S) af kartöflum (P) eða rófum (R) og kartöfluflogum (e. potato flakes) malað í fínt duft og 10 g vegin í 1 L Erlenmeyer-flöskur. Í flöskurnar var bætt 400 mL af annaðhvort etanóli (E) eða metanóli (M) og það hrært á segulhræru yfir nótt. Leysarnir voru síaðir í 1 L kúluflösku og látnir gufa upp til að fá etanól og metanól útdrætti (PSE, PSM, RSE, RSM og PFM) til greiningar á andoxunavirkni. Síaða fasta kartöfluefnið var þurrkað í ofni við 40°C yfir nótt og fært í 250 ml bikarglas. Þetta efni var soðið með 100 ml af 80% etanóli og skilið frá fasta efninu með síun, þetta var endurtekið fimm sinnum til að fá óleysanlegt efni í formi trefjaefna. Óleysanlega efnið var þurrkað yfir nótt í ofni við 40°C. Síuvökvinn var settur á snúningseimi (e. rotovapor) og útdrátturinn sem fékkst úr því vigtaður. Mynd 3 sýnir yfirlit yfir lífmassavinnsluna.



Mynd 3. Yfirlit yfir lífmassavinnslu á kartöflum og rófum.

2.3.2 Heildarmagn fjölphenóla

Heildarmagn fjölphenóla (TPC, Total Polyphenol Content) var ákvarðað með aðferð Singleton (Singleton o.fl., 1965) sem var aðlöguð að örbökkum (e. microplates) (Thermo NUNC, Cat. 269620, Germany) með nokkrum breytingum. Í stuttu máli er aðferðin þannig að 20 μL af sýni eða staðli er blandað við 100 μL af 0,2N Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich F9252) og látið standa við herbergishita í 5 mínútur. Síðan er 80 μL af 7,5% Na_2CO_3 (Sigma-Aldrich $\geq 99,0\%$) bætt út í, hitað í 10 sek við 550 W í örbylgjuofni (Daewoo, C.R.S.) og látið standa í 30 mín við herbergishita við stöðugan hristing, 320 Mot/1min (IKA® KS 130 basic). Gleygni var mæld við 720 nm með örbakkalesara (Multiskan Sky, Thermo Fisher). Staðalkúrfur var gerð með 12 mismunandi styrkjum af gallic sýru (Sigma-Aldrich 97,5-102,5%, Cas G7384) og phloroglucinol (Sigma-Aldrich $\geq 99,0\%$, Cas 79330) á bilinu 0-100 $\mu\text{g/mL}$ til samanburðar við gleypnimælingu á sýninu.

2.3.3 Andoxunarvirkni

ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) greiningin var gerð í þrísýni með þremur styrkjum, samkvæmt aðferð Huang (Huang o.fl., 2002) og aðferð Ganske (Ganske o.fl., 2006) með smávægilegum breytingum. Í stuttu máli er 60 μL af 10nM fluorescein lausn (Sigma-Aldrich, Cat. BCCG9496) í 10 mM fosfat böffer pH 7,4 (Sigma-Aldrich, Cat. 30412 and S9638) bætt í 10 μL staðal eða sýnalausn á örbakka (black, flat bottom, 96-well plate EIA/RIA plate, REF:3694, Costar). Eftir 10 mín biðtíma við 37°C var efnahvarfið sett af stað með því að bæta 30 μL af 120 mM AAPH (Sigma-Aldrich, Cat. 440914) lausn. Flúrljómun (e. fluorescence (ex/em 485 nm/520 nm) var skráð á hverri mínútu í 100 mínútur með örbakkalesara (POLARstar Optima, BMG Labtech). Útbúin var 5mM Trolox (Sigma-Aldrich, Cat. 238813) lausn í metanóli og hún þynnt með böffer. Niðurstöður eru sýndar sem Trolox jafngildi (e. equivalents) (Yano o.fl., 2015) (μM Trolox equivalents per gram).

DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) andoxunarvirkni virkni var ákvörðuð með aðferð Sharma og Bhat (2009) (Sharma o.fl., 2009). Útbúin var 2mM DPPH (Sigma-Aldrich, Cat. D9132) metanóllausn og þynnt 1:10 í 70% etanóli. Sýnin voru leyst upp annað hvort í Milli-Q vatni (MQW) eða í 15% DMSO (Dimethyl sulfoxide), í þrítekningu og fjórum mismunandi styrkjum. Á örbakkaplötu (Thermo NUNC, Cat. 269620, Germany), var 150 μL af sýni blandað við 50 μL af 0,2 mM DPPH eða 70% etanóllausn sem samanburðarsýni (e. control sample). Blanksýnið var 150 μL af sýnalausn (e. sample solvent) og 50 μL DPPH og samanburðarblankur var 150 μL af sýnalausn og 50 μL 70% etanól. Platan var hrist í 30 mín við 320 Mot/1min, varið fyrir ljósi (IKA® KS 130 basic) og gleygni mæld við 520 nm (Multiskan Sky, Thermo Fisher). Samanburðarsýnið, blankur og samanburðarblankur voru notuð til að fjarlægja bakgrunnstruflun og til að auka nákvæmni mælinganna. Hvert sýni var útbúið tvisvar sinnum og síðan þrítekning á hverju sýni, þ.e. $n=6$ fyrir hvern styrk. Niðurstöðurnar eru sýndar sem IC_{50} gildi (e. half-maximal inhibitory concentration), þ.e. styrkur efnis (andoxunarefnis) sem þarf til þess að hamla (e. scavenge) 50% af upphaflegu DPPH stakeindunum.

Afoxunargeta (e. Reducing power). Þessi aðferð ákvarðar afoxunargetu efnis sem getur gefið vísbendingu um andoxunarvirkni þess. Sýni og staðlar voru mældir í fjórtekningu við tvo mismunandi styrki. Getan til afoxunar (e. reducing power) var reiknuð með staðalkúrfu fyrir sex mismunandi styrki af L-ascorbic acid (Sigma-Aldrich 99,0%, Cas A5960). Sýnaleysir var vatn. Síðan voru 63 μL 6,8 pH fosfat böffer (Sigma-Aldrich, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 99,5% Cas: 30412, 177,99 g/mól og $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 98,0-102% Cas S9638, 137,99 g/mol), 63 μL 1% kalíum ferrisýanið (Sigma-Aldrich, Cas T0699, 163,39 g/mól) og 13 μL sýni / stofn lausn sett á örbakka sem var síðan látinn standa í 30 mínútur við 50°C áður en 63 μL 10% þríklórediksýru (Sigma-Aldrich, Cas T0699, 163,39 g/mol) og 40 μL 0,1% ferric klóríð (Sigma-Aldrich,

Cas T0699, 163,39 g/mol) var bætt út á hvern örbakka (Thermo NUNC, Cat. 269620, Germany). Að lokum var gleypnin mæld við 720 nm í plötulesara (Multiskan Sky, Thermo Fisher).

Málmbindigeta (e. metal chelating capacity). Mæling á málmbindigetu er aðferð sem skoðar hversu vel efni geta klóbundið járn og komið í veg fyrir oxun. Járn er nauðsynlegt í líkamanum en á sama tíma hvatar oxun líffræðilegra sameinda. Í þessari aðferð er notað ferrozine sem bindur járníð og er skoðað hvort aðrar sameindir í sýnunum geti verið sambærilegar í bindingu járns og ferrozine (Fe(II)). Ferrozine (0,2 mM) og FeCl₂ (0,5 mM) lausnir voru útbúnar. Samanburðarsýni, blankur og samanburðarblankur voru einnig útbúin. Samanburðarsýni innihélt 100 µL vatn í stað ferrozine lausnar á örbakkanum (Thermo NUNC, Cat. 269620, Germany). Bæði blankur og samanburðarblankur innihéldu 100 µL sýnalausn. Sýnalausnir voru Milli-Q vatn (MQW) og DMSO. Því næst var 50 µL FeCl₂ bætt við í alla brunna í örbakkanum. Hvert sýni var mælt í þrítekningu við styrkinn 8 mg/mL. Eftir hristing í 30 mín við 320 Mot/1 min í myrkri (IKA® KS 130 basic) var gleypnin mæld við 560 nm í plötulesara (Multiscan Sky spectrophotometer, Thermo Scientific). Málmbindigeta var reiknuð sem %hindrun.

2.3.4 Blómkál, spergilkál, tómatar og gúrkur – blöð og greinar

Andoxunarkni (ORAC, afoxunargeta og DDPH) var mæld í lafum og greinum af blómkáli, spergilkáli, tómötum og gúrkum (Tafla 1). Sýnin voru möluð í duft og andoxunarefni dregin út með 70% metanóli við 70°C eða með vatni við stofuhita.

2.3.5 Rósir – laufblöð og greinar

Andoxunarkni (ORAC og afoxunargeta) var mæld í laufblöðum og greinum af rósum (Tafla 1). Sýnin voru möluð í duft og andoxunarefni dregin út með 70% metanóli við 70°C eða vatni við stofuhita. Einnig var tilraun gerð til bestunar á útdrætti á laufblöðum og greinum rósa (sýni nr. 21, 22 og 26). Frostpurruð laufblöð og stíkar voru möluð í fíngert duft og útdrættir gerðir með vatni, etanóli og blöndu af etanóli og vatni (E20: 20% etanól; E50: 50% etanól; E80: 80% etanól).

2.4 Vöruþróun

2.4.1 Matvæli

Markmið vöruþróunarhlutans var að þróa vörur úr ætum hluta grænmetis sem ýmist myndi teljast til afskurðar, útlitsgallaðs grænmetis eða umfram framleiðslumagns. Lífefni og lífvirk efni úr öðrum verkþáttum voru prófuð í ýmsar uppskriftir gegnum vöruþróunarferli. Vinnsluaðferðir voru valdar með tilliti til lengingar geymslupóls. Afraksturinn er frumgerð matvöru með innihaldsefnum úr hliðarafurðum garðyrkju ásamt uppskrift og lýsingu á framleiðsluferli.

Við vöruþróun af þessu tagi er mikilvægt að ganga úr skugga um að neysla á hliðarafurðum úr grænmetisframleiðslu sé örugg og var það annarsvegar gert með hættugreiningu sem og efnamælingum (t.d. þungmálmar, varnarefni, nítrat).

Til vöruþróunar voru notuð eftirfarandi hráefni:

- Íslenskar gulrófur keyptar í krónunni Mosfellsbæ 03.05.2023.
- Íslenskar gulrófur (skrældar, teningar og strimlar) keyptar hjá Matarstræti (www.matarstraeti.is/).
- Blómkálsblöð (frostþurrkuð) (sýnanr. 2 & 7, Tafla 1, Bls. 4).
- Spergilkálsblöð (frostþurrkuð) (sýnanr. 4, Tafla 1, Bls. 4).
- Kartöflusterkja úr lífefnavinnslu (sjá Mynd 3. á bls. 6.).
- Kartöflutrefjar úr lífefnavinnslu (sjá Mynd 3. Á bls. 6.).

2.4.2 Húðkrem

Húðkrem sem innihélt 1% af þurrkuðu extrakti úr laufblöðum og stilkum rósa var sett í kremgrunn (o/w) frá UNA skincare ehf. Kremgrunnurinn var framleiddur af Pharmarctica.

Eftirfarandi prófanir voru gerðar á kreminu og það borið saman við kremgrunn á extrakts (sýrustig, stöðugleiki, seigja, litur, lykt og álagspróf):

Sýrustig (pH): 2 grömm af kremi var blandað saman við MQW og pH mælt.

Stöðugleiki ýrulausnar: 4,5-5 g af kremi var sett í 15mL Falcon rör og fylgst með hvort aðskilnaður hefði átt sér stað eftir 2 daga við 40°C.

Seigja: 24,5-25 g var mælt í tvísýni með seigjumæli RVA 4500 (Perten instruments), við 23°C og 37°C til að líkja eftir líkamshita. Mælingar voru gerðar yfir 8 mínútna tímabil við 100 RPMs og 200 RPMs snúningshraða.

Litur: Myndir voru teknar í ljósakassa með svo kölluðum colorchecker passport (X-rite) sem litaviðmið. Litur var einnig mældur með Minolta CR-300 ljósmæli með CIE staðalinn (International Commission on Illumination) sem litaviðmið: L (dökkur til ljós t; 0 til 100), a (grænn til rauður ; -127 til 128), og b (blár til gulur ; -127 til 128). Sex mælingar voru gerðar á hverju sýni. Hvítleiki (e. whiteness) var reiknaður samkvæmt eftirfarandi formúlu: Hvítleiki = $100 - \sqrt{\frac{1}{3}((100-L)^2 + a^2 + b^2)}$. Gulnun (e. yellowness) var reiknuð samkvæmt eftirfarandi formúlu: Gulnun = $(b \times 142.86) / L$

Lykt: Sjö einstaklingar á Matís mátu lykt og útlit kremanna með blindprófi.

Álagspróf (e. stress test): 9,5-10 g af kremi var sett í 15 mL Falcon rör, geymt í frysti við -18°C yfir nóttu og það þiðið við herbergishita næsta dag. Þetta var endurtekið þrívégis (3 cycles). Aðskilnaður í kremi var metinn sjónrænt.

2.5 Hættugreining

Greiningin var framkvæmd með gagna- og heimildarleit í birtum greinum á heimasíðu Matvælaöryggisstofnunar Evrópu (<https://www.efsa.europa.eu/en/publications>) sem og í gagnagrunnum Web of Science (<https://www.webofscience.com/>), gagnagrunni ePlantLIBRA (<https://eplantlibra.eurofir.org/Default.asp>) og eBasis (<https://ebasis.eurofir.org/Default.asp>). Gagna- og heimildaleitin takmarkaðist við helstu hættur sem tengjast neyslu grænmetis og hliðarafurðum þeirra, þ.e. örverumengun, óæskileg efni og aðskotahlutir.

3 Niðurstöður og umræður

3.1 Efnainnihald

Í þessum kafla eru birtar niðurstöður mælinga á meginefnum (fita, prótein, trefjaefni, aska, vatn), steinefnum og snefilsteinefnum. Að auki voru gerðar mælingar á þungmálmum, varnarefnum og nitrati í nokkrum sýnum. Kolvetni voru ákvörðuð sem mismunur (100-vatn-aska-fita-prótein-trefjaefni) og innihalda fyrst og fremst sykurttegundir og sterkju. Sýnin voru ytri blöð grænmetis og blöð og stönglar rósa. Einnig voru með gulrófur og útlitsgallaðar kartöflur þar sem þörf er fyrir aukna nýtingu þessa grænmetis í framleiðslutoppum. Laufblöðin hafa oft sérstaka efnasamsetningu.

3.1.1 Meginefni

Yfirlit fyrir meginefni er tekið saman á næstu síðu (Tafla 2). Hátt trefjainnihald laufblaðanna vakti sérstaka athygli. Þetta varð ljóst þegar trefjaefnin voru skoðuð í þurrefni (38-67 g/100g þurrefni) og rósablöð og stíkar skáru sig úr (Tafla 3). Meira greindist af trefjum en kolvetnum (sykrum, sterkju) í laufblöðunum. Í gúrkublöðunum var þetta sérstaklega áberandi þar sem ekkert virtist vera af kolvetnum (þar með sykurtegundum). Gúrkublöðin voru vatnsrík eins og gúrkurnar sjálfar.

Öskuinnihald laufblaðanna mældist hátt borið saman við grænmeti og bendir það til að styrkur steinefna í sýnunum sé hár. Askan var í nokkrum tilfellum um 30% af þurrefni. Efnainnihald útlitsgölluðu kartaflanna virtist ekki vera frábrugðið því sem almennt gerist samkvæmt ÍSGEM gagnagrunninum ([Íslenski gagnagrunnurinn um efnainnihald matvæla \(ÍSGEM\) - Matís \(matis.is\)](#)).

Summa meginefna var í nokkrum tilfellum yfir 100,0 g/100g, þetta á við um gúrkublöð, tómablöð og gulrótagrös þótt kolvetni séu skráð sem núll. Á þurrefnisgrunni varð þetta meira áberandi. Því má telja að einhver mæliaðferðin skili ofmati. Líklegast er að próteinmælingin, þ.e. köfnunarefnisstuðullinn (e. nitrogen conversion factor) ofmeti próteinið. Breytistuðullinn 6,25 var notaður fyrir öll sýni en meira viðeigandi stuðull liggur ekki fyrir nú.

Tafla 2. Efnainnihald sýna af hliðarafurðum garðyrkju. Meginefni (fita, kolvetni, trefjar, prótein, aska og vatn). Innihald í 100g af sýni. Niðurstöður mælinga, nema fituinnihald gulrófna og kartaflna er úr ÍSGEM gagnagrunninum og trefjaefni í kartöflum eru úr Matís skýrslu ¹ og ÍSGEM. Kolvetni eru reiknuð sem mismunur.

Plöntuhluti	Yrki	Fita g/100g	Kolvetni g/100g	Trefjar g/100g	Prótein g/100g	Aska g/100g	Vatn g/100g	Summa g/100g
Blómkálsblöð, ytri blöð	Whitex	0,3	2,5	7,04	3,60	2,4	84,2	100,0
Blómkálsblöð, ytri blöð	Flamenco	0,3	4,7	5,63	2,80	1,4	85,2	100,0
Gulrófur, smáar		0,1	6,0	3,21	0,97	0,6	89,1	100,0
Gulrófur, smáar		0,1	4,3	4,05	0,89	0,6	90,1	100,0
Gulrófur, meðalstærð		0,1	5,5	3,17	0,78	0,5	90,0	100,0
Gulrófur, stórar		0,1	6,2	2,95	0,75	0,6	89,4	100,0
Gulrófur, stórar	Sandvík	0,1	7,1	3,84	0,91	0,6	87,5	100,0
Gulrófur, útlitsgallaðar	Sandvík	0,1	7,8	4,09	1,12	0,7	86,2	100,0
Gulrófur, útlitsgallaðar		0,1	3,1	3,69	1,35	0,7	91,1	100,0
Gulrótagras		0,2	0	8,94	2,96	3,1	85,9	100,9
Gulrótagras		0,2	3,8	8,67	3,05	2,8	81,5	99,8
Gulrótagras	Neria	0,1	2,6	8,13	2,96	2,9	83,3	99,9
Gúrkulaufblöð	Imea	0,1	0	3,37	2,57	2,8	91,5	100,3
Gúrkulaufblöð m sprotum	Sencere	0,1	0	3,41	1,91	1,7	93,9	101,0
Gúrkulaufblöð	Imea	0,1	0	3,64	1,85	2,3	92,3	100,2
Kartöflur, útlitsgallaðar	Gullauga	0,3	10,1	2,6	2,90	0,8	83,3	100,0
Kartöflur, útlitsgallaðar	Rauðar ísl.	0,3	13,6	2,4	2,30	0,9	80,5	100,0
Kartöflur, útlitsgallaðar	Milva	0,3	11,0	2,0	1,90	1,1	83,7	100,0
Kartöflur, útlitsgallaðar	Ýmis	0,3	13,0	2,0	2,00	1,1	81,6	100,0
Rósalauf og stíkar	Ýmis	0,5	13,3	21,4	6,9	3,3	54,6	100,0
Rósalauf og stíkar	Ýmis	0,5	3,5	18,8	3,4	1,8	72,0	100,0
Rósalauf og stíkar	Ýmis	0,4	6,6	15,8	3,0	1,8	72,3	100,0
Spergilkálsblöð, ytri blöð	SV3277BL	0,3	3,1	6,85	3,20	2,6	83,9	100,0
Tómatlaufblöð og sprotar	Compl/Vesp	0,1	0	6,47	1,96	2,4	89,3	100,2
Tómatlaufblöð	Livento	0,1	0	5,48	2,64	2,8	90,6	101,6
Tómatlaufblöð m greinum	Gust./Suns.	0,1	0	5,48	1,82	2,0	91,5	100,9

¹ Ólafur Reykdal o.fl. 2022.

Tafla 3. Efnainnihald sýna af hliðarafurðum garðyrkju á þurrefnisgrunni. Meginefni (fita, kolvetni, trefjar, prótein, aska og vatn). Innihald í 100g af þurrefni. Niðurstöður mælinga, nema fituinnihald gulrófna og kartöflna er úr ÍSGEM gagnagrunninum og trefjaefni í kartöflum eru úr Matís skýrslu 13-22 og ÍSGEM. Kolvetni eru reiknuð sem mismunur.

Plöntuhluti	Yrki	Fita	Kolvetni	Trefjar	Prótein	Aska	Summa
g/100g þurrefni							
Blómkálsblöð, ytri blöð	Whitex	1,9	15,6	44,6	22,8	15,2	100,0
Blómkálsblöð, ytri blöð	Flamenco	2,0	31,6	38,0	18,9	9,5	100,0
Gulrófur, smáar		0,9	56,1	29,4	8,9	5,5	100,0
Gulrófur, smáar		1,0	43,0	40,9	9,0	6,1	100,0
Gulrófur, meðalstærð		1,0	54,5	31,7	7,8	5,0	100,0
Gulrófur, stórar		0,9	59,4	27,8	7,1	5,7	100,0
Gulrófur, stórar	Sandvík	0,8	56,4	30,7	7,3	4,8	100,0
Gulrófur, útlitsgallaðar	Sandvík	0,7	56,4	29,6	8,1	5,1	100,0
Gulrófur, útlitsgallaðar		1,1	34,4	41,5	15,2	7,9	100,0
Gulrótagras		1,4	0,0	63,4	21,0	22,0	107,8
Gulrótagras		1,1	20,4	46,9	16,5	15,1	100,0
Gulrótagras	Neria	0,6	15,6	48,7	17,7	17,4	100,0
Gúrkulaufblöð	Imea	1,2	0,0	39,6	30,2	32,9	104,0
Gúrkulaufblöð m sprotum	Sencere	1,6	0,0	55,9	31,3	27,9	116,7
Gúrkulaufblöð	Imea	1,3	0,0	47,3	24,0	29,9	102,5
Kartöflur, útlitsgallaðar	Gullauga	1,8	60,2	15,8	17,4	4,8	100,0
Kartöflur, útlitsgallaðar	Rauðar ísl.	1,5	70,0	12,1	11,8	4,6	100,0
Kartöflur, útlitsgallaðar	Milva	1,8	67,5	12,3	11,7	6,7	100,0
Kartöflur, útlitsgallaðar	Ýmis	1,6	70,7	10,9	10,9	6,0	100,0
Rósalauf og stíkar	Ýmis	1,1	29,3	47,2	15,1	7,3	100,0
Rósalauf og stíkar	Ýmis	1,8	12,4	67,2	12,1	6,4	100,0
Rósalauf og stíkar	Ýmis	1,4	23,9	57,2	11,0	6,5	100,0
Spergilkálsblöð, ytri blöð	SV3277BL	1,9	19,6	42,5	19,9	16,1	100,0
Tómatlaufblöð og sprotar	Compl/Vesp	0,9	0,0	60,5	18,3	22,4	102,1
Tómatlaufblöð	Livento	1,1	0,0	58,3	28,1	29,8	117,2
Tómatlaufblöð m greinum	Gust./Suns.	1,2	0,0	64,5	21,4	23,5	110,6

3.1.2 Ólífræn efni

Með ólífrænum efnum er hér átt við steinefnið natríum, kalíum, fosfór, magnesíum og kalk, snefilsteinefni járn, sink, kopar og selen (Tafla 4) og þungmálmana kadmín, blý, kvikasílfur og arsen. Niðurstöður fyrir selen eru ekki birtar í töflunni þar sem það var aðeins mælanlegt í tveimur sýnum af rósablöðum og stilkum (1 µg/100g og 2 µg/100g, í sömu röð) og þremur sýnum af gulrótagrös (3-6 µg/100g). Steinefni og snefilsteinefni voru ekki mæld í kartöflum þar sem mæliniðurstöður liggja fyrir úr öðrum verkefnum.

Tafla 4. Efnainnihald sýna af hliðarafurðum garðyrkju. Steinefni (natríum, kalíum, fosfór, magnesíum, kalk) og snefilsteinefni (járn, sink, kopar og selen). Innihald í 100g af sýni. Öll gildi eru niðurstöður mælinga.

Plöntuhluti	Kalíum mg/100g	Fosfór mg/100g	Natríum mg/100g	Magnesíum mg/100g	Kalk mg/100g	Járn mg/100g	Sink mg/100g	Kopar mg/100g
Blómkálsblöð, ytri blöð	480	41	49	59	391	1,11	1,44	0,03
Blómkálsblöð, ytri blöð	245	41	93	66	304	0,81	0,88	0,037
Gulrófur, stórar	219	33	9	18	36	0,53	0,23	0,019
Gulrófur, útlitsgallaðar	244	42	7	18	34	1,13	0,24	0,024
Gulrótagras	838	31	64	58	237	27,0	0,547	0,139
Gulrótagras	262	37	454	80	204	59,8	0,454	0,197
Gulrótagras	729	40	65	69	262	23,7	0,982	0,144
Gúrkulaufblöð	487	76	1	58	613	0,80	0,37	0,052
Gúrkulaufblöð m sprotum	466	66	3	67	415	2,33	3,11	0,135
Gúrkulaufblöð	490	106	2	71	516	2,39	1,88	0,203
Rósalauf og stíkar	906	135	Em ¹	91	565	7,49	6,35	0,75
Rósalauf og stíkar	596	85	2	53	245	1,61	1,20	0,106
Rósalauf og stíkar	520	77	2	59	262	3,31	0,87	0,108
Spergilkálsblöð, ytri blöð	685	39	72	60	418	1,25	1,92	0,032
Tómatlaufblöð og sprotar	356	81	2	26	202	2,94	0,84	0,044
Tómatlaufblöð	794	101	3	61	654	1,57	0,34	0,002
Tómatlaufblöð m greinum	1170	138	9	64	694	1,22	0,25	0,028

¹ Ekki mælanlegt, < 0,1 g/kg

Sérstaka athygli vöktu há gildi fyrir kalíum og kalk í laufblöðum. Há gildi fyrir kalk eru mjög óvenjuleg fyrir grænmeti. Væntanlega er kalkið bundið öðrum efnum og nýting (e. bioavailability) þess í líkamanum léleg. Nokkuð há hildi voru fyrir járn í laufblöðunum.

Taka má gúrkublöðin sem dæmi og bera gildin saman við gildi fyrir gúrkur í ÍSGEM gagnagrunninum. Gúrkublöðin voru verulega mikið auðugri af kalíum, kalki, járn og sinki en gúrkurnar. Samanburðurinn fyrir blómkálsblöð, spergilkálsblöð og tómablöð og samsvarandi grænmeti leiddi til svipaðra niðurstaðna. Umtalsvert af ólífrænum næringarefnum í jarðvegi / ræktunarmiðli fór því í að byggja upp blaðvöxtinn. Ljóst er að ávinningur væri af því að nýta laufblöðin í matvæli út frá næringargildinu. Laufblöðin geta einnig lagt jarðvegi til steinefni. Hægt er að fá tilbúinn áburð með breytilegum

hlutföllum köfnunarefnis (N), fosfórs (P) og kalíums (K) eftir áburðarþörfum plantna og jarðvegsgerð. Hlutföll fyrir meðaltöl laufblaða í verkefninu eru: NPK 12-2-14. Að öllu jöfnu geta laufblöðin ekki komið að fullu í stað tilbúins áburðar og líklegt er að mest vanti upp á nægjanlegt magn af fosfór.

Hér að neðan eru niðurstöður fyrir steinefni og snefilsteinefni settar fram á þurrefnisgrunni (Tafla 5). Þessar niðurstöður er hentugt að hafa til hliðsjónar þegar unnið er að vöruþróun sem byggir á þurrkuðum hliðarafurðum. Talsverður breytileiki getur verið á styrk efnanna innan sömu tegundar hliðarafurða. Styrkur kalíums, kalks og járn telst hár. Styrkur járn var sérstaklega hár í gulrótagrös. Möguleg uppspretta járn er jarðvegur. Sjá má að þurrkuð laufblöð geta lagt til umtalsvert af þessum næringarefnum, t.d. í fæðubótarefnum. Samkvæmt reglugerð 1294/2014 er leyfilegt að merkja bætiefni á umbúðum matvæla ef magn þeirra er marktækt. Magnið telst marktækt ef það nær 15% af næringarviðmiðunargildi (NV) fyrir 100 grömm af sýni / matvæli (Tafla 5).

Tafla 5. Efnainnihald sýna af hliðarafurðum garðyrkju. Steinefni (natríum, kalíum, fosfór, magnesíum, kalk) og snefilsteinefni (járn, sink, kopar og selen). Innihald í 100g þurrefni. Öll gildi eru niðurstöður mælinga.

Plöntuhluti	Kalíum	Fosfór	Natríum	Magnesíum	Kalk	Járn	Sink	Kopar
	mg/100g þurrefni							
Blómkálslöð, ytri löð	3038	259	310	373	2475	7,03	9,11	0,190
Blómkálslöð, ytri löð	1655	277	628	446	2054	5,47	5,95	0,250
Gulrófur, stórar	1752	264	72	144	288	4,24	1,84	0,152
Gulrófur, útlitsgallaðar	1768	304	51	130	246	8,19	1,74	0,174
Gulrótagras	5943	220	454	411	1681	191	3,88	0,986
Gulrótagras	1416	200	2454	432	1103	323	2,45	1,065
Gulrótagras	4365	240	389	413	1569	142	5,88	0,862
Gúrkulaufblöð	5729	894	12	682	7212	9,45	4,35	0,612
Gúrkulaufblöð m sprotum	7639	1082	49	1098	6803	38,2	51,0	2,213
Gúrkulaufblöð	6364	1377	26	922	6701	31,0	24,4	2,636
Rósalauf og stíkar	1996	297		200	1244	16,5	14,0	1,652
Rósalauf og stíkar	2129	304		189	875	5,75	4,29	0,379
Rósalauf og stíkar	1877	278		213	946	11,9	3,14	0,390
Spergilkálslöð, ytri löð	4255	242	447	373	2596	7,76	11,9	0,199
Tómatlaufblöð og sprotar	3327	757	19	243	1888	27,5	7,85	0,411
Tómatlaufblöð	8447	1074	32	649	6957	16,7	3,62	0,021
Tómatlaufblöð m greinum	13765	1624	106	753	8165	14,3	2,92	0,329

Tafla 6. Næringarviðmiðunargildi (NV) fyrir steinefni (kalíum, fosfór, magnesíum, kalk) og snefilsteinefni (járn, sink, kopar og selen) skilgreind í reglugerð 1294/2014.

Bætiefni	Eining	NV	15% af NV
Kalíum	mg	2000	300
Fosfór	mg	700	105
Magnesíum	mg	375	56,2
Kalk	mg	800	120
Járn	mg	14	2,1
Sink	mg	10	1,5
Kopar	mg	1	0,15
Selen	µg	55	8,25

Eftirtalin sýni ná mörkum fyrir bætiefni (15% af NV) og gefa því möguleika á merkingum á umbúðum séu þessi hráefni seld sem matvæli (Tafla 6):

Fyrir votvigt, 100g:

- Kalíum: Öll sýni af laufblöðum nema eitt sýni af blómkálsblöðum, gulrótagrös nema eitt sýni.
- Fosfór: 1 sýni af gúrkublöðum, 1 sýni af tómablöðum, 1 sýni af rósalaufi.
- Magnesíum: Gulrótagrös og öll sýni af laufblöðum nema 1 sýni af tómablöðum.
- Kalk: Öll sýni af laufblöðum.
- Járn: Gulrótagrös og 2 sýni af gúrkublöðum, 1 sýni af tómablöðum, 1 sýni af rósalaufi.
- Sink: 2 sýni af gúrkublöðum, 1 sýni rósalauf, 1 sýni spergilkálsblöð.
- Kopar: 1 sýni gúrkublöð, 1 sýni rósablöð og 1 sýni gulrótagrös.

Fyrir þurrefni, 100g:

Þau ólífrænu efni sem mæld voru: Öll sýni nema eitt ná 15% NV fyrir þessi efni. Undantekningin er kopar í einu sýni af tómablöðum.

3.1.3 Þungmálmar

Mælingar á þungmálum voru gerðar á sjö sýnum (Tafla 7). Kvikasilfur var ekki mælanlegt (undir magngreiningarmörkum) en kadmín, blý og arsen voru mælanleg í lágum styrkjum nema í tveimur tilfellum (ekki mælanleg). Þar sem þungmálmar eru til staðar í umhverfinu er eðlilegt að þeir greinist í jurtafurðum. Styrkir þungmálma voru lágir og takmarka ekki notkun afurðanna í matvæli. Um nánari umfjöllun er vísað til kaflans um hættugreiningu.

Tafla 7. Niðurstöður mælinga á þungmálum (kadmín, blý, kvikasilfur, arsen).

Plöntuhluti	Yrki	Kadmín mg/kg	Blý mg/kg	Kvikasilfur mg/kg	Arsen, alls mg/kg
Gulrótagras	Ýmis	0,025	0,011	<0,01	0,011
Gulrótagras	Ýmis	0,0065	0,018	<0,01	0,015
Gulrótagras	Neria	0,058	0,011	<0,01	0,008
Rósablöð og stíkar	Ýmis	0,0052	<0,005	<0,005	<0,006
Rósablöð og stíkar	Ýmis	0,01	0,142	<0,015	0,064
Rósablöð og stíkar	Ýmis	0,002	0,027	<0,01	0,011
Tómatablöð	Livento	0,0026	0,019	<0,01	0,009

3.1.4 Varnarefni

Skimað var fyrir 229 varnarefnum í einu sýni af ytri blöðum blómkáls, einu sýni af ytri blöðum spergilkáls og einu af þurrkuðum gulrófum. Skimuð varnarefni voru ekki mælanleg í þessum sýnum. Ein varnarefnablanda hafði verið notuð við framleiðslu á blómkálinu og spergilkálinu en notkunin hefur fylgt settum reglum því ekkert mældist. Sýni af ytri blöðum höfðu verið geymd í frysti fram að mælingu.

3.1.5 Nítrat

Nítrat var mælt í frystum sýnum af ytri blöðum blómkáls og spergilkáls í Þýskalandi. Í blómkálsblöðunum mældust 1200 mg nítrat/kg. Nítrat var ekki mælanlegt í spergilkálsblöðunum (<10 mg nítrat/kg). Sýnin voru farin að lykta við komu til Þýskalands svo ekki er hægt að útiloka breytingar á nítratstyrk. Niðurstaðan fyrir nítrat í blómkálsblöðunum telst ekki há miðað við gamlar niðurstöður fyrir nítrat í blaðgrænmeti (Valur Gunnlaugsson og Ólafur Reykdal, 2000).

3.2 Lífmassavinnsla

3.2.1 Kartöflur og rófur

Ferskar kartöflur og rófur voru flysjaðar og hýði vigtað. Af kartöflusýni nr. 16 var hýðið um 18% og af gulrófusýni nr. 18 var hýðið um 15%. Prótein- og vatnsinnihald var mælt í fersku holdi og hýði rôtargrænmetis (Tafla 8). Próteininnihald var einnig mælt í kartöfluaffallsvökva (e. potato wastewater) og kartöfluflögum (e. potato flakes).

Tafla 8. Prótein- og vatnsinnihald í kartöfluholdi og -hýði og gulrótarholdi og -hýði.

Sýni (nr)	Prótein (%)	Vatn (%)
Kartöfluhold (16)	2,1	81
Kartöfluhold (16)	2,1	76
Gulrófuhýði (17)	3	85
Gulrófuhold (17)	0,85	90
Gulrófuhýði (18)	2	86
Gulrófuhold (18)	0,8	90
Kartöfluaffallsvökvi (WW)	39	
Kartöfluflögur (potato flakes)	4	

Í kartöflum virtist lítil munur vera á próteininnihaldi í hýði og holdi á meðan þessi munur var meira áberandi í rófuholdi og hýði. Mikið magn af próteinum virtist vera í affallsvatni (WW) kartöflunnar eftir að sterkjan hafði verið aðskilin, eða 39%. Frostpurkað kartöfluaffallsvatn (WW) hafði mjög dökkan lit, svipað og aska, eins og sést á Mynd 4, en mikið próteininnihald gerir það áhugavert til frekari þróunar þess sem hugsanlegs próteingjafa.



Mynd 4. Frostpurkaður affallsvökvi úr vinnslu á kartöflum (vinstri) og kartöflusterkja úr ferskum skrældum kartöflum (hægri).

Heimtur af sterkju úr ferskum skrældum kartöflum var um 3-6%. Þegar hún var dregin út úr ferskum skrældum kartöflum var sterkjan sem fékkst hvít (Mynd 4), en þegar hún var dregin út úr frostpurkuðum kartöflum með hýði var sterkjan sem fékkst í minna magni og hafði dekkri lit. Rófur innihéldu ekki sterkju í mælanlegu magni en frostpurkaði affallsvökvinn var mjög sykurríkur og klístraður.

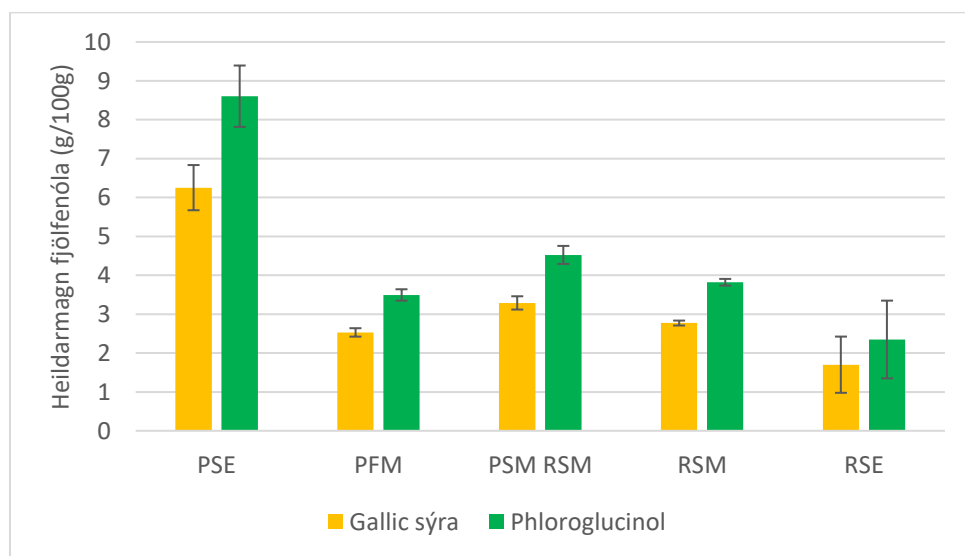
Hýði (S) af bæði kartöflu (nr. 16) og rófu (nr. 18) var frostpurkað og malað í fínt duft og 10 g vegin og dregin út með bæði etanóli og metanóli til að fá fjóra útdrætti; PSE (0,21 g), PSM (1,98 g), RSE (1,69 g), RSM (2,36 g). Auk þess voru kartöfluflögur dregnar út með metanóli til að fá 0,2 g af útdrætti (PFM).

Við þurrkun á útdrættinum var hluta af RSM útdrættinum óvart bætt við PSM útdráttinn, þess vegna eru niðurstöðurnar settar fram sem PSMRSM.

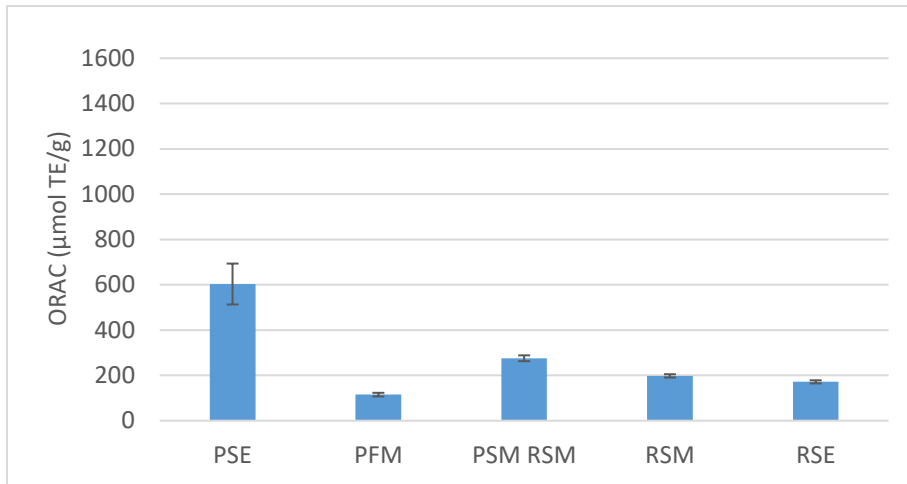
Allir útdrættirnir voru prófaðir með tilliti til andoxunarvirkni þeirra mælt sem ORAC, DPPH, afoxunargetu og málmbindiget. Heildarfjölfenól í útdrættinum var einnig mælt. Heildarmagn fjölfenóla í etanól- og metanól extröktum af kartöflum og rófum var mjög lágt, hæst í kartöfluhýði þegar það var dregið út með etanóli (Mynd 5). ORAC gildi mældist hæst í etanólútdrætti af kartöfluhýði (Mynd 6) og virðist vera samband á milli ORACs og heildarmagns fjölfenóla. Hæsta radikal hamlandi virknin mæld sem DPPH sást fyrir etanól extrakt af kartöfluhýði, með IC_{50} -gildið 0,12 mg/mL (Mynd 7). Því lægra sem gildið er, því öflugri og betri virkni hefur sýnið. Þetta sýni hafði einnig mestu afoxunargetuna (Mynd 8). Metanól extrakt virtist aftur á móti hafa hærri málmbindiget (Mynd 9). Hins vegar er erfitt að draga endanlegar ályktanir af niðurstöðunum þar sem sýnið með mesta virkni var blanda af útdrætti úr bæði kartöflum og gulrófum.

Afgangur af kartöflum var soðinn ítrekað með 80% etanóli til að fá óleysanlegt efni í formi trefja. PSM leifar innihéldu 80% óleysanlegt efni, PSE leifar innihélt 67% óleysanlegt efni og kartöfluflogurnar innihéldu 91% af óleysanlegu efni.

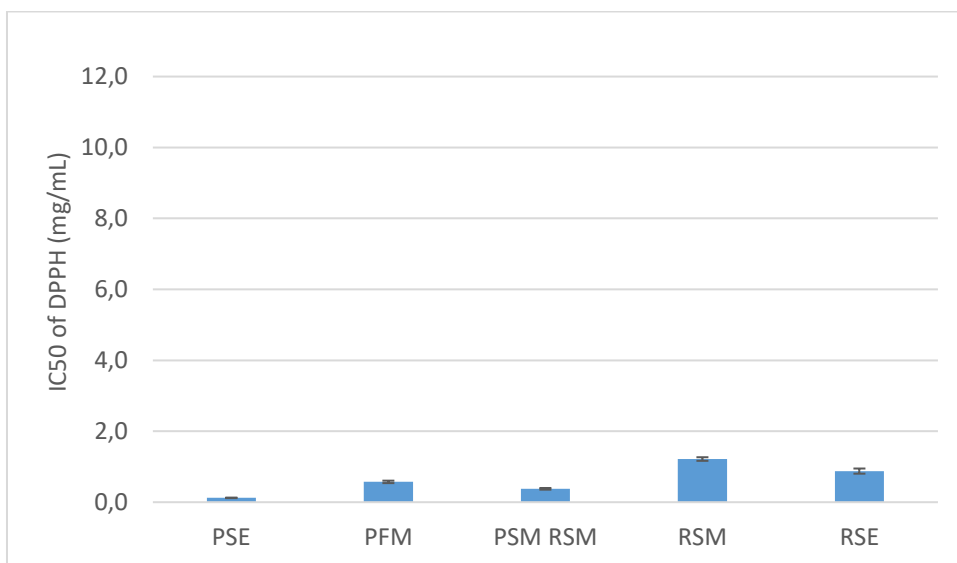
Kartöflusterkjan og trefjarnar sem fengust í þessu ferli voru nýttar frekar sem innihaldsefni í vörupróunavinnu verkefnisins.



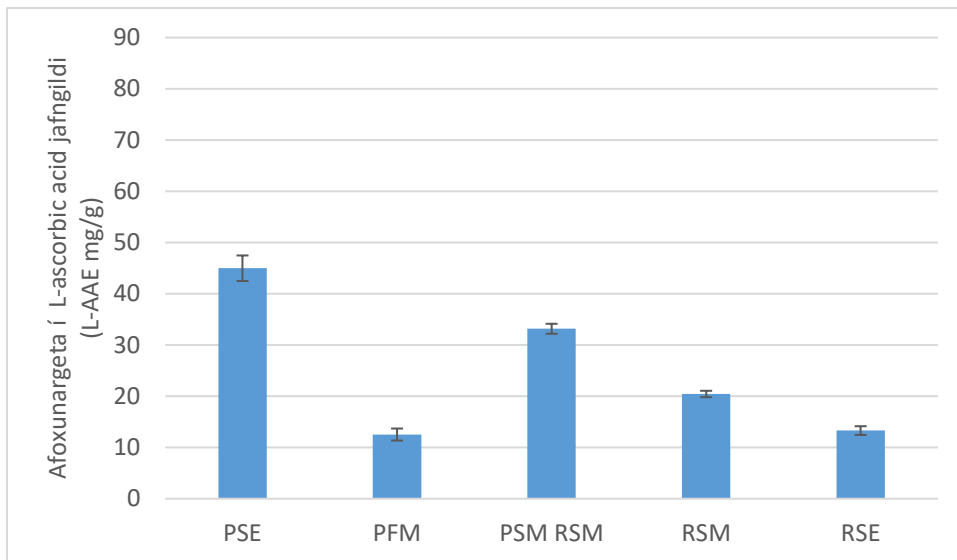
Mynd 5. Heildarmagn fjölfenóla í extröktum af kartöflum og rófum (PSE = Potato Skin Ethanol, PFM = Potato Flesh Methanol, PSM/RSM = Potato Skin Methanol/ Rutabaga Skin Methanol, RSE = Rutabaga Skin Ethanol). Niðurstöður sýna meðaltal $\pm$ SD ($n = 8$). Gular súlur sýna gildin sem gallic sýru jafngildi (GAE, gallic acid equivalents) og grænar súlur sýna gildin sem phloroglucinol jafngildi (PGE, phloroglucinol equivalents).



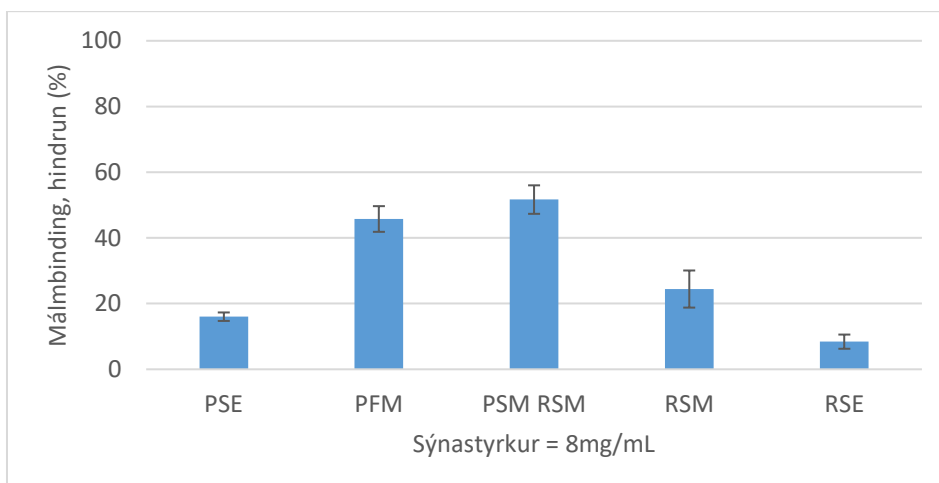
Mynd 6. ORAC gildi fyrir etanól (E) og metanól (M) útdrætti af kartöflum (P) og rófum (R). (PSE = Potato Skin Ethanol, PFM = Potato Flesh Methanol, PSM/RSM = Potato Skin Methanol/ Rutabaga Skin Methanol, RSE = Rutabaga Skin Ethanol). Niðurstöður eru sýndar sem meðaltal $\pm$ SD ($n = 6$).



Mynd 7. Styrkur (mg/mL) kartöflu- og rófuútdráttum sem þarf til að hindra 50% af DPPH sindurefnum (e. radicals) $\pm$ SD%. Niðurstöður eru teknar saman úr einni keyrslu þar sem hver útdráttur er keyrður í 4 styrkjum og 6 sinnum hver styrkur. (PSE = Potato Skin Ethanol, PFM = Potato Flesh Methanol, PSM/RSM = Potato Skin Methanol/ Rutabaga Skin Methanol, RSE = Rutabaga Skin Ethanol).



Mynd 8. Niðurstöður mælinga á afoxunargetu fyrir útdrætti úr kartöflum og rófum, reiknað sem askorbínsýru jafngildi, meðaltal $\pm$ SD ($n = 8$). (PSE = Potato Skin Ethanol, PFM = Potato Flesh Methanol, PSM/RSM = Potato Skin Methanol/ Rutabaga Skin Methanol, RSE = Rutabaga Skin Ethanol).



Mynd 9. Málmbindigeta mæld í extröktum af kartöflum og rófum við styrkinn 8 mg/mL, meðaltöl $\pm$ SD ($n = 6$). (PSE = Potato Skin Ethanol, PFM = Potato Flesh Methanol, PSM/RSM = Potato Skin Methanol/ Rutabaga Skin Methanol, RSE = Rutabaga Skin Ethanol).

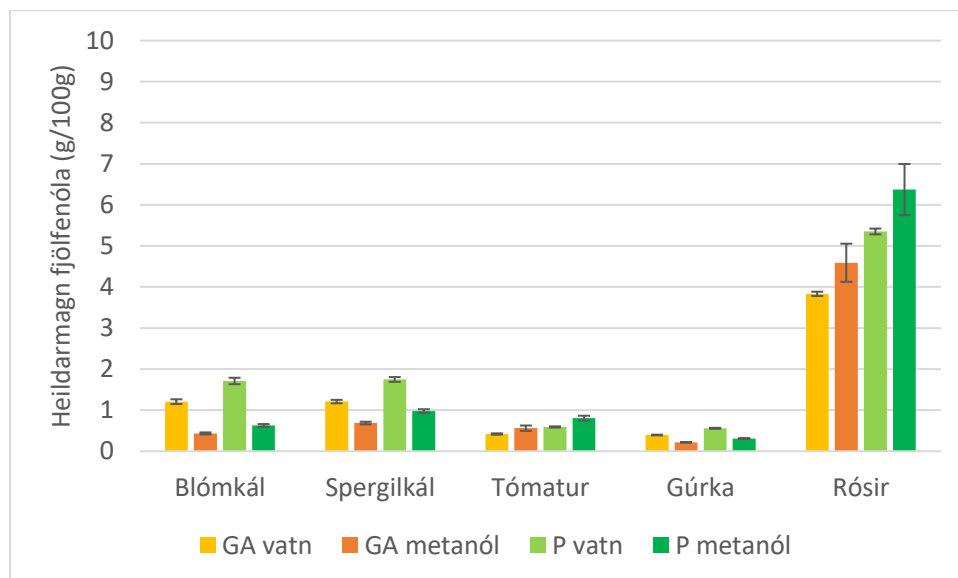
Kartöflur (*Solanum tuberosum* L.) eru uppspretta mismunandi lífvirkra efnasambanda eins og fenólsambanda. Fenólsamböndin eru mynduð af kartöfluplöntunni sem verndarviðbrögð gegn bakteríum, sveppum, vírusum og skordýrum. Mörg þessara efnasambanda með mikla lífvirkni eru staðsett í hýði kartöflunnar og eru því oft fjarlægð sem úrgangur (Akyol o.fl., 2016). Fenólinnihald er háð geymsluskilyrðum eftir uppskeru (Singh o.fl., 2011) þar sem lágt hitastig ($\sim 4^{\circ}\text{C}$) og frysting (Stushnoff o.fl., 2008, Madiwale o.fl., 2011, Külen o.fl., 2013) halda fenólinnihaldinu stöðugu, en hátt geymsluhitastig (10°C) gæti minnkað fenólinnihaldið (Andre o.fl., 2009). Geymslutími er einnig mjög mikilvægur þáttur fyrir fenólsambönd, þar sem heildarfenólinnihald (TPC) í kartöflum er hátt við uppskeru, minnkar fyrst eftir geymslu, en hækkar svo aftur (Blessington o.fl., 2010, Külen o.fl., 2013). Andoxunaráhrif kartöflupólýfenóla á mismunandi olíur hafa verið skoðuð í fjölmörgum rannsóknum (Koduvayur Habeebullah o.fl., 2010, Mohdaly o.fl., 2010, Mohdaly o.fl., 2013). Sýnt hefur verið fram á að etanólútdráttur úr kartöfluhýðisúrgangi getur komið á stöðugleika í sojaolíu við hraðar

oxunaraðstæður og lágmarkað peroxíð (PV), anisidín (AV) og totox gildi (TV) við háan hita (Amado o.fl., 2014). Niðurstöður rannsókna benda til þess að andoxunavirkni kartöfluhýðaúrdrátta sé sambærileg eða áhrifaríkari en bútýlerað hýdroxýtólúen (BHT) og bútýlerað hýdroxýanisól (BHA) (Kanatt o.fl., 2005, Albishi o.fl., 2013, Mohdaly o.fl., 2013). Niðurstöðurnar rannsókna á notkun kartöfluhýðis til að draga úr fituoxun í kjöti og feitum fiski benda til þess að hægt sé að nota etanólútdrætti úr kartöfluhýði sem náttúrulegt andoxunarefni til að koma í veg fyrir oxun fitu og próteina í kældri geymslu (Kanatt o.fl., 2005, Farvin o.fl., 2012, Albishi o.fl., 2013, Maqsood o.fl., 2014). Örf er á fleiri rannsóknum til að styðja þessa tilgátu og auka nýtingu þessara útdráttá í matvælum (svo sem kjöti og fiskafurðum) þar sem flókin blanda af próteinum, lípiðum, foroxunarefnum og öðrum andoxunarefnum er til staðar. Vandamálið við útdrátt á fenólefnasamböndum úr kartöfluhýði er að eittraðir glýkóalkalóíðar gætu safnast upp í úrdráttinn (Mohdaly o.fl., 2010). Glýkóalkalóíðar eru náttúruleg efnasambönd mynduð í kartöflum við spírun sem geta haft bæði skaðleg og jákvæð áhrif (Friedman, 2006, Deußer o.fl., 2012). Þessi efnasambönd geta valdið dauða sé styrkur þeirra hár (>330 mg/kg) (Liu, 2013) en við ákveðinn styrk geta þau hinsvegar haft jákvæð áhrif (t.d. krabbameinshamlandi áhrif *in vitro*) (Friedman, 2006). Þess vegna er mjög mikilvægt að greina tilvist þessara efnasambanda í útdrættinum.

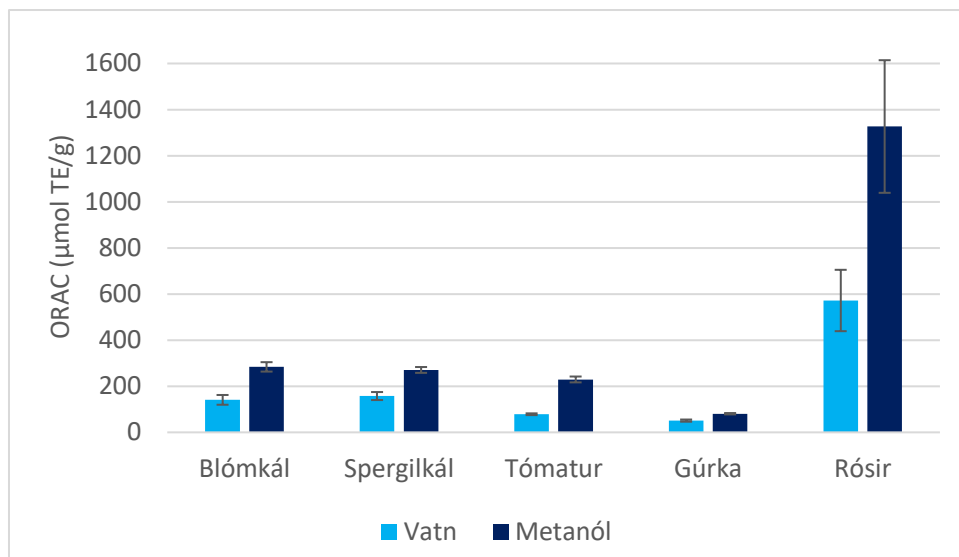
3.2.2 Blómkál, spergilkál, tómatar og gúrkur – blöð og greinar

Heildarmagn fjölphenóla (TPC) ásamt andoxunavirkni (ORAC, DDPH, afoxunargeta og málmbindigeta) var mæld í laufum og greinum af blómkáli, spergilkáli, tómötum, gúrkum og rósum (Tafla 1). Sýnin voru möluð í duft og andoxunarefni dregin út með 70% metanóli við 70°C eða með vatni við stofuhita.

Heildarmagn fjölphenóla var hærra í vatnsextrakti úr laufum og greinum af blómkáli, spergilkáli og gúrkum en það var hærra í metanólextrakti af tómötum og rósum (Mynd 10). Hæsta magn fjölphenóla mældist í metanól extrakti af rósum eða um $4,6 \pm 0,5$ GAE g/100g og $6,4 \pm 0,6$ PE g/100g.



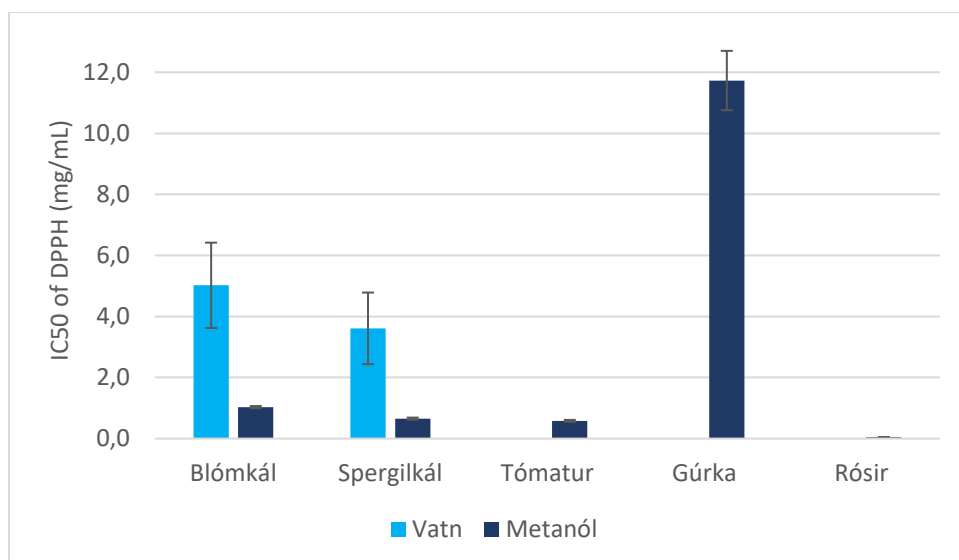
Mynd 10. Heildarmagn fjölphenóla (mg/100g) í sýnum. Gulur: vatnsextrakt, niðurstöður settar fram sem Gallic sýru jafngildi (GAE); Appelsínugulur: 70% metanólextrakt við 70°C, niðurstöður settar fram sem Gallic sýru jafngildi (GAE); Ljósgrænn: vatnsextrakt niðurstöður settar fram sem Phloroglucinol jafngildi (PGE); Dökkgrænn: 70% metanólextrakt við 70°C, niðurstöður settar fram sem Phloroglucinol jafngildi (PGE). Meðaltal af $N=12 \pm$ staðalfrávik.



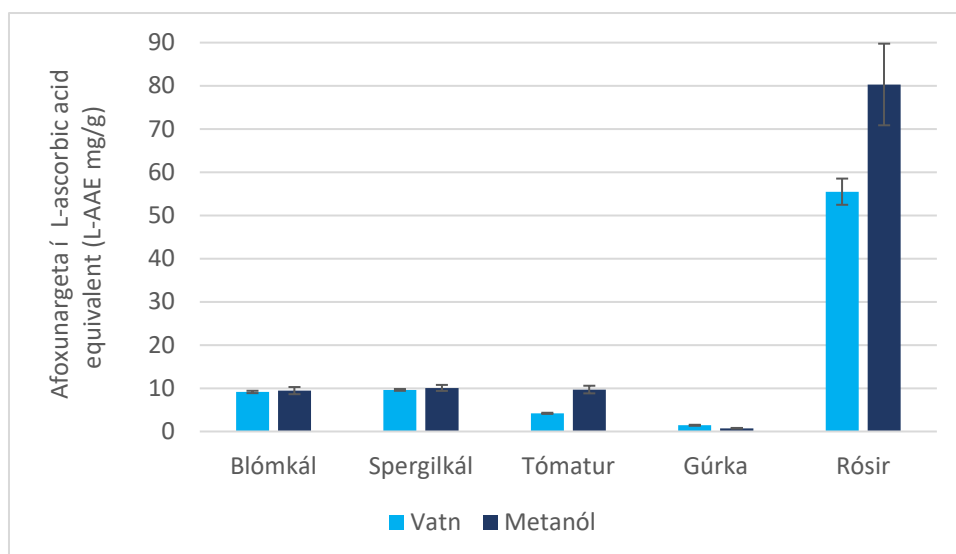
Mynd 11. ORAC gildi fyrir etanól (E) og metanól (M) extrökt af laufum og greinum blómkáls, spergilkáls, tómatu, gúrku og rósa. Niðurstöður eru sýndar sem meðaltal $\pm$ SD ($n = 6$).

Öll sýnin höfðu lágt ORAC gildi fyrir utan rósaextröktin, sérstaklega þegar notað var metanól við 70°C en einnig í vatnsextrakti, eða $1327 \pm 288 \mu\text{mol TE/g}$ og $572 \pm 133 \mu\text{mol TE/g}$ í sömu röð (Mynd 11). ORAC gildi var almennt hærra fyrir metanól útdrátt. Lægst var það í gúrkulaufum.

Hvað varðar DPPH hindrun (mælieining IC₅₀) þá sýndu vatnsútdrættir af tómotum, gúrkum og rósum enga hindrun undir 7,5mg/mL en það var mögulegt að reikna IC₅₀ fyrir önnur sýni (Mynd 12). DPPH fyrir blómkál og spergilkál voru hærri þegar notaður var útdráttur með metanóli í samanburði við vatnsútdrátt. Mesta virknin, þ.e. lægsta IC₅₀, var í metanól extrakti af rósum með IC₅₀ $0,039 \pm 0,009 \text{ mg/mL}$. Þessar niðurstöður benda því til þess að rósablöð og greinar hafi mestu andoxunarvirknina.



Mynd 12. Styrkur (mg/mL) af útdráttum sem þarf til að hindra 50% af DPPH sindurefnum (e. radicals) $\pm$ SD%. Niðurstöður mælinga fyrir etanól (E) og metanól (M) extrökt af laufum og greinum blómkáls, spergilkáls, tómatu, gúrku og rósa, reiknað sem askorbínsýru jafngildi, meðaltal $\pm$ SD ($n = 9$).



Mynd 13. Niðurstöður mælinga á afoxunargetu fyrir etanól (E) og metanól (M) extrökt af laufum og greinum blómkáls, spergilkáls, tómata, gúrku og rósa, reiknað sem askorbínsýru jafngildi (-Ascorbic Acid (L-AAE), meðaltal $\pm$ SD ($n = 12$)).

Svipaða tilhneigingu má sjá fyrir afoxunargetu sýnanna þar sem minnsta afoxunargetan var í metanólextrakti af gúrkum eða $0,74 \pm 0,08$ L-AAE mg/g en mesta afoxunargetan í metanólextrakti af rósum eða 80 ± 9 L-AAE mg/g og 55 ± 3 L-AAE mg/g fyrir metanól- og vatnsútdrátt í sömu röð (Mynd 13).

Málmbindigeta mældist í öllum sýnum við styrkina 2mg/mL og 4mg/mL (niðurstöður ekki sýndar). Vatnsútdráttur af gúrkum þurfti lægri styrk eða 0,4mg/mL sem bendir til mikillar málmbindigetu. Einnig þurfti lægri styrk, 0,4mg/mL fyrir metanólútdrátt af blómkáli og spergilkál sem gefur til kynna mikla málmbindigetu og þar með getu til að hindra eða tefja oxun.

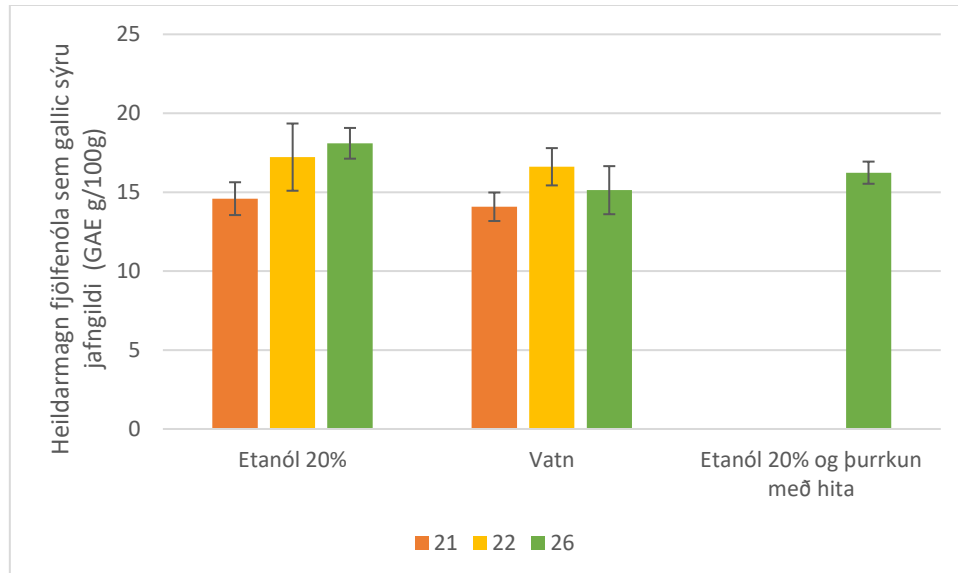
3.2.3 Heimtur og andoxunarvirkni rósalaufblaða og greina

Þar sem niðurstöður sýndu mikla andoxunarvirkni í laufblöðum og greinum rósa var ákveðið að gera tilraun til að besta útdráttaraðferðina (sýni nr. 21, 22 og 26). Frostþurrkuð laufblöð og stíkar voru möluð í fíngert duft og ekstraktar gerðir með vatni, etanóli og blöndu af etanóli og vatni (E20: 20% etanól; E50: 50% etanól; E80: 80% etanól). Vatn og 20% etanól voru valin til að ákvarða heimtur (Tafla 9) og andoxunarvirkni. Extraktar voru frostþurrkaðir eða þurrkaðir við 40°C , og duftið var uppleysanlegt í 10mg/mL eða minna.

Tafla 9. Heimtur (%) vatns- eða etanól extrakta af blöðum og stílkum rósa framleiddir með vatni eða 20% etanóli.

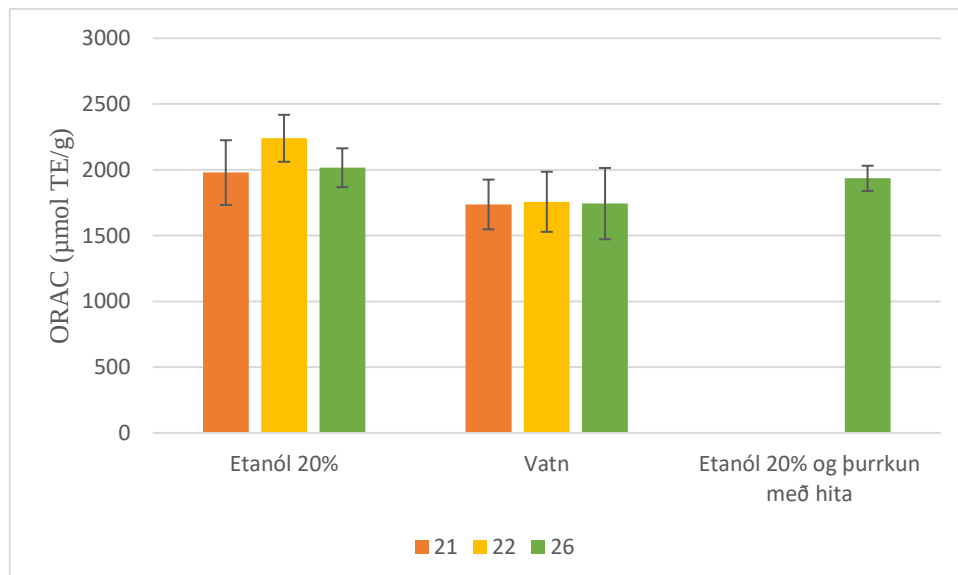
Sýni	Vatn	Etanól 20%	Etanól 20% og 40°C þurrkun
21	21,9 %	12,3 %	
22	22,5 %	22,7 %	
26	21,4 %	23,5 %	24,9 %

Marktækur munur var á heildarmagni fjölphenóla sem var dregin út með 20% etanóli (Mynd 14). Enginn munur var á öðrum sýnum. Útdráttaraðferð hefur áhrif á niðurstöðurnar því útdráttur með 20% etanóli og frostþurrkun gefur hærra magn af fjölphenólum samanborið við hinar tvær aðferðirnar. Vatnsútdráttur innihélt svipað magn og 20% etanól og þurrkun með hita sem virðist hafa áhrif á magnið.

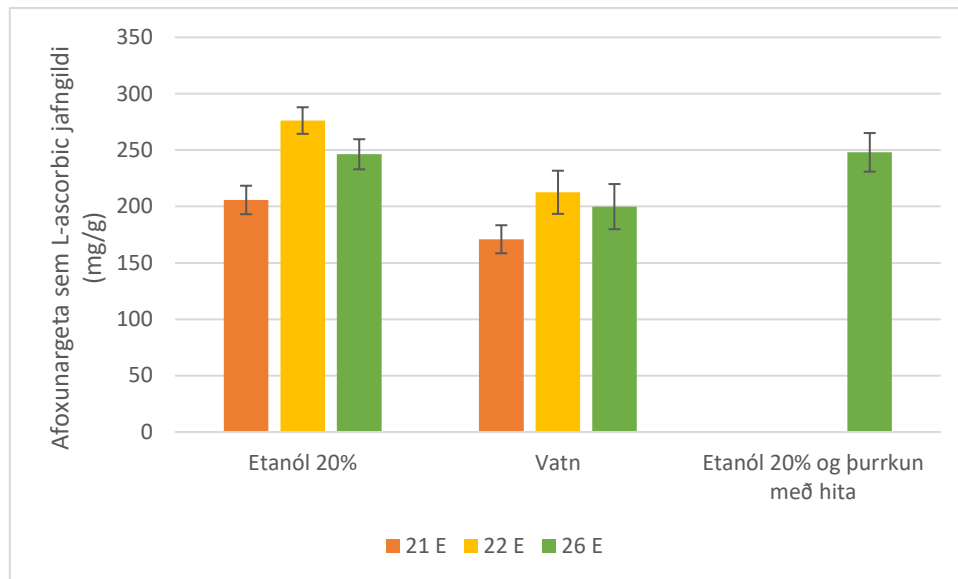


Mynd 14. Heildarmagn fjölphenóla (g/100g) sem gallic síru jafngildi (GAE) í laufblöðum og greinum rósa (sýni 21, 22, og 26 í appelsínugulur, gulur og grænum lit, í sömu röð. Meðaltal af $N=12 \pm$ staðalfrávik.

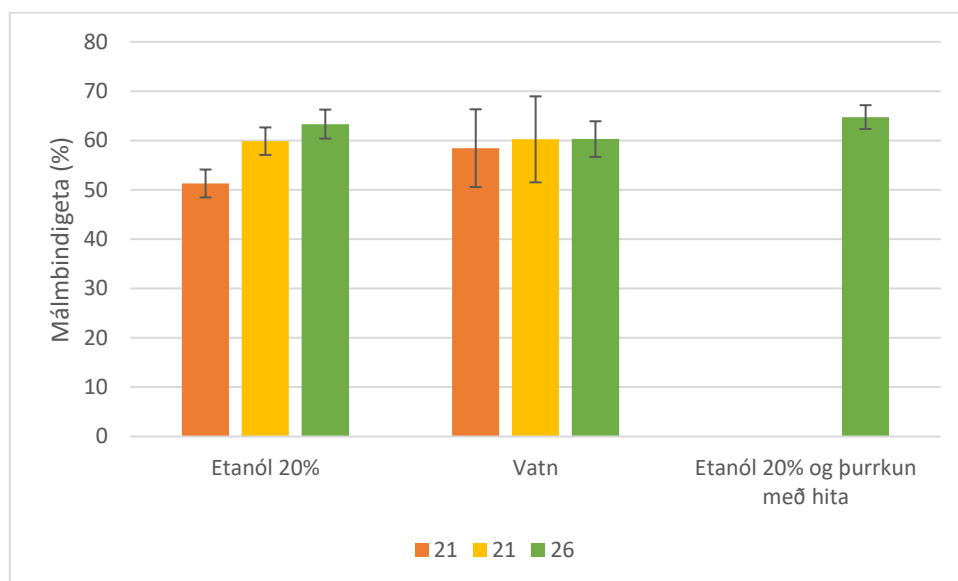
ORAC og afoxunargeta voru mæld í extróktum til að meta andoxunareiginleika þeirra. Enginn munur var á ORAC milli sýna og útdráttaraðferða (Mynd 15). Afoxunargetan var mest í sýnum framleiddum með 20% etanóli, hitun virtist ekki hafa áhrif á á andoxunareiginleikana (Mynd 16).



Mynd 15. ORAC í μmol af Trolox jafngildi per gramm sýni ($\mu\text{mol TE/g}$) í laufblöðum og greinum rósa (sýni 21, 22, og 26) í appelsínugulur, gulur og grænum lit, í sömu röð. Meðaltal af $N=9 \pm$ staðalfrávik.



Mynd 16. Afoxunargeta reiknuð sem L-askorbínsýru (L-AAE) jafngildi (mg/g) fyrir etanól (E) og metanól (M) extrökt af laufblöðum og greinum rósa (sýni 21, 22, og 26) í appelsínugulum, gulum og grænum lit, í sömu röð. Meðaltal af $N=12 \pm$ staðalfrávik.



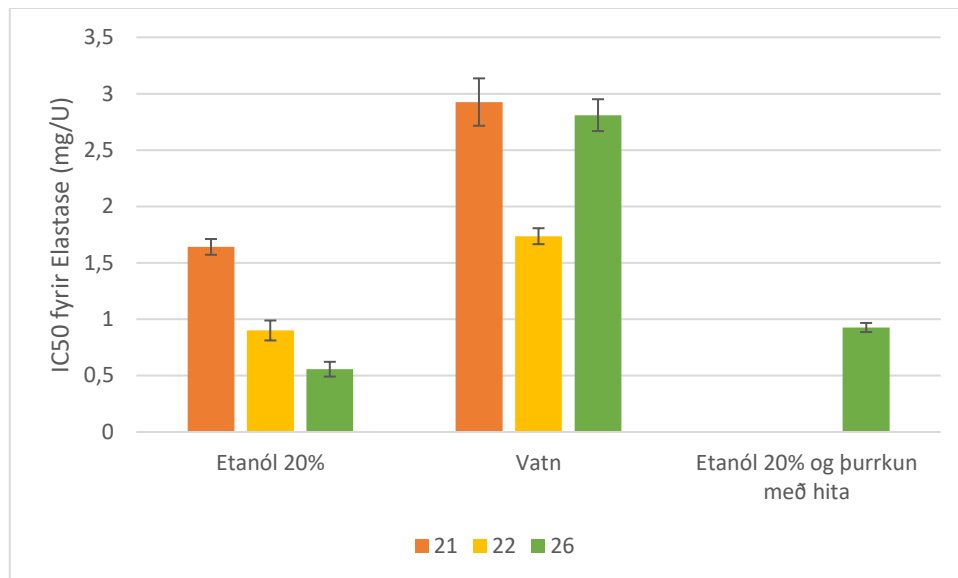
Mynd 17. Málmbindigeta sem hlutfall hindrunar eftir styrkleika sýna. Extrökt af laufblöðum og greinum rósa (sýni 21, 22, og 26) í appelsínugulum, gulum og grænum lit, í sömu röð. Styrkur af $\text{FeCl}_2 = 40 \mu\text{M}$, styrkur af Ferrozine = 0.2mM . Meðaltal af $N=9 \pm$ staðalfrávik.

Niðurstöður mælinga á málmbindigetu sýndu engan mun á sýnum dregin út með vatni. Sýni nr. 21 framleitt með 20% etanóli og frostþurrkun sýndi lægri málmbindigetu en hinir tveir extraktarnir. Útdráttaraðferðin virtist ekki hafa áhrif á málmbindigetu extraktanna.

Elastasa-hindrun var mæld við mismunandi styrk til að kanna hvort extrökt af laufblöðum og greinum rósa hafi eiginleika til að hindra niðurbrot á elastíni af völdum elastasa og þannig draga úr öldrun húðar.

Niðurstöðurnar eru sýndar sem IC50 gildi (e. half-maximal inhibitory concentration), þ.e. styrkur efnis sem þarf til þess að hindra 50% af upphaflegri virkni elastasa. Því lægri IC50 því minni styrk þarf af extrakti til að hindra virkni elastasa.

Eins og sjá má á Mynd 18 hafði extrakt framleitt með 20% etanóli (sýni nr. 26) mesta virkni til að hindra elastasa. Sýni framleidd með vatnsútdrætti höfðu minnstu virknina.



Mynd 18. IC50 (sá styrkur sem þarf til að ná 50% af hámarkshindrun) fyrir elastasa í mg/U. Extrakt af laufblöðum og greinum rósa (sýni 21, 22, og 26) í appelsínugulum, gulum og grænum lit, í sömu röð. Styrkur af FeCl_2 = 40 μM , styrkur af Ferrozine = 0.2mM. Meðaltal af $N=12 \pm$ staðalfrávik, 3 mælingar per styrk, 4 styrkleikar prófaðir.

Extrakt framleitt með 20% etanóli í hlutföllunum 1:100 (sýni : 20% etanól) úr rósalaufum og -greinum reyndist hafa bæði andoxunarvirkni og eiginleika til að hindra elastasa og því hugsanlega um að ræða innihaldsefni fyrir snyrtivörur. Því var ákveðið var að prófa extrakt sem innihaldsefni í húðkrem og má sjá þær niðurstöður í kafla 3.3. Vörupróun.

3.3 Vöruþróun

3.3.1 Rófur

Á markaði eru ýmsar vörur sem innihalda rófur eða eru unnar að mestum hluta til úr rófum. Sem dæmi má nefna tilbúna rófustöppu, forsoðnar rófur, rófumaska, sýrt rófusalat, gulrófugló o.fl. Djúpsteiktar rófur, rófufranskar eða rófusnakk framleitt á Íslandi er hins vegar ekki hægt að finna í verslunum landsins.

Ákveðið var að skoða sérstaklega vinnslueiginleika gulrófna með tilliti til þess hvernig mismunandi vinnsluaðferðir eins og suða, snöggsuða, bökun og djúpsteiking hafa áhrif á skynræna eiginleika (útlit, lykt, bragð og áferð) við mismunandi geymsluaðstæður (2° og -18°).



Mynd 19. Gulrófur handskrældar fyrir vinnslutilraunir.

Rófur voru keyptar í Krónunni Mosfellsbæ 03.05.2023. Þær voru handskrældar, brytjaðar og skolaðar fyrir frekari meðhöndlun. Hýði var um það bil 12% af heildarþyngd gulrófu (Mynd 19). Í fyrstu atrennu voru hráir, snöggsóðnir, soðnir og bakaðir rófuteningar geymdir bæði í kæli og í frysti. Eftir geymslu var gert einfalt vörumat til að greina skynrænan breytileika milli meðferða. Snöggsóðnir rófuteningar voru soðnir í 2 mínútur, soðnir rófuteningar í 10 mínútur. Eftir suðu voru teningarnir snöggkældir í ísköldu vatni. Bakaðir rófuteningar voru í blástursofni við 180°C í 30 mínútur en fengu að kólna á eldhúsbekknunum fyrir pökkun.

Rófuteningasýnum úr hverri meðferð var pakkað í plastpoka og sýni úr hverri meðferð voru geymd annars vegar í kæli við 2-4°C en hins vegar í frysti við -18°C (Mynd 20).



Mynd 20. Skrældar rófur skornar í teninga og skolaðar með vatni. Pokar úr efri línu geymdir við -18°C en pokar úr neðri línu geymdir við $2-4^{\circ}\text{C}$. Efri lína frá vinstri: Fersk rófa, snöggsoðin rófa, soðin rófa, bökuð rófa. Neðri lína frá vinstri: Fersk rófa, snöggsoðin rófa, soðin rófa, bökuð rófa.

Það var bersýnilegur munur á ferskum rófuteningum sem annars vegar voru geymdir í kæli og hins vegar í frysti. Einnig sást lítils háttar munur á snöggsoðnum rófuteningum eftir frystigeymslu en bakaðar og soðnar rófur virtust ekki breytast mikið í útliti nema þá helst að soðnu sýnin dökknuðu lítillega (Mynd 21).



Mynd 21. Rófuteningar eftir mismunandi meðferðir og geymslu.

Þegar rófur úr hverri meðferð höfðu verið geymdar bæði í kæli og í frysti voru þær teknar fyrir í einfalt vörumat af starfsmönnum Matís (Mynd 22).



Mynd 22. Sérlegir rófugæðingar Matís bragða á rófusýnum sem hafa fengið misjafna meðferð og geymdar við mismunandi aðstæður.

Útlit, lykt, bragð og áferð breyttist töluvert eftir meðferðum. Snöggsuða (e. blanching) er algeng aðferð til þess að auka geymsluþol grænmetis. Með snöggsuðu er verið að stöðva ensímvirkni sem gerir það að verkum að litur, bragð og áferð helst lengur við geymslu. Það vakti hins vegar athygli að snöggsuða virtist hafa veruleg neikvæð áhrif á bragð og lykt rófuteninganna (Tafla 10).



Mynd 23. Frá vinstri: Hrá rófa, snöggsuðin (e. blanched) rófa, soðin rófa, bökuð rófa.

Skrældar rófur, rófuteningar og rófustrimlar frá Matarstræti (<https://matarstraeti.is>) (Mynd 24) var meðal hráefnis sem var notað bæði í vörumat og vöruþróun. Prófaðar voru mismunandi eldunaraðferðir, þ.e. hráar/ómeðhöndlaðar, snöggsuða, suða, bökun og djúpsteikning.



Mynd 24. Frá vinstri: Rófuteningar, skrældar rófur og rófustrimlar. Allt keypt tilbúið frá Matarstræti (www.matarstraeti.is)

Eftir þessar tilraunir á mismunandi verkunaraðferðum fyrir rófunnar þá virtust djúpsteiktir rófustrimlar vera virkilega spennandi kostur til rófuvinnslu. Á Mynd 25 má sjá djúpsteikta rófustrimla, léttsaltaða sem reyndust vera hið mesta hnossgæti. Bragðið var brennt/ristað, lítillega beiskt og minnti á kaffibaunakeim. Áferðin var stökk og bragðið einstaklega ljúffengt.



Mynd 25. Djúpsteiktir rófustrimlar

Djúpsteiktir rófustrimlar höfðu framúrskarandi geymsluþol. Þeir héldu bæði útliti, lykt, bragði og áferð í lokuðu plastboxi í kæli og frysti í að minnsta kosti 3 vikur (Tafla 10) en ætla má að þeir geymist talsvert lengur en sem því nemur. Ástæðan er sú að með þessari vinnsluaðferð er vatnsvirkni orðin verulega lág. Djúpsteiktir rófustrimlar gætu verið eðalvara til þess að toppa flotta rétti, sem snakk eða meðlæti. Sambærilegar vörur á markaði sem eru til á mörgum íslenskum heimilum er steiktur laukur og kartöflustrá (pik-nik).

Tafla 10. Samantekt skynrænna einkenna milli mismunandi meðferða á gulrófum.

Hráefni	Meðferð	Geymsla	Einkenni	Annað
Rófuteningar	Hrátt/ómeðhöndlað	Kælir	Stinn, stökk, fersk, kálsterkja.	Geymdist mjög vel í minnst 7 daga í kæli
Rófuteningar	Snöggsuða	Kælir	Blaut, hrá kartafla, mold, jarðvegur.	Geymdist mjög vel í minnst 7 daga í kæli
Rófuteningar	Suða	Kælir	Mjúk, blaut, beiskja, ískápalykt.	Geymdist mjög vel í minnst 7 daga í kæli
Rófuteningar	Bökun	Kælir	Sæt, karmella, fersk.	Geymdist mjög vel í minnst 7 daga í kæli
Rófuteningar	Hrátt/ómeðhöndlað	Frysting	Ólystug, svampkennd áferð, sæt, blaut.	Engin skemmdareinkenni eftir frystingu
Rófuteningar	Snöggsuða	Frysting	Svampkennd áferð, mold, jarðvegur, beiskja.	Engin skemmdareinkenni eftir frystingu
Rófuteningar	Suða	Frysting	Svampkennd áferð, beiskja, sápubragð.	Engin skemmdareinkenni eftir frystingu
Rófuteningar	Bökun	Frysting	Sæt, blaut, karmella.	Engin skemmdareinkenni eftir frystingu
Rófuteningar	Djúpsteiking	Kælir	Karmella, mjúk, töluvert olíubragð, slepjulegt.	
Rófuteningar	Djúpsteiking	Frysting	Karmella, olíubragð, steikingarbragð, sæt, ólystug áferð.	
Rófustrimlar	Djúpsteiking	Kælir	Brennt, kaffibaunir, smá beiskja, stökkt, mjög bragðgott.	Geymdist vel í a.m.k. 3 vikur.
Rófustrimlar	Djúpsteiking	Frysting	Brennt, kaffibaunir, smá beiskja, stökkt, mjög bragðgott.	Engin áferðarbreyting eftir frystingu.
Rófustrimlar	Bökun	Kælir	Misleitt, blautt, bragðvont.	
Rófustrimlar	Bökun	Frysting	Táfýla, þurrt en mjúkt, misleitt, bragðvont.	

Grænmeti af krossblómaætt (*Brassicaceae*) hefur verið talið ein aðaluppspretta glúkósínólata í mataræði fólks (Martínez o.fl., 2020). Þessi efnasambönd eru umbrotsefni plantna og eru talin gefa beiskt/biturt og stingandi (e. pungent) bragð (Yang o.fl., 2023). Reynt hefur verið að finna nákvæmlega efnin sem tengjast bitra bragðinu og mismunandi aðferðir hafa verið prófaðar til þess að reyna að hindra myndun þessara efna, þar sem breytingar á innihaldi glúkósínólata og sykurs hafa áhrif á grænmetisbragð (Beaulieu o.fl., 2002) og gætu haft áhrif á skynræna eiginleika (Helland o.fl., 2016).

Fyrri rannsóknir á *Brassica* tegundum og glúkósínólatinnihaldi, meðhöndlun, sem og geymslu á grænmetinu hafa skilað misvísandi niðurstöðum. Beck o.fl. (2014) staðfesti að það sem gefur *Brassica* grænmeti beiskju og stingandi bragð eru ísópíósýanötin. Í rannsókn þeirra var mikil fylgni milli beiska bragðsins og neoglucobrassicins en fylgnin við sinigrin var ekki augljós. Fenwick o.fl. (1983) og Van Doorn o.fl. (1998) tengdu sinigrin og goitrin við beiska bragðið í *Brassica*. Padilla o.fl. (2007) komust að því að beiskt bragð tengdist háu glúkósínólatinnihaldi en ekki háu glúónapíni. Engel o.fl. (2002) fundu mikla fylgni á milli beisks bragðs og sinigrin og neoglucobrassicin. Beiskt bragð var aðeins tengt auknu innihaldi glúkóbrassisins og 4-metoxýglúkóbrassisins samkvæmt Helland o.fl. (2016).

Rannsókn á breytingum á glúkósínóláti og sykurinnihaldi við geymslu á gulrófum sýndi fram á að breytingar á lyktareiginleikum voru aðallega tengdar geymslutíma. Lengri geymslutími gaf herra heildarmagn glúkósínólats og lækkun á súkrósa (Helland o.fl., 2016).

Þegar *Brassica* plöntuvefurinn er skemmdur eru glúkósínólötin vatnsrofin af innræna ensíminu myrosinasa sem losar út niðurbrotsefni. Myrosinasa er hitaþolið ensím og matreiðsla þýðir því ekki endilega að niðurbrot glúkósínólata hætti. Niðurbrotsefnin (ísóþíósýnöt, indól, nítríl, oxazólídín og þíósýanöt) sem myndast við vatnsrof glúkósínólata eru háð efnafræðilegri uppbyggingu glúkósínólatanna, sem eru til staðar, og öðrum þáttum í grænmetinu eins og próteinum, askorbínsýru eða Fe^{3+} auk umhverfisaðstæðna eins og pH gildi. En nítríl og ísóþíósýanöt virðist vera aðal niðurbrotsefni glúkósínólats (Kapusta-Duch o.fl., 2016). Tilraun Kapusta-Duch o.fl. (2016) sýndi að hitameðhöndlaðar gulrófur innihéldu 190% herra magn af indól glúkósínólat glúkóbrassisín samanborið við hráar gulrófur. Styrkur indóls jókst um 142,9% og styrkur ísóþíósýanöts jókst um 329% við eldun.

3.3.2 Kjötbollukryddblanda með viðbættu grænmeti

Þegar blóm- og spergilkál er uppskorið þá verður þónokkuð magn af ystu blöðum kálsins og stilkum eftir í akrinum. Þessi blöð eru næringarrík en hafa töluvert styttra geymsluþol samanborið við blómið sjálft. Þessa afurð má vel nýta betur sem matvæli. Í ljósi þess að hún er bæði árstíðarbundin og hefur stutt geymsluþol var ákveðið að frostpurkka blómkáls- og spergilkálsblöð til frekari vinnslu (Mynd 26). Frostpurkkuð blöð voru notuð sem innihaldsefni í kryddblöndu fyrir kjötbollur sem gætu nýst bæði sem bragð- og hollefnir.



Mynd 26. Frá vinstri: Fersk blómkálsblöð, frostpurkkuð spergilkálsblöð og möluð frostpurkkuð blómkálsblöð

Vöruhugmyndin var að neytandinn þurfi aðeins að blanda saman einum skammti kryddblöndu (24g) á móti 600g af hráu hakki og einu eggi, því næst sé hægt að forma bollur og steikja (Mynd 27). Einfaldur næringarríkur og bragðgóður réttur með afar lítilli fyrirhöfn.



Mynd 27. Skýringarmynd sýnir frá vinstri: Vöruhugmyndina + hrátt hakk + egg = kjötbollur

Þróaðar voru tvær mismunandi uppskriftir af kryddblöndu sem báðar innihalda þó sama hlutfall af blóm- og spergilkálsblöðum. Annars vegar er það klassísk blanda sem ætti að ganga með nánast hverju sem er en hins vegar ítölsk blanda sem ætti til dæmis að passa vel með tómát-spagettí kjötbollurétti og parast sérlega vel með ærhakki.

Uppskriftir og næringarinnihald kjötbollukryddblöndu með viðbættum hliðarafurðum frá blóm- og spergilkálsrækt má sjá hér á næstu síðum.

Ítölsk kjötbollukryddblanda með viðbættu grænmeti

Innihald

5,35g blómkálsblöð (frostþurrkuð)
7,28g Spergilkálsblöð (frostþurrkuð)
5,25g Salt
1,6g Hvítur pipar
2,24g Hvítlaukaduft
0,8g Rósmarín
0,68g Basilíka
0,8g Tímjan

Leiðbeiningar

Blandið einum skammti kryddblöndu saman við 600g af hráu hakki og einu eggj. Formið bollur, steikið og njótið.



Ítölsk kjötbollukryddblanda með viðbættu grænmeti

Innihaldslýsing

Spergilkálsblöð þurrkuð (30%), blómkálsblöð þurrkuð (22%), salt (22%), hvítlauksduft (9%), pipar (7%), rósmarín (3%), timjan (3%), basilíka (3%).

Næringaryfirlýsing

Næringargildi í 100 g
Orka 917 kJ / 219 kkal
Fita 2,1 g
- þar af mettuð fita 0,3 g
Kolvetni 24 g
- þar af sykurtengundir 6,1 g
Trefjar 25 g
Prótein 14 g
Salt 21,8 g



Kjötbollur samkvæmt uppskrift - Ítölsk kjötbollukryddblanda með viðbættu grænmeti

Innihaldslýsing

Ærhakk (10% fita), egg, spergilkálsblöð þurrkuð, blómkálsblöð þurrkuð, salt, hvítlauksduft, pipar, rósmarín, timjan, basilíka.
Ofnæmis- og óþolsvaldar: Egg

Næringaryfirlýsing

Næringargildi í 100 g
Orka 826 kJ / 198 kkal
Fita 11 g
- þar af mettuð fita 3,9 g
Kolvetni 1,0 g
- þar af sykurtengundir 0,3 g
Trefjar 1,0 g
Prótein 23 g
Salt 1,3 g



Klassísk kjötbollukryddblanda með viðbættu grænmeti

Innihald

5,35g Blómkálsblöð (frostpurruð)
7,28g Spergilkálsblöð (frostpurruð)
5,25g Salt
1,6g Hvítur pipar
2,3g Hvítlaukaduft
1,8g Laukduft
0,42g Graslaukur

Leiðbeiningar

Blandið einum skammti kryddblöndu saman við 600g af hráu hakki og einu egg. Formið bollur, steikið og njótið.



Klassísk kjötbollukryddblanda með viðbættu grænmeti

Innihaldslýsing

Spergilkálsblöð þurrkuð (30%), blómkálsblöð þurrkuð (22%), salt (22%), hvítlauksduft (10%), laukduft (8%), pipar (7%), graslaukur þurrkaður (2%).

Næringaryfirlýsing

Næringargildi í 100 g
Orka 933 kJ / 223 kkal
Fita 1,4 g
- þar af mettuð fita 0,3 g
Kolvetni 27 g
- þar af sykurtengundir 6,0 g
Trefjar 23 g
Prótein 14 g
Salt 21,8 g



Kjötbollur samkvæmt uppskrift - Klassísk kjötbollukryddblanda með viðbættu grænmeti

Innihaldslýsing

Ærhakk (10% fita), egg, spergilkálsblöð, þurrkuð, blómkálsblöð, þurrkuð, salt, hvítlauksduft, laukduft, pipar, graslaukur, þurrkaður.
Ofnæmis- og óþolsvaldar: Egg

Næringaryfirlýsing

Næringargildi í 100 g
Orka 827 kJ / 198 kkal
Fita 11 g
- þar af mettuð fita 3,9 g
Kolvetni 1,1 g
- þar af sykurtengundir 0,3 g
Trefjar 0,9 g
Prótein 23 g
Salt 1,3 g



Í vöruþróunarferlinu voru prófaðar ótal margar kryddtegundir í öllum mögulegum samsetningum. Endanleg niðurstaða var sú að draga úr framandi bragði því viðbætta grænmetið í blöndunni er sérstaða og áhersla vörunnar. Hugsunin var þá einnig að reyna höfða til sem flestra með því að hafa bragðið ekki of framandi og leggja áherslu á að milli þeirra krydda sem valin yrðu ásamt bragðinu af viðbætta grænmetinu yrði gott samspil.

Samkvæmt uppskrift eru samanlagt 12,6g af frostþurrkuðum blóm- og spergilkálblsöðum í einum 24g skammti af kryddblöndu. Þessi 12,6g samsvara um 75g af ferskri afurð. Eins og sjá má á Mynd 26 eru blöðin áberandi græn og þegar þau eru notuð í svo miklu magni í tiltekna uppskrift þá gefur auga leið að það er grænn blær á bollunum (Mynd 28).



Mynd 28. Kjötbollur A (vinstra megin) gerðar úr hakki + eggj með klassískri kjötbollukryddblöndu með viðbættu grænmeti, kjötbollur B (hægra megin) gerðar úr hakki + eggj með ítalskri kjötbollukryddblöndu með viðbættu grænmeti og skornar kjötbollur A (lengst til hægri).

Græni liturinn kann að hafa ýmist neikvæð eða jákvæð áhrif á upplifun neytenda. Sumir neytendur gætu talið að grænar kjötbollar væru varhugaverðar eða ógirnilegar meðan aðrir gætu upplifað græna litinn sem staðfestingu á hollustu, að því gefnu að þeir hafi upplýsingar um að þær innihaldi töluvert magn af grænu grænmeti. Allt er vænt sem vel er grænt er slagorð sem á vel við hér.

Ef tiltekna kjötbollar eru notaðar í hina ýmsu rétti sem innihalda einhverskonar sósu þá er græni blærinn hverfandi, séð utan frá (Mynd 29).



Mynd 29. Kjötbollur gerðar úr hakki + eggj með ítalskri kjötbollukryddblöndu með viðbættu grænmeti reiddar fram með spagettí, tómatsósu og parmesan osti.

Í vöruþróunarferlinu voru einnig gerðar tilraunir með að bæta kartöflusterkju og trefjum (*Kaflí 2.3.1-Vinnsla á kartöflum og rófum*) við uppskriftina. Kartöflusterkjan virkar sem bindiefni og hefur áhrif á áferð kjötbollunnar sem verður þéttari og stinnari. Það er smekksatriði hvað neytendur vilja hafa kjötbollurnar þéttar en að endingu var tekin sú ákvörðun að sleppa kartöflusterkjunni því bollurnar héldust vel saman án hennar og hollusta vörunnar jókst með tilliti til næringarinnihalds. Trefjum var upphaflega bætt við uppskriftina til þess að auka trefjainnihald en trefjaneysla Íslendinga hefur farið minnkandi undanfarin ár samkvæmt landskönnun á mataræði Íslendinga 2019-2021 borið saman við könnun frá 2010-2011 (Steina Gunnarsdóttir o.fl., 2022). Sýnt hefur verið fram á að aukin trefjaneysla hefur margvísleg jákvæð áhrif á heilsu fólks og dregur meðal annars úr áhættu kransaeðasjúkdóma (Liu o.fl., 1999), heilablóðfalls (Steffen o.fl., 2003), háþrýstings (Whelton o.fl., 2005), sykursýki tegund 2 (Montonen o.fl., 2003) og offitu (Lairon o.fl., 2005). Auk þess hefur aukin trefjaneysla jákvæð áhrif á ákveðna meltingarsjúkdóma (Petruzzello o.fl., 2006) og blóðsykur vegna sykursýki (Anderson o.fl., 2004), hjálpar til við þyngdartap (Birketvedt o.fl., 2005), lækkar blóðþrýsting (Keenan o.fl., 2002) og virðist bæta ónæmisvirkni (Watzl, o.fl., 2005) og kólesteról í blóði (Brown o.fl., 1999).

Prófanir á viðbættum trefjum í uppskriftirnar reyndust vel. Viðbættar trefjar höfðu ekki neikvæð áhrif á bragð eða áferð upp að 20% af uppskrift. Það skal þó tekið fram að jafnvel án viðbættra trefja í uppskrift kryddblöndu þá eru trefjar 23-25g af 100g sem verður að teljast ágætt. Þetta háa trefjainnihald skýrist meðal annars af því hve blómkáls- og spergilkálsblöðin eru hátt hlutfall af uppskriftinni en þau eru nokkuð trefjarík. Hollusta blóm- og spergilkáls er vel þekkt. Það að blöð og stíkar þessa grænmetis hafi svipað næringarinnihald og blómið sjálft virðist þó ekki vera almenn þekking. Blóm- og spergilkál virðist hafa mjög svipað næringarinnihald fyrir utan að spergilkálið hefur meira magn af kalki og beta-karótíni auk C-, K- og A- vítamína (ÍSGEM, [matis.is/naeringargildi-matvaela-ismem](https://www.matis.is/naeringargildi-matvaela-ismem)). Blómkálið virðist aftur á móti innihalda lítillega meira af B6-vítamíni samanborið við spergilkálið (ÍSGEM). Ef horft er á mæliniðurstöður þessa verkefnis fyrir blóm- og spergilkálsblöð þá er enginn marktækur munur milli þessara tegunda hvað varðar meginefni, lítill sem enginn munur hvað varðar önnur mæld efni nema þá helst fyrir kalíum. Það er því nokkuð ljóst að töluverð tækifæri eru fólgin í aukinni nýtingu blómkáls- og spergilkálsblaða með tilliti til hollustu og ábyrgrar neyslu/framleiðslu auðlinda.

Áætlað framboð af hráefni

Ætla má að af öllum þeim lífmassa sem vex ofanjarðar við ræktun spergilkáls sé ekki nema 10% sem er endanleg uppskera eða söluvara. Hausinn sjálfur er aldrei meira en 25% af plöntunni. Afgangurinn af plöntunni, þ.e. stíkar og blöð, eru þá hliðarafurðir sem ekki eiga greiða leið á markað (Domínguez-Perles, o.fl., 2010). Uppspera spergilkáls á Íslandi síðastliðin ár hefur verið kringum 90 tonn á ári (Hagstofa Íslands, 2023). Vert er að taka fram að allir plöntuhlutar spergilkáls eru ætir. Þessir plöntuhlutar hafa þar að auki, samkvæmt mælingum í þessu verkefni, svipað næringarinnihald og hausinn. Ef 90 tonn eru 10% af lífmassa ræktunarinnar þá má áætla að til viðbótar séu tiltæk um 810 tonn til vinnslu. Úr 810 tonnum af spergilkálsstilkum og blöðum væri hægt að framleiða um 10 milljónir pakka af kryddblöndu. Uppskerutölur og nýting í blómkálsrækt er ekki þekkt en sé hún sambærileg þeirri sem þekkt er í ræktun á spergilkáli þá ætti að vera hægt að fá jafnmarga kryddblöndupakka úr þeim blómkálsstilkum og -blöðum.

Þessir útreikningar gera ráð fyrir 100% fullnýtingu lífmassa frá blómkáls- og spergilkálsrækt að þeim forsendum gefnum að það takist að safna öllu hráefni á viðeigandi tíma án affalla, það náist að vinna allt hráefnið innan tímamarka án affalla.

Kjöttbollukryddblanda með viðbættu grænmeti er aðeins ein hugmynd að vinnslu hráefnis af þessu tagi en möguleikarnir eru augljóslega margir. Út frá þeirri hugmynd sem hér er fjallað um er ávinningurinn ekki aðeins aukin nýting auðlinda og aukið virði afurða heldur er hollusta einnig mikilvægur þáttur í þessu samhengi.

3.3.3 Húðkrem með innihaldsefni úr laufblöðum og stilkum rósa.

Extrakt framleitt með 20% etanóli úr laufblöðum og stilkum rósa sýndi bestu andoxunarvirknina og virkni til að hindra elastasa samanborið við extrakta úr hliðarafurðum grænmetis. Því var ákveðið að prófa notkun þess í húðkrem og samanburður gerður á kremi með og án ekstrakts úr rósum.

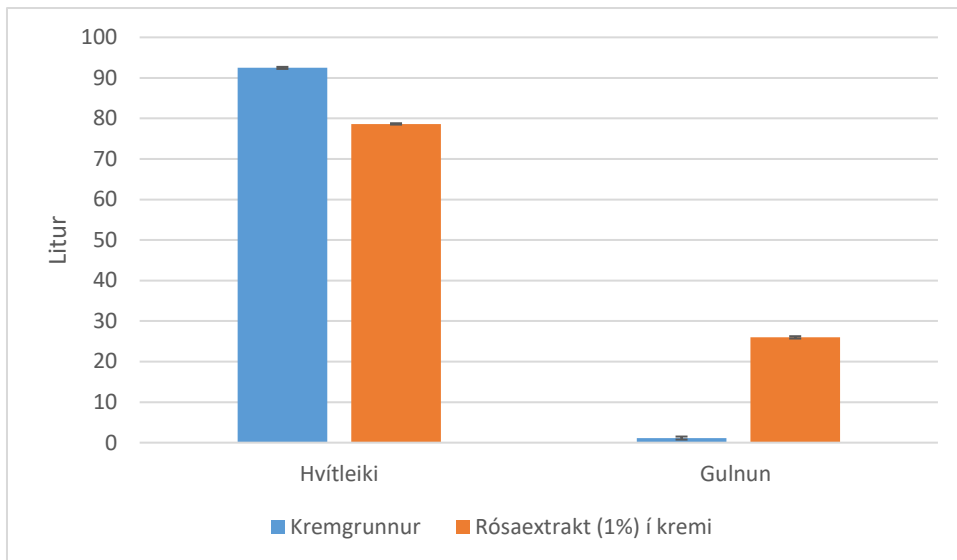
Sýrustig mældist 5.77 í kremgrunni og 5.73 í kremi með extrakti og því virðist sem extraktið hafi ekki áhrif á sýrustig kremsins.

Kremgrunnurinn var hvítur og glansandi en með því að bæta extrakti út í þá varð kremið gulleitara og kornóttara (Mynd 30). Þetta var staðfest með litamælingum (Mynd 31) þar sem hvíti liturinn minnkaði og kremið varð gulleitara þegar extrakti var bætt út í kremgrunn. Nokkrir starfsmenn Matís prófuðu kremið á handarbaki og voru sammála um að betra væri að dreifa kreminu með extrakti á húðina og það væri minna klístrað.

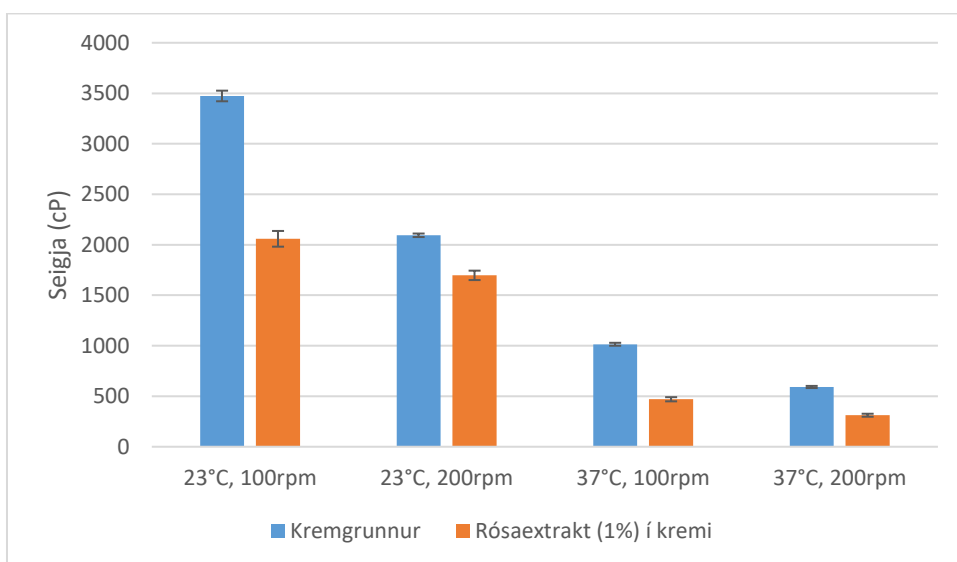
Kremið virtist þéttara þegar extrakti var bætt út en seigumælingar bentu til annars (Mynd 32) þar sem kremgrunnurinn mældist seigari en krem með extrakti. Kremið var þunnfljótandi við hitun að 37°C hvort heldur sem það innihélt extrakt eða ekki.



Mynd 30. Kremgrunnur (vinstri), krem með 1% extrakti úr laufblöðum og stilkum rósa (hægri). Colorchecker passport (X-rite) var notað sem litaviðmiðun.



Mynd 31. Reiknuð gildi fyrir hvítleika (e. whiteness) og gulnun (e. yellowness) fyrir kremgrunn og krem með 1% ekstrakti af laufblöðum og stilkum rósa.



Mynd 32. Seigja (e. viscosity) kremgrunns og krems með 1% ekstrakti af laufblöðum og stilkum rósa, mælt við 23°C og 37°C og mismunandi snúningshraða við skilvindun.

Lykt var metin af sjö starfsmönnum sem lýstu lyktinni af húðkremi með og án extrakts (Tafla 11). Lykt af kremgrunni var lýst sem efnalykt. Minni efnalykt var af kreminu með ekstrakti. Lykt, sem dómarar áttu erfitt með að lýsa var af kremi með ekstrakti. Lyktin minnti á grænmeti og gaf kreminu ferskleika sem dró úr efnalyktinni af kremgrunninum.

Tafla 11. Lykt af kremum með og án extrakts af laufblöðum og stilkum rósa. Lykt metin af 7 starfsmönnum Matís.

Kremgrunnur	Krem með 1% ekstrakt.
Krem, kremgrunnur, handáburður, efnalykt, alkóhól, súr.	Krem, minni efnalykt, grænmeti, ferskleiki, leir, rófur.

Álagspróf (e. stress test) var framkvæmt með þremur umferðum af frost og þíðu og myndir teknar fyrir og eftir hverja umferð (Mynd 33). Álagið hafði ekki áhrif á kremgrunninn en aðskilnaður sást í kremi með extrakti eftir fyrstu umferðina og var lýst sem glansandi loftbólum og sprungum. Næstu tvær umferðir höfðu ekki meiri áhrif á kremið. Stöðugleiki ýrulausnarinnar var skoðaður með því að geyma kremið við 40°C í 2 daga og ljóst að stöðugleikinn var ekki nægilega góður (Mynd 34).

Helstu niðurstöður sýndu að það er mögulegt að nota a.m.k. 1% extrakt úr laufblöðum og stilkum rósa í húðkrem. Kremið verður þéttara en kremgrunnurinn en við hitun verður það meira fljótandi. Næstu skref eru að bæta stöðugleika ýrulausnarinnar og að framkvæma hraðað geymslupolspróf (e. accelerated storage test) til að meta betur geymslupól kreamsins.



Mynd 33. Myndir úr álagsprófi fyrir kremgrunn (hvítara krem) og krem með extrakti úr laufblöðum og stilkum rósa (ljósgult krem) í Falcon rörum. Colorchecker passport (X-rite) var notað sem litaviðmiðun.



Í upphafi geymslu við 40°C

Eftir geymslu við 40°C í 2 daga.

Mynd 34. Myndir af prófunum á stöðugleika ýrulausna. Kremgrunnur til vinstri og krem með extrakti (1%) af laufblöðum og stilkum rósa. Colorchecker passport (X-rite) var notað sem litaviðmiðun.

3.4 Hættugreining

Í þessum kafla eru teknar saman niðurstöður um helstu hættur sem neytendum gæti stafað af neyslu þeirra hliðarafurða frá garðyrkju sem rannsakaðar eru í þessu verkefni og lagt mat á annmarka við nýtingu þeirra.

Almennt gildir að til að tryggja öryggi framleiðslunnar þurfa íslenskir grænmetisrækendur að uppfylla kröfur um góða starfshætti og vera með innra eftirlit. Opinbert eftirlit með ræktun og uppskeru grænmetis er á ábyrgð Matvælastofnunar (MAST) en heilbrigðiseftirlit sveitarfélaga annast eftirlit með seinni þáttum framleiðslunnar, þar með talið þökkun á framleiðslustað og dreifingu.

Helstu hættur sem tengjast neyslu grænmetis og hliðarafurðum þeirra má flokka í örverumengun, óæskileg efni og aðskotahluti.

3.4.1 Örverur

Útiræktað og sumt ylræktað grænmeti er ræktað í náinni snertingu við mold og jafnvel lífrænan búfjárúrgang. Þess vegna er grænmeti oft með fjölbreyttar tegundir af örverum sem geta borist í matvæli ef ekki er farið rétt að við meðhöndlun og þökkun grænmetisins. Flestar eru þessar örverur meinlausar að öðru leyti en því að þær styttu geymslupól grænmetisins en sumar þeirra geta verið sjúkdómsvaldandi (svokallaðir sýklar). Grænmeti er gjarnan borðað hrátt sem gerir það að öflugum flutningsmiðli fyrir sýkla.

Hættur og uppsprettur örverumengunar geta verið mjög mismunandi eftir grænmetistegund, framleiðslukerfum og starfsháttum (EFSA Panel, 2013). Rannsóknir á skráðum hópsýkingum (e. reported outbreaks) sem tengjast matvælum sem eru ekki af dýrauppruna (e. food of non-animal origin (FoNAO)) og áhætturöðun (e. risk ranking) sýna að mesta áhættan sem tengist örverum er vegna sýkinga af völdum *Salmonella* spp. í grænu salati sem borðað er hrátt og því næst *Salmonella* spp. í rôtargrænmeti; *Salmonella* spp. í tómötum; *Salmonella* spp. í melónum og *Escherichia coli* (*E.coli*) í belgjurtum og korni (EFSA Panel, 2013). Aðrar algengar sjúkdómsvaldandi örverur í fersku grænmeti og ávöxtum eru *L.Monocytogenes*, norovirus, *Bacillus*, *Shigella* (EFSA Panel, 2013, Silva o.fl., 2017).

Íslensk rannsókn á sjúkdómsvaldandi örverum í blaðsaltati á íslenskum markaði sýndi að bæði innflutt blaðsalat og það sem ræktað var á Íslandi var öruggt m.t.t. matarsýkinga og aðeins greindist sýkill (þ.e. *Bacillus cerus*) í einu sýni (Sesselja María Sveinsdóttir, 2015). Í erlendum heimildum er lítið af upplýsingum um tegundir eða fjölda tilvika af sjúkdómsvaldandi örverum í þeim grænmetistegundum sem skoðaðar eru í þessu verkefni en bæði *Salmonella* og *Yersinia* hafa t.d. fundist í gulrótum (EFSA Panel, 2014a), og *Salmonella*, norovirus og *Ecoli* í tómötum (EFSA Panel, 2014b). Líklegt er að sömu tegundir sjúkdómsvaldandi örvera sé að finna í hliðarafurðum grænmetis, en það liggja ekki fyrir neinar rannsóknir sem styðja það.

Öflugt gæðakerfi og hæfileg kæling til að tryggja kjörhitastig blaðgrænmetis (0-4 °C) í gegnum alla virðiskeðjuna er áhrifaríkasta leiðin til að draga úr óæskilegum örverum á grænmeti (Sesselja María Sveinsdóttir, 2015). Einkum er mikilvægt að draga úr örverumengun ef grænmetið er borðað ferskt (e. ready-to eat) eftir mjög takmarkaða áframvinnslu t.d. þvottur, skurður & þökkun (e. minimally-processed) sem kemur ekki veg fyrir sýkla s.s. *Salmonella* og Norovirus á vörunni (EFSA Panel, 2014b). Líklegt er að hliðarafurðir grænmetis fari nær undantekningarlaust í umtalsverða áframhaldandi vinnslu og ef þessi vinnsla fer fram samkvæmt gæðavottuðum framleiðsluferlum þá ætti áhætta af völdum sjúkdómsvaldandi örvera að vera lítil.

3.4.2 Óæskileg efni

Nítrat

Nítrat er eðlilegur efnispáttur í plöntum sem á uppruna sinn úr jarðvegi og áburði, en það getur safnast fyrir í plöntum (EFSA Panel, 2008). Nítrat er í sjálfu sér tiltölulega óeitrað, en niðurbrots- og hvarfefni þess s.s. nítrít, nituroxíð og N-nítrósó sambönd (s.s. N-nítrósamín) hafa verið tengd skaðlegum áhrifum á heilsu manna. Dæmi um slíkt er að ef mikið er af nítríti í blóði þá binst það við blóðrauða (e. hemoglobin) og dregur úr hæfileika blóðsins til að flytja súrefni. Fyrirliggjandi gögn benda hins vegar ekki til þess að neysla nítrats í matvælum sé krabbameinsvaldandi í mönnum (FAO/WHO, 2003a,b, EFSA Panel, 2008)

Almennt er hærri styrkur af nítrati í laufblöðum en í fræjum og rótum, þess vegna er styrkur nítrats oft hár í salati og spínati (EFSA Panel, 2008). Styrkur nítrats í grænmeti fer eftir ýmsum þáttum t.d. birtumagni, jarðvegi, hitastigi, vaxtarskilyrðum, uppskerutíma og geymslu uppskerunnar. Þess vegna getur styrkur nítrats verið mjög breytilegur jafnvel fyrir sömu grænmetistegund (Tamme o.fl., 2006).

Samkvæmt Tamme o.fl., 2006 þá má skipta grænmeti í þrjá hópa eftir styrk nítrats í þeim:

1. Plöntur með háan styrk nítrats (> 1000 mg/kg) s.s. rauðrófur, spínat, annað grænt salat og kryddjurtir
2. Plöntur með meðalháan styrk nítrats (50- 1000 mg/kg) s.s. kartöflur
3. Plöntur með lágan styrk nítrats (0.5 – 50 mg/kg) s.s. ber, ávextir, kornvörur og belgjurtir

Af þeim grænmetistegundum sem eru til rannsóknar hér þá sýna niðurstöður úr erlendum rannsóknum að styrkur nítrats í spergilkáli (brokkolí) og gúrku er meðalhár (150- 250 mg/kg); lágur styrkur (25-40 mg/kg) í tómötum, gulrætur & kartöflur meðalhár styrkur (100-125), en hár styrkur (1800 -2500) í kóríander & basíliku og ýmsu grænu salati (EFSA Journal, 2008).

Í rannsókn á gæðum grænmetis á íslenskum markaði var styrkur nítrats í íslensku grænmeti mældur á tímabilinu mars 1998 – apríl 1999, m.a. í blómkáli (meðaltal 189 mg/kg) , gulrófum (meðaltal 241 mg/kg), gulrótum (meðaltal 238 mg/kg), gúrkum (meðaltal 221 mg/kg), kartöflum með hýði (meðaltal 84 mg/kg), jöklasalati (meðaltal 1144 mg/kg), spergilkáli (meðaltal 169 mg/kg, tómötum (meðaltal 21 mg/kg). Fleiri salat tegundir voru mældar og nokkuð há gildi greindust t.d. í Lollo rosso salati (3890 mg/kg) og Frisé (3740 mg/kg), líka í grænkáli (6880 mg/kg) og steinselj (2400 mg/kg) (Valur N Gunnlaugsson og Ólafur Reykdal, 2000).

Geymsla og áframvinnsla getur haft áhrif á nítrat og nítrít styrk í grænmeti t.d. getur þvottur lækkað styrk nítrats (enda er nítrat vatnsleysanlegt) og það sama á við um maukun (e. purée) og hitun (Ekart o.fl., 2013). Þetta á þó ekki við um alla áframvinnslu og sýnt hefur verið fram á að sumar eldunaraðferðir (t.d. grillun og djúpsteiking) hækka styrk nítrats í lokaafurð (Ekart o.fl., 2013). Því þyrfti að mæla styrk nítrats í hliðarafurðum grænmetis eftir áframvinnslu til að fá haldbær gögn til að meta áhættuna á heilsu.

Heimilt er að nota nítrat (E251, E252) og nítrít (E249, E250) sem aukefni í mat, auk þess er nítrat (og niðurbrotsefni þess) líka til staðar í öðrum matvælum en grænmeti t.d. kjötvörum og ostum. Til að meta hugsanleg áhrif þessara efna á heilsu ætti því að taka tillit til heildarneyslu þessara efna úr ólíkum matvælum eins og þau er framreidd og borðuð (Vasco o.fl., 2022). Ásættanlegur daglegur skammtur (e. Acceptable Daily Intake (ADI)) miðast við 3,7 mg nítrat/kg líkamsþyngdar (EFSA Panel, 2008) og samkvæmt rannsókn Vasco et al. 2022 á heildarneyslu Portúgala á nítrati þá er lítil hætta á að hinn almenni portúgalski neytandi fari yfir þennan dagskammt, en einhver hætta á að ákveðnir hópar s.s. eldra fólk sem borðar mikið af unnu kjöti geti gert það.

Árið 2008 framkvæmdi Matvælaöryggisstofnun Evrópu (EFSA) áhættu- og ávinningsmat á styrk nítrats í grænmeti og niðurstaða þess var að þrátt fyrir að grænmeti sé algeng uppspretta nítrats er almennt mælt með aukinni neyslu grænmetis vegna almennt viðurkenndra jákvæðra áhrifa þeirra á heilsuna (EFSA Panel, 2008).

Þungmálmar

Þungmálmar eins og arsen, kadmín, blý og kvikasilfur eru náttúruleg frumefni sem eru til staðar í mismunandi styrk í umhverfinu, t.d. í jarðvegi, vatni og andrúmslofti. Vegna nærveru þessara frumefna í umhverfinu finnast þau einnig í matvælum og neytendur geta því verið útsettir fyrir þungmálum með því að innbyrða mengaðan mat eða vatn. Styrkur þessara frumefna í matvælum getur aukist vegna starfsemi af mannavöldum t.d. vegna iðnaðar eða í landbúnaði. Þungmálmar safnast fyrir í lífverum og getur þessi uppsöfnun þungmálma í líkamanum með tímanum leitt til skaðlegra áhrifa á heilsu manna. Til þess að takmarka magn þungmálma sem neytendur eru útsettir fyrir hafa verið sett hámarksgildi fyrir óæskilega þungmálma s.s. blý, kadmín, kvikasilfur og tin í ákveðnum matvælum samanber reglugerð 265/2010 um gildistöku reglugerðar framkvæmdastjórnarinnar (EB) nr. 1881/2006 um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum.

Innihald þungmálma í grænmeti endurspeglar almennt magn þessara efna í umhverfinu sem það er ræktað í t.d. í jarðvegi og vatni. Upptaka þungmálma í pöntum er í mörgum tilvikum háð sýrustigi jarðvegs, lægra sýrustig þýðir meira framboð á upptakanlegum þungmálum (Lutz 1981). Sett hafa verið hámarksgildi fyrir blý og kadmín í grænmeti með reglugerð 265/2010 til að lágmarka hættu vegna neyslu þessara efna í grænmeti.

Skortur er á umfangsmiklum rannsóknum á styrk þungmálma í íslensku grænmeti, en þær niðurstöður sem til eru sýna að styrkur þessara efna er almennt lágur í ætum hluta íslensks grænmetis (Ólafur Reykdal o.fl., 2000). Nýleg íslensk rannsókn sýnir að styrkur þungmálma er almennt hærri í hýðinu en í innra byrði/aldinkjöti á innfluttu og innlendu grænmeti, styrkur þungmálma var engu að síður innan leyfilegra hámarksgilda í öllum sýnum sem rannsóknin tók til. Að auki innihéldu engin sýni arsen, selen, kvikasilfur og blý yfir greiningarmörkum, þá hvorki í hýði né í innra byrði þeirra (Eyðís Ylfa Erlendsdóttir o.fl., 2023).

Plöntuverndarvörur

Til að vernda nytjaplöntur, s.s. matjurtir, gegn skordýrum og sjúkdómum er leyfilegt að nota plöntuverndarvörur við rækun þeirra og er þetta fyrst og fremst gert til að tryggja nægt framboð af grænmeti og ávöxtum. Plöntuverndarvörur eru efni eða efnablöndur sem innihalda eitt eða fleiri virk efni eða örverur sem eru notuð til að hefta vöxt, koma í veg fyrir sýkingar eða skemmdir í plöntum af völdum hvers kyns lífvera eða til þess að stýra vexti planta. Þessi efni eru oftast kölluð varnarefni og er oftast skipt í plöntulyf (skordýraeyðar og sveppaeyðar), illgresiseyða eða stýriefni.

Á Íslandi eru varnarefni nær eingöngu notuð við útiræktun á grænmeti. Í ylræktun matjurta er varnarefnanotkun lítil og þá aðallega sveppaeyðar, enda hefur náðst góður árangur í baráttu við meindýr með líffræðilegum vörnum (Umhverfis- og auðlindaráðuneytið, 2016).

Við notkun plöntuverndarvara geta myndast varnarefnaleifar á matjurtum eða fóðri fyrir húsdýr sem geta haft heilsuspillandi áhrif á lífverur þ.m.t. mannfólkið. Þess vegna hefur verið komið á fót yfirgripsmiklu regluverki um plöntuverndarvörur sem nær til markaðssetningar plöntuverndarvara á markað innan EES-svæðisins t.d. efnalög nr. 61/2013 og reglugerð nr. 544/2015 um plöntuverndarvörur, sem sett var til innleiðingar á reglugerð Evrópuþingsins og ráðsins (EB) nr. 1107/2009 um setningu plöntuverndarvara á markað og annarra reglugerða EB sem tengjast henni.

Umhverfisstofnun gegnir hlutverki lögbærs yfirvalds hér á landi og gefur út íslenskt markaðsleyfi fyrir plöntuverndarvörur.

Sömuleiðis gilda ákveðnar reglur um notkun varnarefna á vaxtartíma matjurta, t.d. hve langur tími skal líða frá notkun þar til kemur að uppskeru. Einnig gilda ákveðnar reglur um hvaða varnarefnaleifar (þ.e. leifar af varnarefnum eða umbrots-, niðurbrots- eða myndefnum þeirra) mega mælast í mismunandi matvælum og í hvaða magni (reglugerð nr. 672/2008). Rétt notkun varnarefna við ræktun, framleiðslu og geymslu matvæla á að koma í veg fyrir að leifar þessara efna finnist í matvælum sem tilbúin eru til neyslu. Gerð er krafa um að eftirlitsaðilar fylgist með magni varnarefna í matvælum í reglubundnu eftirliti til þess að tryggja að hámarksgildi þeirra séu í samræmi við íslenska reglugerð nr. 672/2008. Hafa ber huga að við ræktun á skrautplöntum t.d. rósum er leyfilegt að nota ákveðin varnarefni sem eru ekki leyfileg í matjurtarækt. Þannig að ef ætlunin er að nota rósalaufblöð eða jafnvel rósablöðin sjálf sem hráefni í matvæli eða snyrtivörur þarf að huga að því hvaða varnarefni eru notuð við ræktunina og mæla styrk varnarefnanna í lokaafurð óháð því hvort þau eru ætluð sem hráefni í snyrtivörur, fæðubótarefni eða matvæli.

Plöntuverndarvörur eru mjög fjölbreyttar og ná yfir stóran hóp efna, efnablöndur og örverur, t.d. er í mörgum löndum innan ESB skimað fyrir efnaleifum meira en 600 efna í reglulegu eftirliti á varnarefnaleifum í matvælum. Þessi fjölbreytni gerir það að verkum að eðlisefnafræðilegir eiginleikar, s.s. bræðslumark (e. melting point), leysni (e. solubility) í vatni /lífrænum leysum og gufuþrýstingur (e. vapour pressure) varnarefna eru mjög mismunandi sem aftur leiðir til mismunandi upptöku varnarefna í plöntum, dreifingu í umhverfi og hvort hægt sé að fjarlægja þau við áframvinnslu (Nguyen o.fl., 2020). Við útdrátt verðmætra lífvirkra efna úr grænmeti gegnir leysni varnarefna í vatni eða lífrænum leysum t.d. lykilhlutverki í getu þeirra til að leysast upp í viðkomandi leysi og hvort þau séu líkleg til að fylgja með og safnast fyrir í lífefninu sem verið er að sækjast eftir. Sömuleiðis eru varnarefni með háan gufuþrýsting líklegri til að gufa upp við þurrkun á grænmeti en varnarefni með lágan gufuþrýsting (Nguyen o.fl., 2020).

Varnarefnum er aðallega úðað á ávexti og grænmeti og safnast því einna helst fyrir á blöðum plöntunnar og hýði/skinni aldina. Gerðar hafa verið ýmsar rannsóknir á áframvinnslu mismunandi hliðarstrauma úr grænmetisræktun og algengustu vinnsluaðferðirnar sem notaðar eru í þessum tilgangi eru þvottur, afhýðing/flysjun/skræling, djúsun, snögghitun/suða, gerjun, þurrkun og útdráttur til að einangra lífefni (Nguyen o.fl., 2020 ofl). Sýnt hefur verið fram á að þvottur við umhverfishita getur fjarlægt varnarefnaleifar sérstaklega ef styrkur þeirra er lágur (Nguyen et.al 2020). Afhýðing/flysjun/skræling er hins vegar áhrifaríkasta leiðin til að fjarlægja varnarefnaleifar af grænmeti fyrir neyslu (Nguyen o.fl., 2020; Eydís Ylfa Erlendsdóttir o.fl., 2023). Eydís Ylfa Erlendsdóttir o.fl. (2023) birtu nýlega rannsókn á því hvort munur sé á fjölda mældra varnarefnaleifa í innri ætum hluta grænmetis í samanburði við ytri ætan hluta þess eða í hýðinu og reyndist vera marktækur munur á meðalfjölda varnarefna sem greinast í innri hluta í samanburði við ytri hluta grænmetis. Sama rannsókn sýndi að innri hluti afurða innihélt að meðaltali lægra hlutfall varnarefna en hýðið (10% í innri hluta; 90% í ytri hluta) og að meðaltali var 15% af styrk varnarefna í innri hluta grænmetis í samanburði við ytri hluta. Við þurrkun á grænmeti eru varnarefni með háan gufuþrýsting líklegri til að gufa upp en varnarefni með lágan gufuþrýsting (Nguyen o.fl., 2020). Þegar útdráttaraðferðum er beitt á matvæli sem innihalda t.d. skordýraeitur fer prósentutilfærsla varnarefnaleifanna hins vegar eftir leysni þeirra og því hversu skautuð þau eru (Nguyen o.fl., 2020). Niðurstöður rannsókna benda því eindregið til þess að áframvinnsla hliðarafurða grænmetis muni leiða til breytinga í styrk varnarefnaleifa í afurðinni eftir vinnslu. Þess vegna er nauðsynlegt að fylgjast með styrk þeirra í lokafurðinni sem ætlunin er að markaðsetja þ.a. hægt sé að gera fyrirbyggjandi ráðstafanir t.d. ef einhver varnarefni hafa tilhneigingu til að safnast upp í lokafurðinni.

Þrávirk lífræn efni

Þrávirk lífræn efni (e. Persistent organic pollutants, POPs) er samheiti yfir hóp efnasambanda sem brotna mjög hægt niður í náttúrunni og í lífverum. Flest efnanna eru manngerð en þau geta einnig myndast í náttúrlegum ferlum eins og til dæmis við eldgos, þau geta borist langar leiðir með úrkomu og loft- eða hafstraumum. Efnin eru byggð upp af kolefnisatómum sem eru oftast tengd við halógena (flúor, bróm, klór, jod). Þessi þrávirk efni eru fituleysanleg og geta borist í lífverur með fæðu, vegna þess hve þau brotna illa niður þá magnast styrkur þeirra upp fæðukeðjuna. Mörg skordýraeitur og sveppaeyðar sem notaðir hafa verið í grænmetisframleiðslu hafa síðar reynst vera þrávirk lífræn efni t.d. DDT (e. dichloro-diphenyl-trichloro-ethane), aldrin, chlordane, dieldrin og HCB.

Notkun á þessum þrávirkum plöntuvarnarefnum hefur því verið bönnuð á heimsvísu, en vegna þess hve þessi efni eru þrávirk þá tekur langan tíma fyrir styrk þeirra á lækka í jarðvegi og þannig geta þau ennþá borist yfir í grænmeti, ávexti og korn (Lozowicka o.fl., 2015, Carvalho, 2017).

Sýnt hefur verið fram á alvarlegar afleiðingar á heilsu manna af völdum þessara efna, þ.m.t. krabbamein, fæðingargalla, truflun á frjósemi og áhrif á taugakerfið (Carvalho, 2017).

Glýkóalkalóíðar /e. glycoalkaloids (GA)

Margar plöntur af náttskuggaætt (fræðiheiti *Solenaceae*), s.s. kartöflur, tómatar og eggaldin, innihalda glýkóalkalóíða (GA) sem eru náttúruleg varnarefni þessara plantna gegn ákveðnum sjúkdómum. GA er hópur efnasambanda sem eru samsett af alkalóíði sem er tengt sykurlósi. Þetta eru hitastöðug efnasambönd og sum þeirra geta haft eitruverkun t.d. efnið sólanín sem finnst í kartöflum (EFSA Panel, 2020). Þess vegna hafa verið sett hámarksgildi fyrir sólanín í kartöflum sem miðast við 200 mg/kg (reglugerð nr. 411/2004.).

Helstu GA í kartöflum (*S. tuberosum*) eru α -chaconine og α -solanine. Þau eru til staðar í öllum hlutum kartöfluplöntunnar þ.e. aldini, hýði, spírum, blómum og blöðum. Styrkur GA í aldinum er mismunandi milli afbrigða, þroskastigi og umhverfisaðstæðum. Styrkur GA er á bilinu 3-10 sinnum hærri í kartöfluhýðinu en innan í aldinu. Geymsluskilyrði, einkum ljós og hitastig, geta stuðlað að hækkingu á styrk GA. Þótt styrkur GA geti aukist í myrkri, þá er myndunarhraði þess aðeins um 20% af myndunarhraða þess í ljósi. Það er því alltaf mikilvægt að geyma kartöflur í myrkri (EFSA Panel, 2020). Mikið hnask og sár á kartöflum getur líka stuðlað að myndun GA (Peterson o.fl., 2013). Sú staðreynd að GA eru mikilvægir fyrir þol kartöfluplöntunnar gegn sjúkdómum hefur orðið til þess að ræktendur hafa unnið að því, t.d. með kynbótum, að auka GA innihald í óætum hlutum plöntunnar en lækka styrk þeirra í aldinu til þess að koma til móts við áhyggjur sem tengjast heilsu manna (Ginzberg o.fl., 2009). Þessi viðleitni dregur hins vegar úr möguleikum á því að nota hliðarafurður plöntunnar til manneldis.

Lítið er til af rannsóknum á styrk GA í kartöfluaufbrigðum sem ræktuð eru hér á landi, en gerð var frumkönnun árið 1992 á GA styrk í þeim kartöfluaufbrigðum sem mest eru ræktuð hérlendis þ.e. gullauga, rauðum íslenskum, Premiere og Bintje. Niðurstöður sýndu að styrkur GA var á bilinu 25-51 mg/kg í Gullauga, 34-70 mg/kg í Premiere, 62-96 mg/kg í Bintje og 55-184 mg/kg í rauðum íslenskum, sem er í öllum tilvikum undir hámarksgildinu þ.e. 200 mg/kg samkvæmt íslenskri reglugerð (Kristín Ingólfssdóttir o.fl., 1992). Þetta eru engu að síður rúmlega 30 ára gamlar niðurstöður og þörf væri á því að rannsaka aftur styrk GA í íslenskum kartöfluaufbrigðum enda hefur orðið umtalsverð þróun bæði í kartöfluaufbrigðum og geymsluaðferðum á þessum 30 árum.

Í tómötum (*S. lycopersicum*) eru α -tomatine og α -dehydrotomatine helstu GA efnin og finnast þau í öllum hlutum þöntunar (EFSA Panel, 2020). Í tómataldinum er magn efnanna mest í grænum

óproskuðum tómötum og minnkar svo með þroska og myndun lýkópens. Styrkur GA efna í tómataldinum er því mismunandi milli yrkja og þroskastigi þeirra (EFSA Panel, 2020).

EFSA framkvæmdi árið 2020 áhættumat fyrir GA í matvælum, niðurstöðurnar bentu til þess að efnin geti haft neikvæð áhrif á heilsu ungbarna og smábarna, bæði með hliðsjón af meðaltals- og stórneytendum. Meðal fullorðinna á það þó einungis við um stórneytendur (EFSA Panel, 2020). Hefðbundin einkenni GA eitrunar í fólki eru bæði meltingartruflanir og áhrif á taugakerfið. Meltingartruflanirnar eru t.d. ógleði, uppköst, niðurgangur og slæmir kviðverkir. En áhrif á taugakerfið eru t.d. dofi, sinnuleysi, sjóntruflanir og þróttleysi. Í alvarlegum tilfellum hefur verið greint frá lömun, öndunarbílun, hjartabilun, dái og jafnvel dauða (EFSA Panel, 2020).

Til þess að koma í veg fyrir sólanín-eitrun af völdum kartaflna er mikilvægt að framleiðendur flokki grænar kartöflur frá í framleiðslu og að kartöflurnar séu geymdar í myrkri áður en þeim er dreift í verslanir. Kartöflur ætti að pakka í dökkar umbúðir og sem minnst lýsing á þeim á meðan þær eru í verslunum.

Calystegine

Calystegine (CS) er önnur tegund alkalóíða efnasambanda sem á ensku kallast „polyhydroxylated nortropane alkaloids“, þau hafa líka fundist í aldinum platna af náttskuggaætt t.d. í kartöflum, eggaldini og tómötum. Þessi efnasambönd eru talin geta haft neikvæð áhrif á heilsu manna en það er hins vegar til mjög lítið af eiturefnafræðilegum (e. toxicological) rannsóknum á áhrifum CS á menn/dýr og þær sem gerðar hafa verið eru ófullnægjandi til að álykta um hugsanleg langvinn eituráhrif þessara efnasambanda á menn. Þess vegna er þörf á meiri gögnum til að hægt sé að lýsa eiturefnafræðilegum áhrifum þeirra (EFSA, 2019).

3.4.3 Aðskotahlutir og dýraleifar

Um er að ræða óvænta hluti í matvælum sem eru/geta verið skaðlegir fyrir neytendur t.d. glerbrot, hart plast, skordýr og meindýr. Slíkir hlutir geta borist í grænmeti úr framleiðsluumhverfinu t.d. við þökkun í neytendaumbúðir, en einnig við flutning og dreifingu á markað.

3.4.4 Annmarkar við notkun hliðarafurða garðyrkju

Þau efni/efnasambönd sem helst geta dregið úr möguleikum við nýtingu á hliðarafurðum úr garðyrkju eru GA og Calystegine. Þetta á t.d. við kartöflur sem hafa orðið fyrir miklu hnjaski eða eru með skurðsár eða nýting á sjálfu kartöfluhyðinu þar sem styrkur GA er hærri í hyðinu en aldinu. Sama á við um græna tómata þar sem styrkur GA er hærri í þeim en þroskuðum tómötum.

Ákveðnar reglur gilda um notkun plöntuvarnarefna á vaxtartíma matjurta og sömuleiðis um hvaða varnarefnaleifar mega mælast í mismunandi matvælum og í hvaða magni. Niðurstöður rannsókna benda til þess að áframvinnsla hliðarafurða grænmetis muni leiða til breytinga í styrk varnarefnaleifa í afurðinni eftir vinnslu og þess vegna er nauðsynlegt að fylgjast með styrk þeirra í lokafurðinni sem ætlunin er að markaðsetja þ.a. hægt sé að gera fyrirbyggjandi ráðstafanir t.d. ef einhver varnarefni hafa tilhneigingu til að safnast upp í lokafurðinni.

Styrkur nítrats getur verið hár í sumum grænmetistegundum t.d. salati og spínati. Rannsóknir benda til þess að geymsla og áframvinnsla geti haft áhrif á nítrat og nítrít styrk í grænmeti. Því þyrfti að mæla styrk nítrats í hliðarafurðum grænmetis eftir áframvinnslu til að fá haldbær gögn til að meta áhrif á

heilsu, en almennt er talið að jákvæðra áhrifa grænmetis sem innihalda níturat á heilsu manna yfirvegi hugsanleg neikvæð áhrif.

Nauðsynlegt er að kanna hvort vörur sem unnar eru úr hliðarafurðum grænmetisframleiðslu teljist nýfæði (e. novel foods). Samkvæmt reglugerð ESB nr. 2015/2283 og íslenskri reglugerð nr. 735/2017 um nýfæði er þetta hugtak skilgreint sem „samheiti yfir matvæli sem ekki voru hefðbundin neysluvara í ríkjum Evrópusambandsins fyrir 15. maí 1997 þegar reglugerð ESB um nýfæði tók gildi.“ Þessi reglugerð er sett til að tryggja að nýfæði sé ekki skaðlegt heilsu og þess vegna þarf m.a. að kanna hvor einhver efni í fæðinu hafi skaðleg áhrif, bæði til lengri og skemmri tíma, sýna fram á að það myndist ekki skaðleg efni við framleiðsluna og að neysla þess hafi ekki neikvæð áhrif á næringu. Stjórnendur íslenskra matvælafyrirtækja bera ábyrgð á því að ganga úr skugga um hvort matvæli sem þau hyggjast markaðssetja teljist til nýfæðis eða ekki, þ.e. hvort matvælið/innihaldsefnið var á markaði fyrir gildistöku ESB reglugerðarinnar um nýfæði í maí 1997.

Á heimasíðu Matvælastofnunar er að finna upplýsingar um hvernig hægt er að kanna hvort vara teljist nýfæði og sömuleiðis um umsóknarferlið (Matvælastofnun, e.d.).

Almennt má segja að ef ný vara byggist á hráefni sem telst matvæli í dag þá þarf vinnsluaðferðin að valda talsverðum breytingum þ.a. að eiginleikar matvæla breytast til að teljast nýfæði. Hliðarafurðir grænmetis sem almennt hafa ekki verið nýtt sem matvæli eru því mjög líkleg til að falla undir nýfæði. Gulrótargras telst t.d. nýfæði skv. nýfæðisskrá Evrópusambandsins (ESB) sem inniheldur upplýsingar um matvæli og innihaldsefni matvæla sem fjallað hefur verið um á grundvelli EB reglugerða (Vefsíða ESB e.d.). Líklegt er að tómablöð, gúrkublöð, laufblöð af rósastilkum eða lífvirk efni unnin úr þeim teljist nýfæði þar sem þau eru ekki nú þegar tilgreind í nýfæðisskránni og voru ekki nýtt sem matvæli fyrir 15. maí 1997.

4 Ályktanir og framtíðarhorfur

Hér á eftir er samantekt á helstu niðurstöðum og ályktanir varðandi vöruþróun, lífmassavinnslu, efnagreiningu og hættugreiningu sem var framkvæmd í verkefninu.

4.1 Vöruþróun

-  Útlit, lykt, bragð og áferð breytist töluvert eftir mismunandi meðferðum gulrófna. Snöggsuða (e. blanching) er algeng aðferð til þess að auka geymslupól grænmetis. Með snöggsuðu er verið að stöðva ensímvirkni sem gerir það að verkum að litur, bragð og áferð helst lengur við geymslu. Það vakti hins vegar athygli að snöggsuða virtist hafa veruleg neikvæð áhrif á bragð, lykt og áferð rófuteninga.
-  Á markaði eru ýmsar vörur sem innihalda gulrófur eða eru unnar að mestum hluta úr rófum. Sem dæmi má nefna tilbúna rófustöppu, forsoðnar rófur, rófumaska, sýrt rófusalat, gulrófugló o.fl. Djúpsteiktar rófur, rófufranskar eða rófusnakk framleitt á Íslandi er hins vegar ekki hægt að finna í verslunum landsins. Djúpsteiktir rófustrimlar virðast vera spennandi kostur til rófuvinnslu. Þeir höfðu ágætt geymslupól, héldu útliti, lykt, bragði og áferð í lokuðu plastboxi í kæli og frysti í að minnsta kosti 3 vikur en ætla má að þeir geymist talsvert lengur en sem því nemur. Ástæðan er sú að með þessari vinnsluaðferð er vatnsvirkni orðin verulega lítil. Djúpsteiktir rófustrimlar eru eðalvara til þess að toppa flotta rétti, sem snakk eða meðlæti. Sambærilegar vörur á markaði sem eru til á mörgum íslenskum heimilum er steiktur laukur og kartöflustrá (pik-nik).
-  **Frostpurruð blöð af blómkáli og spergilkáli** voru notuð sem innihaldsefni í kryddblöndu fyrir kjötbollur sem nýtast þá bæði sem bragð- og hollefni. Þróaðar voru tvær mismunandi uppskriftir af kryddblöndu sem báðar innihéldu sama hlutfall af blómkáls- og spergilkálsblöðum. Annars vegar var það klassísk blanda sem ætti að ganga með nánast hverju sem er en hins vegar ítölsk blanda sem ætti til dæmis að passa vel með tómatspagetti kjötbollurétti og parast sérlega vel með ærhakki. Vöruhugmyndin er að neytandinn þurfi aðeins að blanda saman einum skammti kryddblöndu (24g) á móti 600g af hráu hakki og einu eggi, því næst sé hægt að forma bollur og steikja. Þetta er einfaldur næringarríkur og bragðgóður réttur með afar lítilli fyrirhöfn. Það liggur ekki ljóst fyrir hvort þessi framleiðsluaðferð sem lagt er upp með sé arðbær. Frostpurkun er spennandi vinnsluaðferð með tilliti til næringarinnihalds og lengra geymslupóls. Rannsaka þarf betur fýsileika þess að nota frostpurkun fyrir hliðarafurðir úr garðyrkju í ljósi þess að það eru til aðrar aðferðir sem gætu verið hagkvæmari kostur í ákveðinni framleiðslu.
-  Ef gert er ráð fyrir 100% fullnýtingu lífmassa frá blómkáls- og spergilkálsrækt, að þeim forsendum gefnum að það takist að safna öllu hráefni í tæka tíð án affalla, það náist að vinna allt hráefnið innan tímamarka án affalla og allt hráefnið nýtist, þá gæti magnið verið á bilinu 1.000 til 1.600 tonn séu uppskerutölur svipaðar og undandarin ár.

4.2 Lífmassavinnsla

-  Í kartöflum virðist lítill munur vera á próteininnihaldi í hýði og holdi á meðan þessi munur er meira áberandi í rófuholdi og hýði.
-  Talsvert magn af próteinum virðist vera í affallsvatni kartöflunnar eftir að sterkjan hefur verið aðskilin.

- ❖ Frostpurrrkað kartöfluaffallsvatn hefur mjög dökkan lit, en talsvert próteininnihald gerir það áhugavert til frekari þróunar sem hugsanlegur próteingjafi.
- ❖ Extrakt úr rósablöðum og greinum hafði mestu andoxunarvirknina samanborið við blöð af blómkáli, spergilkáli, tómötum og gúrkum. Rósablöðin mældust einnig með “anti-aging” eiginleika sem bendir til þess að hægt sé að nota þau sem **innihaldsefni í snyrtivörur**. Það er því afar áhugavert framtíðarverkefni að búa til krem sem inniheldur extrakt byggt á þessari aðferð og skoða kremið með tilliti til stöðugleika en einnig framkvæma neytendapróf.

4.3 Efnainnihald

- ❖ Hátt trefjainnihald laufblaðanna vekur sérstaka athygli.
- ❖ Steinefnainnihald laufblaðanna mældist hátt borið saman við grænmeti.
- ❖ Sérstaka athygli vekja há gildi fyrir kalíum og kalk í laufblöðum. Há gildi fyrir kalk eru mjög óvenjuleg fyrir grænmeti. Væntanlega er kalkið bundið öðrum efnum og nýting (e. bioavailability) þess í líkamanum léleg.
- ❖ Nokkuð há gildi eru fyrir járn í laufblöðunum.
- ❖ Umtalsvert af ólífrænum næringarefnum í jarðvegi / ræktunarmiðli fer í að byggja upp blaðvöxtinn. Jafnframt er ljóst að ávinningur væri af því að nýta laufblöðin í matvæli.
- ❖ Hlutföll köfnunarefnis (N), fosfórs (P) og kalíums (K) í algengum tilbúnum garðáburði eru: NPK 12-12-20. Hlutföll fyrir meðaltöl laufblaða í verkefninu eru: NPK 12-2-14, svo ekki koma laufblöðin í stað framangreinds tilbúins áburðar þar sem einna helst getur orðið vöntun á fosfór. Hafa þarf í huga að áburðarþarfir plantna eru misjafnar.
- ❖ Nokkur bætiefni í hliðarafurðum geta haft þýðingu fyrir merkingar á umbúðum matvæla. Sem dæmi má nefna kalíum, fosfór, magnesíum, kalk, járn, sink og kopar. Þurrkað laufblöð geta lagt til umtalsvert af þessum næringarefnum, t.d. í fæðubótarefnum.
- ❖ Þungmámarnir kadmín, blý, kvikasilfur og arsen voru ekki mælanlegir eða styrkur þeirra var mjög lágur í þeim sýnum sem rannsökuð voru.

4.4 Hættugreining

- ❖ Almennt gildir að til að tryggja öryggi framleiðslunnar þurfa íslenskir grænmetisrækendur að uppfylla kröfur um góða starfshætti og vera með innra eftirlit. Opinbert eftirlit með ræktun og uppskeru grænmetis er á ábyrgð Matvælastofnunar (MAST) en heilbrigðiseftirlit sveitarfélaga annast eftirlit með seinni þáttum framleiðslunnar, þar með talið þökkun á framleiðslustað og dreifingu.
- ❖ Nauðsynlegt er að kanna hvort vörur sem unnar eru úr hliðarafurðum grænmetisframleiðslu teljist nýfæði (e. novel foods). Stjórnendur íslenskra matvælafyrirtækja bera ábyrgð á því að ganga úr skugga um hvort matvæli sem þau hyggjast markaðssetja teljist til nýfæðis eða ekki, þ.e. hvort matvælið/innihaldsefnið var á markaði fyrir gildistöku ESB reglugerðarinnar um nýfæði í maí 1997. Það að hráefni eða matvæli teljist til nýfæðis þýðir ekki að það sé leyfilegt til notkunar í matvæli, heldur þýðir það að ef nota á slíkt hráefni í matvæli eða til matvælavinnslu þarf að sækja sérstaklega um leyfi fyrir markaðssetningu á því. Með slíkri umsókn þurfa að fylgja gögn sem sýna fram á að viðkomandi hráefni eða matvæli sé öruggt til neyslu.
- ❖ Líklegt er að hliðarafurðir grænmetis fari nær undantekningarlaust í umtalsverða áframhaldandi vinnslu og ef þessi vinnsla fer fram samkvæmt gæðavottuðum framleiðsluferlum þá ætti áhætta af völdum sjúkdómsvaldandi örvera að vera lítil.

-  Styrkur nítrats getur verið hár í sumum grænmetistegundum t.d. salati og spínati. Geymsla og áframvinnsla getur haft áhrif á nítrat og nítrít styrk í grænmeti, t.d. getur þvottur lækkað styrk nítrats (enda er nítrat vatnsleysanlegt) og það sama á við um maukun (e. purée) og hitun. Þetta á þó ekki við um alla áframvinnslu og sýnt hefur verið fram á að sumar eldunaraðferðir (t.d. grillun og djúpssteiking) hækka styrk nítrats í lokaafurð. **Því þyrfti að mæla styrk nítrats í hliðarafurðum grænmetis eftir áframvinnslu til að fá haldbær gögn til að meta áhættuna á heilsu** en almennt er talið að jákvæð áhrif grænmetis sem innihalda nítrat vegi upp á móti hugsanlegum neikvæðum áhrifum. **Því þyrfti að mæla styrk nítrats í hliðarafurðum grænmetis eftir áframvinnslu til að fá haldbær gögn til að meta áhættuna á heilsu** en almennt er talið að jákvæð áhrif grænmetis sem innihaldur nítrat vegi upp á móti hugsanlegum neikvæðum áhrifum á heilsu.
-  Skortur er á umfangsmiklum rannsóknum á styrk þungmálma í íslensku grænmeti, en þær niðurstöður sem til eru sýna að styrkur þessara efna er almennt lágur í ætum hluta íslensks grænmetis.
-  Við ræktun á skrautplöntum t.d. rósum er leyfilegt að nota ákveðin varnarefni sem eru ekki leyfileg í matjurtarækt. Þannig að **ef ætlunin er að nota rósalaufblöð eða jafnvel rósablöðin sjálf sem hráefni** í matvæli eða snyrtivörur þarf að huga að því hvaða varnarefni eru notuð við ræktunina og **mæla styrk varnarefnanna í lokaafurð óháð því hvort þau eru ætluð sem hráefni í snyrtivörur, fæðubótarefni eða matvæli.**
-  Ákveðnar reglur gilda um notkun plöntuvarnarefna á vaxtartíma matjurta og sömuleiðis um hvaða varnarefnaleifar mega mælast í mismunandi matvælum og í hvaða magni. Niðurstöður rannsókna benda til þess að áframvinnsla hliðarafurða grænmetis muni leiða til breytinga í styrk varnarefnaleifa í afurðinni eftir vinnslu og þess vegna er nauðsynlegt að fylgjast með styrk þeirra í lokaafurðinni sem ætlunin er að markaðsetja þ.a. hægt sé að gera fyrirbyggjandi ráðstafanir t.d. ef einhver varnarefni hafa tilhneigingu til að safnast upp í lokaafurðinni.
-  Þau efni/efnasambönd sem helst geta dregið úr möguleikum við nýtingu á hliðarafurðum úr garðyrkju eru glýkóalkalóíðar og calystegine. Þetta á t.d. við kartöflur sem hafa orðið fyrir miklu hnjaski eða eru með skurðsár eða nýting á sjálfu kartöfluhýðinu þar sem styrkur glýkóalkalóíðar er hærri í hýðinu en aldininu. Sama á við um græna tómata þar sem styrkur glýkóalkalóíða er hærri í þeim en þroskuðum tómötum. Grös af kartöflum og lauf eða hliðargreinar af tómátplöntum eru ekki æskileg til framleiðslu á matvælum. Þar að auki er notkun þessa hráefnis í matvæli ólögleg í dag.

4.5 Framtíðarhorfur

Almennt er mikill áhugi hjá garðyrkjubændum að leggja til hliðarafurðir frá ræktun í áframvinnslu. Því ætti aðgangur að hráefni að vera nokkuð tryggur. Þó þyrfti að skoða hvernig söfnun hráefnis væri best háttað. Í því samhengi má telja nauðsynlegt að gera fýsileikagreiningar á vinnslu hliðarafurða, t.d. frostþurrkun eða vinnslu með aðferðafræði lífmassavera og setja fram tillögur að vinnsluferlum fyrir lífrænt hráefni sem ekki er í áhættuflokki.

Þá er þörf á að rannsaka fýsileika þess að setja upp lífmassaver fyrir hliðarafurðir frá landbúnaði með möguleika á margvíslegri framleiðslu eins og próteinum, áburði, ýmisum verðmætum lífefnum, lífdísil eða annarra orkugjafa. Slíkt lífmassaver gæti unnið úr hráefnum eins og hliðarafurðum frá garðyrkju, grasi, hálmi, moði og ýmsu öðru. Lífmassaver sem þetta þyrfti að vera sveigjanlegt til að hámarka nýtingu með því að taka mið af margvíslegum þáttum landbúnaðarins eins og uppskerutíma, framboði hráefna og eftirspurn eftir þeim vörum sem gætu orðið til við lífmassavinnsluna.

Mikill áhugi er fyrir því að rannsaka enn frekar innihaldsefni rósalaufa og stilkla með tilliti til notkunar í snyrtivörur. Í ljósi niðurstaðna þessa verkefnis er áhugi fyrir því að þróa andlitskrem úr slíkum afurðum.

Ein möguleg leið til að draga úr hættu sem getur skapast við nýtingu hliðarafurða með tilliti til óæskilegra efna, er að nýta þær í skordýrafóður. Skordýr hafa ýmsa hæfileika til að brjóta niður óæskileg efna sambönd sem við viljum ekki að séu til staðar í matvælum en í þeim efnum er þó mörgum spurningum ennþá ósvarað. Nú þegar er hafið samstarfsverkefni með Landbúnaðarháskóla Íslands sem heitir *Nýting hliðarafurða úr ylrækt í skordýrafóður*. Sú verkefnahugmynd kviknaði við vinnslu þessa verkefnis. Í því verkefni er haldið áfram að vinna með hliðarafurðir íslenskrar garðyrkjuframleiðslu með það að markmiði að nota hráefnið sem fóður fyrir mjölkorma. Mjölkormar geta svo nýst sem próteingjafi í fóður eða fæði, sem á augljóslega afar vel við hugmyndafræðina um hringrásarhagkerfi.

Gott og viðvarandi samtal milli vísindasamfélagsins, framleiðenda, garðyrkjubænda sem og annarra matvælaframleiðenda er mikilvægt. Samtalið er forsenda þess að þær rannsóknir sem lagt er upp með séu til gagns og þeirri þekkingu sem verður til sé miðlað til allra hagaðila. Verkefni eins og þetta veita tækifæri til að viðhalda samtali milli ólíkra aðila innan virðis_keðju matvæla og skapa tækifæri á bága bóga.

5 Þakkarorð

Höfundar þakka Matvælasjóði fyrir veittan styrk til verkefnisins *Verðmætaaukning hliðarafurða frá garðyrkju*, sem þessi skýrsla er hluti af. Þá er þeim garðyrkjubændum sem veittu sýni til rannsókna og Sölufélagi garðyrkjumanna sem flutti sýnin þakkað fyrir þeirra framlag.

6 Heimildaskrá

Akyol, H., Y. Riciputi, E. Capanoglu, M. F. Caboni and V. Verardo (2016). Phenolic Compounds in the Potato and Its Byproducts: An Overview. *Int J Mol Sci*, 17(6).

Albishi, T., J. A. John, A. S. Al-Khalifa and F. Shahidi (2013). Phenolic content and antioxidant activities of selected potato varieties and their processing by-products. *Journal of Functional Foods*, 5(2): 590-600.

Amado, I. R., D. Franco, M. Sánchez, C. Zapata and J. A. Vázquez (2014). Optimisation of antioxidant extraction from *Solanum tuberosum* potato peel waste by surface response methodology. *Food chemistry*, 165: 290-299.

Anderson, J. W., Randles, K. M., Kendall, C. W., & Jenkins, D. J. (2004). Carbohydrate and fiber recommendations for individuals with diabetes: a quantitative assessment and meta-analysis of the evidence. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(1), 5-17.

Andre, C. M., R. Schafleitner, C. Guignard, M. Oufir, C. A. A. Aliaga, G. Nomberto, L. Hoffmann, J.-F. Hausman, D. Evers and Y. Larondelle (2009). Modification of the health-promoting value of potato tubers field grown under drought stress: emphasis on dietary antioxidant and glycoalkaloid contents in five native andean cultivars (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(2): 599-609.

Beaulieu, J. and E. Baldwin (2002). Flavor and Aroma of Fresh-cut Fruits and Vegetables: 391-425.

Beck, T. K., S. Jensen, G. K. Bjoern and U. Kidmose (2014). The Masking Effect of Sucrose on Perception of Bitter Compounds in Brassica Vegetables. *Journal of Sensory Studies*, 29(3): 190-200.

Birketvedt, G. S., Shimshi, M., Erling, T., & Florholmen, J. (2005). Experiences with three different fiber supplements in weight reduction. *Med Sci Monit*, 11(1), 15-8.

Blessington, T., M. N. Nzaramba, D. C. Scheuring, A. L. Hale, L. Reddivari and J. C. Miller (2010). Cooking methods and storage treatments of potato: Effects on carotenoids, antioxidant activity, and phenolics. *American Journal of Potato Research*, 87: 479-491.

Brown, L., Rosner, B., Willett, W. W., & Sacks, F. M. (1999). Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition*, 69(1), 30-42.

Carvalho, F.P. (2017). Pesticides, environment, and food safety. *Food and Energy Security* 6(2), 48–60. <https://doi.org/10.1002/fes3.108>

Deußer, H., C. Guignard, L. Hoffmann and D. Evers (2012). Polyphenol and glycoalkaloid contents in potato cultivars grown in Luxembourg. *Food Chemistry*, 135(4): 2814-2824.

Domínguez-Perles, R., Martínez-Ballesta, M. C., Carvajal, M., García-Viguera, C., & Moreno, D. A. (2010). Broccoli-derived by-products—A promising source of bioactive ingredients. *Journal of Food Science*, 75(4), C383-C392.

Efnalög nr. 61/2013

EFSA (European Food Safety Authority), Binaglia, M., Baert, K., Schutte, M., Serafimova, R. (2019). Scientific Report on the overview of available toxicity data for calystegines. *EFSA Journal*

2019;17(1):5574. doi: 10.2903/j.efsa.2019.5574, sótt 26.04.2023
<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2019.5574>

EFSA Panel on Biological Hazards (2013). Scientific Opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. Part 1 (outbreak data analysis and risk ranking of food/pathogen combinations). EFSA Journal 2013;11(1):3025. doi: 10.2903/j.efsa.2013.3025, sótt 24.04.2023 á
<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3025>

EFSA Panel on Biological Hazards (2014a). Scientific Opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. Part 2 (Salmonella Yersinia, Shigella and Norovirus in bulb and stem vegetables, and carrots). EFSA Journal 2014;12(12):3937. doi:10.2903/j.efsa.2014.3937 sótt 24.04.2023 á
<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3937>

EFSA Panel on Biological Hazards (2014b). Scientific Opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. Part 2 (Salmonella and Norovirus in tomatoes). EFSA Journal 2014;12(10):3832. doi:10.2903/j.efsa.2014.3832 sótt 24.04.2023 á
<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3832>

EFSA Panel on Contaminants in the Food chain (2008). Nitrate in vegetables - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. EFSA Journal 2008; 689, 1-79. doi: 10.2903/j.efsa.2008.689 sótt 24.04.2023 á <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/689>

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (2020) Scientific Opinion – Risk assessment of glycoalkaloids in feed and food, in particular in potatoes and potato-derived products. EFSA Journal 2020;18(8):6222. doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6222 sótt 26.04.2023 á
<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2020.6222>

Ekart, K., Hmelak Gorenjak, A., Madorran, E., Lapajne, S., Langerholc, T. (2013). Study on the influence of food processing on nitrate levels in vegetables. EFSA supporting publication 2013: EN-514, 150 pp. Sótt 4.12.2023 á <https://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/en-514>

Engel, E., C. Baty, D. Le Corre, I. Souchon and N. Martin (2002). Flavor-active compounds potentially implicated in cooked cauliflower acceptance. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(22): 6459-6467.

European Standards, CSN (2018). Foods of plant origin – Multimethod for the determination of pesticide residues using GC – and LC-based analysis following acetonitrile extraction/partitioning and clean-up by dispersive SPE-Modular QuEChERS-method. CSN EN 15662. Sótt 1.11.2023 á www.en-standard.eu/csn-en-15662.

Eva Margrét Jónudóttir, Ólafur Reykdal, Rósa Jónsdóttir, 2022. Hliðarafurðir grænmetisframleiðslu. Skýrsla Matís 15-22. ISSN 1670-7192.

Eydís Ylfa Erlendsdóttir, Ásta Heiðrún E. Pétursdóttir, Natasa Desnica, Branka Borojevic. (2023). Trefjaríkt og hollt hýði? Varnarefni, þungmálmur og næringarefni í ytra og innra byrði íslensks og innflutts grænmetis og ávaxta. Skýrsla Matís 06-23, doi: 10.5281/zenodo.7778397 sótt 24.04.2023 á <https://zenodo.org/record/7778397#.ZEaNV3bP1hF>

FAO/WHO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations/World Health Organization). (2003a). Nitrate (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds). WHO Food Additive series 50, Geneva: World Health Organisation. Sótt 25.04.023 á
<https://inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je06.htm>

- FAO/WHO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations/World Health Organization). (2003b). Nitrite (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds). WHO Food Additive series 50, Geneva: World Health Organisation. Sótt 25.04.2023 á
- Farvin, K. S., H. D. Grejsen and C. Jacobsen (2012). Potato peel extract as a natural antioxidant in chilled storage of minced horse mackerel (*Trachurus trachurus*): Effect on lipid and protein oxidation. *Food Chemistry*, 131(3): 843-851.
- Fenwick, G. R., N. M. Griffiths and R. K. Heaney (1983). Bitterness in Brussels sprouts (*Brassica oleracea* L. var. *gemmifera*): the role of glucosinolates and their breakdown products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34(1): 73-80.
- Friedman, M. (2006). Potato glycoalkaloids and metabolites: roles in the plant and in the diet. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(23): 8655-8681.
- Ganske, F. and E. Dell (2006). ORAC assay on the FLUOstar OPTIMA to determine antioxidant capacity. *BMG LABTECH*, 12.
- Ginzberg, I., Tokuhisa, J.G., Veilleux, R.E. (2009). Potato Steroidal Glycoalkaloids: Biosynthesis and Genetic Manipulation. *Potato Res.* 52, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s11540-008-9103-4>
- Hagstofa Íslands (2023). Uppskera og afurðir frá 1997. Skoðað 21.11.2023 á: [Uppskera og afurðir frá 1977. PxWeb \(hagstofa.is\)](https://www.hagstofa.is/)
- Helland, H. S., A. Leufvén, G. B. Bengtsson, J. Skaret, P. Lea and A.-B. Wold (2016). Storage of fresh-cut swede and turnip in modified atmosphere: effects on vitamin C, sugars, glucosinolates and sensory attributes. *Postharvest Biology and Technology*, 111: 150-160.
- Huang, D., B. Ou, M. Hampsch-Woodill, J. A. Flanagan and R. L. Prior (2002). High-Throughput Assay of Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) Using a Multichannel Liquid Handling System Coupled with a Microplate Fluorescence Reader in 96-Well Format. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(16): 4437-4444.
- ISO (1999). Determination of moisture and other volatile matter content. ISO Standard 6496. Geneva, Switzerland: The International Organization for Standardization.
- ISO (2008). Food products - Determination of the total nitrogen content by combustion according to the Dumas principle and calculation of the crude protein content — Part 1: Oilseeds and animal feeding stuffs. ISO 16634-1:2008(en). Sótt 1.11.2023 á: www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:16634
- ISO (2022). Animal feeding stuffs – Determination of crude ash. ISO Standard 5984. Geneva, Switzerland: The International Organization for Standardization.
- Junker-Frohn, L. V., Lück, M., Schmittgen, S., Wensing, J., Carraresi, L., Thiele, B., ... & Wormit, A. (2019). Tomato's green gold: bioeconomy potential of residual tomato leaf biomass as a novel source for the secondary metabolite rutin. *ACS omega*, 4(21), 19071-19080.
- Kanatt, S. R., R. Chander, P. Radhakrishna and A. Sharma (2005). Potato peel extract a natural antioxidant for retarding lipid peroxidation in radiation processed lamb meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(5): 1499-1504.

Kapusta-Duch, J., B. Kuszczewicz, T. Leszczyńska and B. Borczak (2016). Effect of cooking on the contents of glucosinolates and their degradation products in selected Brassica vegetables. *Journal of Functional Foods*, 23: 412-422.

Keenan, J. M., Pins, J. J., Frazel, C., Moran, A., & Turnquist, L. (2002). Oat ingestion reduces systolic and diastolic blood pressure in patients with mild or borderline hypertension: a pilot trial. *J Fam Pract*, 51(4), 369.

Koduvayur Habeebullah, S. F., N. S. Nielsen and C. Jacobsen (2010). Antioxidant activity of potato peel extracts in a fish-rape seed oil mixture and in oil-in-water emulsions. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87(11): 1319-1332.

Kristín Ingólfssdóttir, Guðborg A. Guðjónsdóttir, Sigurgeir Ólafsson. (1992). Glýkóalkalóíð sambönd í íslenskum kartöflum, *Solanum tuberosum*. Birna Þórðardóttir (ritstjóri ritraðar). Læknablaðið: 78 árgangur Fylgirit 21.

<https://timarit.is/page/5913408?iabr=on#page/n89/mode/2up/search/Krist%C3%ADn%20Ing%C3%B3lfssd%C3%B3ttir>

Külen, O., C. Stushnoff and D. G. Holm (2013). Effect of cold storage on total phenolics content, antioxidant activity and vitamin C level of selected potato clones. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(10): 2437-2444.

Lairon, D., Arnault, N., Bertrais, S., Planells, R., Clero, E., Hercberg, S., & Boutron-Ruault, M. C. (2005). Dietary fiber intake and risk factors for cardiovascular disease in French adults. *The American journal of clinical nutrition*, 82(6), 1185-1194.

Lindberg D, Aaby K, Borge GI, Haugen JE, et al. Kartlegging av restraastoff fra jordbruket. 2016/12/01.

Liu, R. H. (2013). Health-promoting components of fruits and vegetables in the diet. *Advances in nutrition*, 4(3): 384S-392S.

Liu, S., Stampfer, M. J., Hu, F. B., Giovannucci, E., Rimm, E., Manson, J. E., ... & Willett, W. C. (1999). Whole-grain consumption and risk of coronary heart disease: results from the Nurses' Health Study. *The American journal of clinical nutrition*, 70(3), 412-419.

Łozowicka, B., Kaczyński, P., Wolejko, E., Piekutin, J., Sagitov, A., Toleubayev, K., Isenova, G., Abzeitova, E. (2016). Evaluation of organochlorine pesticide residues in soil and plants from East Europe and Central Asia, *Desalination and Water Treatment*, 57(3), 1310-1321.
<https://doi.org/10.1080/19443994.2014.996008>

Lutz, W. (1981) The use of compost with special consideration of heavy metal content. *Conservation & Recycling* 4(3), 167-176. [https://doi.org/10.1016/0361-3658\(81\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0361-3658(81)90021-7)

Madiwale, G. P., L. Reddivari, D. G. Holm and J. Vanamala (2011). Storage elevates phenolic content and antioxidant activity but suppresses antiproliferative and pro-apoptotic properties of colored-flesh potatoes against human colon cancer cell lines. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(15): 8155-8166.

Maqsood, S., S. Benjakul, A. Abushelaibi and A. Alam (2014). Phenolic compounds and plant phenolic extracts as natural antioxidants in prevention of lipid oxidation in seafood: A detailed review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(6): 1125-1140.

Matvælastofnun (e.d.). Voru matvælin hefðbundin neysluvara í ríkjum ESB fyrir 15. Maí 1997? <https://www.mast.is/is/matvaelfyrirtaeki/sertaek-framleidsla-eda-vara/nyfaedi#voru-matvaelin-hefðbundin-neysluvara-i-rikjum-esb-fyrir-15-mai-1997>

Mohdaly, A. A. A., M. F. R. Hassanien, A. Mahmoud, M. A. Sarhan and I. Smetanska (2013). Phenolics extracted from potato, sugar beet, and sesame processing by-products. *International Journal of Food Properties*, 16(5): 1148-1168.

Mohdaly, A. A., M. A. Sarhan, I. Smetanska and A. Mahmoud (2010). Antioxidant properties of various solvent extracts of potato peel, sugar beet pulp and sesame cake. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(2): 218-226.

Montonen, J., Knekt, P., Järvinen, R., Aromaa, A., & Reunanen, A. (2003). Whole-grain and fiber intake and the incidence of type 2 diabetes. *The American journal of clinical nutrition*, 77(3), 622-629.

Nguyen, T. T., Rosello, C., Bélanger, R., & Ratti, C. (2020). Fate of Residual Pesticides in Fruit and Vegetable Waste (FVW) Processing. *Foods*, 9(10), 1468-1506.
<https://doi.org/10.3390/foods9101468>

Nordisk Metodikkomité for Næringsmidler, NMKL (2007). Trace elements – As, Cd, Hg, Pb and other elements. Determination by ICP-MS after pressure digestion. Method no. 186-2007.
of food processing on nitrate levels in vegetables. EFSA supporting publication 2013: EN-514, 1-150.
<https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2013.EN-514>

Ólafur Reykdal, Arngrímur Thorlacius, Guðjón Atli Auðunsson og Laufey Steingrimsdóttir. (2000). Selen, joð, flúor, járn, kopar, sink, mangan, kadmín, kvikasilfur og blý í landbúnaðar-afurðum. Í: Ólífræn snefilefni í landbúnaðarafurðum. Fjölrit Rala 204: 7-36. Rannsóknastofnun landbúnaðarins. Sótt 9.10.2023 á:
<https://timarit.is/page/7316468?iabr=on#page/n55/mode/2up/search/%C3%93l%C3%ADfr%C3%A6n%C3%90sn%C3%ADfni%C3%AD%20landb%C3%BAna%C3%B0arafur%C3%B0um%20nr.%20204>

Ólafur Reykdal, Didar Farid Kareem, Kolbrún Sveinsdóttir, Aðalheiður Ólafsdóttir, Guðjón Þorkelsson, (2022). Bætt gæði, geymsluþol og minni sóun í virðiskeðju íslensks grænmetis. Skýrsla Matís 13-22. ISSN 1670-7192. <https://matis.is/skyrsla/baett-gaedi-geymsluthol-og-minni-soun-i-virdiskedju-islensks-graenmetis/>

Padilla, G., M. E. Cartea, P. Velasco, A. de Haro and A. Ordás (2007). Variation of glucosinolates in vegetable crops of Brassica rapa. *Phytochemistry*, 68(4): 536-545.

Petersson, E.V., Usman, A., Schulzova, V., Krtková, V., Hajšlová, J., Meijer, J., Andersson, H. C., Jonsson, L., and Sitbon, F. (2013). Glycoalkaloid and calystegine levels in table potato cultivars subjected to wounding, light, and heat treatments *J. Agric. Food Chem.* 2013, 61(24), 5893–5902.
<https://doi.org/10.1021/jf400318p>

Petruzzello, L., Iacopini, F., Bulajic, M., Shah, S., & Costamagna, G. (2006). Uncomplicated diverticular disease of the colon. *Alimentary pharmacology & therapeutics*, 23(10), 1379-1391.

Reglugerð um gildistöku reglugerðar framkvæmdastjórnarinnar (EB) nr. 1881/2006 um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum nr. 265/2010.
Reglugerð um hámarksgildi varnarefnaleifa í matvælum og fóðri nr. 672/2008

Reglugerð um nýfæði 735/2027

Reglugerð um plöntuverndarvörur nr. 544/2015

Reglugerð um ýmis aðskotaefni í matvælum 411/2004

Sesselja María Sveinsdóttir (2015). Gæði og öryggi blaðsalats á íslenskum markaði. [Meistararitgerð]. Háskóli Íslands

Sharma, O. P. and T. K. Bhat (2009). DPPH antioxidant assay revisited. Food Chemistry, 113(4): 1202-1205.

Silva, B.N., Cadavez, V., Teixeira, J.A., Gonzales-Barron, U. (2017). Meta-analysis of the incidence of foodborne pathogens in vegetables and fruits from retail establishments in Europe, Current Opinion in Food Science, 18, 21-28. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.10.001>

Singh, P. P. and M. D. Saldaña (2011). Subcritical water extraction of phenolic compounds from potato peel. Food Research International, 44(8): 2452-2458.

Singleton, V. L. and J. A. Rossi (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16(3): 144-158.

Sloth, J.J., K. Julshamn, A.K. Lundebye (2005). Total arsenic and inorganic arsenic content in Norwegian fish feed products. Aquaculture Nutrition 11: 61-66.

Steffen, L. M., Jacobs Jr, D. R., Stevens, J., Shahar, E., Carithers, T., & Folsom, A. R. (2003). Associations of whole-grain, refined-grain, and fruit and vegetable consumption with risks of all-cause mortality and incident coronary artery disease and ischemic stroke: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. The American journal of clinical nutrition, 78(3), 383-390.

Steina Gunnarsdóttir, Ragnhildur Guðmannsdóttir, Hólmfríður Þorgeirsdóttir, Jóhanna Eyrún Torfadóttir, Laufey Steingrimsdóttir, Ellen Alma Tryggvadóttir, Birna Þórisdóttir, Ólöf Guðný Geirsdóttir, Ólafur Reykdal, Þórhallur Ingi Halldórsson, Ingibjörg Gunnarsdóttir & Bryndís Eva Birgisdóttir (2022). Hvað borða Íslendingar?. Reykjavík: Embætti landlæknis og Rannsóknastofa í næringarfræði við Háskóla Íslands. ISBN 978-9935-9481-6-8

Stushnoff, C., D. Holm, M. Thompson, W. Jiang, H. Thompson, N. Joyce and P. Wilson (2008). Antioxidant properties of cultivars and selections from the Colorado potato breeding program. American Journal of Potato Research, 85: 267-276.

Tamme T., Reinik, M, Roasto, M., Juhkam, K., Tenno, T., Kiis, A.(2006). Nitrates and nitrites in vegetables and vegetable-based products and their intakes by the Estonian population, Food Additives & Contaminants, 23(4), 355-361. <https://doi.org/10.1080/02652030500482363>

Umhverfis- og auðlindaráðuneytið. (2016). Aðgerðaáætlun um notkun varnarefna 2016-2031, sótt 24.04.2023 á https://www.stjornarradid.is/media/umhverfisraduneyti-media/media/pdf_skrar/240816-adgerdaaaetlun-um-notkun-varnarefna-2016.pdf

Valur Norðri Gunnlaugsson og Ólafur Reykdal. (2000) Gæði grænmetis á íslenskum markaði 1998-1999, Fjölrit Rala nr. 202, 3-55. <https://timarit.is/page/7316285#page/n0/mode/2up>

Van Doorn, H. E., G. C. Van der Kruk, G. J. van Holst, N. C. Raaijmakers-Ruijs, E. Postma, B. Groeneweg and W. H. Jongen (1998). The glucosinolates sinigrin and progoitrin are important determinants for

taste preference and bitterness of Brussels sprouts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78(1): 30-38.

Vasco, E., Graça Dias, M., Oliveira, L. (2022). The first harmonised total diet study in Portugal: Nitrate occurrence and exposure assessment, *Food Chemistry*, 392, 133152.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133152>.

Vefsíða ESB (e.d.) EU Novel food catalogue
https://webgate.ec.europa.eu/fip/novel_food_catalogue/#

Watzl, B., Gierbach, S., & Roller, M. (2005). Inulin, oligofructose and immunomodulation. *British Journal of Nutrition*, 93(S1), S49-S55.

Whelton, S. P., Hyre, A. D., Pedersen, B., Yi, Y., Whelton, P. K., & He, J. (2005). Effect of dietary fiber intake on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled clinical trials. *Journal of hypertension*, 23(3), 475-481.

Yang, W. Y., K. Y. Lim, P. L. Yen, S. H. Ong, N. Naumovski and R. Jani (2023). The Association between Consumption of Bitter-taste Vegetables in Asian Culture and Metabolic Syndrome Risk Factors in Children: A Narrative Review. *Exploratory Research and Hypothesis in Medicine*,(000).

Yano, S., M. Mori, N. Teramoto, M. Iisaka, N. Suzuki, M. Noto, Y. Kaimoto, M. Kakimoto, M. Yamada, E. Shiratsuchi, T. Shimasaki and M. Shibata (2015). Preparation of Photocrosslinked Fish Elastin Polypeptide/Microfibrillated Cellulose Composite Gels with Elastic Properties for Biomaterial Applications. *Marine Drugs*, 13(1): 338-353.

7 Viðaukar

7.1 Eyðublað fyrir sýni

Sýnataka fyrir verkefnið Verðmætaauking hliðarafurða frá garðyrkju

Tengiliðir hjá Matís: [] og []
Tengiliðir hjá Bændasamtökunum: [] og []

Sýnatökuleiðbeiningar

- ♥ Sýni skal sett í hreinan/ónotaðan plastpoka og reynt að útiloka loft eins og hægt er. Bundið vel fyrir.
- ♥ Sýni þarf að vera komið á afgreiðslu Sölufélags garðyrkjumanna eða til Matís á Vínlandsleið 12 innan við **18 klt** frá því að þess var aflað.
- ♥ Ef ekki er hægt að koma sýni til Reykjavíkur innan 18 klt þá skal frysta sýni og koma þeim frosnum til Reykjavíkur.
- ♥ Sýni skal vera **safnsýni**, þ.e. lágmark af þremur mismunandi stöðum á akri/gróðurhúsi og lágmark af þremur mismunandi plöntum á hverjum stað (má fara allt í sama pokann).
- ♥ Sýni skal ávallt vera ferskt, þ.e. af **uppskeru sama dag og sýni er tekið**. Ekki er hægt að nota sýni frá eldri uppskeru eða úr safnhaug.
- ♥ Óþarfi er að þvo sýni með vatni en reynt skal að **hrista/hreinsa af mold og öll sjáanleg óhreinindi** eins vel og hægt er.

Fyllt út af bónda

Vinsamlegast fyllið út eftirfarandi upplýsingar um sýnið og setjið inn í pokann með sýninu

Plöntutegund
Plöntuhluti
Heiti á yrki
Sýnatökudagur
Framleiðandi
Plöntuvarnarefni notuð
Frosið eða ferskt
Aðrar athugasemdir

Vinsamlegast merkið pokann með sýninu með neðangreindum upplýsingum eins og við á:

SÝNI FYRIR MATÍS: XXXX

SENDANDI: XXXX

STARFSMENN SFG: Komið sýni fyrir í kæli og látið [] vita í síma []

7.2 Kynningarefni



7.3 Umfjöllun í fjölmiðlum

- 19. október 2023: Verðmæt vara þróuð úr vannýttu hráefni - Bændablaðið (bbl.is)
- 9. mars 2023: Steinefna- og próteinríkur afskurður - Bændablaðið (bbl.is)
- 31. janúar 2023: Samfélagið - #metoo, Reykjavíkurléikar, hliðarafurðir og umhverfissálfræði | RÚV Útvarp (ruv.is)

Áætlaðar birtingar árið 2024:

- Frekari umfjöllun í Bændablaðinu þar sem sagt verður frá helstu niðurstöðum verkefnisins ásamt því að vísa í Matís skýrslu 28 - 23.
- Miðlunarteymi á Matís mun útbúa hlaðvarpspátt um helstu niðurstöður verkefnisins strax í janúar 2024.

DEIGLUNNI

Vörupróun matvæla:

Fullnýting garðyrkjuafurða

– Verðmætaukning möguleg með nýtingu hliðarafurða úr afskurði

Sigurður Már
Harðarson
smh@bondi.is

Hjá Matís hefur á undanförunum tólf mánuðum verið unnið að rannsóknunum á næringarinnihaldi afskurðar úr garðyrkju og vörupróun úr þessu hráefni sem oftast hefur verið meðhöndlað sem lífrænn úrgangur.

Umfræða um fullnýtingu í fiskvinnslu og kjötframleiðslu hefur verið áberandi um langt skeið en minna farið fyrir umfræðu um fullnýtingu í grænmetisframleiðslu. Fyrir utan nýtingu á annars flokks grænmeti þá hafa hliðarafurðir garðyrkjunnar ekki fengið verðskuldaða athygli, en þær geta verið mjög verðmætar.

Alltaf fellur talsvert til, bæði í yl- og útrækt grænmetis, sem ekki telst til eiginlegrar uppskeru. Matís hefur frá því í september í fyrra unnið að verkefni við að þróa aðferðir til að framleiða verðmætar afurðir úr þessu hráefni, en um samstarfsverkefni er að ræða með Orkídeu og Bændasamtökunum.

Verðmatur úrgangur

Eva Margrét Jónsdóttir, verkefnastjóri hjá Matís, segir að langaó til hafi þessi afskurður í raun flokkast sem úrgangur – ekki verð bændum neins virði heldur frekar kostnaðarauki sem þarf að koma í viðeigandi farveg eins og til dæmis jarðgerð.

„Ef við skoðum framleiðsluna í heild og hvað er búið að kosta miklu til af orku, aðföngum, vinnuafli og næringarefnum til að reikta upp plöntu, þá er oft raunin að það sem flokkast sem eiginleg uppskera – það sem fer á markað – er ekki stærsti hluti plöntunnar. Framleiðsluferli í garðyrkju eru afar mismunandi eftir tegundum og því verður sént fundin ein leið fyrir þessa hliðarafurðir eða úrgang sem hentar hvort á greinina eins vel og jarðgerð.“

Það er samt nauðsynlegt að velja við öllum steinum og skoða hvort ekki er hægt að auka virði og nýtingu afurða enn frekar með öðrum aðferðum.

Lífsmassi nýttur í vörupróun

Eva útskýrir að í upphafi verkefnisins hafi verið ákveðið að einblína á blómkaðsblöð, spergilkálsblöð, rósalauflöð, tómablöð, gúrkublöð og gulrótgras með rannsóknunum



Eva Margrét Jónsdóttir, vinstra megin, stýrir rannsóknunum á næringarinnihaldi og lífvirki afskurðar. Mynd / Aðend

á næringarinnihaldi og lífvirki. „Samhljóða því langaði okkur einnig að skoða betri nýtingu á guðrófum og kartöflum. Á seinni hluta verkefnisins höfum við svo verið á fullu að mæla, þróa vörulugmyndir og áhættugreina hráefnið, einnig líka að skoða lífvirki og vinna lífmassa sem nýttist í vörupróun.“

Frostþurrkaðar hliðarafurðir til kjötbolllugerðar

Hún segir að vörupróunarlutinn hafi verið skemmtilegt ferli innan verkefnisins. „Við höfum þróað kryddblöndu sem inniheldur frostþurrkaðar hliðarafurðir úr grænmetisframleiðslu sem er hugsuð til notkunar í kjötbolllugerð. Hugmyndin er að neytendur geti keypt tilbúna blöndu þurfnarinnar sem inniheldur krydd, frostþurrkað blóm- og spergilkálsblöð, kartöflutrefjar og kartöflustærku sem blandast beint út í hrátt hakk og egg áður en kjötbollurnar eru búnar til og eldaðar. Þetta er í rauninni sama lugmyndafræði og við þekkjum vel með Taco spice

mix sem er afar vinsæl vara á Íslandi.“ segir Eva.

Með notkun á blöndunni sé verið að einfalda eldamennskuna, bæta næringarinnihald og á sama tíma nýta hliðarafurðir sem annars færu til spillis. Vörupróunin sé ekki séríslensk uppfinning, slíkar vörur séu til hér í verslunum en hafi ekki verið mjög áberandi á Íslandi og ekki sé vítað um innlenda framleiðslu á slíkum vörum.

Mörg tækifæri til frekari vinnslu

Eva segir að það sem standi upp úr eftir þessa vinnu – og vakið helst áhuga hennar – er hversu mörg tækifæri séu til frekari vinnslu á þessu hráefni. „Við höfum verið að sjá tillætur mikla andoxunavirkni í rósalauflöðum sem gefur til kynna að afskurður til rósarækt geti til dæmis verið spennandi hráefni til framleiðslu innihaldsefna í snyrtivörum. Blöð af blóm- og spergilkáli eru síður en svo minna næringarrik en blömið sjálft og engir annmarkar við notkun þeirra í matvæli.“



Próuf var kryddblanda sem inniheldur frostþurrkaðar hliðarafurðir úr grænmetisframleiðslu sem er hugsuð til notkunar í kjötbolllugerð.



Alltaf fellur talsvert til, bæði í yl- og útrækt grænmetis, sem ekki telst til eiginlegrar uppskeru. Mynd / Ból

Vandamálið er helst það hvað þau geymast stutt eftir uppskeru svo ekki er hægt að selja þau með á hausnum nema alveg fyrst um sinn. Þetta þýðir að uppskera sérstaklega og annaðhvort vinna strax áfram í hráefni sem hefur lengra geymslulöf eða markaðssetja sérstaklega sem árstíðabundna vöru.

Hliðarafurðirnar eru upp til hópa næringarrikar en hættingreining er nauðsynleg til að greina á milli hvað sé æskilegt að nota í matvæli og hvað ekki. Með hættingreiningu

er lagt mat á annmarka við nýtingu hliðarafurðanna með tilliti til þeirrar hættu sem neysla þeirra gæti skapað neytendum. Það glíða ákveðnar reglur um notkun plöntuvarnarefna á vaxtarstíma matjurtu og sömuleiðis um hvaða varnarefnaefni mega mælast í mismunandi matvælum og í hvaða magni.

Niðurstöður rannsókna benda til þess að áframhaldandi vinnsla hliðarafurða grænmetis leiði til breytinga í styrk varnarefnaeifna í afurðinni eftir vinnslu.



Fersk blómkaðsblöð, frostþurrkað spergilkálsblöð og stílkur sem svo verða að malaðri næringarriki afurð sem nota má í kryddböndu. Mynd / Matís



Meðal þeirra afurða sem urðu fyrir valinu voru gulrótagras. Til hægri er Léhna Labat að vinna úr gulrótagrösunum.
Myndir / Matís

Hráefni og lokaafurð

Eva telur þess vegna nauðsynlegt að skoða ekki eingöngu þetta hráefni sem hrávöru heldur einnig lokaafurð sem ætlunin sé að markaðssetja.

„Stjórnendur matvælafyrirtækja bera ábyrgð á því að ganga úr skugga um hvort matvæli sem þau setja á markað teljist til nýfæðis eða ekki. Með hugtakinu nýfæði (e. novel foods) er átt við hvort hráefni eða matvæli hafi verið á markaði fyrir gildistöku Evrópusambandsreglugerðar um nýfæði í maí 1997.

Á heimasíðu Matvælastofnunar er að finna upplýsingar um hvernig hægt er að kanna hvort vara teljist nýfæði og sömuleiðis um umsóknarferlið. Til að nefna dæmi þá telst gulrótagras til nýfæðis.

Það að hráefni eða matvæli teljist til nýfæðis þýðir samt ekki að það sé leyfilegt til notkunar í matvæli heldur þýðir það að ef nota á slíkt hráefni í matvæli þarf að sækja sérstaklega um leyfi fyrir markaðssetningu á því til framkvæmdastjórnar Evrópusambandsins.

Með slíkri umsókn þurfa að fylgja gögn sem sýna fram á að viðkomandi hráefni eða matvæli sé öruggt til neyslu. Evrópska matvælaöryggisstofnunin (EFSA) tekur þá umsóknina til skoðunar og gefur umsögn. Í kjölfarið veitir þá framkvæmdastjórn Evrópusambandsins leyfi fyrir notkuninni ef fullvist er að matvælin hafi ekki skaðleg áhrif á heilsu. Íslenskir framleiðendur geta sent

fyrirspurn til Matvælastofnunar til að komast að því hvort hráefni eða matvæli teljist nýfæði,” segir Eva.

Hún tekur sérstaklega fram að þau sem unnið hafa að verkefninu ætli ekki að framleiða eða selja þessa vöru.

„Þetta er eingöngu hugmynd að uppskrift og vinnsluferli sem við setjum fram og hver sem vill má nýta eða þróa áfram eftir sínu höfði.“

Von á lokaskýrslu þar sem uppskriftir verða aðgengilegar

Ítarupplýsingar um vinnslu og uppskriftir verða aðgengilegar öllum í lokaskýrslu verkefnisins sem fljótlega er von á. Verkefnið var styrkt af Matvælasjóði.

LÍF & STARF

Verðmætaaukning úr hliðarafurðum garðyrkju:

Steinefna- og próteinríkur afskurður

Mikið fellur til af stilkum, laufblöðum og öðrum afskurði frá íslenskri garðyrkju sem ekki er nýtt til frekari verðmætasköpunar. Hjá Matís er unnið að verkefni sem hefur það að markmiði að þróa aðferðir til að framleiða verðmætur afurðir úr þessu hráefni.

Verkefnið byggir að hluta á verkefnum Bætt garði, geymslufól og mami sína í virðisráðgjafi íslensks grænmetis en helstu niðurstöður þess sýnda fram á mikla möguleika á verðmætasköpun því hliðarafurðir garðyrkju innihalda ýmis efni eins og trefjar, lífvirk efni, bragð og lyktarefni, náttúruleg sótvarnarefni, vitamin og steinefni. Til dæmis bentu mælingar til þess að heildarmagn steinefna sé meira í ýmsum hliðarafurðum garðyrkjunar en er í sjálld græmteinu. Rósa Jónsdóttir, fagfjöldi á sviði líffræði hjá Matís, segir að þetta eigi við til dæmis um bláskál, bláskál og tómata.

Hliðarafurðir geta verið næringarríkar

„Hliðarafurðirnar geta til dæmis verið yfir blátt af bláskáli og spargikáli, laufblöð og hliðargreinar af gúrku- og tómataplöntum. Steinefni sem þarna eru ræðir eru einkum kalk og magnesíum. Helstu meiri prótein verðist vera í ýmsum hliðarafurðum en í mögu græmteinu. Þá eru yfir blátt og laufblöð almenn trefjarriktir en samvarandi græmteinu,“ segir Rósa.

Margvíslegar ávinningar verður af verkefni að sögn Rósa, til dæmis nánari upplýsingar um magn hliðarafurða sem falla til í garðyrkju og svo verður byrjað á hugvænniathugunum við á vinnu þeirra.

„Þá munu fást upplýsingar um



Unnið að rannsóknunum á gúrðum hjá Matís, hér eru þær María Gellardo Urbón og Láhna Lábel.

Mynd: J. Matís

helstu hættur sem getu falist í nýtingu hliðarafurða frá garðyrkju til mataræðis og meir á samvirkum við nýtingu þeirra. Þarna er til dæmis verið að tala um hveit áskilleg efni og óverur leynt í þessum afurðum sem geta hafi neikvæð áhrif á heilsu manna,“ segir hún.

Lífsvirk heilsuþættandi efni

„Einnig munu upplýsingar fást um magn líffræði, til dæmis trefjaefna, í hliðarafurðum nokkurra grænmetistegunda en önnur líffræði eru til dæmis fita og prótein. Þá verða mæld verðmæt

lífvirk efni líki og ferðleika sem geta hafi heilsuþættandi áhrif eða aukin geymslufól, til dæmis andoxunarvirki og órvenndingandi virkni. Það stendur til að búa til þrungin matvör með innihaldsefni úr hliðarafurðum frá garðyrkju. Úppskrift og lýsing á innihaldsefnum



Láhna Lábel við gúrðafurðun.



Yfir blátt bláskála.

fyrir eina til tvær vörur ásamt kynningarrefni um niðursöður verkefnisins verður þá málhætt til lausnunaðila,“ segir Rósa.

Verkefnið hófst um miðjan september í fyrra og er til eins árs. Samstarfsaðilar í verkefni eru Orkidea og Bændasamtök Íslands, en Matvæðisráðgjafi styrkti verkefnið.

Ásmá