



Efnasamsetning sölva – Árstíðarsveiflur

Póra Valsdóttir

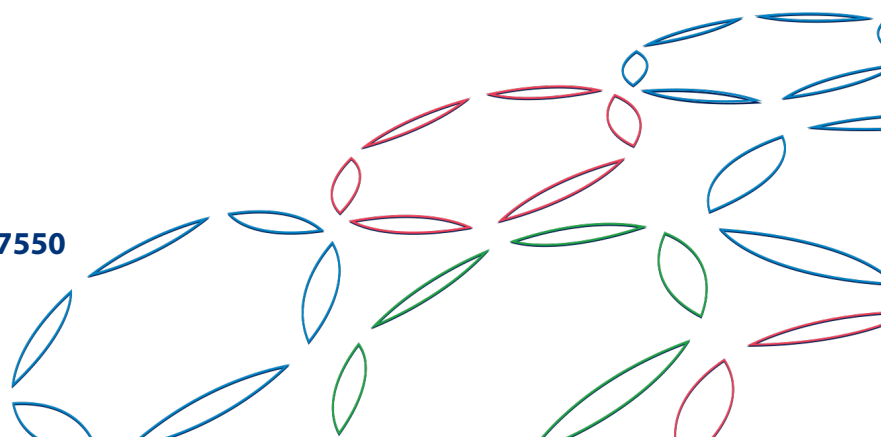
Karl Gunnarsson

Skýrsla Matis 11-19

Ágúst 2019

ISSN 1670-7192

DOI 10.5281/zenodo.3377550



<i>Titill / Title</i>	Efnasamsetning sölvva – Árstíðarsveiflur Composition of dulse - Seasonal variation		
<i>Höfundar / Authors</i>	Póra Valsdóttir og Karl Gunnarsson		
<i>Skýrsla / Report no.</i>	11-19		
<i>Verknr. / Project no.</i>	20081995	Útgáfudagur / Date: Ágúst 2019	
<i>Styrktaraðilar /Funding:</i>	Verkefnissjóður sjávarútvegsins, AVS		
<i>Ágríp á íslensku:</i>	<p>Markmið rannsóknarinnar var að kanna magn næringarefna, steinefna og snefilefna í sölvum eftir árstíma til að meta hvenær best sé að uppskera þau m.t.t. næringarsjónarmiða. Tekin voru sýni á tveimur stöðum, Tjaldanesi við Saurbæ í Dalasýslu og Herdísarvík við Selvog á Reykjanesi á tímabilinu frá október 2011 til apríl 2013.</p> <p>Árstíðarsveiflur greindust í innihaldi næringarefna í sölvum bæði í Herdísarvík og Tjaldanesi og fylgdu þær svo til sama ferli. Snemma vors náði magn trefja, próteina, fitu, ösku og vatns hámarki. Mælingar bentu einnig til árstíðarsveiflna í sumum þeirra steinefna og snefilefna sem mæld voru; kalíum, fosfór, jöð, selen, kadmín og blý. Þungmálmar voru innan viðmiðunarmarka að undanskildu kadmín á veturna.</p>		
<i>Lykilorð á íslensku:</i>	Söl, efnasamsetning, árstími, næringargildi		

<p><i>Summary in English:</i></p>	<p>The aim of the research was to evaluate the seasonal variation in the nutritional value of dulse (<i>Palmaria palmata</i>). Samples were collected at two sites, Tjaldanes by Saurbær in Dalasýsla, W-Iceland, and Herdísarvík by Selvog at Reykjanes, SW-Iceland from October 2011 to April 2013.</p> <p>Seasonal variation was detected in nutritional value of dulse at both Tjaldanes and Herdísarvík, following the same pattern in both places. The value of protein, fat, ash and water peaked early spring. Seasonal variation was as well detected in some of the minerals and heavy metals measured; potassium, phosphorus, iodine, selen, cadmium and lead. Heavy metals were within recommended limits except cadmium in the wintertime.</p>
<p><i>English keywords:</i></p>	<p>Dulse, <i>Palmaria palmata</i>, seasons, nutritional value</p>

Efnisyfirlit

Inngangur	1
Framkvæmd	3
Hráefni og undirbúningur sýna	3
Mælingar	4
Niðurstöður	6
Litur sölvva	6
Efnasamsetning	7
Umræða og ályktanir	17
Þakkarorð	18
Heimildir	19
Viðauki	22

Inngangur

Söl eru rauðþörungar sem vaxa við strendur Íslands og hafa verið nýttir hér á landi frá landnámi. Sölvatekja var langmest sunnan lands og vestan og var mikil verslun með sölvum bæði frá Suðurlandi, Faxaflóasvæðinu og í Breiðafirði (Lúðvík Kristjánsson 1980). Neysla á sölvum hefur haldist fram á okkar tíma, en er um þessar mundir aðeins brot af því sem áður var. Söl eru því vannýtt auðlind sem mikill áhugi er á að nýta betur. Söl eru tínd, verkuð og seld á hefðbundinn hátt á nokkrum stöðum á landinu og margir tína söl til eigin neyslu.

Vitað er að efnasamsetning og næringargildi sölvum er breytileg og ræðst af árstíma og vaxtarstað (Árni Snæbjörnsson & Þyrí Valdimarsdóttir 1996, Galland-Irmouli et al. 1999). Flestar lífsnauðsynlegar amínósýrur eru í próteinum í sölvum (Dawczynski et al., 2007). Söl eru einnig rík af steinefnum og vítamínum. Flestar fjölsykrur í sölvum meltum við ekki og því er lítið á þær sem trefjar. Meginfjölsykran í frumuveggjum sölvum er vatnsleysanlegt xylan sem er samsett af β -(1→3) og β -(1→4) tengdum D-xylósa einingum sem innihalda enga súlfatester eða methoxyhlópa. Þessi fjölsykra er ólík xylan sem finnst í landplöntum og en sú er yfirleitt óleysanleg (Morgan et al., 1980). Helsta forðasykran í sölvum er hins vegar rauðþörungasterkja (e. floridean starch) sem er samsett af α -(1→4)- og α -(1→6) tengdum glúkósaeyningum, dreift stundum með α -(1→3) tengjum svipuðum að uppbyggingu og amylopektín í háplöntum (Percival & McDowell, 1967). Virkni xylan og rauðþörungasterkju úr sölvum í líkamanum er lítið þekkt en vísbendingar eru um að xylan geti dregið úr meltanleika próteinanna í sölvum (Galland-Irmouli et al. 1999; Marrion et al. 2003; Mæhre et al. 2016).

Söl eins og aðrir þörungar geta dregið í sig ýmis skaðleg efni úr umhverfinu. Í þurrkuðum íslenskum sölvum hefur mælst umtalsvert magn af þungmálminum kadmín (Árni Snæbjörnsson & Þyrí Valdimarsdóttir 1996) og það er því mikilvægt að rannsaka efnasamsetningu sölvum sem ætluð eru til manneldis.

Haustið 2011 hófst verkefnið „Söl, útbreiðsla, vöxtur og nýting“ sem hafði það að meginmarkmiði að kanna möguleika á sjálfbærri nýtingu sölvum. Þetta var gert með því að kanna útbreiðslu, meta árstíðabundinn vöxt sölvum og endurvöxt við sölvatekju. Vöxtur á mismunandi svæðum var borinn saman og afrakstur stofna. Þá var borið saman efnainnihald og vöxtur svo hægt væri að meta hvenær hentugast væri að uppskera og hvaða þættir ráða hráefnisgæðum.

Í þessari skýrslu er greint frá einum verkþætti verkefnisins, þ.e. efnasamsetningu og árstíðarsveiflum. Markmið verkþáttarins var að fá áreiðanlegar upplýsingar um næringargildi, magn snefilefna og steinefna í sölvum eftir söfnunarstöðum og árstíma.

Framkvæmd

Sýnum var safnað á tveimur stöðum, í Herdísarvík í Selvogi á Reykjanesi og við Tjaldanes í Saurbæ, Dalasýslu á tímabilinu haust 2011 til vor 2013. Til að byrja með var eingöngu safnað í Herdísarvík en frá og með febrúar 2012 var safnað á báðum stöðum, einu sinni í mánuði, um háfjöru. Í töflu 1 má sjá sýnatökudagana.

Tafla 1. Staðsetning og dagsetningar sýnatöku ásamt frystidagsetningu sýna.

Staðsetn.	Dags. söfunar	Dags. frysting	Staðsetn.	Dags. söfunar	Dags. frysting
Herdísarvík	27.10.2011	27.10.2011			
Herdísarvík	25.11.2011	25.11.2011			
Herdísarvík	24.1.2012	25.1.2012			
Herdísarvík	8.2.2012	9.2.2012	Tjaldanes	23.2.2012	27.2.2012
Herdísarvík	12.3.2012	16.3.2012	Tjaldanes	22.3.2012	23.3.2012
Herdísarvík	10.4.2012	13.4.2012	Tjaldanes	20.4.2012	23.4.2012
Herdísarvík	8.5.2012	10.5.2012	Tjaldanes	21.5.2012	23.5.2012
Herdísarvík	4.6.2012	5.6.2012	Tjaldanes	20.6.2012	22.6.2012
Herdísarvík	23.7.2012	26.7.2012	Tjaldanes	24.7.2012	26.7.2012
Herdísarvík	3.8.2012	3.8.2012	Tjaldanes	21.8.2012	24.8.2012
Herdísarvík	4.9.2012	5.9.2012	Tjaldanes	17.9.2012	17.9.2012
Herdísarvík	1.10.2012	2.10.2012	Tjaldanes	16.10.2012	17.10.2012
Herdísarvík	28.11.2012	29.11.2012	Tjaldanes	13.11.2012	15.11.2012
Herdísarvík	11.1.2013	14.1.2013	Tjaldanes	13.12.2012	14.12.2012
Herdísarvík	28.1.2013	29.1.2013	Tjaldanes	14.1.2013	16.1.2013
Herdísarvík	26.2.2013	26.2.2013	Tjaldanes	11.2.2013	18.2.2013
Herdísarvík	27.3.2013	27.3.2013	Tjaldanes	12.3.2013	14.3.2013
Herdísarvík	10.4.2013	10.4.2013	Tjaldanes	9.4.2013	9.4.2013

Hráefni og undirbúningur sýna

Söl voru skorin af stilk í fjöru og sett í plastpoka (dagur 1). Þau voru síðan flutt á Hafrannsóknastofnun þar sem þau voru skoðuð m.t.t. ásætna, útlits o.fl. (dagur 1-2). Því næst voru sýnin flutt á Matís og geymd í kæli fram að hreinsun (dagur 2). Sölin voru sett á sigti og sjórinn látinn leka af þeim og þau hreinsuð vel (m.a. voru kalkþörungur og slý fjarlægð). U.þ.b. 30 g af sýni voru sett í plastdós fyrir mælingu á vatnsinnihaldi. Afgangurinn af sýninu var settur í bakka og vigtaður (hver bakki 150 ± 20 g). Þá voru bakkarnir merktir, lok sett á þá, sýnin fryst við -24°C og geymd fram að frostþurrkun.

Sýnin voru frostþurrkuð í frostþurrkara (Genesis 25 SQ EL, SP Industries, NY) þar til 25°C hitastigi var náð í sýni (úr -15°C) (sjá nánar þurrkferli í viðauka). Eftir frostþurrkun voru sölin þökkuð í rakapétta plastpoka og geymd við stofuhita fram að mælingum. Myndir voru teknar af frostþurrkuðum sýnum fyrir mölun (sjá Myndir V2 og V3 í Viðauka,). Söl voru klippt niður og möluð í IKA Labortechnik Typ.A10 (Janke & Kunkel GmbH) til að smækka þau og auðvelda marktæka sýnatöku, kornastærð >1mm.

Mælingar

Mælingar voru gerðar á efnasamsetningu. Við mat á efnasamsetningu var mælt næringargildi (vatn, prótein, fita, aska, trefjar), steinefni (Na, Mg, P, K, Ca, I) og snefilefni (Fe, As, Se, Cd, Hg, Pb). Allar mælingar voru framkvæmdar á efnarannsóknarstofu Matís að undanskildum mælingum á trefjum og jöði (I) sem voru gerðar hjá LUFA-ITL GmbH í Kiel í Þýskalandi.

Prótein. AE 3. Sýni voru brotin niður í brennisteinssýru í viðurvist CuSO_4 sem hvata. Sýni sett í eimingartæki, 2400 Kjeltec Auto Sampler System. Sýrulausnin gerð basísk með NaOH. Ammoníakið eimað í bórsýru og síðan títrað með H_2SO_4 . Niturmagnið margfaldað með stuðlinum 6,25 til að fá hlutfall (%) af grófu próteini (ISO 5983-2).

Vatn. AE 4. Sýnið hitað í ofni við $103^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ í 4 klst. Hlutfall raka samsvarar þyngdartapinu. (ISO 6496 1999).

Aska. AE 5. Sýnið hitað við 550°C í 3 klst., og leifarnar vigtaðar. (ISO 5984-2002).

Fita. Fituútdráttur var gerður með blöndu af klóroformi og methanóli byggt á aðferð Bligh og Dyer (1957) með aðlögunum Hanson and Olley (1963), með smá breytingum. Til að hindra oxun fitunnar voru sýnin meðhöndluð í ísbaði, BHT (butylated hydroxytoluene) (50-100 mg/L) var sett í alla leysa og aðgengi ljóss hindrað. Útdrátturinn var settur í skilvindu við 100x g í 20 mín við $0-5^\circ\text{C}$ (Beckman Coulter TJ-25 Centrifuge Rotor TS-5.1-500). Neðra lagið sem inniheldur klóróformið með fitunni síað undir lofttæmi gegnum glertrefjasíu (Whatman GH/D Springfield Mill, England).

Trefjar Fjölmargar fjölsykrur eru í þörungum, flestar þeirra nýtast lítið í líkamanum og falla því undir trefjaefni (Holdt & Kraan, 2011). Sýni voru mæld með „enzymatic-gravimetric“ aðferð (LUFA aðferð 64 LFGB L 00.00-18) (AOAC 1994). Þessi aðferð á að mæla heildarmagn

„hefðbundinna“, leysanlegra og óleysanlegra trefja með háan sameindabunga; „nonstarch“ fjölsykrur, lignín, „resistant starch“ (partially) en ekki inulin og oligosaccharide (3-9 monomeric einingar).

Kolvetni. Heildarkolvetni var áætlað út frá mælingum á vatni, próteini, fitu og ösku sbr. $100g - (m_v + m_p + m_f + m_a) = m_k$. Kolvetni ná þá yfir meltanlegar sykrur, meltanlegar fjölsykrur og lítt meltanlegar trefjar. **Kolvetni án trefja**, áætlað út frá mælingum á vatni, próteini, fitu, trefjum og ösku sbr. $100g - (m_v + m_p + m_f + m_t + m_a) = m_{kát}$. Áætlað er að smærri fjölsykrur falli undir kolvetni án trefja.

Steinefni og snefilefni. Mælingar á steinefnum og snefilefnum og gæðaeftirlit mælinga var samkvæmt lýsingu Helgu Gunnlaugsdóttur o.fl. (2010).

Joð. Mælt með ICP-MS skv. LUFA aðferð (DIN EN 15111(NW) 2007).

Niðurstöður

Litur sölvva

Litur sölvanna og breytingar á honum m.t.t. árstíma var ólíkur milli Tjaldaness og Herdísarvíkur. Sölin sem uxu í Tjaldanesi lýstust þegar vora tók og voru orðin mjög gul í júlí, þau tóku svo að dökkna aftur er líða tók á haustið (sjá myndir 1, a-c.). Litabreytingarnar voru töluvert minni í Herdísarvík, sölin lýstust einnig um vorið, sum blöðin fengu grænleitan blæ en að mestu héldu þau þó sínum rauða lit yfir sumarið og voru aftur orðin dimmrauð í september (sjá myndir 1, d-f.).



a. Tjaldanes 20.4.2012



b. Tjaldanes 24.7.2012



c. Tjaldanes 16.10.2012



d. Herdísarvík 8.5.2012



e. Herdísarvík 23.7.2012



f. Herdísarvík 1.10.2012

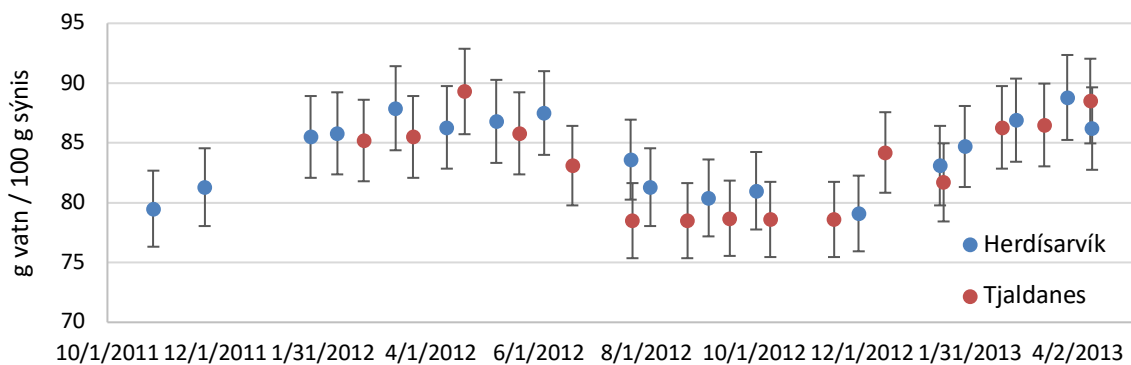
Mynd 1. Frostþurrkuð sýni af sölvum safnað við Tjaldanes við Saurbæ í Dalasýslu (a-c) og Herdísarvík við Selvog á Reykjanesi (d-f). Myndir af öllum sýnum má sjá í viðauka, myndir V2 og V3.

Sterkt ljós samfara köfnunarefnisskortri hefur áhrif á lit sölvva, þau lýsast (Morgan & Simpson 1981). Í sjónum við Herdísarvík og í innanverðum Breiðafirði er styrkur köfnunarefnis mjög lágur yfir sumarið. Mælingar í námunda við athugunarstöðvarnar sýna að köfnunarefnisstyrkur er hár í lok vetrar. Hann fellur síðan hratt á vorin í kjölfar vorblóma svifþörunga og er mjög lágur yfir sumarið en fer að hækka aftur í lok ágúst og hefur náð háum vetrargildum fyrir áramót. Þessu er almennt eins farið allt í kringum land, bæði innfjarðar og í strandsjónum fyrir utan firði (Unnsteinn Stefánsson et al. 1987, Ólafur S. Ástþórsson 1990, Kristinn Guðmundsson et al. 1993, Ástþór Gíslason et al. 2000, Agnes Eydal 2003, Agnes Eydal & Sólveig R. Ólafsdóttir 2007). Herdísarvík liggur fyrir opnu hafi og því gæti verið að sú mikla

hreyfing sem er á sjónum þar stuðli að betra aðgengi að því litla köfnunarefni sem er til staðar í sjónum á sumrin. Það gæti skýrt hví sölin halda betur lit sínum í Herdísarvík en í Tjaldanesi.

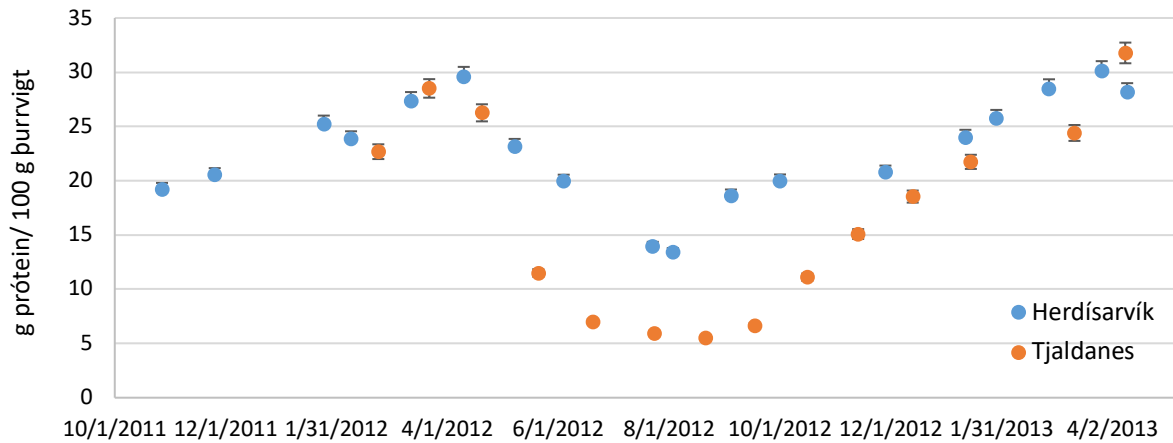
Efnasamsetning

Niðurstöður efnamælinga á sölvum má sjá á myndum 1-16 (sjá einnig töflur V1-V4 í viðauka). Vatnsinnihald breyttist mikið með árstíðum. Vatnsinnihald mældist yfirleitt lítið eitt lægra í sýnum frá Tjaldanesi en Herdísarvík, munurinn fellur þó innan mælióvissu og telst því ekki marktækur (mynd 2). Vatnsinnihaldið virtist vera í hámarki á vorin en lækka síðan þegar leið á sumarið. Vatnsinnihald eftir þurrkun mældist á bilinu 5-10%.



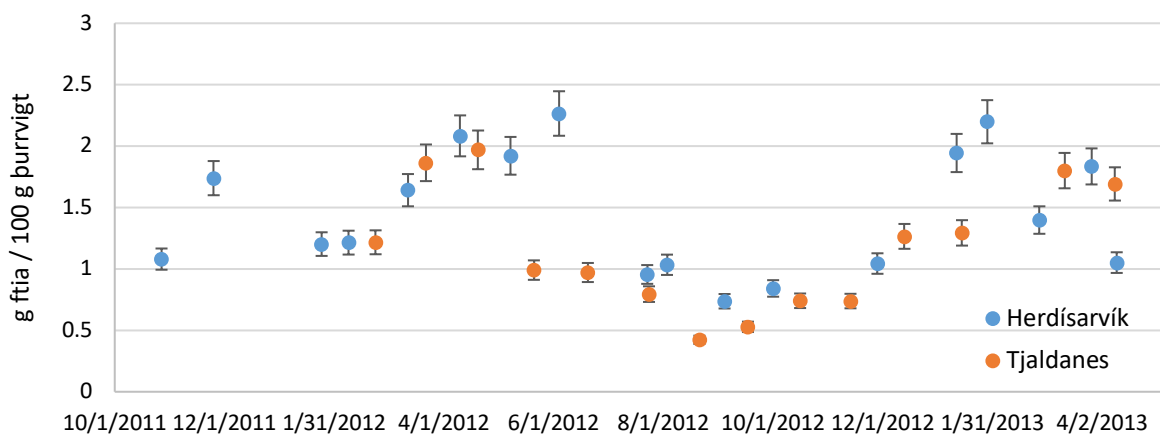
Mynd 2. Breytingar á vatnsinnihaldi eftir árstíma og staðsetningu. Mælióvissa, 4%, er sýnd með lóðréttum strikum.

Próteininnihald náði hámarki í mars/apríl en lækkaði síðan á báðum stöðum (mynd 3). Magn próteins mældist svipað í Herdísarvík og Tjaldanesi framan af vori en lækkaði síðan töluvert meira í Tjaldanesi yfir sumarið. Próteininnihald var í ágætu samræmi við mælingar úr öðrum rannsóknum (sjá töflur V5, V8, V11 í viðauka). Hafa ber í huga að breytistuðull 6,25 var notaður til að umreikna mælt niturmagn í prótein (próteinstaðall ISO 5983-2). Nýlegar rannsóknir benda til þess að breytistuðullinn sé lægri fyrir söl eða 4,7 (Bjarnadóttir et.al., 2018). Það þýðir að próteinmagn sé lægra en kemur fram á mynd 3.



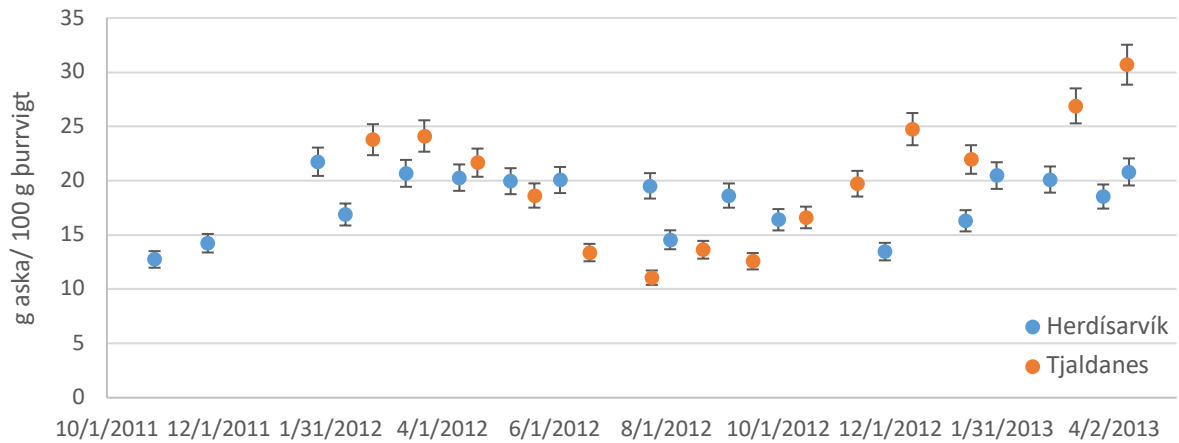
Mynd 3. Breytingar á próteininnihaldi eftir árstíma og staðsetningu. Mælióvissa, 3%, er sýnd með lóðréttum strikum.

Fituinnihald náði hámarki í apríl/maí en lækkaði síðan, að undanskilinni mælingu í júní í Herdísarvík (mynd 4). Fitumagn mældist svipað í Herdísarvík og Tjaldanesi á tímabilinu að undanskilinni framangreindri mælingu í júní. Fituinnihald var í ágætu samræmi við mælingar úr öðrum rannsóknum, þó heldur í hærri kantinum (sjá töflur V5, V8 og V11 í viðauka).



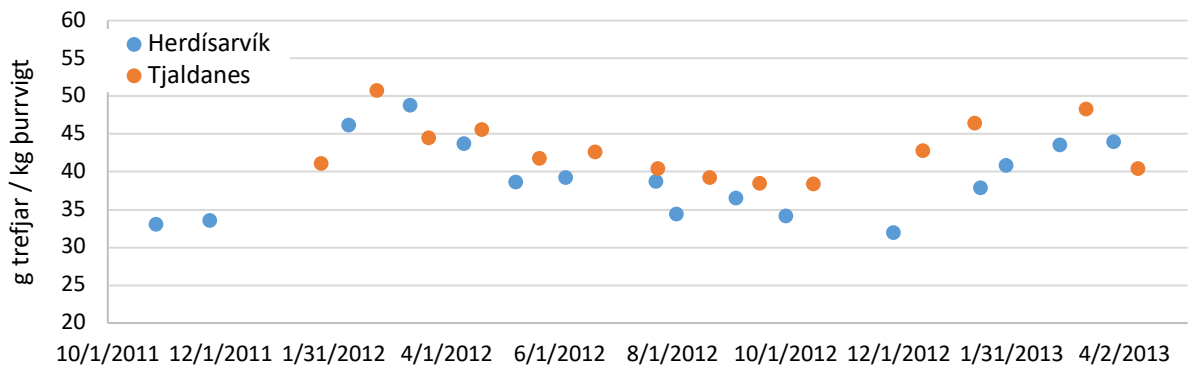
Mynd 4. Breytingar á fituinnihaldi eftir árstíma og staðsetningu. Mælióvissa, 8%, er sýnd með lóðréttum strikum.

Öskuinnihald virtist ná hámarki í mars/apríl en lækka síðan (mynd 5). Sveiflur virtust vera meiri í sýnum frá Tjaldanesi milli árstíma en í Herdísarvík. Öskuinnihald var í ágætu samræmi við mælingar úr öðrum rannsóknum (sjá töflur V5, V8, V11 í viðauka).



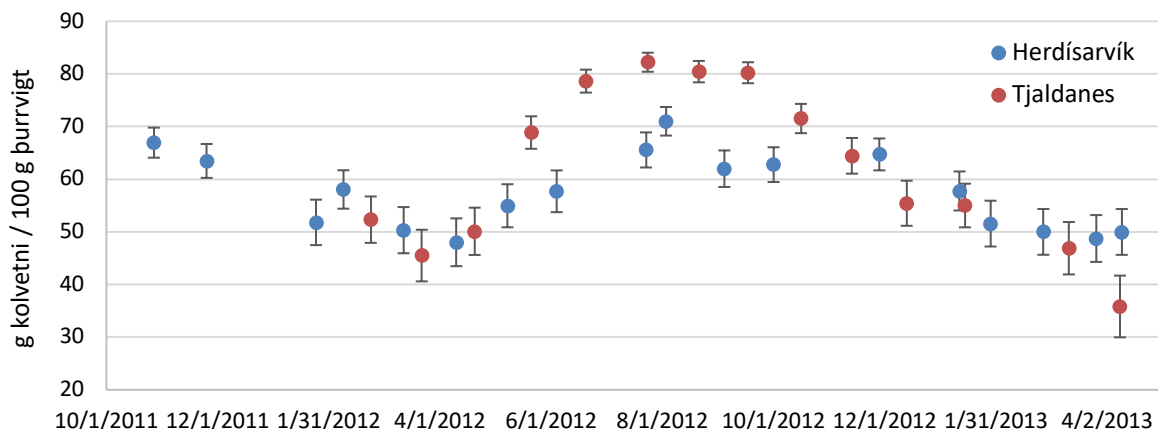
Mynd 5. Breytingar á öskuinnihaldi eftir árstíma og staðsetningu. Mælióvissa, 6%, er sýnd með lóðréttum strikum.

Trefjamagn í sölvum virtist ná hámarki síðla vetrar (mynd 6). Svipuð gildi mældust í sýnum frá Herdísarvík og Tjaldanesi. Trefjainnihald var í ágætu samræmi við mælingar úr öðrum rannsóknum (sjá töflur V5, V8, V11 í viðauka).



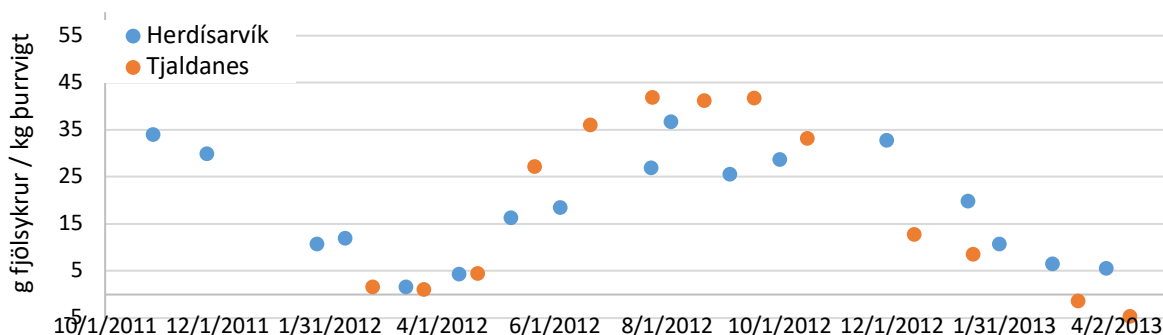
Mynd 6. Breytingar á trefjainnihaldi eftir árstíma og staðsetningu. Óvissa óþekkt.

Breytingar á kolvetnisinnihaldi virtist fylgja nokkurn veginn sama ferli við Herdísarvík og Tjaldanes, var í lágmarki síðla vetrar og náði hámarki síðla sumars (mynd 7). Magn kolvetnis í maí virtist þó hækka meira í sölvum frá Tjaldanesi en Herdísarvík og haldast hærra út sumarið. Hafa ber í huga að kolvetnisinnihaldið er reiknað gildi sem byggir á mælingum á öðrum næringarefnum og er því háð nákvæmni þeirra.



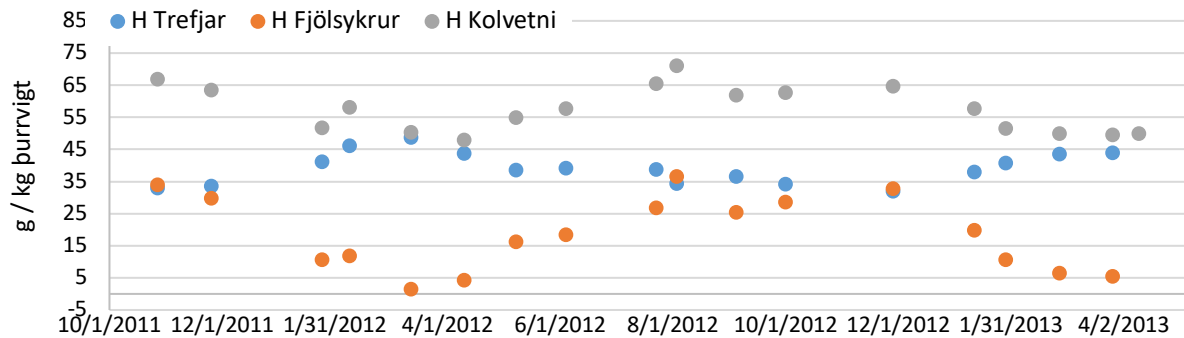
Mynd 7. Breytingar á reiknuðu kolvetnisinnihaldi eftir árstíma og staðsetningu. Trefjar eru innifaldar í kolvetnisinnihaldi. Óvissa er reiknuð út frá óvissu í mælingum á próteini, fitu og ösku.

Þegar kolvetni án trefja, reiknaðar fjölsykur, voru skoðaðar, kom í ljós að magn þeirra féll alveg niður síðla vetrar og náðu þær hámarki á haustin (mynd 8). Breytingarnar virtust fylgja nokkurn veginn sama ferli við Herdísarvík og Tjaldanes.

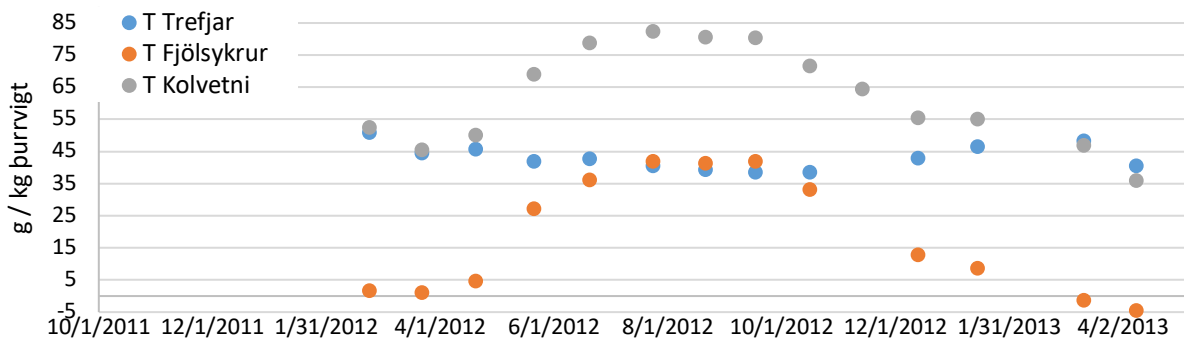


Mynd 8. Breytingar á reiknuðu magni smærri fjölsykra (kolvetni án trefja) eftir árstíma og staðsetningu. Trefjar eru ekki innifaldar í kolvetnisinnihaldi hér. Óvissa óþekkt.

Samanburður á heildarkolvetnum, trefjum og smærri fjölsykrum (kolvetna án trefja) sýndu áhugavert ferli (myndir 9 og 10). Breytingar á heildarkolvetnamagni fylgdu fyrst og fremst breytingum á smærri fjölsykrum (kolvetna án trefja). Trefjamagn sveiflaðist aðeins á milli árstíða en ekkert í samanburði við önnur kolvetni. Kolvetni síðla vetrar virtust nær eingöngu vera í formi trefja.



Mynd 9. Samanburður á magni trefja, reiknuðum kolvetnum og kolvetnum án trefja (fjölsykrur) eftir árstíma við Herdísarvík. Óvissa óþekkt.

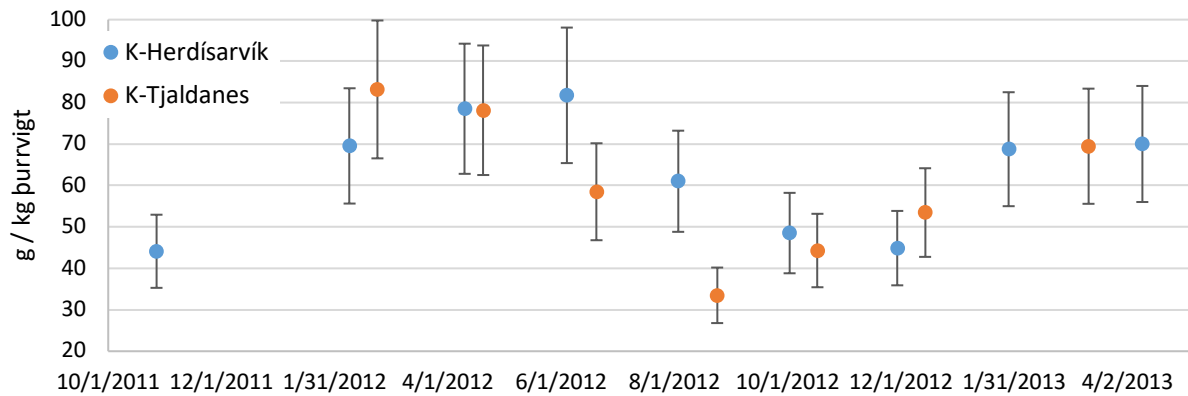


Mynd 10. Samanburður á magni trefja, reiknuðum kolvetnum og kolvetnum án trefja (fjölsykrur) eftir árstíma við Tjaldanes. Óvissa óþekkt.

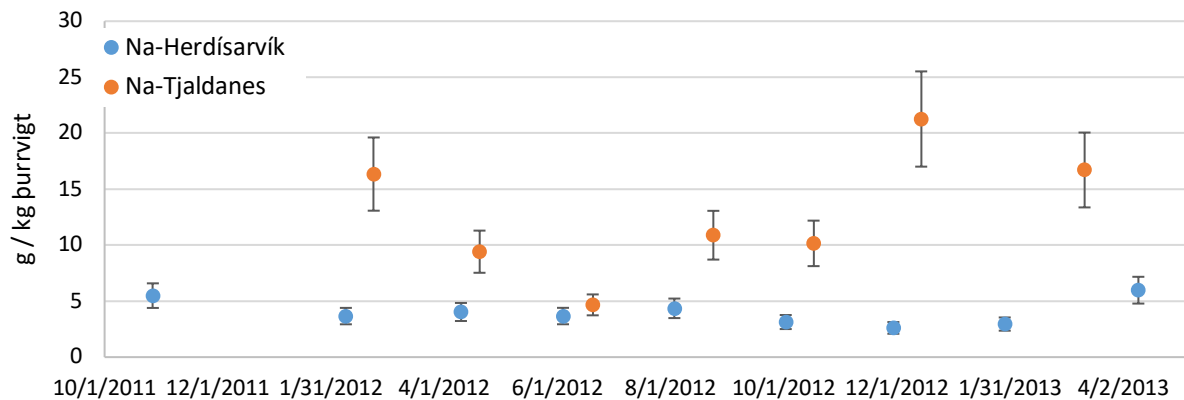
Mælingar á steinefnum, gáfu til kynna árstíðarsveiflu (sjá töflu V3, viðauka). Steinefni virtust ná hámarki í sölvum á vorin og lækkuðu síðan er leið á sumarið. Töluvert hærra kalíuminnihald mældist í sölvunum en natríum sem er í samræmi við heimildir þó gildin hafi verið mishá (sjá töflur V6, V9 og V11 í viðauka).

- Kalíum virtist ná hámarki á vorin en lækka síðan aftur. Svipuð gildi mældust í sýnum frá Herdísarvík og Tjaldanesi. Natríum-innihald breyttist hins vegar lítið í sölvum frá Herdísarvík en féll frá vori fram á sumar í Tjaldanesi.
- Magnésíum-innihald breyttist lítið í sýnum frá Herdísarvík á athugunartímabilinu. Meiri sveifla var í sýnum frá Tjaldanesi, þar mældust hæstu gildin í kringum áramót og voru þá hærri en í Herdísarvíkursýnum.
- Fosfór virtist ná hámarki á vorin. Ferli breytinga mældist svipað á báðum stöðum, mæligildi voru þó heldur hærri í Herdísarvík en við Tjaldanes.

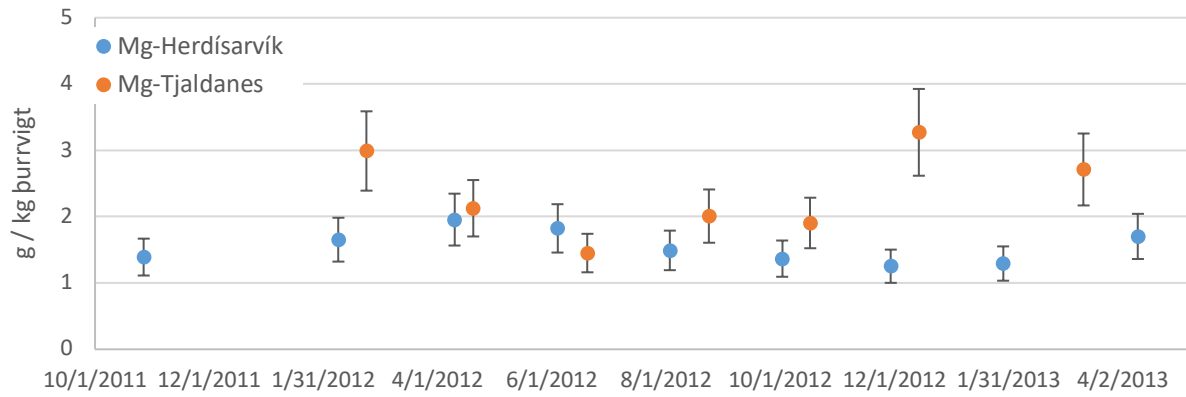
- Töluverð sveifla virtist vera í magni kalsíum í Herdísarvík meðan magnið var stöðugra í Tjaldanesi. Árstíðarveiflur voru ekki skýrar.



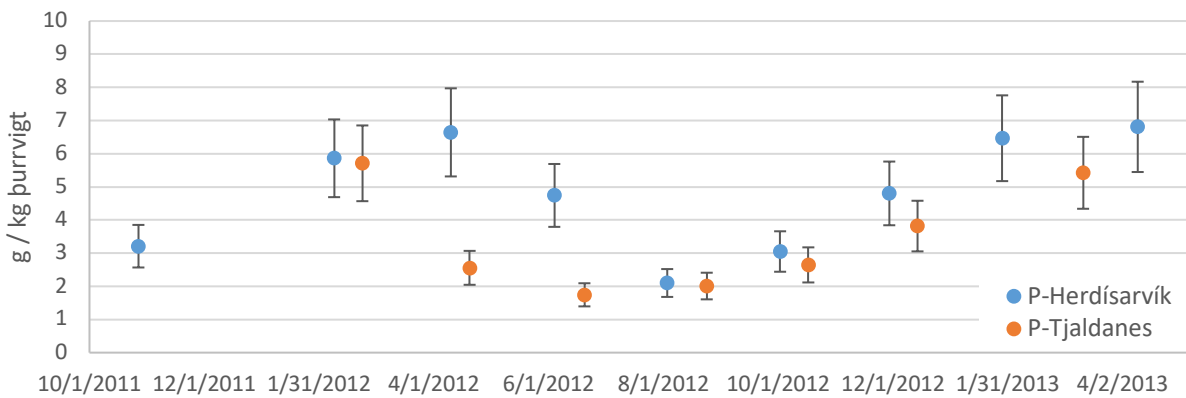
Mynd 11. Breytingar á kalíum (K) innihaldi eftir árstíma og staðsetningu. Óvissa, 20%, er sýnd með lóðréttum strikum.



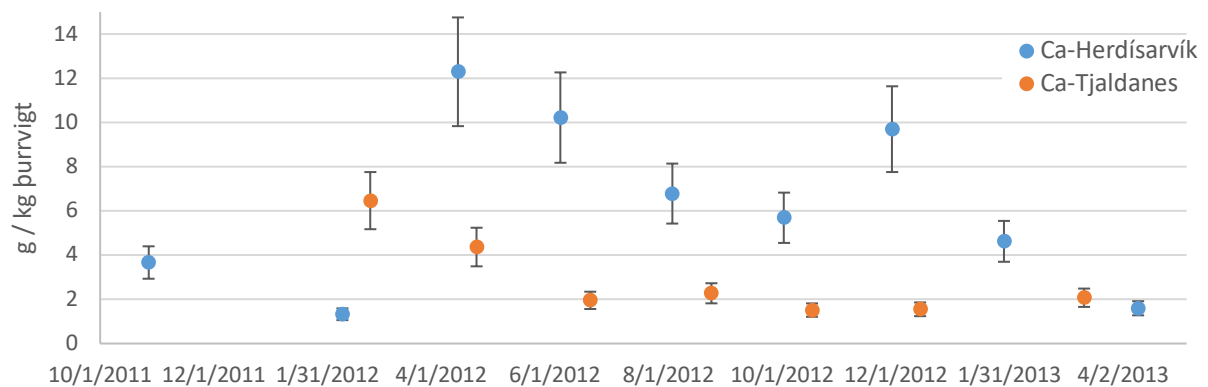
Mynd 12. Breytingar á natríum (Na) innihaldi eftir árstíma og staðsetningu. Óvissa, 20%, er sýnd með lóðréttum strikum.



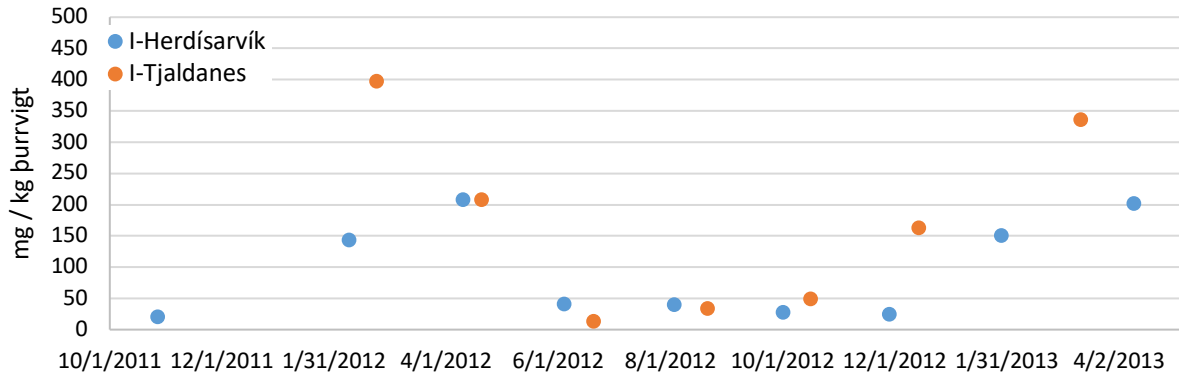
Mynd 13. Breytingar á magnesíum (Mg) innihaldi eftir árstíma og staðsetningu. Óvissa, 20%, er sýnd með lóðréttum strikum.



Myndir 14. Breytingar á fosfór (P) innihaldi eftir árstíma og staðsetningu. Óvissa, 20%, er sýnd með lóðréttum strikum.



Mynd 15. Breytingar á kalsíum (Ca) innihaldi eftir árstíma og staðsetningu. Óvissa, 20%, er sýnd með lóðréttum strikum.

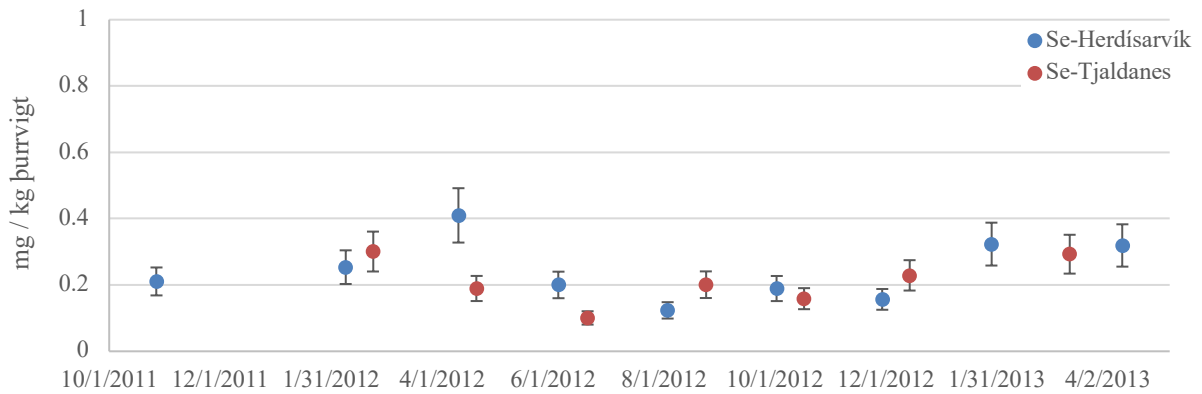


Myndir 16. Breytingar á joð (I) innihaldi eftir árstíma og staðsetningu. Óvissa er óþekkt fyrir joð (I).

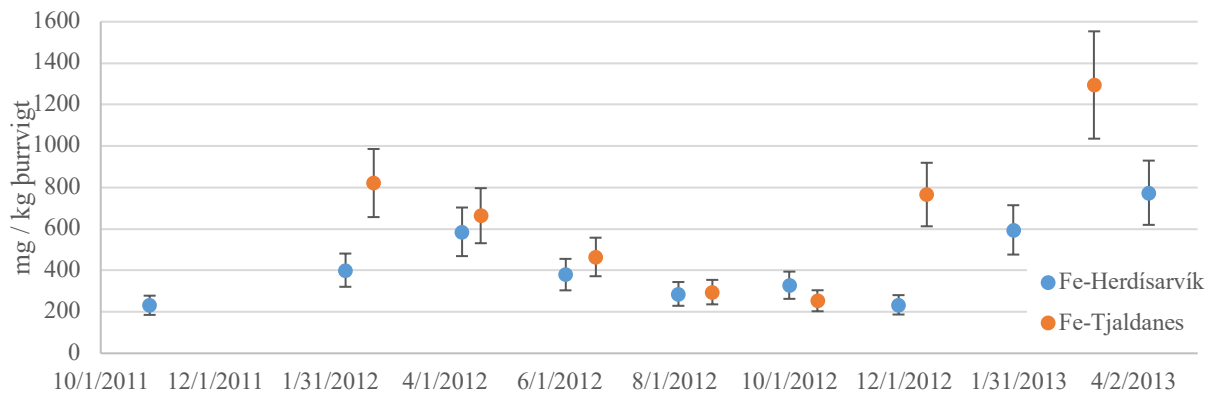
Joð virtist ná hámarki í mars/apríl en falla svo niður. Joðgildi voru svipuð í sölvum frá Herdísarvík og Tjaldanesi frá vori fram á haust en mældust yfir vetrarmánuðina hærrí í sýnum frá Tjaldanesi.

Mælingar á járn, selen, kadmíum og blýi gáfu til kynna árstíðarsveiflu. Ekki mældist munur milli árstíma í arsen- og kvikasilfur-innihaldi.

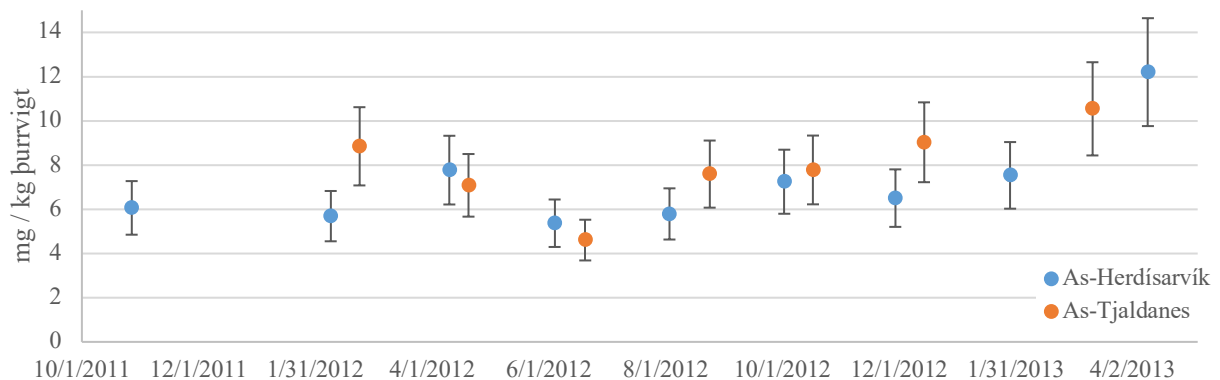
- Selen virtist ná hámarki í sölvum á vorin en lækka síðan. Selen mældist svipað í sölvum frá báðum athugunarstöðum.
- Járn virtist ná hámarki á vorin og lækka síðan er leið á sumarið. Járn magn mældist svipað í sölvum frá Herdísarvík og Tjaldanesi, var þó heldur hærra í Tjaldanesi síðla vetrar.
- Breytingar á arseni voru ekki marktækar á milli árstíða, það virtist þó vera örlítill hækkun síðla vetrar og lágmarki náð um mitt sumar. Magn arsens mældist svipað í sölvum frá Herdísarvík og Tjaldanesi og mældist ferli breytinga svipað.
- Kadmíum virtist ná hámarki á vorin og lækka síðan er leið á sumarið. Örlítið meiri hækkun var á vorin á kadmíum í sýnum frá Herdísarvík, en Tjaldanesi, að öðru leyti voru mæligildin svipuð.
- Blý virtist ná hámarki að vori til. Hafa skal í huga að mæligildin voru nálægt greiningarmörkum og óvissa í mælingu því mikil.
- Kvikasilfurmagn í sýnunum mældist í öllum tilfellum við eða undir greinarmörkum.



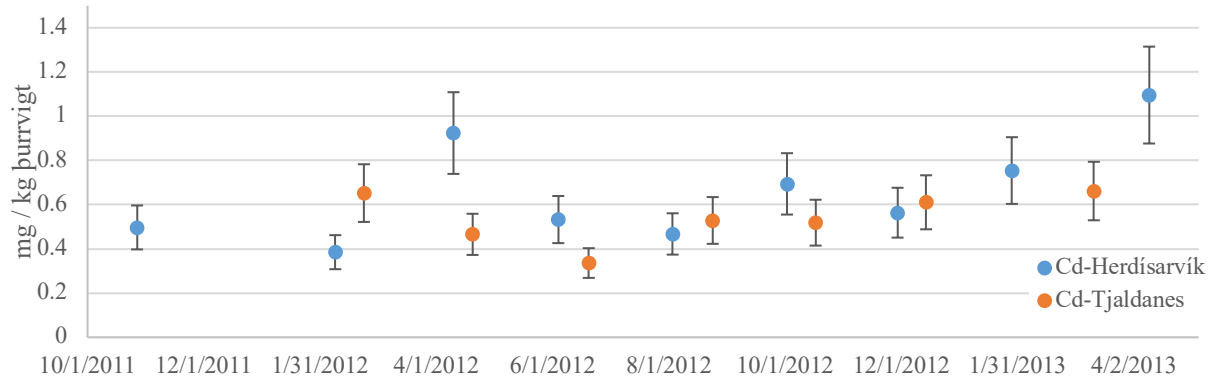
Mynd 17. Breytingar á selen (Se) innihaldi eftir árstíma og staðsetningu. Óvissa, 20%, er sýnd með lóðréttum strikum.



Mynd 18. Breytingar á járn (Fe) innihaldi eftir árstíma og staðsetningu. Óvissa, 20%, er sýnd með lóðréttum strikum.



Mynd 19. Breytingar á arsen (As) innihaldi eftir árstíma og staðsetningu. Óvissa, 20%, er sýnd með lóðréttum strikum.



Mynd 20. Breytingar á kadmíum (Cd) innihaldi eftir árstíma og staðsetningu. Óvissa, 20%, er sýnd með lóðréttum strikum.

Umræða og ályktanir

Árstíðarsveiflur greindust í innihaldi næringarefna í sölvum í Herdísarvík og Tjaldanesi. Síðla vetrar náði magn trefja, próteina, fitu, ösku og vatns hámarki. Það lækkaði yfir sumarmánuðina en fór svo aftur að aukast á haustin. Magn próteins og fitu hækkaði fyrst, náði lágmarki í ágúst, en trefjar og steinefni fóru ekki hækka fyrir en snemma vetrar. Mælingar bentu einnig til árstíðarsveifla í sumum þeirra steinefna og snefilefna sem mæld voru (þó óljósari vegna lítils styrks og mælióvissu), kalíum, fosfór, jöð, selen, kadmíns og blý náðu hámarki á vorin og lækkuðu síðan er leið á sumarið. Niðurstöður mælinga sýndu ágætis samræmi milli sýna frá Herdísarvík og Tjaldanesi. Árstíðarveiflurnar virtust þó vera meiri í Tjaldanesi fyrir prótein og ösku.

Árstíðabundnar breytingar á næringarefnum voru í samræmi við aðrar sambærilegar rannsóknir (Þóra Valsdóttir & Karl Gunnarsson 2011; Galland-Irmouli et al. 1999; Rødde 2004). Mikið af næringarefnum eru í sjónum síðla vetrar, próteinmagn eykst og söl vaxa hratt. Í byrjun sumars minnkar vöxturinn en þess í stað fara söl að safna í sig forðasykrum sem ná hámarki síðla sumars. Á haustin fara þau að vaxa aftur samhliða auknu magni næringarefna í sjónum. Einhver breytileiki virðist vera á milli svæða m.t.t. nákvæmrar tímasetningar þessara breytinga. Niðurstöður þessarar rannsóknar benda til svipaðra tímasetninga árstíðarsveiflanna og hafa sést í öðrum mælingum hér á landi (Þóra Valsdóttir & Karl Gunnarsson 2011). Til samanburðar má benda á að í Þrándheimi hefur hámark próteins í sölvum mælst í mars í Þrándheimi (Rødde 2004) en í maí í Frakklandi (Galland-Irmouli et al. 1999).

Niðurstöður mælinga á magni næringarefna voru í ágætu samræmi við mælingar úr öðrum rannsóknum (sjá töflur V5, V8, V11 í viðauka). Hvað varðar þungmálma, þá er ekki til sérstök reglugerð á Íslandi eða í Evrópusambandinu um hámarksgildi í matþörungum, hins vegar er oft litið til franskra reglugerðar um matþörunga (CEVA 2010) til viðmiðunar. Sé tekið mið af henni þá falla öll sýnin undir viðmiðum fyrir jöð, kvikasilfur og blý. Kadmín var hins vegar á bilinu 0,3-1,1 mg/kg þurrvigt sem er heldur hátt, en viðmiðið er 5 mg/kg þurrvigt. Á sumrin og fram á haust var innihald kadmíns innan marka, en á veturna og fram á vor yfir mörkum. Mæligildin voru örlítið lægri í Tjaldanesi en í Herdísarvík. Í reglugerðinni er miðað við ólífrænt arsen en einungis var unnt að mæla heildararsen í þessari rannsókn og því er ekki unnt að bera þau gildi saman.

Fjölmargar fjölsykrur eru í þörungum og flestar þeirra nýtast lítið í líkamanum og falla því undir trefjaefni (Holdt, Kraan 2011). Lengi vel hefur tíðkast að ákvarða kolvetni sem afgang þegar önnur meginefni höfðu verið dregin frá heildinni. Kolvetnin náðu þá yfir meltanlegar smásykrur, meltanlegar fjölsykrur og fjölsykra á formi lítt meltanlegra trefja. Mælingar á einstökum fjölsykrutegundum eru flóknar og kostnaðarsamar og því ekki hlaupið að því að láta gera slíkar mælingar. Þær gefa hins vegar mun betri mynd af því hver raunverulegur breytileiki er á magni fjölsykranna eftir árstímum og þar með eiginleikum m.t.t. nýtingar til manneldis. Í reglugerð um merkingu matvæla (ANR 2014) er gert ráð fyrir að orka fyrir trefjar sé reiknuð sérstaklega og því er þörf á að aðgreina meltanleg kolvetni og trefjar. Í ljósi þess að ekki var unnt að mæla meltanlegar sykrur og fjölsykrur í þessari rannsókn var farin sú leið að mæla trefjar en reikna út magn smærri sykra/fjölsykra (meltanleg kolvetni) út frá mælingum á öðrum meginefnum sem skapar meiri óvissu í magni þeirra. Niðurstöður mælinganna/útreiknings sýndu mjög mikla sveiflu á milli árstíma í magni smærri fjölsykra, þrátt fyrir mælióvissu má því áætla að magn þeirra hafi verið í lágmarki síðla vetrar en náð hámarki í lok sumars. Áhugavert væri að vita hversu mikið af þessari sveiflu hafi komið til vegna breytinga í magni vatnsleysanlegs xylans, rauðþörungssterkju (e. floridean starch) eða annarra fjölsykra í sölvum.

Vísbendingar eru um að fjölsykur í sölvum dragi úr meltanleika m.a. próteina (Galland-Irmouli et al. 1999; Marrion et al. 2003; Mæhre et al. 2016) og því gæti verið, út frá næringarfræðilegu sjónarhorni, best að skera upp sölv síðla vetrar eða á vorin. Hins vegar mældist magn kadmín yfir hámarksgildum á þessum tíma. Í því ljósi er ráðlegt að safna sölvum frekar á sumrin eða á haustin í Tjaldanesi og Herdísarvík eins og hefð hefur verið fyrir.

Þakkarorð

Höfundar þakka Verkefnasjóði sjávarútvegsins og AVS sjóðnum veittan styrk til verkefnisins Söl, útbreiðsla, vöxtur og nýting sem þessi skýrsla er hluti af. Einnig þökkum við Svanhildi Egilsdóttur fyrir aðstoð við söfnun og frágang sýna.

Heimildir

- Agnes Eydal 2003. Áhrif næringarefna á tegundasamsetningu og fjölda svifþörunga í Hvalfirði. Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit, **99**: 1-44.
- Agnes Eydal, Sólveig R. Ólafsdóttir 2007. Sjór og svifgróður í Mjóafirði. Náttúrufræðingurinn, **75**(1):51-59.
- Almela, C., Jesus Clemente, M., Velez, D. & Montoro, R. 2006. Total arsenic, inorganic arsenic, lead and cadmium contents in edible seaweed sold in Spain. *Food and Chemical Toxicology*, **44**:1901-1908.
- ANR 2014. Reglugerð 1294/2014 um miðlun upplýsinga um matvæli til neytenda. Atvinnu- og nýsköpunarráðuneytið 2014.
- ANZFA 1997. Australian New Zealand Food Authority. Food Standards Code, Issue 41.
- AOAC 1994. AOAC Official Method 991.43 Total, Soluble, and Insoluble Dietary Fibre in Foods. Association of Official Analytical Chemists, Inc. Virginia, USA.
- Árni Snæbjörnsson & Þyrí Valdimarsdóttir 1996. Söl - Rannsóknir á nokkrum þáttum hreinleika og hollustu. *Freyr* **92**:329-333
- Ástþór Gíslason, Ólafur S. Ástþórsson, Hildur Pétursdóttir Hafsteinn Guðfinnsson, Anna Rósa Böðvarsdóttir 2000. Life cycle of *Calanus finmarchicus* south of Iceland in relation to hydrography and chlorophyll a. *ICES Journal of Marine Science*, **57**:1619-1627.
- Bjarnadóttir, M., Aðalbjörnsson, B.V., Nilsson, A. et al. *J Appl Phycol* (2018) 30: 2061. <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1351-8>
- Bligh, E. & Dyer, W. 1959. A rapid method of total extraction og purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* **37**:911-917.
- Butler, M.R. 1931. Comparison of the chemical composition of some marine algae. *Plant Physiol.* **6**:295-305.
- Chaumont, J.P. 1978. Variations de la teneur en composés azotés du *Rhodymenia palmata* Grev. *Bot. Mar.* **21**:23-29.
- Commission Regulation (EC) No 629/2008. Amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs 2 July 2008.
- CEVA 2010. Réglementation algues alimentaires. Synthèse CEVA au 1/04/2010. Centre d'Etude et de valorisation des algues. 1.4.2010, Pleubian, Frakkland.
- Dawczynski, C., Schubert, R., Jahreis, G. 2007. Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chem.* **103**:891–899
- DIN EN 15111(NW) 2007. Determination of trace elements - Determination of iodine by ICP-MS (inductively coupled plasma mass spectrometry); EN 15111:2007
- Food and Nutritional Board 1981. *Food Chemical Codex (3rd edn)*, pp. 157-158, National Academic Press.

Galland-Irmouli, A.V., Fleurence, J., Lamghari, R., Lucon, M., Rouxel, C., Barbaroux, O., Bronowicki, J.P., Villaume, C. & Gueant, J.L. 1999. Nutritional value of proteins from edible seaweed *Palmaria palmata* (Dulse) *J. Nutr. Biochem.* **10**:353–359. doi: 10.1016/S0955-2863(99)00014-5.

Hanson, S.W.F. & Olley, J. 1963. Application of the Bligh and Dyer method of lipid extraction to tissue homogenates. *Biochem. J.* **89**:101–102.

Helga Gunnlaugsdóttir, Jónas R. Viðarsson, Ásta M. Ásmundsdóttir, Cecilia Garate, Hrönn Jörundsdóttir, Ingibjörg G. Jónsdóttir, Sigurjón Arason, Vordís Baldursdóttir, Þorsteinn Sigurðsson & Sveinn Margeirsson 2010. Grandskoðum þann gula frá miðum í maga - rannsókn á þáttum sem hafa áhrif á verðmæti þorskafla. Kafli 2.5. p 6-10. *Skýrsla Matís* 31-10. September 2010.

Holdt, S.L. & Kraan, S. 2011. Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. *J. Appl. Phycol.* **23**:543-597

Hotchkiss, S. 2010. Investigation of the flavouring and taste components of Irish Seaweeds. Industry-Led Award, Final Report. *Marine Research Sub-Programme (NDP 2007-'13) Series.* Marine Institute, Ireland 2010.

Idler, D.R., Satio, A. & Wiseman, P. 1968. Sterols in red algae (Rhodophyceae). *Steroids* **11**:465-473.

Idler, D.R., & Wiseman, P. 1970. Sterols in red alga (Rhodophyceae): variations in the desmosterol content of dulse (*Rhodomenia palmata*). *Comp. Biochem. Physiol.* **35**:679-687.

ISO 5983-2 2009. Prótein. AE 3. Animal feeding stuffs -- Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content -- Part 2: Block digestion and steam distillation method. International Organization for Standardization.

ISO 6496, 1999. Vatn. AE 4. Animal feeding stuffs -- Determination of moisture and other volatile matter content. International Organization for Standardization.

ISO 5984, 2002. Aska. AE 5. Animal feeding stuffs -- Determination of crude ash. International Organization for Standardization.

Ólafur S. Ástþórsson 1990. Ecology of the Euphausiids *Thysanoëssa raschi*, *T. inermis* and *Meganctiphanes norvegica* in Ísafjord-deep, northwest-Iceland. *Marine Biology*, **107**: 147-157.

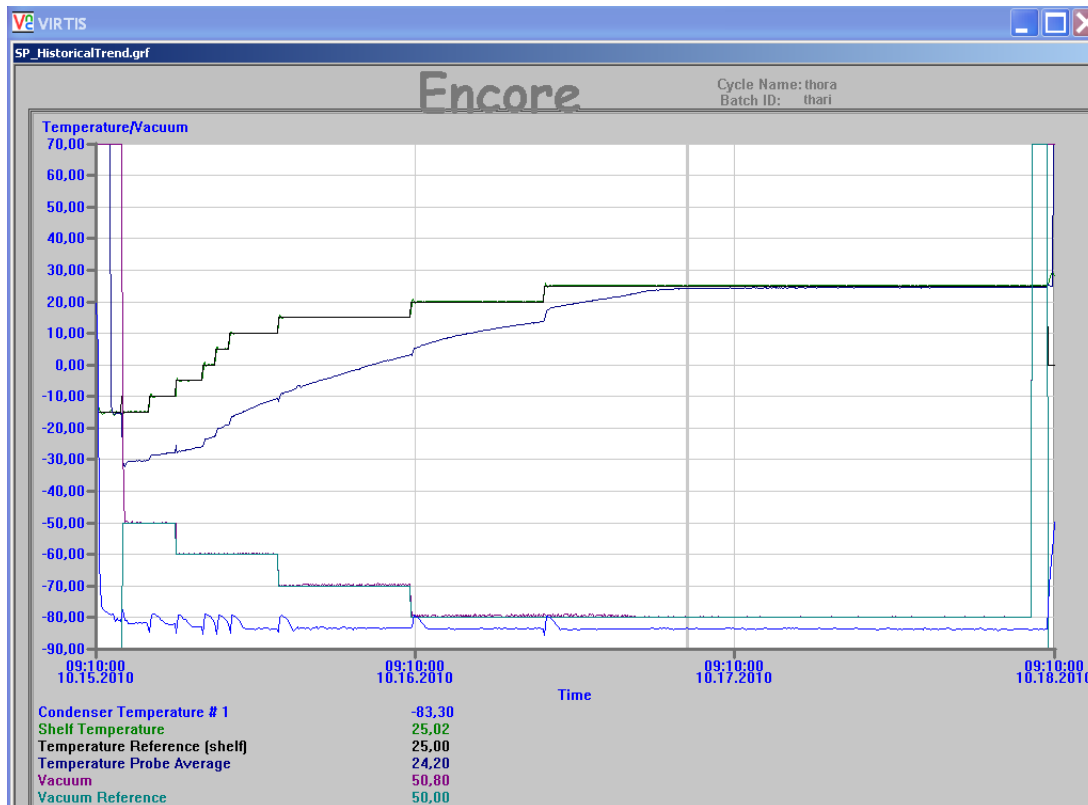
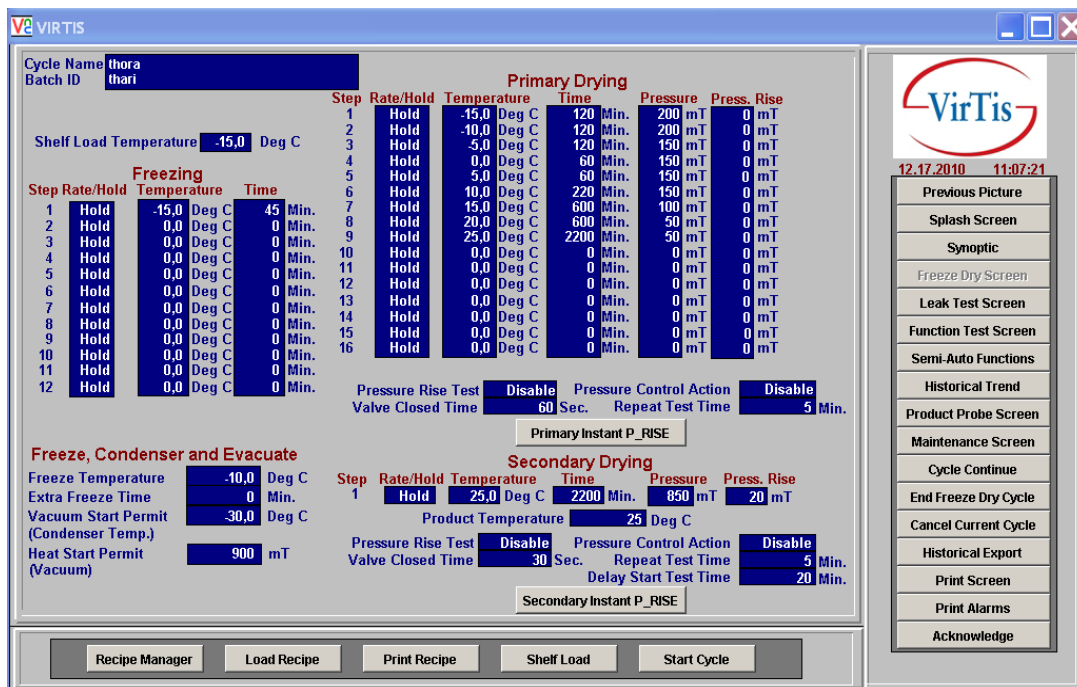
Kristinn Guðmundsson, Ástþór Gíslason, Jón Ólafsson, Konráð Þórisson, Rannveig Björnsdóttir, Sigmar A. Steingrímsson Sólveig Ólafsdóttir, Öivind Kaasa 2002. Ecology of Eyjafjordur Project. Chemical and biological parameters measured in Eyjafjörður in the period April 1992 - August 1993. Hafrannsóknastofnun. Fjölrit, **89**: 1-129.

Lúðvík Kristjánsson 1980. Íslenskir sjávarhættir. Bókaútgáfa Menningasjóðs, Reykjavík.

Mabeau, S., Cavaloc, E., Fleurence, J. & Lahaye, M. 1992. New seaweed based ingredients for the food industry. *Int. Food Ingrid.* **3**:38–45.

Marrion, O., Schwertz, A., Fleurence, J., Guéant, J.L. & Villaume, C. 2003. Improvement of the digestibility of the proteins of the red alga *Palmaria palmata* by physical processes and fermentation. *Nahrung.* **47**(5):339-44.

- Morgan, K.C. & Simpson, F.J. 1981. The cultivation of *Palmaria palmata*. Effect of light intensity and nitrate supply on growth and chemical composition. *Bot. Mar.* **24**:272-277.
- Munda, I. 1972. On the chemical composition, distribution and ecology of some common benthic marine algae from Iceland. *Bot. Mar.* **15**:1-45.
- Mæhre, H.K., Jensen, I.J., Eilertsen, K.E. & Kim, S.-K. 2016. Enzymatic pre-treatment increases the protein bioaccessibility and extractability in dulse (*Palmaria palmata*). *Mar. Drugs.* **14**(11): 196. doi: 10.3390/md14110196.
- Percival, E. & McDowell, R.H. 1967. *Chemistry and enzymology of marine algal polysaccharides*. Academic Press. 219 pp.
- Rødde, R.S.H, Varum, K.M., Larsen, B.A. & Myklestad, S.M. 2004. Seasonal and geographical variation in the chemical composition of the red alga *Palmaria palmata* (L.) Kuntze. *Bot. Mar.* **47**: 125–133.
- Smith, D.G. & Young E.G. 1953. On the nitrogenous constituents of algae. *Proc. Int. Seaweed Symp.* **1**:54-59.
- Unnsteinn Stefánsson, Þórunn Þórðardóttir, Jón Ólafsson 1987. Comparison of seasonal oxygen cycles and primary production in the Faxaflói Region, Southwest Iceland. *Deep-Sea Research*, **34**: 725-739.
- Young E.G. & Langille W.M., 1958. The occurrence of inorganic elements in marine algae of the Atlantic provinces of Canada. *Can. J. Bot.* **36**:301-310.
- Þóra Valsdóttir & Karl Gunnarsson, 2011. Eiginleikar sölua. Áhrif staðsetningar og árstíma. *Matís skýrsla* 14-11.



Mynd V1. Þurrkferli fyrir frosthurrkun á sölvum. Stillingar (efri mynd) og breytingar á hitastigi (neðri mynd).



Tjaldanes 23.2.2012



Tjaldanes 20.4.2012



Tjaldanes 21.5.2012



Tjaldanes 20.6.2012



Tjaldanes 24.7.2012



Tjaldanes 21.8.2012



Tjaldanes 17.9.2012



Tjaldanes 16.10.2012



Tjaldanes 13.12.2012



Tjaldanes 14.1.2013



Tjaldanes 12.3.2013



Tjaldanes 9.4.2013

Mynd V2. Frostþurrkuð sýni af sölvum safnað á Tjaldanesi við Saurbæ í Dalasýslu á tímabilinu febrúar 2012-apríl 2013. Myndir vantar af sýnum frá 22.3.2013, 13.11.2012 og 11.2.2013.



Herdísarvík 27.10.2011



Herdísarvík 25.11.2011



Herdísarvík 24.1.2012



Herdísarvík 8.2.2012



Herdísarvík 12.3.2012



Herdísarvík 10.4.2012



Herdísarvík 8.5.2012



Herdísarvík 4.6.2012



Herdísarvík 23.7.2012



Herdísarvík 3.8.2012



Herdísarvík 4.9.2012



Herdísarvík 1.10.2012



Herdísarvík 11.1.2013



Herdísarvík 28.1.2013



Herdísarvík 26.2.2013



Mynd V3. Frostþurrkuð sýni af sölvum safnað við Herðisarvík í Selvogi á Reykjanesi á tímabilinu október 2011-apríl 2013. Myndir vantar af sýni frá Herðisarvík 28.11.2012

Tafla V1. Breyting á vatnsinnihaldi við frostþurrkun g/100g.

Staðsetning	Dagsetning	f þurrkun g/100g ±	e þurrkun g/100g ±	breyting á vatnsinnihaldi %
Herdísarvík	27.10.2011	80 3	7,4 0,3	91%
Herdísarvík	25.11.2011	81 3	8,0 0,3	90%
Herdísarvík	24.1.2012	86 3	8,5 0,3	90%
Herdísarvík	8.2.2012	86 3	9,4 0,4	89%
Herdísarvík	12.3.2012	88 4	8,6 0,3	90%
Herdísarvík	10.4.2012	86 3	8,8 0,4	90%
Herdísarvík	8.5.2012	87 3	6,3 0,3	93%
Herdísarvík	4.6.2012	88 4	7,3 0,3	92%
Herdísarvík	23.7.2012	84 3	6,8 0,3	92%
Herdísarvík	3.8.2012	81 3	5,2 0,2	94%
Herdísarvík	4.9.2012	80 3	5,0 0,2	94%
Herdísarvík	1.10.2012	81 3	4,9 0,2	94%
Herdísarvík	29.11.2012	79 3	4,2 0,2	95%
Herdísarvík	11.1.2013	83 3	8,3 0,3	90%
Herdísarvík	28.1.2013	85 3	7,4 0,3	91%
Herdísarvík	26.2.2013	87 3	7,0 0,3	92%
Herdísarvík	27.3.2013	89 4	6,7 0,3	92%
Herdísarvík	10.4.2013	86 3	6,0 0,2	93%
Tjaldanes	23.2.2012	85 3	9,6 0,4	89%
Tjaldanes	22.3.2012	86 3	8,8 0,4	90%
Tjaldanes	20.4.2012	89 4	8,6 0,3	90%
Tjaldanes	21.5.2012	86 3	6,1 0,2	93%
Tjaldanes	20.6.2012	83 3	7,3 0,3	91%
Tjaldanes	24.7.2012	79 3	6,9 0,3	91%
Tjaldanes	21.8.2012	79 3	5,4 0,2	93%
Tjaldanes	16.9.2012	79 3	5,4 0,2	93%
Tjaldanes	16.10.2012	79 3	5,5 0,2	93%
Tjaldanes	15.11.2012	79 3	5,2 0,2	93%
Tjaldanes	13.12.2012	84 3	8,3 0,3	90%
Tjaldanes	14.1.2013	82 3	8,0 0,3	90%
Tjaldanes	18.2.2013	86 3	7,2 0,3	92%
Tjaldanes	12.3.2013	87 3	7,8 0,3	91%
Tjaldanes	9.4.2013	89 4	7,8 0,3	91%

Tafla V2. Næringarefni í sölvum eftir staðsetningu og árstíma (g/100g þurrvigt). Mælióvissa er ekki þekkt fyrir trefjar.

Staðsetning	Dags.	aska	±	prótein	±	fita	±	kolvetni	±	trefjar
Herdísarvík	27.10.2011	12,7	0,8	19,2	0,6	1,1	0,1	67,0	2,9	33,0
Herdísarvík	25.11.2011	14,2	0,9	20,5	0,6	1,7	0,1	63,5	3,2	
Herdísarvík	24.1.2012	21,7	1,3	25,2	0,8	1,2	0,1	51,8	4,3	
Herdísarvík	8.2.2012	16,9	1,0	23,8	0,7	1,2	0,1	58,1	3,7	46,1
Herdísarvík	12.3.2012	20,7	1,2	27,4	0,8	1,6	0,1	50,3	4,4	
Herdísarvík	10.4.2012	20,3	1,2	29,6	0,9	2,1	0,2	48,0	4,5	43,8
Herdísarvík	8.5.2012	20,0	1,2	23,2	0,7	1,9	0,2	55,0	4,1	
Herdísarvík	4.6.2012	20,1	1,2	20,0	0,6	2,3	0,2	57,7	4,0	39,3
Herdísarvík	23.7.2012	19,5	1,2	13,9	0,4	1,0	0,1	65,6	3,3	
Herdísarvík	3.8.2012	14,6	0,9	13,4	0,4	1,0	0,1	71,0	2,7	
Herdísarvík	4.9.2012	18,6	1,1	18,6	0,6	0,7	0,1	62,0	3,5	
Herdísarvík	1.10.2012	16,4	1,0	20,0	0,6	0,8	0,1	62,8	3,3	
Herdísarvík	28.11.2012	13,5	0,8	20,8	0,6	1,0	0,1	64,7	3,0	
Herdísarvík	11.1.2013	16,3	1,0	24,0	0,7	1,9	0,2	57,8	3,7	
Herdísarvík	28.1.2013	20,5	1,2	25,8	0,8	2,2	0,2	51,6	4,4	
Herdísarvík	26.2.2013	20,1	1,2	28,5	0,9	1,4	0,1	50,0	4,3	
Herdísarvík	27.3.2013	18,5	1,1	30,1	0,9	2,6	0,2	48,7	4,4	
Herdísarvík	10.4.2013	22,7	1,4	17,0	0,5	0,1	0,0	60,2	3,8	
Tjaldanes	23.2.2012	23,8	1,4	22,7	0,7	1,2	0,1	52,3	4,4	50,8
Tjaldanes	22.3.2012	24,1	1,4	28,5	0,9	1,9	0,1	45,5	4,9	
Tjaldanes	20.4.2012	21,7	1,3	26,3	0,8	2,0	0,2	50,1	4,5	45,6
Tjaldanes	21.5.2012	18,6	1,1	11,5	0,3	1,0	0,1	68,9	3,1	
Tjaldanes	20.6.2012	13,4	0,8	7,0	0,2	1,0	0,1	78,6	2,2	42,6
Tjaldanes	24.7.2012	11,1	0,7	5,9	0,2	0,8	0,1	82,2	1,8	
Tjaldanes	21.8.2012	13,6	0,8	5,5	0,2	0,4	0,0	80,4	2,0	
Tjaldanes	17.9.2012	12,6	0,8	6,7	0,2	0,5	0,0	80,2	2,0	
Tjaldanes	16.10.2012	16,6	1,0	11,1	0,3	0,7	0,1	71,5	2,8	
Tjaldanes	13.11.2012	19,7	1,2	15,1	0,5	0,7	0,1	64,5	3,4	
Tjaldanes	13.12.2012	24,8	1,5	18,5	0,6	1,3	0,1	55,4	4,3	
Tjaldanes	14.1.2013	22,0	1,3	21,7	0,7	1,3	0,1	55,0	4,1	
Tjaldanes	12.3.2013	26,9	1,6	24,4	0,7	1,8	0,1	46,9	5,0	
Tjaldanes	9.4.2013	30,7	1,8	31,8	1,0	1,7	0,1	35,8	5,9	

Tafla V3. Ólífræn snefilefni, steinefni, í sölvum eftir staðsetningu og árstíma (g/kg þurrvigt): Kalíum (K), natríum (Na), kalsíum (Ca), magnesíum (Mg), fosfór (P). Mælióvissa 20%.

Staðsetning	Dags.	K	±	Na	±	Ca	±	Mg	±	P	±
Herdísarvík	27.10.2011	44	9	5,5	1,1	3,7	0,7	1,4	0,3	3,2	0,6
Herdísarvík	8.2.2012	70	14	3,7	0,7	1,3	0,3	1,7	0,3	5,9	1,2
Herdísarvík	10.4.2012	78	16	4,0	0,8	12,3	2,5	2,0	0,4	6,6	1,3
Herdísarvík	4.6.2012	82	16	3,7	0,7	10,2	2,0	1,8	0,4	4,7	0,9
Herdísarvík	3.8.2012	61	12	4,4	0,9	6,8	1,4	1,5	0,3	2,1	0,4
Herdísarvík	1.10.2012	49	10	3,1	0,6	5,7	1,1	1,4	0,3	3,0	0,6
Herdísarvík	28.11.2012	45	9	2,6	0,5	9,7	1,9	1,3	0,3	4,8	1,0
Herdísarvík	28.1.2013	69	14	3,0	0,6	4,6	0,9	1,3	0,3	6,5	1,3
Herdísarvík	10.4.2013	70	14	6,0	1,2	1,6	0,3	1,7	0,3	6,8	1,4
Tjaldanes	23.2.2012	83	17	16,3	3,3	6,5	1,3	3,0	0,6	5,7	1,1
Tjaldanes	20.4.2012	78	16	9,4	1,9	4,4	0,9	2,1	0,4	2,6	0,5
Tjaldanes	20.6.2012	58	12	4,7	0,9	2,0	0,4	1,5	0,3	1,7	0,3
Tjaldanes	21.8.2012	33	7	10,9	2,2	2,3	0,5	2,0	0,4	2,0	0,4
Tjaldanes	16.10.2012	44	9	10,2	2,0	1,5	0,3	1,9	0,4	2,6	0,5
Tjaldanes	13.12.2012	53	11	21,3	4,3	1,5	0,3	3,3	0,7	3,8	0,8
Tjaldanes	12.3.2013	69	14	16,7	3,3	2,1	0,4	2,7	0,5	5,4	1,1

Tafla V4. Ólífræn snefilefni í sölvum eftir staðsetningu og árstíma (mg/kg þurrvigt). Sýni frá Herdísarvík (HV) og Tjaldanesi (TN). Joð (I), járn (Fe), arsen (As), selen (Se), kadmín (Cd), kvikasilfur (Hg), blý (Pb). Mælióvissa 20%. Mælióvissa fyrir mælingu á joði er ekki þekkt.

Staður	Dags.	I	Fe	±	As	±	Se	±	Cd	±	Hg	±	Pb	±
HV	27.10.2011	21	232	46	6	1	0,21	0,04	0,5	0,1	<0,06		<0,04	
HV	8.2.2012	143	401	80	6	1	0,25	0,05	0,4	0,1	0,07	0,01	0,05	0,01
HV	10.4.2012	208	586	117	8	2	0,41	0,08	0,9	0,2	0,07	0,01	0,08	0,02
HV	4.6.2012	41	380	76	5	1	0,20	0,04	0,5	0,1	<0,06		<0,04	
HV	3.8.2012	40	287	57	6	1	0,12	0,02	0,5	0,1	0,06	0,01	<0,04	
HV	1.10.2012	27	328	66	7	1	0,19	0,04	0,7	0,1	0,11	0,02	<0,04	
HV	28.11.2012	25	234	47	7	1	0,16	0,03	0,6	0,1	<0,06		<0,04	
HV	28.1.2013	151	595	119	8	2	0,32	0,06	0,8	0,2	0,07	0,02	<0,04	
HV	10.4.2013	202	775	155	12	2	0,32	0,06	1,1	0,2	0,09	0,02	<0,04	
TN	23.2.2012	398	822	164	9	2	0,30	0,06	0,7	0,1	0,07	0,01	0,13	0,03
TN	20.4.2012	208	664	133	7	1	0,19	0,04	0,5	0,1	0,07	0,01	0,06	0,01
TN	20.6.2012	14	465	93	5	1	0,10	0,02	0,3	0,1	<0,06		0,05	0,01
TN	21.8.2012	34	295	59	8	2	0,20	0,04	0,5	0,1	<0,06		<0,04	
TN	16.10.2012	49	254	51	8	2	0,16	0,03	0,5	0,1	0,07	0,01	<0,04	
TN	13.12.2012	164	766	153	9	2	0,23	0,05	0,6	0,1	0,07	0,01	<0,04	
TN	12.3.2013	336	1295	259	11	2	0,29	0,06	0,7	0,1	0,08	0,02	0,05	0,01

Tafla V5. Næringarefni í sölvum eftir staðsetningu og árstíma (g/100g þurrvigt). Mælióvissa er ekki þekkt fyrir trefjar skv. niðurstöðum Þóru Valsdóttur og Karls Gunnarssonar (2011).

Staður	árstími	aska	±	prótein	±	fita	±	kolvetni	±	trefjar
Bolaklettur	júní	26,37	0,66	14,21	1,42	0,647	0,003	58,77	4,17	31,5
Bolaklettur	júlí	24,28	0,61	13,75	1,37	0,776	0,003	61,20	3,97	
Bolaklettur	ágúst	17,57	0,44	11,67	1,17	0,885	0,004	69,88	3,22	35,6
Bolaklettur	september	17,72	0,44	13,83	1,38	0,932	0,004	67,52	3,66	
Bolaklettur	október	22,65	0,57	19,86	1,99	0,714	0,003	56,78	5,11	34,9
Fossárvík	júní	17,43	0,44	7,64	0,76	0,563	0,002	74,36	2,40	35,6
Fossárvík	júlí	16,18	0,40	6,68	0,67	0,414	0,002	76,72	2,15	
Fossárvík	ágúst	14,33	0,36	6,01	0,60	0,717	0,003	78,95	1,92	
Fossárvík	september	17,88	0,45	9,31	0,93	0,835	0,003	71,97	2,76	40,3
Fossárvík	október	20,15	0,50	13,78	1,38	0,950	0,004	65,13	3,77	41,6
Hásteinssker	ágúst	14,30	0,36	15,37	1,54	0,598	0,002	69,73	3,79	

Tafla V6. Ólífræn snefilefni, steinefni, í sölvum eftir staðsetningu og árstíma (g/kg þurrvigt). skv. niðurstöðum Þóru Valsdóttur og Karls Gunnarssonar (2011).

Staðsetning	árstími	K	±	Na	±	Ca	±	Mg	±	P	±
Bolaklettur	júní	77	3	21,3	0,6	3,1	0,1	2,83	0,08	2,5	0,2
Bolaklettur	ágúst	38	3	16	1	9,5	0,7	2,3	0,1	2,0	0,1
Bolaklettur	október	47,4	0,2	28	1	12,7	0,7	0,77	0,03	3,00	0,03
Fossárvík	júní	51	2	14,0	0,3	1,8	0,3	2,17	0,09	1,41	0,09
Fossárvík	ágúst	28,5	0,7	16,5	0,2	2,09	0,09	2,28	0,05	1,33	0,03
Fossárvík	október	35,4	0,5	31	1	7,5	0,1	1,1	0,1	2,06	0,03
Hásteinssker	ágúst	41,1	0,7	8,2	0,2	1,6	0,2	1,50	0,09	2,90	0,09

Tafla V7. Ólífræn snefilefni í sölvum eftir staðsetningu og árstíma (mg/kg þurrvigt). Mælióvissa er 20%. Mælióvissa fyrir mælingu á jöði(I) er ekki þekkt. Skv. niðurstöðum Þóru Valsdóttur og Karls Gunnarssonar (2011).

Staðsetning	árstími	I	Fe	±	As	±	Se	±	Cd	±	Hg	Pb	±
Bolaklettur	júní	58,0	98	20	6	1	0,44	0,09	0,12	0,02	<0,08	<0,04	
Bolaklettur	ágúst	28,9	219	44	6	1	0,43	0,09	0,14	0,03	<0,08	<0,04	
Bolaklettur	okt.	24,8	405	81	7	1	0,6	0,1	0,15	0,03	<0,08	0,04	0,01
Fossárvík	Júní	29,6	173	35	4,7	0,9	0,41	0,08	0,07	0,01	<0,08	<0,04	
Fossárvík	ágúst		427	85	5	1	0,31	0,06	0,08	0,02	<0,08	<0,04	
Fossárvík	sept.	26,6											
Fossárvík	okt.	28,2	767	153	7	1	0,6	0,1	0,12	0,02	<0,08	0,06	0,01
Hásteinssker	ágúst	3,9	291	58	4,7	0,9	0,15	0,03	0,11	0,02	<0,08	<0,04	

Tafla V8. Næringarinnihald í sölvum g/100g þurrvigð.

Heimild	Staður/tími	prótein	kolvetni**	fita	aska	trefjar
Hotchkiss 2010*	Ísland, maí	16,6	57,9	0,50	7,6	
Munda 1972	Ísland, sumar	18,4-11,5		0,8-1,7		
Árni Snæbjörnson & Þyrí Valdimarsdóttir 1996	Hásteinsker, ágúst, sólþurrkað	17,5	68,4	0,2	14	40,2
Smith & Young 1953	Nova Scotia, sept.	13,0				
Chaumont 1978	Frakkland, júní-sept.	8,1-19,4				
Idler et al. 1968	Grand Manan Is., sumar			0,6		
Idler & Wiseman 1970	Grand Manan Isl, júní-ágúst			0,6-1,7		
Idler & Wiseman 1970	New Brunswick, sept-nóv			0,2-1,1		

* 7,6% vatn; ** með trefjum

Tafla V9. Steinefnainnihald í sölvum g/kg þurrvigð.

Heimild		Na	K	P	Ca	Mg	Fe	I
Mabeau et al. 1992		17-25	70-90	3,60	5,6-12,0	1,70-5,0	0,15-1,4	0,10-1,0
Hotchkiss 2010*	Íslensk, maí 2008	5,0	44		12,0	1,5	0,7	
Árni Snæbjörnson & Þyrí Valdimarsdóttir 1996	Hásteinsker, ágúst, **	11,9	52	4,2	2,3	1,9		
Butler 1931	júní-júlí		122					0,23
Young & Langille 1958		25	71		4,7			0,08
Rødde et al. 2004	Trondheim, júlí	22,47	60,74		2,4	2,49		
Rødde et al. 2004	Trondheim, sept.	11,17	56,06		3,84	2,31		
Rødde et al. 2004	Trondheim, okt.	15,93	47,66		7,94	2,81		

* vatnsinnihald 7,60; ** sólþurrkað

Tafla V10. Hámarksgildi af þungmálmum skv. reglugerðum í Frakklandi, Bandaríkjunum, Evrópusambandinu og Ástralíu/Nýja Sjálandi ásamt mæligildi úr heimildum (mg/kg þurrvigð).

Heimild	Lýsing	þungmálmur	t-As	ó-As*	Pb	Cd	Sn	Hg	I
Frakkland ¹⁾	Reglugerð			3,0	5,0	0,5	5,0	0,1	2000
Bandaríkin ²⁾	Reglugerð	40		3,0	10				5000
EU ³⁾	Reglugerð					3,0**			
Ástralía/NZ ⁴⁾	Reglugerð					0,2			
Almelia et al. 2006	Sýni Spánn		13,0	0,466	<LD	0,147			
Almelia et al. 2006	Sýni Japan		12,6	0,595	1,52	0,877			
Árni Snæbjörnsson. & Þyrí Valdimarsdóttir 1996	Hraun, ágúst		1,05		0,14	0,44			
Young & Langille 1958	Nova Scotia, júlí		10						

* ólífrænt arsenik; **food supplements derived from seaweed e.g. seaweed extracts, composite products with seaweed as major ingredient, etc.; LD – greiningarmörk. ¹⁾CEVA 2010; ²⁾Food and Nutritional Board 1981; ³⁾Commission Regulation (EC) No 629/2008; ⁴⁾ANZFA 1997.

Tafla V11. Prósentuhlutfall næringarefna og steinefna í þurrkuðum sölvum (100% þ.e.) skv. niðurstöðum Árna Snæbjörnssonar og Þyríar Valdimarsdóttur (1996).

Sýni	Prótein	Fita	Kolv. án trefja	Kolv. m. trefjum	Trefjar	Aska	Ca	Mg	K	Na	P
Stökkseyri	18,8	0,1	14,8	60,3	45,5	20,8	0,14	0,31	7,2	2,19	0,36
Hraun	17,5	0,2	28,2	68,4	40,2	14	0,23	0,19	5,2	1,19	0,41
Norðurkot	17,5	0,2	17,2	57,4	40,2	25	0,97	0,36	8,26	2,54	0,62
Bakki	14,1	0,1	22,8	65,7	42,9	20	0,19	0,23	7,19	1,68	0,29
Traðir	13,1	0,2	26,8	70,3	43,5	16,4	0,55	0,32	6,1	2,15	0,34
I-Fagridal.	5,9	0,1	37,7	80,6	42,9	13,4	0,51	0,21	3,82	1,23	0,23
Auðsh.	8,6	0,2	34,9	73,2	38,3	18	2,34	0,25	4,41	1,62	0,23
Vestm.	17,7	0,3	26,1	67,9	41,8	14,1	0,11	0,21	4,56	1,61	0,32
Meðaltal	14,1	0,2	26,1	68	41,9	17,7	0,63	0,26	5,84	1,78	0,35

Tafla V12. Magn þungmálma, mg í 1 kg af þurrkuðum sölvum (100% þ.e.) skv. niðurstöðum Árna Snæbjörnssonar og Þyríar Valdimarsdóttur (1996).

Sýni	Pb	Cd	Hg	As	Sýni	Cd	Hg	As	Pb
Stökkseyri	0,03	0,65	e.m.*	1,38	Traðir	0,19	0,64	e.m.	0,88
Hraun	0,14	0,44	e.m.	1,05	I-Fagridalur.	0,17	0,87	e.m.	1,12
Norðurkot	0,2	0,62	e.m.	1,08	Auðsh.	0,22	1,49	e.m.	0,59
Bakki	0,04	0,79	e.m.	0,96	Vestmannaeyjar	0,14	1,94	e.m.	0,72
Meðaltal						0,13	0,93		0,97

*e.m. = ekki mælanlegt