

Nýsköpun & neytendur
Innovation & Consumers

Vinnsla, virðisaukning & eldi
Value Chain, Processing
& Aquaculture

Mælingar & miðlun
Analysis & Consulting

Líftækni & lífefni
Biotechnology & Biomolecules

Öryggi, umhverfi & erfðir
Food Safety, Environment
& Genetics



Eiginleikar sölua. Áhrif staðsetningar og árstíma

**Póra Valsdóttir
Karl Gunnarsson**

Nýsköpun og neytendur

**Skýrsla Matís 14-11
Júní 2011**

ISSN 1670-7192

Eiginleikar sölva

Áhrif staðsetningar og árstíma

Þóra Valsdóttir, Karl Gunnarsson

Júní 2011



HAFRANNSÓKNASTOFNUNIN

<i>Titill / Title</i>	Eiginleikar sölva. Áhrif staðsetningar og árstíma / Properties of dulse. Influence of location and season		
<i>Höfundar / Authors</i>	Þóra Valsdóttir, Karl Gunnarsson		
<i>Skýrsla / Report no.</i>	14-11	<i>Útgáfudagur / Date:</i>	06.06.11
<i>Verknr. / project no.</i>	1008 - 1995		
<i>Styrktaraðilar / funding:</i>	AVS		
<i>Ágríp á íslensku:</i>	<p>Þessi skýrsla greinir frá niðurstöðum rannsóknar á sölvum sem var safnað frá júní til október 2010 á tveimur ólíkum vaxtarstöðum sölva, á kletta- og hnúlfjöru (Bolaklettur) og á áreyrum (Fossárvík). Markmið var að fá áreiðanlegar upplýsingar um áhrif staðsetningar og árstíma á útlit, næringargildi, magn snefilefna og steinefna í sölvum á þessum stöðum.</p> <p>Áhrif árstíma og staðsetningar mældust á flesta mælipætti sem greindir voru, bæði samsetningu og eiginleika. Hversu mikill breytileikinn er, er misjafnt eftir um hvaða þátt er að ræða. Í sumum tilfellum getur það skipt verulegu máli og því mikilvægt að safna sölvum á þeim stöðum og tíma ársins sem hagstæðast er.</p>		
<i>Lykilorð á íslensku:</i>	<i>söl, efnasamsetning, árstími, staðsetning</i>		
<i>Summary in English:</i>	<p>Dulse was collected from June to October 2010 at two different locations, rocky shore and at sandbank where the sea was mixed with fresh water. The aim was to collect data on the influence of location and season on the appearance and chemical composition of dulse. Significant differences were found on several attributes. Knowledge of the variability in i.e. colour and protein content assist processors in selecting the most favourable raw material for their product.</p>		
<i>English keywords:</i>	<i>dulse, chemical composition, season, location</i>		

Efnisyfirlit

1	Inngangur	1
2	Líffræði sölvá	2
2.1	Heimkynni	2
2.2	Æxlun.....	3
2.3	Vöxtur.....	4
2.4	Ræktun.....	4
3	Framkvæmd.....	6
3.1	Söfnun sýna	6
3.2	Hráefni og undirbúningur sýna.....	7
3.3	Mælingar.....	8
3.3.1	Efnasamsetning	8
3.3.2	Eðliseiginleikar.....	9
4	Niðurstöður.....	10
4.1	Útlit sölvá	10
4.2	Ásætur.....	13
4.3	Efnasamsetning.....	14
4.4	Vatnsvirkni	20
5	Umræður & ályktun	21
6	Þakkir	23
7	Heimildir	24
8	Viðauki	26

1 Inngangur

Hitastig sjávar, magn birtu til ljóstillífunar og magn næringarefna í sjónum eru meginþættirnir sem hafa áhrif á vöxt og þar með samsetningu þörunga. Þessi þættir eru breytilegir m.t.t. staðsetningar og árstíma. Næringareiginleikar þörunga eru ekki alveg þekktir og því eru þeir metnir út frá efnasamsetningu þeirra. Þónokkrar rannsóknir hafa verið gerðar á efnasamsetningu sölva og hafa þær gefið töluvert breytileg gildi sem líklega er tilkominn vegna mismunar í aðferðum og hráefnum til mælinga (Morgan ofl., 1980). Prótein- og kolvetnainnihald þörunga er breytilegt eftir tegundum og árstímum. Heildarpróteininnihald sölva er t.t.l. hátt miðað við aðra þörunga og þau innihalda flestar lífsnauðsynlegar amínósýrur. Því virðast söl vera áhugaverð sem matvæli eða fóður fyrir búpening eða í eldi (Flaurence, 1999). Vísendingar eru þó um að aðrir efnisþættir dragi úr nýtingu og meltanleika próteinanna (Galland-Irmouli o.fl., 1999).

Flestar fjölsykrur í matþörungum þ.m.t. sölvum meltum við ekki og því er litið á þær sem trefjar. Tæknilega séð eru trefjar notaðar sem áferðar- eða þykkingarefni í matvæli. Þessir eiginleikar byggjast í grundvallaratriðum á getu trefja til að draga í sig eða halda vatni (Dreher, 1987). Megin fjölsykran í sölvum er vatnsleysanlegt xylan sem er samsett af β -(1→3) og β -(1→4) tengt D-xylósa einingum sem innihalda engar sulfatester eða methoxyl hópa. Þessi fjölsykra er ólík xylan sem finnst í landplöntum og sem eru yfirleitt óleysanleg (Morgan ofl., 1980). Helsta forðasykran í sölvum er hinsvegar 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 amilopektín í háplöntum (Percival og McDowell, 1967). Söl eru einnig rík af steinefnum og vítamínum. Vítamínin eru þó yfirleitt viðkvæm og geta tapast við vinnslu og verkun t.a.m. þurrkun.

Þessi skýrsla greinir frá niðurstöðum rannsóknar á sölvum sem var safnað frá júní til október 2010 á tveimur ólíkum vaxtarstöðum sölva. Markmið var að fá áreiðanlegar upplýsingar um áhrif staðsetningar og árstíma á útlit, næringargildi, magn snefilefna og steinefna í sölvum á þessum stöðum. Niðurstöðurnar væri síðan hægt að yfirfæra á sambærilega vaxtarstaði og þannig veita þeim sem safna sölvum upplýsingar um hvar og hvenær best væri að safna þeim m.t.t. ákveðinna eiginleika.

2 Líffræði sölvva

Söl eru rauðþörungar (Rhodophyta) og nefnast á latínu *Palmaria palmata* (Stakh.) Guiry. Þau tilheyra ættbálknum Palmariales. Engir aðrir þörungar eru í sömu ættkvísl í Norður-Atlantshafi en 9 aðrar tegundir af ættkvíslinni *Palmaria* hafa fundist í Kyrrahafi og við Suðurskautslandið (Guiry & Guiry 2011). Þær eru: *Palmaria callophylloides* M.W.Hawkes & Scagel, *P. decipiens* (Reinsch) R.W.Ricker, *P. georgica* (Reinsch) R.W.Ricker, *P. hecatensis* M.W.Hawkes, *P. integrifolia* O.N.Selivanova & G.G.Zhigadlova, *P. marginicrassa* I.K.Lee, *P. mollis* (Setchell & N.L.Gardner) van der Meer & C.J.Bird, *P. moniliformis* (E.Blinova & A.D.Zinova) Perestenko og *P. stenogona* Perestenko í Norður-Kyrrahafi. Kólgugrös (*Devaleraea ramentacea* (Stakh.) Guiry) eru skyldust sölvum af þörungum sem vaxa hér við land.

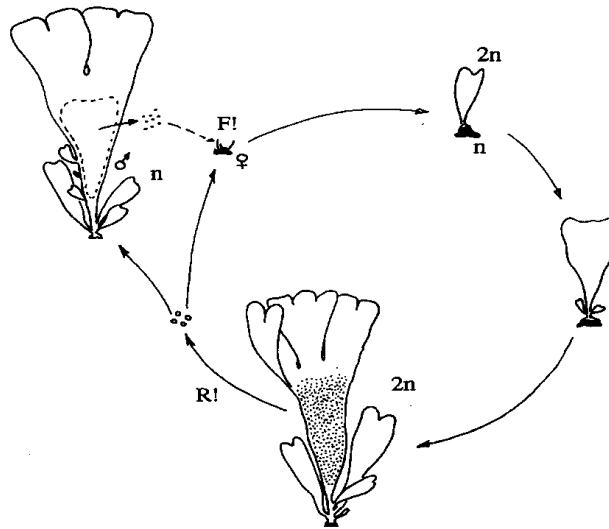
Plantan hefur skífulaga festu og á henni situr lítill stilkur sem getur verið klofinn og er sjaldan lengri en 5 mm. Upp af stilknum vex oftast eitt, en stundum fleiri blöð (stofnblöð). Blaðið smábreytt upp á við og greinist í endann í tvo eða fleiri breiða flipa. Út úr jöðrum stofnblaðsins vaxa oftast hliðarblöð sem eru aflöng og þynnri en stofnblaðið. Heildarlengd sölvva er venjulega 20 til 30 cm en getur verið allt að 50 cm. Söl eru venjulega dökkrauð á lit. Söl sem vaxa í fjörunni geta hins vegar upplitast og orðið gul eða ljósgræn. Sérstaklega ber á því ef þau lenda í sterku sólarljósi eða ef þau vaxa í seltulitlum sjó, til dæmis nálægt árósum. Á neðsta hluta plöntunnar er þó oftast hægt að finna rauðan lit.

2.1 Heimkynni

Söl vaxa á norðurhveli jarðar. Þau eru útbreidd um norðanvert Atlantshaf og í Norður-Kyrrahafi. Nyrstu fundarstaðir eru við 80 °N, á eyjunum Svalbarða og Novaja Zemlja. Þau vaxa við strendur Hvítahafsins, í Barentshafi og suður með ströndum Noregs og allt suður til Spánar. Þau er að finna í Færeyjum, á Íslandi og Grænlandi. Við Austurströnd Norður-Ameríku vaxa söl frá Baffinslandi í Kanada suður til New Jersey í Bandaríkjunum. Í austanverðu Kyrrahafi er þau að finna frá Alaska til norður-Kaliforníu í Bandaríkjunum og vestanmegin frá Kamtsjatka til stranda Kóreu.

Við Ísland er söl að finna allt í kringum land. Mest er um þau við Suðvestur- og Vesturland. Söl vaxa aðallega í fjörunni og má finna þau frá miðri fjöru niður fyrir stórstraumsfjörumörk. Neðan fjörunnar vaxa þau þó einnig og finnast allt niður á um 10 m dýpi. Algengt er að þau vaxi á þarastilkum, en sjaldgæft er að sjá þau vaxa á botninum neðan fjörunnar. Mest er um

söl í neðsta hluta fjörunnar. Þar sem aðstæður eru góðar geta söl verið ríkjandi á allstórum svæðum. Sérstaklega á þetta við um malarfjörur þar sem nokkurra ferskvatnsáhrifa gætir. Þannig er því til dæmis háttað við Sölvatanga í Saurbæ, við mynni Gilsfjarðar. Þar er botninn á stóru svæði þétt vaxinn sölvum og er lífmassi þeirra að meðaltali um 4 kg á fermetra.



Mynd 1. Æxlun og ætliðaskipti hjá sölvum. Sjá nánari útskýringu í texta. n er einlitna og $2n$ eru tvílitna plöntur. R! merkir rýriskipting og F! frjóvgun. ♀ merkir kvenplanta og ♂ merkir að um sé að ræða karlplöntu.

2.2 Æxlun

Æxlunarferill sölva er nokkuð sérstakur. Til skamms tíma voru aðeins þekktar gróplöntur og karlplöntur í náttúrunni. Engar kvenplöntur höfðu fundist. Við athuganir í rannsóknastofu kom í ljós að kvenplönturnar eru mjög litlar og hverfa undir gróplöntuna þegar hún vex upp (van der Meer & Todd 1980).

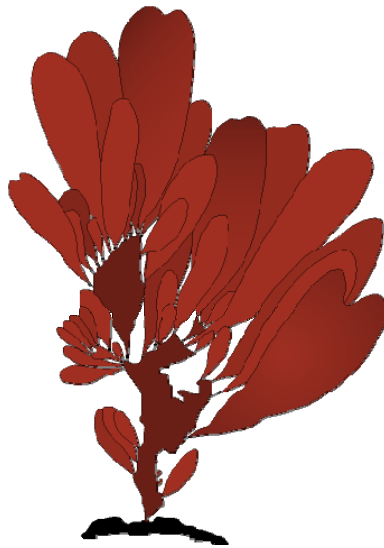
Í lífsferli sölva eru tveir ætliðir, tvílitna (með tvö eintök af hverjum litningi) gróplöntur og einlitna (eitt eintak af hverjum litningi) kynplöntur. Lífsferillinn gengur þannig fyrir sig að gróhirslur myndast við yfirborð blaðsins hjá gróplöntunum og í hverri hirslu myndast fjögur einlitna gró við rýriskiptingu¹. Eftir að gróin losna spíra þau og tvö úr hverri gróhirslu verða að karlplöntum og hin tvö að kvenplöntum. Karlplantan þroskast og verður eins útlits og gróplantan, en kvenplantan vex upp í litla skán. Örsma kúlulaga frjó, myndast í karlplöntunni, en í skáninni þ.e. kvenplöntunni myndast egg með þræði sem stendur upp af yfirborði

¹ Rýriskipting: frumuskipting þar sem litninggaföldi helmingast.

skánarinnar. Þegar frjóin losna úr karlplöntunni, berast þau til kvenplöntunnar og festast á þræði eggisins. Kjarni frjósins færast inn í eggid, rennur saman við kjarna eggisins og það verður frjóvgun. Skömmu síðar spírar eggid og ný gróplanta vex upp og verður eins og karlplantan í útliti. Þegar gróplantan þroskast vex á henni festuflaga sem vex yfir og hylur kvenplöntuna. Það er skýringin á því að kvenplönturnar hafa ekki fundist í náttúrunni.

2.3 Vöxtur

Sölin vaxa aðallega snemma á vorin. Algengast er að þau vaxi upp af brotum af gömlum stofnblöðum, sem hafa orðið eftir frá fyrra ári. Sölin byrja að þroskast seinni hluta mars og eru venjulega fullspröttin í lok maí eða byrjun júní. Lítil vöxtur er síðan yfir sumarið, en þá safna sölin í sig forðasykrum í formi rauðþörungasterkju. Um haustið byrja plönturnar síðan að slitna. Fyrst falla hliðarblöðin af, en smám saman slitnar einnig af stofnblaðinu og lifir aðeins hluti af því yfir veturinn. Næsta vor vaxa ný hliðarblöð aftur út frá jöðrum gamla stofnblaðsins. Þannig getur hver planta lifað í nokkur ár. Eftir að vöxtur hættir í byrjun sumars, fara ýmsar ásætur, dýr og plöntur að taka sér bólfestu á sölvunum og er venjulega mest um ásætur á blöðunum í lok sumars.



Mynd 2. Söl. Út frá rönd stofnblöðku, sem lifir af veturinn, vaxa margar hliðarblöðkur á vorin (eftir teikningu Guðmundar P. Ólafssonar).

2.4 Ræktun

Á undanförunum áratugum hafa verið gerðar allmargar tilraunir með ræktun sölvva. Bæði hafa verið gerðar tilraunir til ræktunar á línunum í sjó og í kerjum á landi (Le Gall o.fl 2004; Martínez o.fl. 2006; Dring & Edward 2011). Hingað til hefur ræktun á sölvum að mestu verið á

tilraunastigi. Ræktunartilraunir með söl byrjuðu eftir að áhyggjur vöknudu um að verið væri að ganga á náttúrulega stofna þar sem sóknin í söl var mest. Fyrstu tilraunir gengu út á að tryggja birgðir og gæði hráefnis með því að safna sölvum úr náttúrunni og geyma í kerjum með sjórennsli. Söl sem tínd eru í náttúrunni eru gjarnan gulleit eða ljósgræn á litinn sérstaklega á sumrin þegar það fer saman að ljós er skært og styrkur næringarefna lágur. Slík söl er erfitt að selja en með því að bæta köfnunarefni í kerin urðu þau aftur rauð (Morgan & Simpson 1981). Sölin voru ræktuð í gróðurhúsum með loftun, stýringu á ljósmagni og styrk næringarefna.

Næringargildi sölva er hátt. Þau innihalda til dæmis háan styrk próteina, talsvert af kolvetnum og meira af fitu en flestir aðrir þörungar (Morgan o.fl 1980; Galland-Irmouli o.fl. 1999; Rosen o.fl. 2000; Hagen o.fl. 2004). Þau hafa því verið talin hentug í fóður fyrir ræktun sjávardýra (Evans & Langdon 2000; Vadas o.fl 2000).

Blönduð ræktun á sölvum og rauðum sæeyrum (*Haliotis rufescens*) hefur gefið góða raun. Þá nýta sölin m.a. næringarefni úr úrgangi frá sæeyrunum til vaxtar og sæeyrun nýta sölin sem fóður (Evans & Langdon 2000). Tilraunir með söl sem fóður fyrir sæeyru í Grindavík sýndu að skeljar rauðra sæeyrna voru hvítar eða gráleitar þegar sæeyrun voru fóðruð eingöngu með þara en fengu sinn eðlilega rauða lit þegar sölvum var bætt í fóðrið auk þess sem vöxtur jókst verulega (Agnar Steinarsson 1993). Rauði liturinn var forsenda þess að rauð sæeyru seldust á markaði.

3 Framkvæmd

3.1 Söfnun sýna

Á árinu 2010 var sölvum safnað um sumarið og fram á haust til að fylgjast með breytingum á útliti og áferð sölvanna og til að afla efniviðar fyrir mælingar á efnainnihaldi og fyrir þurrkunartilraunir (sjá niðurstöður í Þóra Valsdóttir & Irek Klonowski, 2011). Sölvum var safnað á tveimur stöðum í Hvalfirði. Valdir voru staðir þar sem söl uxu við ólíkar aðstæður og vitað var að útlit þeirra væri ólíkt. Annar staðurinn var við Bolakletta vestan til í mynni Laxárvogs. Hinn staðurinn var á áreyrum Fossár innan til í firðinum að sunnanverðu. Sölvum var safnað í 5 skipti í Hvalfirði í júní, júlí, ágúst, september og október á háfjöru. Tekin voru um 2 kg af sölvum í hvert skipti á hvorum stað. Sölvunum var safnað neðst í fjörunni á báðum stöðunum. Munur flóðs og fjöru í Hvalfirði er að jafnaði um 3,2 m um stórstraum og um 1,5 m þegar það er smástreymt. Til samanburðar var sýnum einnig safnað 11. ágúst á Hásteinsskeri á Hrauni í Ölfusi.

Við Bolakletta er kletta- og hnullungafjara (mynd 3). Þang er ríkjandi í fjörunni; efst er dvergþang (*Pelvetia canaliculata*), þá klapparþang (*Fucus spiralis*) og síðan þekur klóþang (*Ascophyllum nodosum*) megnið af fjörunni lítið eitt blandað bólþangi (*F. vesiculosus*). Neðst í fjörunni neðan við klóþangið er dreif af sagþangi (*F. serratus*) og skúfþangi (*F. distichus*), mest áberandi en inn á milli eru söl á steinunum. Undir klóþanginu eru ýmsir rauð- og grænþörungar, m.a. söl sem eru fremur fingerð og mikið samsett eða greinótt (5. mynd).



Mynd 3. Sölvum safnað þar sem þau vaxa undir klóþangi í fjörunni við Bolakletta í Hvalfirði, Fremst á myndinni sjást ljósgræn söl sem vaxa neðst í fjöru, neðan við þangið.

Við Fossá er malarfjara á áreyrum (mynd 4). Fossáin rennur fram eyrarnar í mörgum kvíslum. Efst í fjörunni er klapparþang ríkjandi. Næst fyrir neðan er bóluþang sem er algengasta þangtegundin í fjörunni. Þegar komið er neðan til í fjöruna er bóluþangið blandað sölvum og maríusvuntu (*Ulva lactuca*). Sölin eru stórgerð og gróf í samanburði við sölin frá Bolaklettum. Ýmsar tegundir af grænu slavaki (*Ulva* sp.) eru áberandi í ferskvatnaskvíslunum.



Mynd 4. Við Fossá voru söl tínd neðan til úr malarfjörunni þar sem þau uxu innan um lágvaxið þang í fjörunni á áreyrunum.

3.2 Hráefni og undirbúningur sýna

Söl voru skorin af stöngli í fjöru og sett í plastpoka (dagur 1). Þau voru síðan flutt á Hafrannsóknarstofnunina 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 látin liggja í sjóvatni (3% saltstyrkur) í u.þ.b. 0,5 klst fyrir mælingar því þau þorna aðeins í plastpokunum. Sölin voru þvínæst skoluð upp úr sjónum og hreinsuð vel (fjarlægja m.a. kalkþörungar og slí). U.þ.b. 30 g af sýni voru sett í plastdós fyrir mælingu á vatnsinnihaldi. Annar hluti settur í bakka (100-200g). Þá var bakki merktur, lok sett á hann, sýni 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) en þá átti vatnsinnihald að vera komið niður í 3-5% (sjá nánar þurrkferli í viðauka). Eftir frostþurrkun voru sölin pökkuð í rakapétta plastpoka og geymd við stofuhita fram að mælingum. Söl voru möluð í þremur mismunandi kvörnum fyrir mælingar til að smækka þau og auðvelda marktæka sýnatöku, kornastærð >1mm. Hallade

VCT-62 var notuð fyrir grófmölun og IKA Lobortechnik Typ.A10 (Janke&Kunkel GMBH &Co.) fyrir finnmölun.

3.3 Mælingar

Mælingar voru gerðar á efnasamsetningu og eðliseiginleikum. Við mat á efnasamsetningu var mælt næringargildi, steinefni og snefilefni. Eðliseiginleikar voru metnir með mælingum á vatnsvirkni og lit.

3.3.1 Efnasamsetning

Mælingar voru gerðar á næringargildi (vatn, prótein, fita, aska, trefjar), steinefnum (Na, Mg, P, K, Ca, I) og snefilefnum (Fe, As, Se, Cd, Hg, Pb) og C-vítamíni. Allar mælingar voru framkvæmdar á efnarannsóknarstofu Matis að undanskildum mælingum á jöði og trefjum sem voru mældar hjá Agrolab í Þýskalandi.

Prótein. AE 3. Sýnið brotið niður í brennisteinssýru í viðurvist CuSO_4 sem hvata. Sýni sett í eimingartæki, 2400 Kjeltac Auto Sampler System. Sýrulausnin gerð basísk með NaOH lausn. Ammoníakið eimað í bórsýru og síðan títrað með H_2SO_4 . Niturmagnið margfaldað með stuðlinum 6,25 til að fá % gróft prótein. *Ref. 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. *Ref. ISO 6496 1999.*

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

Fita. Fituútdráttur með blöndu af klórofomi og methanóli byggður á aðferð Bligh og Dyer (1957) með aðlögunum Hanson and Olley (1963), með smá breytingum. Til að hindra oxun fitunnar: sýni meðhöndluð í ísbaði, BHT (butylated hydroxytoluene) (50-100 mg/L) sett í alla leysa og aðgengi ljóss hindrað. Útdrátturinn 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 glassíu (Watman GH/D Springfield Mill, England).

Kolvetni. Áætlað út frá mælingum á vatni, próteini, fitu og ösku sbr. $100\text{g} - m_v + m_p + m_f + m_a = m_k$

Trefjar (dietary fibre). Sýni mælt með ensímatic-gravemetric aðferð. *Ref. AOAC 991.43.*

C-vítamín. Sýni (1g þurrvigti) blandað saman við (50ml) útdráttarlausn (meatfosfórsýra, ediksýra, dH₂O). Sýnislusn síuð. Indophenolusn (2,6-Dichlorophenolindophenol, NaHCO₃, dH₂O) títruð í sýnislusn þar til bleiki liturinn hættir að hverfa. Borið saman við staðallusn (Ascorbic sýra 1mg/mL). *Ref. AOAC 967.21.*

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

Joð. Mælt með ICP-MS skv. DIN 38406-E29.

3.3.2 Eðliseiginleikar

Vatnsvirkni var mæld með Novasina aw-center (Axair Ltd., Pfäffikon, Switzerland). Hitastig var stillt á 25,0°C. Hvert sýni var mælt þrisvar sinnum.

Litur sýna var mældur með CR-300 Chroma meter (Minolta Camera Co., Ltd., Osaka, Japan) í Lab* mælikerfi (CIE 1976) skv. lýsingu Bragadóttir ofl. (2007) með CIE Illuminant C þar sem L segir til um hversu hvítt sýnið er (L = 100 er hvítt og L = 0 er svart), +a* gildi er rautt, -a* grænt, +b* gult og -b* blátt. Sýnin voru mæld í tilraunaglösum (25 mm í þvermál, fyllt a.m.k. 10 cm) sem komið var fyrir í til þess gerðum glasahaldara frá Minolta og litur mældur þrisvar sinnum þar sem tilraunaglasí var snúið um 120° milli mælinga. Hvert sýni var mælt þrisvar og meðaltal tekið.

4 Niðurstöður

4.1 Útlit sölvva

Litur sölvanna breyttist töluvert eftir árstíma og staðsetningu eins og sjá má á myndum 5-7. Munurinn var greinilegastur þegar sýnin voru fersk en var þó marktækur eftir þurrkun og mölun (mynd 7). Þau söl sem lifðu undir þangi við Bolakletta og Hásteinssker voru fíngerð og með þunnum og sléttum blöðkum. Þau sem hins vegar uxu við Fossá voru þykk og hrjúf, með örðum og þykkildum, sérstaklega þegar leið á sumarið (mynd 5). Undir þanginu héldu sölin að mestu leyti sínum dumbrauða lit allt sumarið. Bæði neðst í fjörunni við Bolakletta, þar sem sölin lágu óhulin og í fjörunni við Fossá, voru sölin dumbrauð í byrjun sumars en urðu gulleit (b*gildi) eða ljósgræn (a*gildi) í júlí (myndir 9-10). Þau höfðu aftur fengið dumbrauða litinn í byrjun október og voru þá orðin svipað dökk og sölin við Bolakletta (mynd 8). Það er þekkt að sterkt ljós samfara köfnunarefnisskorti hefur þessi áhrif á lit sölvva (Morgan & Simpson 1981). Athuganir hafa sýnt að styrkur köfnunarefnis verður mjög lágur í Hvalfirði á sumrin (Agnes Eydal 2003). Söl frá Hásteinsskeri voru líkari sölvum frá Bolaklettum að lit en mældust þó dekkri, rauðleitari og minna gulir.



Mynd 5. Sölvunum vinstra megin var safnað undir þangi við Bolakletta í Hvalfirði en þau hægra megin á mól á áreyrum Fossár.



Bolaklettur – ágúst



Fossárvík - ágúst



Hásteinsker – ágúst

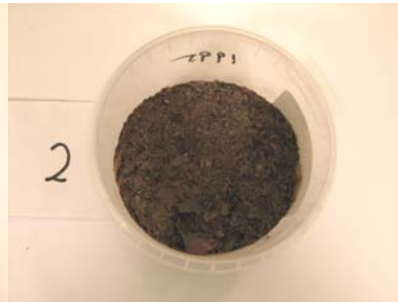


Hásteinsker – ágúst frostþurrkað

Mynd 6. Sýni af sölvum frá Bolaklettum, Fossárvík og Hásteinsker í ágúst. Sýni eru af ferskum og frostþurrkuð sölvum.



Bolaklettur – júní



Bolaklettur - júlí



Bolaklettur - ágúst



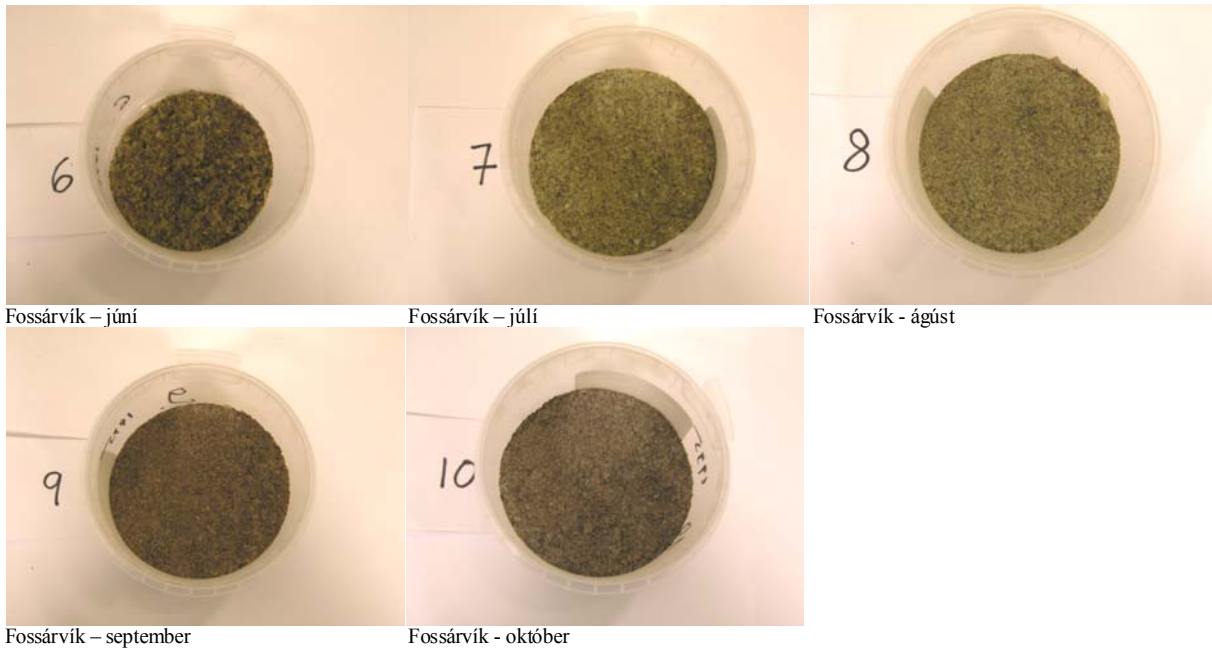
Bolaklettur - september



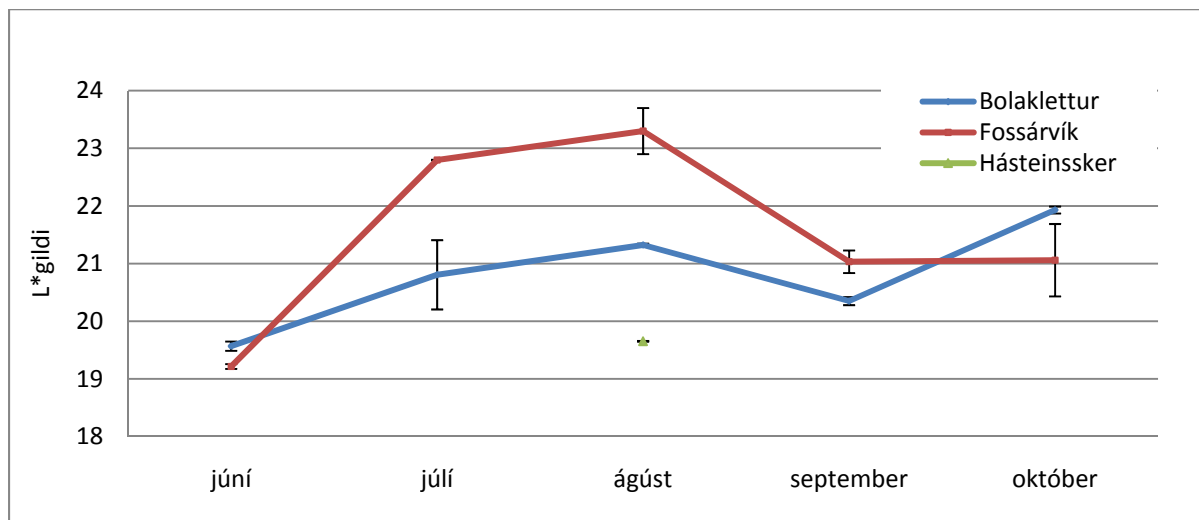
Bolaklettur - október



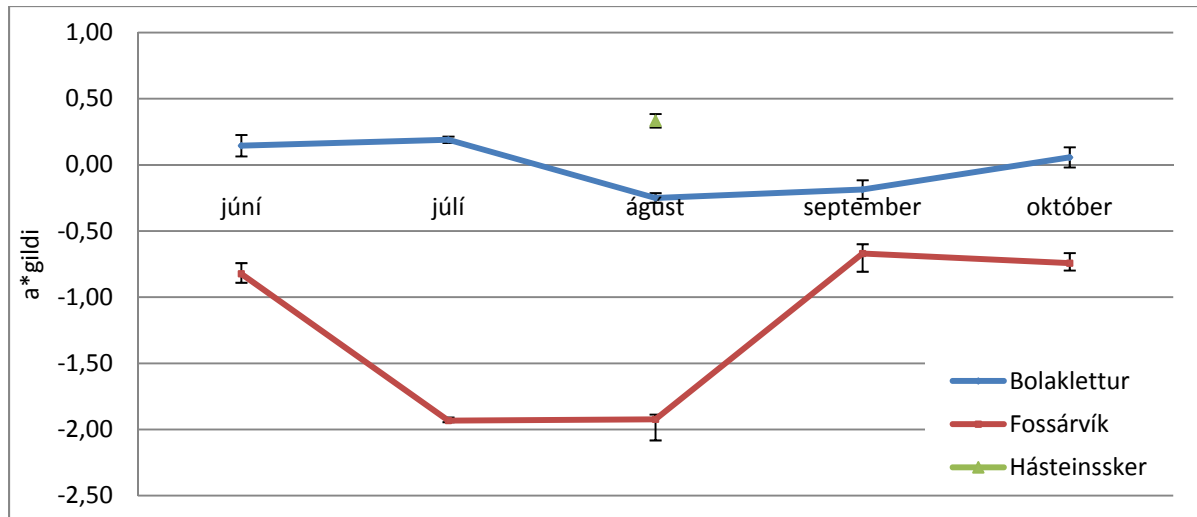
Hásteinsker - ágúst



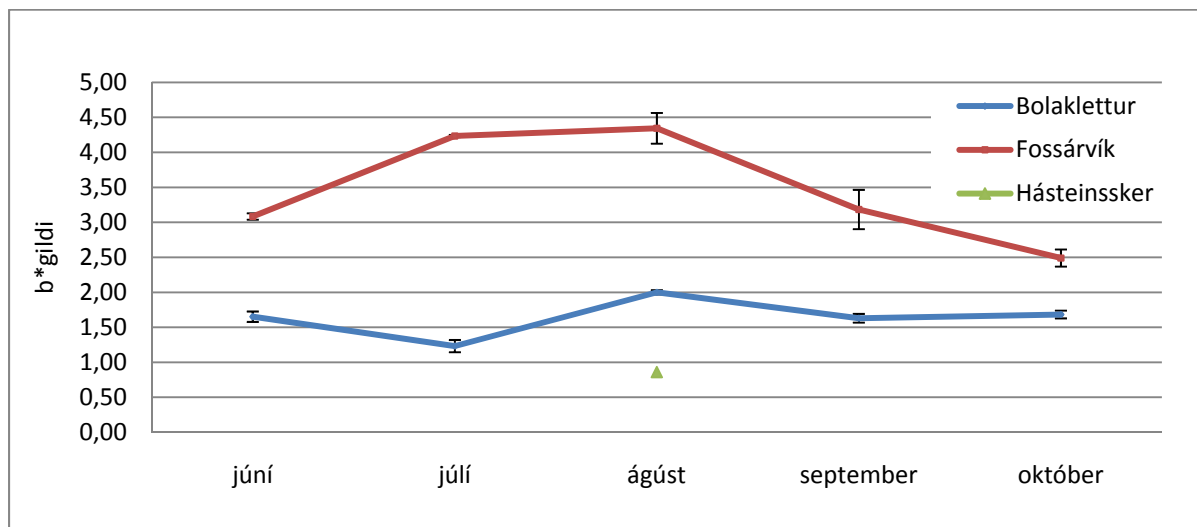
Mynd 7. Frostþurrkuð og möluð sýni af sölvum. Sýni eru af sölvum frá Bolaklettum (1-5) og Fossárvík (6-10) frá júní til október. Sýni frá Hásteinum (11) var tekið í ágúst.



Mynd 8. Litur þurrkaðra sölva eftir staðsetningu og árstíma. L* gildi segir til um hversu hvítt sýnið er (L = 100 er hvítt og L = 0 er svart).



Mynd 9. Litur þurrkaðra sölva eftir staðsetningu og árstíma. a* gildi segir til um hversu rautt eða grænt sýnið er (+a* gildi er rautt, -a* grænt).



Mynd 10. Litur þurrkaðra sölva eftir staðsetningu og árstíma. b*gildi segir til um hversu gult eða blátt sýnið er (+b* gult og -b* blátt).

4.2 Ásætur

Mikill munur var á fjölda ásæta á sölvum frá Fossá og frá Bolaklettum. Mest fundust 12 tegundir þörunga á sölvum frá Fossá í sýnum sem safnað var í júní. Fjöldinn minnkaði er líða tók á sumarið og undir haust fundust 6 tegundir af þörungum. Á sýnum sem safnað var við Bolakletta voru mun færri þörungar, mest fundust 5 tegundir um mitt sumar (sjá töflur V1-V2 í viðauka).

Þegar sölvunum var safnað komu með dýr sem lifðu á þeim eða flæktust með þegar týnt var. Það sem kom með var kræklingur (*Mytilus edulis*), þangdoppa (*Littorina obtusata*), þarastrútur (*Lacuna vincta*), mærudoppa (*Sceneopsis planorbi*), baugasnotra (*Onoba aculeus*), þanglús (*Idotea granulosa*), marflær (*Gammaridea*) og bogakrabbi (*Carcinus maenas*). Í júlí

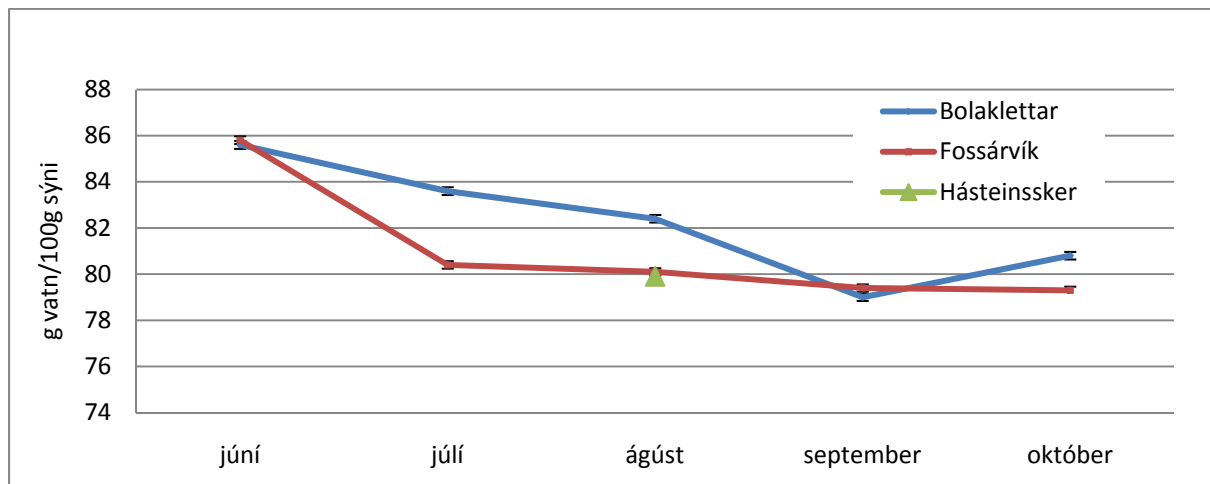
fór að bera á smáum kræklingi sem sat á blöðkum sölvanna. Við Bolakletta varð magnið orðið töluvert mikið í október. En mun minna virtist þá vera af kræklingi á sölvunum við Fossá.

Um miðjan júní voru söl frá Fossá með tetragró sem ekki sáust á sölvum frá Bolaklettum á þeim tíma, hinsvegar voru söl með tetragróum í sýninu sem safnað var í október frá Bolaklettum. Ljóslofa er talin hafa áhrif á myndun tetragróa. Almennt er meira af tetragróum á sölvum þegar dagur er stuttur á veturna en á sumrin (Pang & Lüning 2006).

4.3 Efnasamsetning

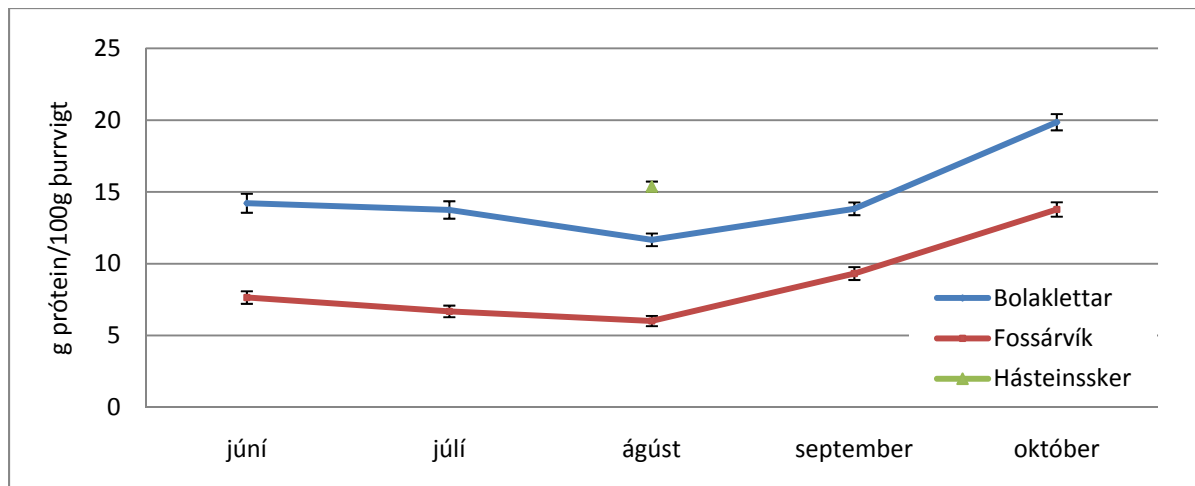
Við frostþurrkun var miðað við að vatnsinnihald sýna yrði á bilinu 3-5%. Vatnsinnihald eftir þurrkun mældist hinsvegar stundum heldur hærra. Skýringa á því er líklegast að leita í því að þurrkuð, möluð sýni eru rakadræg og því má vera að raki hafi aukist í þeim við meðhöndlun.

Niðurstöður efnamælinga má sjá á myndum 11-21 (sjá nánar töflur V3-V7 í viðauka). Árstíð og staðsetning hafði augljóslega mikil áhrif á vatnsinnihald. Vatnsinnihald mældist yfirleitt lægra í sýnum frá Fossárvík en Bolakletti. Það virtist sem vatnsinnihaldið lækkaði eftir því sem leið á mælitímann, með mestu lækkunina milli júní og júlí. Sýni tekið við Bolaklett í september virtist þó hafa innihaldið töluvert minna af vatni en önnur sýni tekin á þeim stað. Það er spurning hvort að um skekkju sé að ræða – þyrfti að endurtaka mælinguna til að fá staðfest. Sýni tekið á Hásteinsskeri í ágúst virtist vera mjög svipað sýni frá Fossárvík.



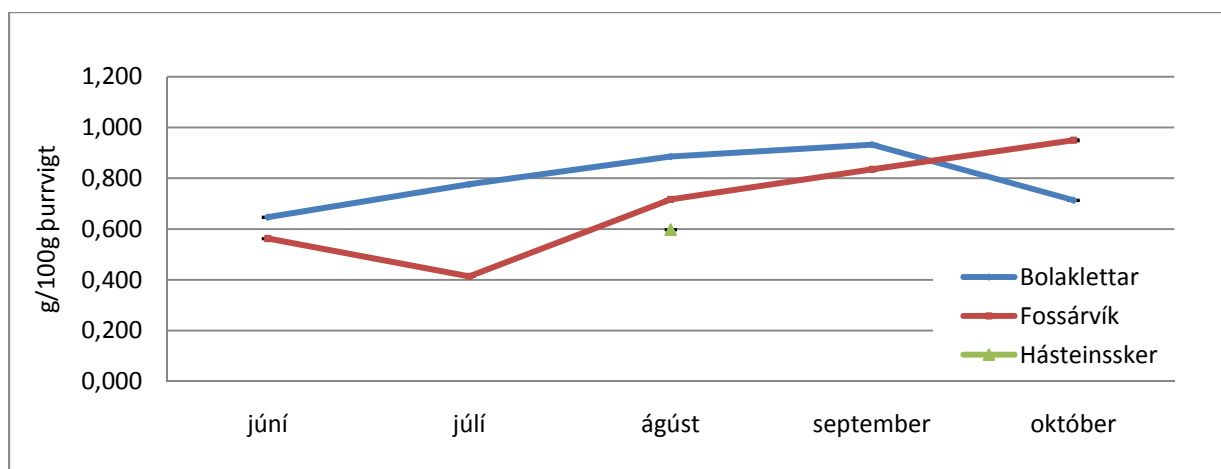
Mynd 11. Breytingar á vatnsinnihaldi eftir árstíma og staðsetningu.

Magn próteins mældist ávallt lægra við Fossárvík en við Bolaklett. Breytingar á próteininnihaldi virtist hegða sér á svipaðan hátt í sölvum teknum á báðum stöðum. Söl frá Hásteinsskeri mældist með herra próteininnihald en söl frá Hvalfirði. Próteininnihald var í ágætu samræmi við mælingar úr öðrum rannsóknum (sjá töflu V10, viðauka).



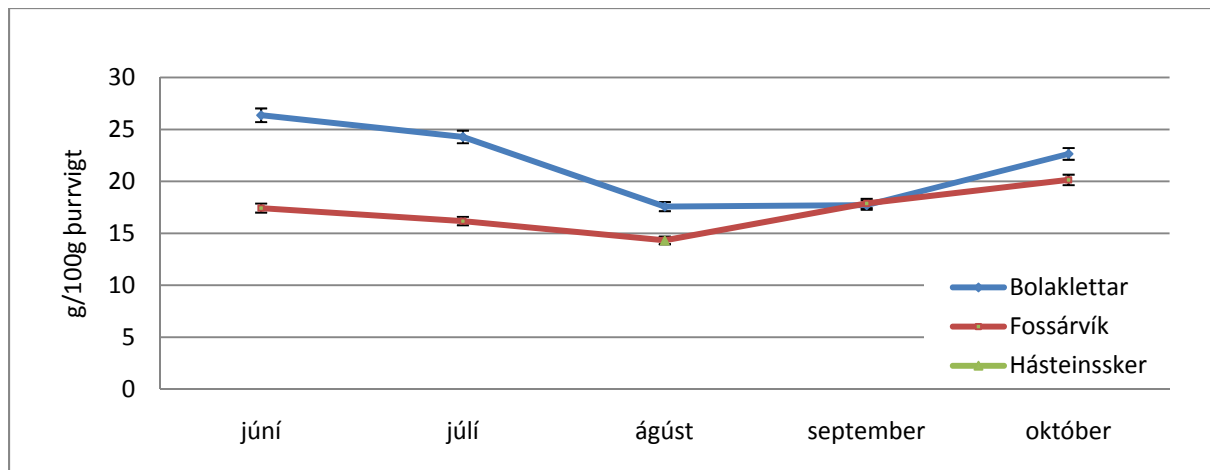
Mynd 12. Breytingar á próteininnihaldi eftir árstíma og staðsetningu.

Breytingar á fituinnihaldi virtust hegða sér öðruvísi en breytingar á öðrum efnum. Fituinnihaldið hækkaði almennt á tímabilinu en þó voru undantekningar í Fossárvík í júlí og Bolaklett í október. Sýni frá Bolaklett mældust yfirleitt hæst, að seinustu mælingunni í október undanskilinni. Söl frá Hásteinskeri mældust með lægra gildi en sýnin úr Hvalfirði í ágúst. Fituinnihald var í ágætu samræmi við mælingar úr öðrum rannsóknum (sjá töflu V10, viðauka).



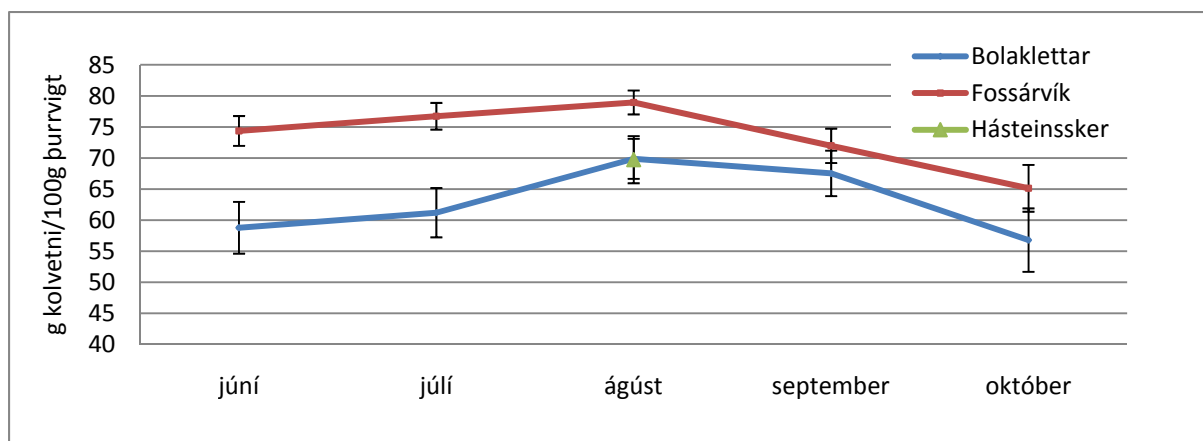
Mynd 13. Breytingar á fituinnihaldi eftir árstíma og staðsetningu.

Öskuinnihald virtist falla frá júní fram í ágúst þegar það fór að hækka á ný. Ferli breytinganna var ólíkt milli sölva við Bolaklett og Fossárvík. Munur á milli mánaða var meiri við Bolaklett að tímabilinu ágúst-september undanskildu. Söl frá Hásteinskeri mældust nánast með sama gildi og söl frá Fossárvík í ágúst.



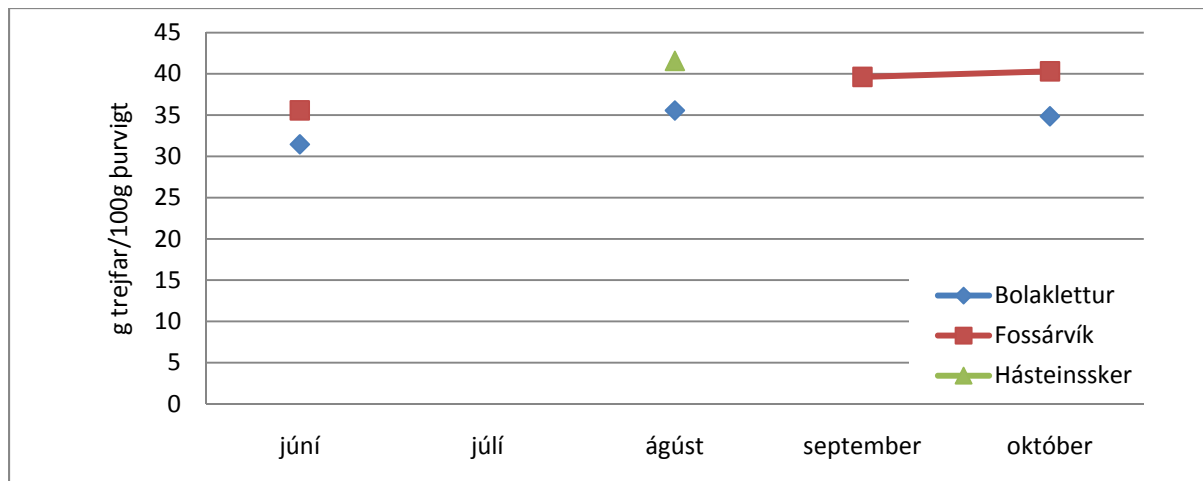
Mynd 14. Breytingar á öskuinnihaldi eftir árstíma og staðsetningu.

Breytingar á kolvetnisinnihaldi virtist fylgja nokkurn veginn sama ferli við Bolaklett og Fossárvík. Sýni frá Fossárvík hafa hærra gildi en frá Bolakletti. Söl frá Hásteinskeri virtust vera mjög svipuð þeim frá Bolakletti. Hafa þer í huga við mat á kolvetnisinnihaldi að það er útreiknað gildi sem byggir á mælingum á öðrum næringarefnum og er því háð nákvæmni þeirra.



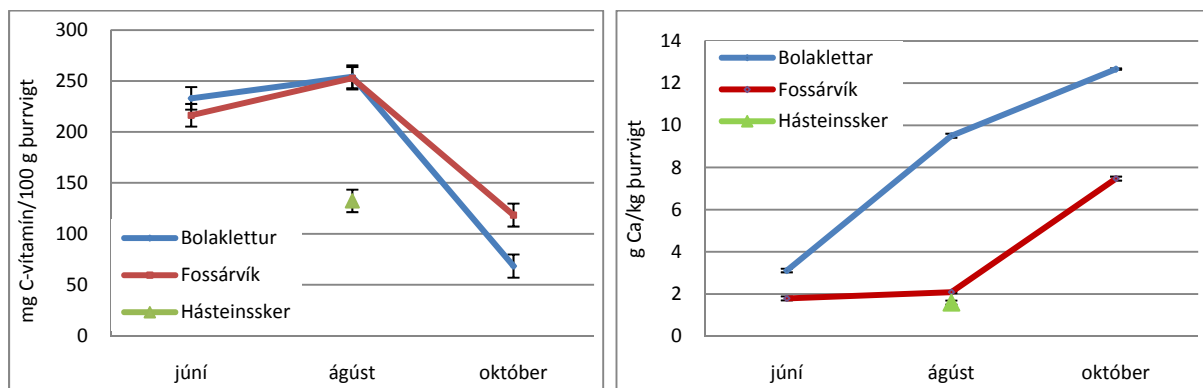
Mynd 15. Breytingar á kolvetnisinnihaldi eftir árstíma og staðsetningu. Trefjar eru innifaldar í kolvetnisinnihaldi.

Trefjamagn í sölvum var hærra í október en júní. Hærra gildi mældist í sýnum frá Fossárvík en Bolaklettum. Hæst mældist þó í sýnum frá Hásteinskeri.



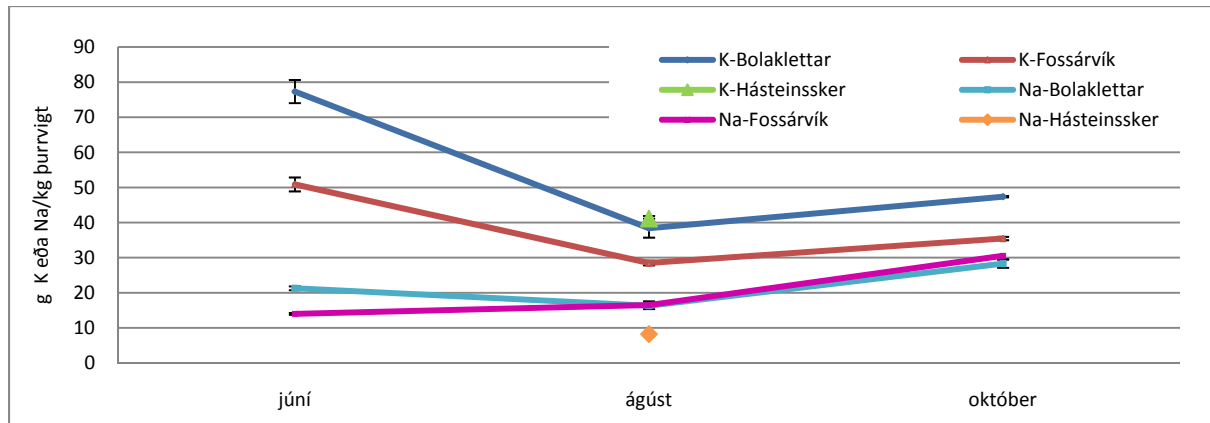
Mynd 16. Breytingar á trefjainnihaldi eftir árstíma og staðsetningu.

C-vítamín var mælt í sýnum frá júní, ágúst og október. C-vítamín virtist ná hámarki í ágúst en falla svo hratt niður. C-vítamíninnihald var svipað í sölvum frá Bolakletti og Fossárvík en töluvert lægra í sölvum frá Hásteinskeri.

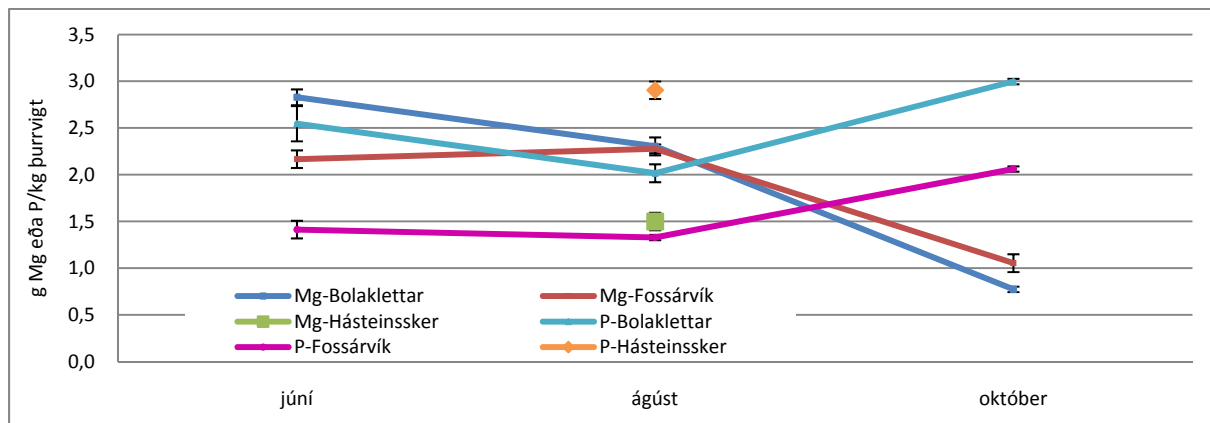


Mynd 17. Breytingar á C-vítamín og kalsíum (Ca) innihaldi eftir árstíma og staðsetningu.

Mælingar á ólífrænum snefilefnum, steinefnum, gáfu til kynna árstíðarsveiflu (sjá töflu V6, viðauka). Natríum hækkaði en magnesíum lækkaði í október frá því sem var í júní og ágúst. Fosfór og kalíum lækkaði í ágúst en hækkaði svo aftur. Kalsíum hækkaði á tímabilinu. Sýni frá Bolaklettum mældust með herra fosfór, kalíum og kalsíum en sýni frá Fossárvík. Sýni frá Hásteinskeri mældust með lægra natríum, magnesíum og kalsíum en herra fosfór en sýnin frá Hvalfirði. Kalíum í sýnum frá Hásteinskeri mældust svipuð og frá Bolaklettum.

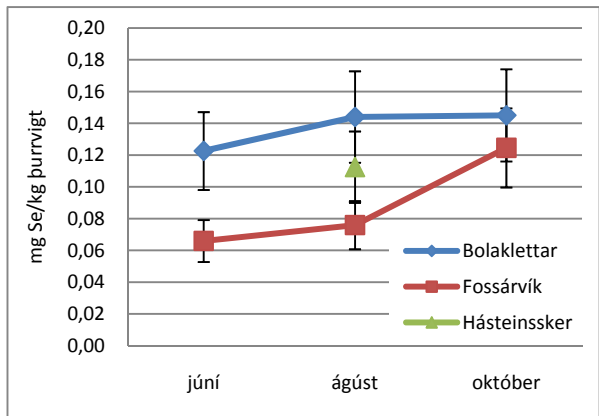
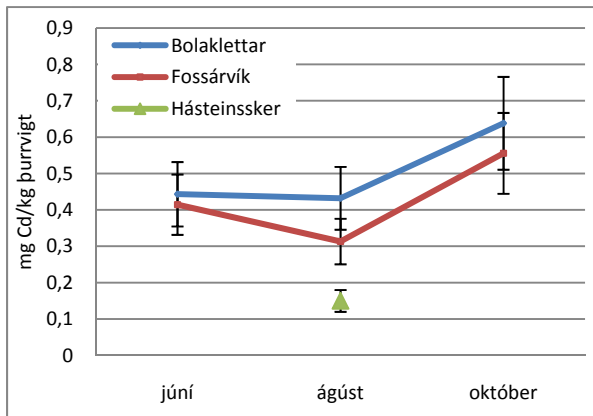
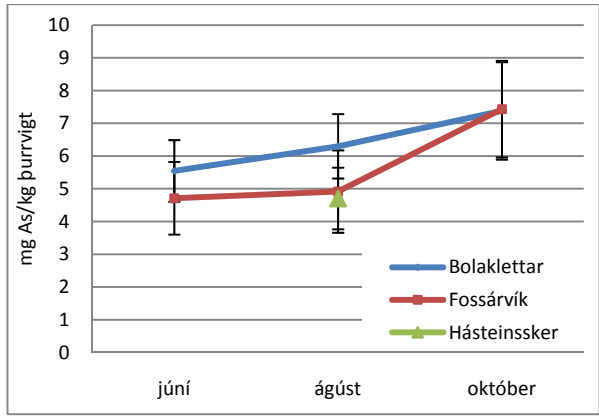
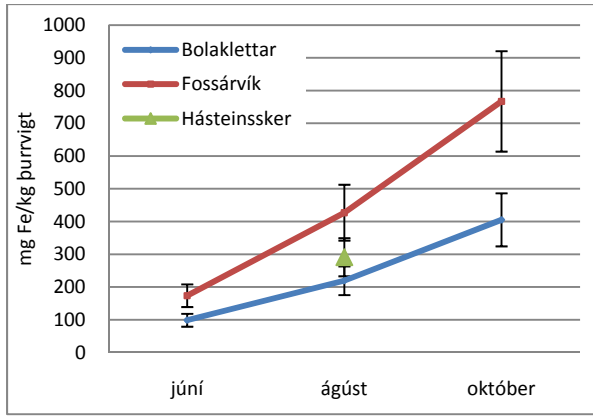


Mynd 18. Breytingar á kalíum (K) og natríum (Na) innihaldi eftir árstíma og staðsetningu.



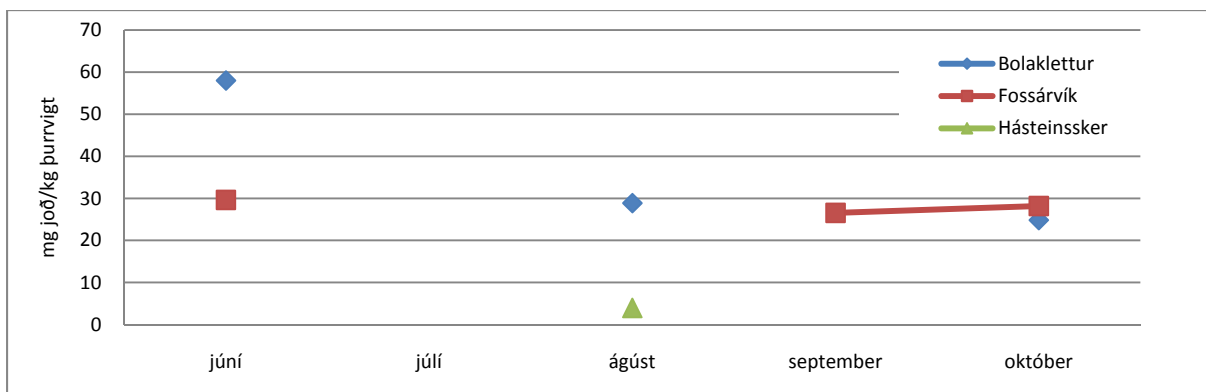
Mynd 19. Breytingar á magnesíum (Mg) og fosfór (P) innihaldi eftir árstíma og staðsetningu.

Járn hækkar á tímabilinu júní til október. Járn mælist hærra í sýnum frá Fossárvík en Bolaklettum og Hásteinskeri. Breytingar á arsenikinnihaldi mældust t.t.l. litlar, þó mældist hærra arsenik í sýnum frá Fossárvík í október en júní. Ekki mældist munur á milli sýna frá Bolaklettum og Fossárvík, hinsvegar var það lægra í sýnum frá Hásteinskeri en frá Bolaklettum. Selen hækkaði á tímabilinu. Kadmíum hækkaði í október frá því sem var í júní og ágúst. Ekki mældist marktækur munur á milli sýna frá Bolaklettum og Fossárvík m.t.t. kadmíuminnihalds, hinsvegar var það lægra í sýnum frá Hásteinskeri. Selen mældist lægra í sýnum frá Fossárvík en frá Bolaklettum og Hásteinskeri í júní og ágúst en hækkaði marktækt í október og varð svipað og frá Bolaklettum í október. Kvikasilfur magn í sýnunum mældist í öllum tilfellum undir greinarmörkum. Það sama gildi um blý að undanskildum sýnum frá októberm, þá mældist aðeins hærra magn í sýnum frá Fossárvík en Bolaklettum.



Mynd 20. Breytingar á járn (Fe), arseník (As), kadmíum (Cd) og selen (Se) innihaldi eftir árstíma og staðsetningu.

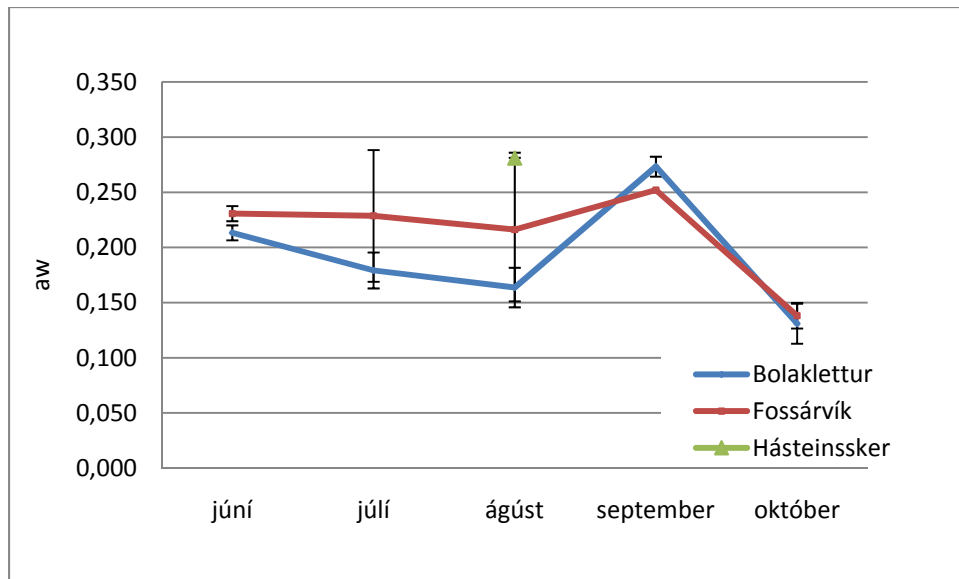
Joð féll í sýnum frá Bolakletti frá júní fram í október. Lítil breyting mældist hinsvegar í sýnum frá Fossárvík sem mældust með lægra joðmagn í júní. Töluvert lægra joðmagn var í sýnum frá Hásteinskeri.



Mynd 21. Breytingar á joðinnihaldi eftir árstíma og staðsetningu.

4.4 Vatnsvirkni

Niðurstöður mælinga á vatnsvirkni má sjá á mynd 22. Vatnsvirknin mældist lægri í sýnum af sölvum frá Bolaklettum fyrri hluta tímabilsins en nær síðan svipuðum gildum og í sölvum frá Fossárvík í september. Söl frá Hásteinsskeri mældust með hærri vatnsvirkni en hin sýnin í ágúst. Ekki er ljóst hvort að um raunverulegan mun er að ræða því að vatnsinnihald sýnanna var aðeins breytilegt. Yfirleitt var það aðeins hærra í sýnum frá Fossárvík en Bolaklettum. Þá var það hærra í sýnum frá Hásteinsskeri í ágúst en á hinum stöðunum.



Mynd 22. Vatnsvirkni í þurrkuðum sölvum eftir staðsetningu og árstíma

5 Umræður & ályktun

Áhrif árstíðar og staðsetningar komu fram bæði í samsetningu og eiginleikum sölvva.

Litur sölvanna breyttist töluvert eftir árstíma og staðsetningu. Söl úr Fossárvík mældust almennt ljósari, gul- og grænleitari en söl við Bolakletta. Söl frá Hásteinsskeri voru líkari sölvum frá Bolaklettum að lit en mældust þó dekkri, rauðleitari og minna gulir. Þetta er í samræmi við aðrar rannsóknir sem hafa sýnt að söl við árósa eru almennt ljósari og gulleitari en söl sem eru í fullsöltum sjó (Gunnar Ólafsson, 1997). Söl frá Fossárvík breyttust meira á mælitímabilinu sem er líklega tilkomið vegna breytileika í ljós- og næringarefnumagn (köfnunarefni) (Morgan & Simpson, 1981; Agnes Eydal 2003) sem sölin við Bolakletta voru betur varin fyrir (undir þangi).

Staðsetning og árstíð virtist einnig hafa áhrif á fjölda ásæta á sölvum sem skiptir máli m.t.t. útlits og hversu auðvelt er að hreinsa þau. Niðurstöður benda til þess að best sé að safna sölvum í lok sumars/snemma á haustin og að tegundir ásæta séu mismunandi eftir staðsetningu.

Mælingar á næringarefnum sýna árstíðasveiflu. Vatnsinnihald virtist lækka á tímabilinu júní-október en fituinnihald hækka. Ferli breytinga á fituinnihaldi var hinsvegar ólíkt milli sölvva við Bolaklett og Fossárvík. Munur á milli mánaða var meiri við Bolaklett að tímabilinu ágúst-september undanskildu. Magn próteins og ösku í sýnunum náði hinsvegar lágmarki í ágúst en hækkaði síðan aftur. Kolvetnisinnihald náði aftur á móti hámarki í ágúst en lækkaði svo aftur. C-vítamín virtist ná hámarki í ágúst en falla svo hratt niður. Trefjamagn í sölvum var hærra í október en í júní. Árstíðabundnar breytingar á næringarefnum eru í samræmi við aðrar sambærilegar rannsóknir (Flaurence et al., 1999; Hagen, 2004). Próteininnihald í sölvum nær hámarki á vorin en lækkar yfir sumarmánuðina en fer svo aftur að aukast á haustin eða næringarefnumagn eykst aftur. Vöxtur minnkar þá en í stað þess fara sölin að safna í sig forðasykrum. Einhver breytileiki virðist vera á milli svæða m.t.t. nákvæmrar tímasetningar hámarks- og lágmarksgilda sbr. próteinhámark mældist í mars í Þrándheimi (Rodde, 2004) en í maí í Frakklandi (Flaurence et al., 1999). Aska hefur einnig mælst lægst á haustin (Rodde, 2004).

Mælingar á steinefnum gefa einnig til kynna árstíðarsveiflu. Ef niðurstöður eru bornar saman við rannsóknir Rodde et al. (2004) kemur í ljós að í sumum tilfellum má sjá samskonar

breytingar í magni steinefna en öðrum ekki. Það má því velta fyrir sér hversu marktækar breytingar milli árstíða er um að ræða (sjá töflu V11, viðauki).

Áhrif staðsetningar mældust á efnasamsetningu sölva. Sýni frá Bolaklettum voru almennt með hærra vatns-, prótein, fitu- og öskuinnihald en minna kolvetni og trefjar en sýni frá Fossárvík. Sýni frá Hásteinsskeri mældust hinsvegar með hæst próteininnihald og trefjar en lægst fituinnihald og C-vítamín. Sambærilegt trefjainnihald en lægra próteininnihald mældist en í sólþurrkuðum sölvum frá Hásteinsskeri árið en 1995 (Árni Sæbjörnsson & Þyri Valdimarsdóttir, 1996). Ef tekið er mið af niðurstöðum þeirra Árna og Þyriar (1996) á samsetningu sölva á fleiri stöðum á Íslandi sama ár má gera ráð fyrir að enn meiri mun megi finna í næringargildi sölva milli svæða en mældist í þessari rannsókn.

Mismunur mældist í magni ólífrænna snefilefna eftir staðsetningu. Sýni frá Hásteinsskeri mældust með lægra natríum, magnesíum, kalsíum, kadmíum og jöð en hærra fosfór en sýnin frá Hvalfirði. Þau voru þó yfirleitt líkari sölvum frá Bolaklettum en Fossárvík. Sýni frá Bolaklettum mældust með hærra fosfór, kalíum, kalsíum en sýni frá Fossárvík. Sé sóst eftir ákveðnum steinefnum getur því skipt máli hvar sölin eru tekin. Sem dæmi má nefna er ráðlagður dagsskammtur af jöði 150 μm fyrir fullorðna sem þýðir að viðkomandi fullnægir þörfinni með um 5 g af þurrkuðum sölvum frá Bolaklettum á dag en 38 g frá Hásteinsskeri.

Út frá næringarlegum sjónarhóli eru söl áhugaverð. Þau hafa hátt trefjainnihald, próteininnihald og steinefnainnihald. Þá eru þau með lágt fituinnihald. Hinsvegar safna þörungar í sig þungmálmum og því getur neysla þeirra verið háð ákveðnum takmörkunum. Það er því mjög mikilvægt að fylgjast vel með magni þungmálma og velja vel þá staði sem þar sem magn þeirra eru innan leyfilegra marka. Sérstakar reglugerðir um notkun og/eða heilnæmi matvæla úr þörungum hafa eingöngu verið settar í nokkrum löndum (Frakklandi, Bandaríkjunum, Ástralía, Nýja Sjáland). Í flestum löndum sem á annað borð viðurkenna vörur úr þörungum sem mannamat, falla þær undir almennar matvælaeðlugerðir, þ.á.m. á Íslandi. Ef niðurstöður á magni þungmálma eru bornar saman við þau hámarksgildi sem sett eru í reglugerðum í framangreindum löndum (sjá töflu V12, viðauka) má sjá að magn þeirra var lægra m.t.t. blýs, kadmíums og kvikasilfurs. Gildi fyrir arseník var hærra en það má að öllum líkindum rekja til þess að heildar arseník var mælt en í reglugerðunum er miðað við ólífrænt arseník. Almela ofl. (2006) mældu heildarmagn arseníks og magn ólífræns arseníks í spænskum og japönskum sölvum. Ólífrænt arseník reyndist vera innan við 5% af heildarmagn arseníks. Sé miðað við það er magn ólífræn arseníks vel undir leyfilegu magni

skv. reglugerðum. Mælingar þeirra Árna Snæbjörnssonar og Þyríar Valdimarsdóttur (1996) sýndu hinsvegar hærra kadmíummagn í sölvum hér við land en framangreind viðmið leyfa, þ.m.t. í sölvum frá Hásteinskeri (0,44 í stað 0,11 mg/kg). Hvort að þessi munur er kominn til af breytingum í umhverfi sölvanna eða vegna mismunandi mæliaðferða er erfitt að segja um. Til að sannreyna hvort kadmíuminnihald sé innan viðmiðunarmarka hér við land væri æskilegt að framkvæma fleiri mælingar á mismunandi stöðum við landið.

Það er augljóst að bæði árstíð og staðsetning hefur áhrif á samsetningu og eiginleika sölva. Hversu mikill breytileikinn er, er misjafnt eftir um hvaða þátt er að ræða. Í sumum tilfellum getur það skipt verulegu máli og því mikilvægt að safna sölvum á þeim stöðum og tíma ársins sem hagstæðast er.

6 Þakkir

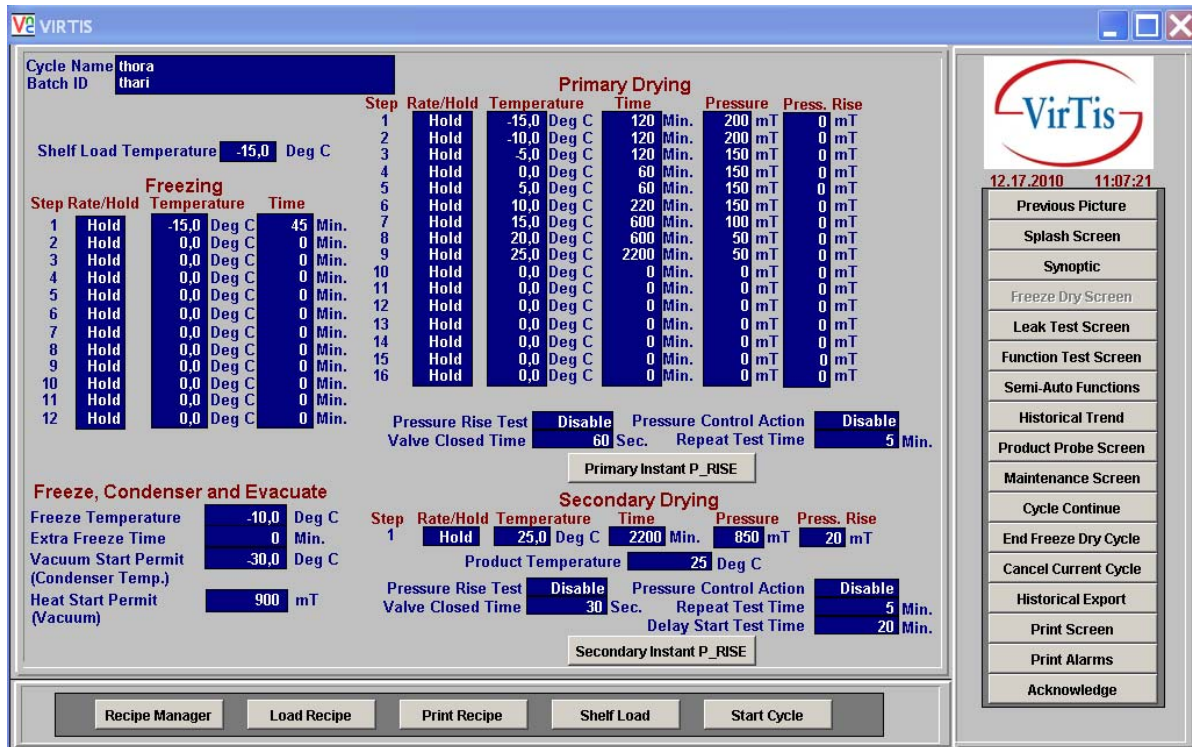
Höfundar þakka AVS-sjóði veittan styrk til verkefnisins *Söl.Útbreiðsla, verkun og nýting* sem þessi skýrsla er hluti af. Þá er Sigríði Gestsdóttur og Hrafnkeli Karlsson á Hrauni í Ölfusi þakkað þeirra framlag til verkefnisins.

7 Heimildir

- Almela C., Clemente M.J, Ve'lez D., Montoro R. 2006. Total arsenic, inorganic arsenic, lead and cadmium contents in edible seaweed sold in Spain. *Food and Chemical Toxicology* 44 (2006) 1901–1908
- ANZFA, 1997. Australian New Zealand Food Authority. Food Standards Code, Issue 41.
- AOAC, 1990. AOAC Official Method 967.21 Vitamin C (ascorbic acid) in Vitamin Preparations and Juices, 2,6-Dichloroindophenol Titrimetric Method. Kenneth Helrich (Ritst.), 15. útgáfa, 1990. Association of Official Analytical Chemists, Inc. Virginia, USA.
- 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 og Þyri Valdimarsdóttir. 1996. Söl Rannsóknir á nokkrum hreinleika og hollustu. Freyr 08.1996 bls. 329. Bændasamtök Íslands.
- Bligh, E. Dyer, W. 1959. A rapid method of total extraction og purification. *Canadian Journal of Biochemistry og Physiology*. 37, 911-917.
- Bragadóttir M, Reynisson E, Þórarinsdóttir KA, Arason S. 2007. Stability of fish powder from saithe (*Pollachius virens*) as measured by lipid oxidation and functional properties. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 16(1), 115-136
- Butler M.R. 1931. Comparison of the chemical composition of some marine algae. *Pl. Physiol.* 6:295-305.
- Chan, J. C. C., Cheung, P. C. K., & Ang, P. O. 1997. Comparative studies on the effect of three drying methods on the nutritional composition of seaweed *Sargassum hemiphyllum* (Turn) C Ag. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(8), 3056-3059.
- Chaumont J.P. 1978. Variations de la teneru en composes azotés du *Rhodymenia palmata*. *Grew. Bot. Mar.* 21:23-29.
- Commioussion Regulation (EC) No 629/2008. Amending Regulation (EC) No 1881/2006 setning 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.
- DIN 38406-29. German standard methods for the examination of water, waste water and sludge - Cations (group E) - Part 29: Determination of 61 elements by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) (E 29). Deutsches Institut Fur Normung E.V. (German National Standard) / 01-May-1999 / 23 pages
- Dreher ML. 1987. Handbook of dietary fibre. An applied approach. Marcel Dekker, New York, pp 1–468
- Fleurence J. 1999. Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses *Trends in Food Science & Technology* 10 (1999) 25-28.
- Food and Nutritional Board, 1981. Food Chemical Codex (3rd edn), pp. 157-158, National Academic Press
- Hanson, S.W.F & Olley, J. 1963. *Biochem. J.* 89, 101P.
- 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 Mátis 31-10. September 2010.
- 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 alge (Rhodophyceae): variations in the desmosterol content of dulce (*Rhodymenia palmata*). *Comp. Biochem. Physiol.* 35:679-687.
- Institut de Phytonutrition. Functional health and therapeutic effects of algae and seaweed. Electronic database Version 1.5. Bolsoleil, France 2004.

- 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.
- Gunnar Ólafsson. 1997. Athuganir á matþörungum. Skýrsla Rf 23-97. Rannsóknarstofnun fiskiðnaðarins.
- Mabeau S. & Fleurence J. 1993. Seaweed in food products: biochemical and nutritional aspects. Trends in Food Science & Technology April 1993 Vol. 4. 103-107.
- Mabeau, S., Cavaloc, E., Fleurence, I. and Lahaye, M. 1992. Int. Food Ingred. 3, 38-45
- Morgan K.C., Wright J.L.C., Simpson F.J. 1980. Review of Chemical Constituents of the Red Alga *Palmaria palmata* (Dulse). Economic Botany, 34(1), 1980, pp. 27-50.
- Munda I. 1972. On the chemical composition, distribution and ecology of some common benthic marine algae from Iceland. Bot. Mar. 15:1-45.
- Rodde 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. Botanica Marina 47 (2004): 125–133 _ 2004 by Walter de Gruyter, Berlin - New York.
- Smith, D.G. & Young E.G. 1953. On the nitrogenous constituents of algae. Proc.Int.Seaweed Symp. 1:54-59.
- Young E.G. & Langille W.M., 1958. The occurrence of inorganic elements in marine algae of the Atlantic provinces of Canada. Canad.J.Bot. 36:301-310.
- Þóra Valsdóttir & Irek Klonowski. 2011. Áhrif þurrkaðferða á eiginleika sölva. Samanburður á þurrkaðferðum. Mátis skýrsla 15-11.

8 Viðauki



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

Tafla V1. Tegundir þörunga sem uxu á sölvum sem safnað var við Bolakletta í Hvalfirði 2010.

Tegund	15.06.2010	11.08.2010	07.09.2010
<i>Acrochaetium secundatum</i>			x
<i>Ceramium nodulosum</i>			x
<i>Chlorochytrium sp.</i>			x
<i>Cystocloneum purpureum</i> m ♀		x	
<i>Membranoptera alata</i>		x	
<i>Pylaiella littoralis</i> m ps og us		x	
<i>Spongomorpha aeruginosa</i> fert.	x		x
<i>Stictyosiphon griffithsianum</i> m. u.s	x	x	
<i>Ulva flexuosa</i>		x	
<i>Ulva intestinalis</i>	x		
<i>Ulva prolifera</i>	x		
<i>Ulvaria obscura</i>		x	

Tafla V2. Tegundir þörungna sem uxu á sölvum sem safnað var við Fossá í Hvalfirði 2010.

Tegund	15.06.2010	11.08.2011	07.09.2010	09.10.2010
<i>Acrochaetium pectinatum</i> á <i>Ceramium nodulosum</i>		x		
<i>Acrochaetium secundatum</i> m carpogró	x		x	x
<i>Aglaothamnion sepositum</i>			x	
<i>Blidingia minima</i>			x	
<i>Ceramium nodulosum</i>		x	x	x
<i>Chaetomorpha ligustica</i>	x			
<i>Chilonema cf.</i>			x	
<i>Chordaria flagelliformis</i>			x	x
<i>Cladophora sericea</i>		x		
<i>Ectocarpus siliculosus</i> m. ps	x	x	x	
<i>Isthmopilea sphaerospora</i>	x			
<i>Lithosiphon laminariae</i> m. u.s. á sölvum		x		
<i>Monostroma undulatum</i>	x			
<i>Palmaria palmata</i> m tetragró	x			
<i>Petalonia fascia</i>				x
<i>Phyllophora membranifolia</i>	x			
<i>Polysiphonia lanosa</i>			x	
<i>Pylaiella littoralis</i> m ps	x			
<i>Spongomorpha aeruginosa</i> fert.	x			
<i>Stictyosiphon griffithsianum</i> m. u.s	x			
<i>Ulothrix flacca</i>	x			
<i>Ulva flexuosa</i>				x
<i>Ulva intestinalis</i>	x			
<i>Ulva lactuca</i>			x	x
<i>Ulva linza</i>				x

Tafla V3. Breyting á vatnsinnihaldi við þurrkun (frostþurrkun).

Staðsetning	Árstími	g/100g				% breyting á vatnsinnihaldi
		f þurrkun	±	e þurrkun	±	
Bolaklettur	júní	85,6	±0,17	5,7	±0,01	93,3%
Bolaklettur	júlí	83,6	0,17	4,7	0,01	94,4%
Bolaklettur	ágúst	82,4	0,16	4,0	0,01	95,1%
Bolaklettur	september	79,0	0,16	6,7	0,01	91,5%
Bolaklettur	október	80,8	0,16	3,3	0,01	95,9%
Fossárvík	júní	85,8	0,17	5,8	0,01	93,2%
Fossárvík	júlí	80,4	0,16	5,7	0,01	92,9%
Fossárvík	ágúst	80,1	0,16	5,1	0,01	93,6%
Fossárvík	september	79,4	0,16	6,6	0,01	91,7%
Fossárvík	október	79,3	0,16	4,2	0,01	94,7%
Hásteinssker	ágúst	79,9	0,16	6,3	0,01	92,1%
Hásteinssker	ágúst	79,9	0,16	7,0	0,01	91,2%
Hásteinssker	ágúst	79,9	0,16	7,8	0,02	90,2%
Hásteinssker	ágúst	79,9	0,16	8,7	0,02	89,1%

Tafla V4. Næringarefni í sölvum eftir staðsetningu og árstíma (g/100g þurrvig). Mælióvissa er ekki þekkt fyrir trefjar.

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 V5. C-vítamín af sölvum

staður	árstími	mg/100g þurrvigt	
Bolaklettur	júní	233,0	±11,1
Bolaklettur	ágúst	254,1	11,3
Bolaklettur	október	68,3	11,4
Fossárvík	júní	216,3	11,1
Fossárvík	ágúst	252,7	11,0
Fossárvík	október	118,3	11,3
Hásteinsker	ágúst	132,3	11,0
Hásteinsker	ágúst	35,6	10,9
Hásteinsker	ágúst	75,9	10,8
Hásteinsker	ágúst	0,0	0,0

Tafla V6. Ólífræn snefilefni, steinefni, í sölvum eftir staðsetningu og árstíma (g/kg þurrvigt).

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
Hásteinsker	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.

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	október	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	september	26,6											
Fossárvík	október	28,2	767	153	7	1	0,6	0,1	0,12	0,02	<0,08	0,06	0,01
Hásteinsker	ágúst	3,9	291	58	4,7	0,9	0,15	0,03	0,11	0,02	<0,08	<0,04	

Tafla V8. Vatnsvirkni í þurrkuðum sölvum eftir staðsetningu og árstíma

staður	árstími	meðaltal	stdev
Bolaklettur	júní	0,213	0,007
Bolaklettur	júlí	0,179	0,016
Bolaklettur	ágúst	0,164	0,018
Bolaklettur	september	0,273	0,009
Bolaklettur	október	0,131	0,018
Fossárvík	júní	0,231	0,007
Fossárvík	júlí	0,229	0,060
Fossárvík	ágúst	0,216	0,065
Fossárvík	september	0,252	0,000
Fossárvík	október	0,138	0,012
Hásteinsker	ágúst	0,281	0,005

Tafla V9. Litur sölva eftir staðsetningu og árstíma

staður	árstími	L		a		b	
Bolaklettur	júní	19,57	±0,08	0,15	±0,08	1,65	±0,07
Bolaklettur	júlí	20,81	0,60	0,19	0,02	1,23	0,09
Bolaklettur	ágúst	21,32	0,03	-0,25	0,04	2,00	0,03
Bolaklettur	september	20,35	0,07	-0,19	0,07	1,63	0,06
Bolaklettur	október	21,93	0,06	0,06	0,08	1,68	0,06
Fossárvík	júní	19,22	0,04	-0,82	0,07	3,08	0,05
Fossárvík	júlí	22,80	0,01	-1,93	0,01	4,23	0,02
Fossárvík	ágúst	23,30	0,40	-1,92	0,16	4,34	0,22
Fossárvík	september	21,03	0,20	-0,67	0,14	3,18	0,28
Fossárvík	október	21,06	0,63	-0,74	0,06	2,49	0,12
Hásteinsker	ágúst	19,65	0,01	0,33	0,05	0,86	0,00

Tafla V10. Næringarinnihald í sölvum g/100g þurrviggt.

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 Snæbjörns. & Þyri Valdimarsd., 1996	Hásteinssker, ágúst, sólþurrkað	17,5	68,4	0,2	14	40,2
Smith & Young, 1953	Nova Scotia, september	13,0				
Chaumont, 1978	Frakkland, júní-september	8,1-19,4				
Idler, 1968	Grand Manan Is., sumar			0,6		
Idler, 1970	Grand Manan Isl, júní-ágúst			0,6-1,7		
Idler, 1970	New Brunswick, sept-nóv			0,2-1,1		

* 7,6% vatn; ** með trefjum

Tafla V11. Steinefnainnihald í sölvum g/kg þurrviggt.

Heimild	Na	K	P	Ca	Mg	Fe	I
Mabeau, 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 Snæbjörns. & Þyri Valdimarsd., 1996	Hásteinssker, ágúst, **	11,9	52	4,2	2,3	1,9	
Butler,	júní-júlí		122				0,23
Young & Langille 1958		25	71	4,7			0,08
Rodde, 2004	Trondheim, júlí	22,47	60,74	2,4	2,49		
Rodde, 2004	Trondheim, september	11,17	56,06	3,84	2,31		
Rodde, 2004	Trondheim, október	15,93	47,66	7,94	2,81		

* vatnsinnihald 7,60; ** sólþurrkað

Tafla V12. Hámarksgildi af þungmálum skv. reglugerðum í Frakklandi, Bandaríkjunum, Evrópusambandinu og Ástralíu/Nýja sjálandi ásamt mæligildi úr heimildum (mg/kg þurrvig).

Heimild	Lýsing	þung- málmar	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 ofl., 2006	Sýni Spánn		13,0	0,466	<LD	0,147			
Almelia ofl., 2006	Sýni Japan		12,6	0,595	1,52	0,877			
Árni Snæbjörnsson. & Þyri Valdimarsdóttir., 1996	Hraun, ágúst		1,05		0,14	0,44			
Young & Langlille, 1958	Nova Scotia, júlí		10						

* ólífrænt arseník; **food supplements derived from seaweed e.g. seaweed extracts, composite products with seaweed as major ingredient, etc.; LD – greiningarmörk. ¹⁾CEVE, 2010; ²⁾Food and Nutritional Board, 198; ³⁾Commission Regulation (EC) No 629/2008; ⁴⁾ANZFA, 1997.

Tafla V13. Prósent næringarefna og steinefna í þurrkuðum sölvum (100% þ.e.) skv. niðurstöðum Árna Snæbjörnssonar og Þyriar Valdimarsdóttur (1996).

Sýni	Prótein	Fita	Kolv. án trefja	Kolv. m. trefjum	Trefjar	Aska	Ca	Mg	K	Na	P
Stokkseyri	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 V14. Magn þungmálma, mg í 1 kg af þurrkuðum sölvum (100% þ.e.) skv. niðurstöðum Árna Snæbjörnssonar og Þyriar Valdimarsdóttur (1996).

Sýni	Pb	Cd	Hg	As	Sýni	Cd	Hg	As	Pb
Stokkseyri	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-Fagridal.	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